

# Ceramika hybrydowa – przegląd piśmiennictwa

## CAD/CAM hybrid ceramics – literature overview

***Julita Maria Stępień, Beata Dejak***

**Zakład Protetyki Stomatologicznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi**

Department of Prosthodontics, Medical University of Lodz

Kierownik: prof. dr hab. med. *Beata Dejak*

---

---

**HASŁA INDEKSOWE:**

ceramika hybrydowa, systemy CAD/CAM

---

---

---

---

**KEY WORDS:**

hybrid ceramics, CAD/CAM systems

---

---

*Streszczenie*

*W artykule zaprezentowano najnowszą literaturę dotyczącą ceramikami hybrydowej CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer Aided Manufacturing). Popularnymi przedstawicielami tej grupy materiałów są: Vita Enamic (Vita, Zahnfabrik, Niemcy), Lava Ultimate (3MESPE, Landsberg am Lech, Niemcy), czy Cerasmart (GC, Tokyo, Japonia). Ceramika hybrydowa łączy w sobie zalety ceramiki szklanej (wysoka estetyka, wytrzymałość na ściskanie, fluorescencja, przezierność, połysk, odporność na ścieranie) i materiałów kompozytowych (wytrzymałość na zginanie, sprężystość, absorbowanie naprężeń, brak kruchości, mniejszą abrazję zębów przeciwnych). Połączenie większej elastyczności z zadowalającymi wartościami wytrzymałości na zginanie i na pęknięcie zaobserwowanymi w PICN (Polymer Infiltrated Ceramic Network) sprawia, że materiały te nadają się do wykonania wielu prac stałych. W zależności od sytuacji klinicznej można zastosować minimalną preparację filaru zęba. W pierwszej części artykułu przedstawiono skład chemiczny, właściwości mechaniczne i optyczne, zalety i wady wymienionych materiałów oraz kliniczne wskazania do ich stosowania. W drugiej części prezentowane materiały zostały porównane ze sobą na podstawie dostępnego piśmiennictwa.*

*Summary*

*This paper presents the latest literature concerning commercially available CAD/CAM hybrid ceramics (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) as represented by Vita Enamic (Vita, Zahnfabrik, Germany), Lava Ultimate (3MESPE, Landsberg am Lech, Germany), Cerasmart (GC, Tokyo, Japan). Hybrid ceramics combine the advantages of dental porcelain (highly aesthetics, compressive strength, fluorescence, translucency, luster, abrasion resistance) and composite materials (flexural strength, elasticity, stress absorption, no brittleness, diminished abrasion of antagonistic teeth). Combining greater flexibility with satisfactory values of resistance to flexure and fracture observed in PICN (Polymer Infiltrated Ceramic Network) makes these materials suitable for many fixed prosthetic restorations. Depending on the clinical situation, a minimum abutment tooth preparation can be used. The first part of this article is devoted to description of chemical composition, selected mechanical and optical properties, advantages and disadvantages of the discussed materials. Clinical indications for their use have also been presented. In the second part, the comparative analysis of these materials has been undertaken, based on available literature.*

### *Ceramika hybrydowa (PICN – Polymer Infiltrated Ceramic Network)*

Ceramika hybrydowa (PICN – Polymer Infiltrated Ceramic Network) składa się z części ceramicznej, która jest impregnowana żywicą UDMA, TEGDMA, BisMEPP lub DMA. Popularnymi przedstawicielami tej grupy materiałów są: Vita Enamic (Vita, Zahnfabrik, Niemcy), Lava Ultimate (3MESPE, Landsberg am Lech, Niemcy), czy Cerasmart (GC, Tokyo, Japonia).<sup>1</sup>

#### *Vita Enamic*

Vita Enamic była pierwszą hybrydową ceramiką CAD/CAM. Została wprowadzona w 1996 roku. Posiada strukturę podwójnie usieciowaną. Porowata powierzchnia ceramiki jest infiltrowana mieszaniną monomerów, które są następnie polimeryzowane. Siatka ceramiczna o drobnoziarnistej strukturze stanowi 86% masy. W jej skład wchodzi 58-63% SiO<sub>2</sub>, 20-23% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 9-11% Na<sub>2</sub>O, 4-6% K<sub>2</sub>O, 0-1% ZrO<sub>2</sub>. Siatkę ceramiczną wzmacnia siatka polimerowa stanowiąca 14% (żywice UDMA, TEGDMA), przy czym obie siatki całkowicie się przenikają.<sup>2</sup>

Właściwości mechaniczne są zbliżone do naturalnych tkanek zęba. Moduł sprężystości Younga Vita Enamic wynosi 22,1-34,5 MPa, wytrzymałość na zginanie mieści się w zakresie 137-202 MPa, twardość Vickersa wynosi 157-190 HV, a odporność na kruche pękanie wyrażona współczynnikiem intensywności naprężeń ma wartość 1,4 MPa/m<sup>1/2</sup>.<sup>3</sup> Wytrzymałość na złamanie bloczków ceramicznych z tego materiału o grubości 1,5 mm ma zakres 476,8-1321,9 N.<sup>4,5</sup> W badaniu porównującym absorpcja sił zucia w porównaniu z tlenkiem cyrkonu, korony Vita Enamic osiągnęły 71,20% (dla porównania stop złota 46,28 %, ceramika szklana 24,51%).<sup>6-10</sup>

Materiał ten łączy zalety ceramik i kompozytów. Zaletami Vita Enamic jest elastyczność i mniejsza tendencja do złamania w porównaniu

do czystej ceramiki oraz wyższa odporność na abrazję, w porównaniu do uzupełnień kompozytowych. Jednak materiał ten ma wyższą chropowatość powierzchni po szczotkowaniu zębów w porównaniu do Lava Ultimate.<sup>11</sup> Czteroletnie obserwacje koron na implantach ustaliły wskaźnik przeżycia na poziomie 98,7%, wskaźnik ten był wyższy niż dla materiałów alternatywnych.<sup>8</sup>

Vita Enamic dedykowana jest do odbudowy pojedynczych koron odcinka bocznego i przedniego na zębach i implantach, wkładów koronowych (min. grubość materiału 0,8 mm), a także cienkich licówek (min. grubość materiału 0,2-0,3 mm). Zastosowanie jej umożliwia oszczędniejszą preparację filaru zęba w porównaniu do uzupełnień pełnoceramicznych.<sup>12</sup> Przeciwwskazana jest natomiast u pacjentów z bruxizmem, nie nadaje się do uzupełnień w postaci mostów, ani rekonstrukcji braków skrzydłowych.<sup>13</sup>

#### *Lava Ultimate Resin Nano Ceramic (RNC)*

Lava Ultimate Resin Nano Ceramic (RNC), jest materiałem nanoceramicznym. Głównym jego składnikiem jest nanowypełniacz stanowiący 80% wagi, oparty na nanomerach krzemionki 69% SiO<sub>2</sub> (20 nm) i nanomerach tlenku cyrkonu 31% ZrO<sub>2</sub> (4-11 nm). Nanomery krzemionki i cyrkonii są spajane w większe elementy, tzw. nanoklasty (0,6-10 μm). Cząsteczki zatopione są w matrycy żywicy UDMA, po ich wcześniejszej silanizacji.<sup>14, 15</sup>

Moduł elastyczności Younga dla tego materiału wynosi 12-23,5 MPa, wytrzymałość na zginanie 164-172,8 MPa, wytrzymałość na ściskanie 380 MPa, twardość Vickersa 83-102 HV, wytrzymałość na kruche pękanie 1,6 MPa/m<sup>1/2</sup>.<sup>3</sup> Wytrzymałość na złamanie bloczków ceramicznych o grubości 1,5 mm wynosi 854,69- 1142,95 N.<sup>5-7,9,10,15,16</sup>

Lava Ultimate jest materiałem trwałym, odpornym na ścieranie, jednocześnie będącym delikatnym względem zębów przeciwstawnych.

Jest szybki i łatwy do frezowania – nie wymaga wypalania. Uzupełnienia z tego materiału mają dobrą estetykę, z doskonale zachowanym połyskiem. Dostępny jest w ośmiu odcieniach i dwóch przeziernościach. Niestety pojawiają się doniesienia, iż korony odcinka bocznego wykonane z Lava™ Ultimate CAD/CAM Restorative, ulegają częstszym uszkodzeniom niż oczekiwano i nie spełniają wysokich standardów firmy 3M w zakresie jakości i wydajności.<sup>11</sup>

Materiał stosowany jest na wkłady koronowe, licówki, korony na zębach własnych i rekonstrukcje pojedynczych koron na implantach.<sup>17</sup>

### Cerasmart

Cerasmart składa się z elastycznej matrycy wypełnionej równomiernie nanoceramiką. Ceramika to w 71% nanokrzemionka SiO<sub>2</sub> (20 nm) i szkło barowe (300 nm). Nanoceramika zatopiona jest w żywicy kompozytowej (BisMEPP, UDMA, DMA). Ceramika hybrydowa charakteryzuje się homogeną strukturą, dzięki równomiernemu rozproszeniu wypełniacza. Jednorodna struktura przyczynia się do zapobiegania powstawaniu pęknięć zmęczeniowych, dzięki czemu gotowa praca ma lepsze właściwości mechaniczne.<sup>18</sup>

Moduł sprężystości Cerasmart wynosi 25 MPa, wytrzymałość na zginanie 216,5-234,5 MPa, twardość Vickersa 58-64 HV, wytrzymałość na kruche pękanie 1,2 MPa/m<sup>2</sup>, odporność na złamanie koron 1508,5 ± 421,7N.<sup>3,6,7,9,10,19</sup>

Zaletą Cerasmart jest podwyższona zdolność absorpcji sił, dzięki temu można z materiału wykonywać uzupełnienia w trudnych warunkach zgryzowych. Materiał charakteryzuje się wytrzymałością i elastycznością. Do ich zalet można zaliczyć również krótki czas frezowania i wysoki kontrast na zdjęciach rtg. Cerasmart ma długotrwały połysk, a uzupełnienia nie działają abrazyjnie na zęby przeciwstawne. Materiał charakteryzuje fluorescencja i opalescencja, dzięki

temu uzupełnienia dobrze optycznie dopasowują się do zębów i są mało widoczne.

Błoczek Cerasmart występuje w wersjach o wysokiej lub niskiej przezierności, w każdej z nich występuje pięć odcieni. Oddzielną grupę stanowi odcień Bleach Shade (BL) – dedykowany pacjentom po wybielaniu. Błoczek można nabyć w 3 rozmiarach. Sposób końcowej obróbki wyciętego uzupełnienia jest znacznie uproszczony w porównaniu do obróbki porcelany i zajmuje kilka minut. Uzupełnienia wykańcza się pokrywając warstwą Optiglaze Color oraz ręcznemu polerowaniu.

Cerasmart wskazany jest do wykonania koron na implantach i koron opartych na zębach. Nadaje się również jako materiał do wkładów koronowych i licówek. Minimalna grubość korony w okolicy stopnia >1,0 mm, grubość ściany i obszary guzków >1,5 mm.<sup>20</sup>

Uzupełnienia protetyczne zębów bocznych wykonane z różnych materiałów w technologii CAD/CAM wykazały dobre wyniki kliniczne.<sup>21-23</sup>

Ścieralność uzupełnień pełnoceramicznych i kompozytowych względem szkliwa zębów przeciwstawnych, jest nadal przedmiotem badań klinicznych. Materiały kompozytowe mają podobne właściwości ściernie w stosunku do szkliwa zęba przeciwnego jak naturalne szkliwo.<sup>24</sup> Badania wykazały większą odporność na zużycie ceramiki hybrydowej, w porównaniu do materiałów pełnoceramicznych.<sup>25,26</sup> Nie działają one traumatycznie na szkliwo zębów przeciwstawnych.<sup>27</sup>

Badania Yin i wsp. z 2019 r. porównujące Lava Ultimate i Vita Enamic wykazały niższe prawdopodobieństwo uszkodzenia i wyższą wytrzymałość Lava Ultimate. Lava Ultimate działa najmniej ściernie na szkliwo zębów przeciwstawnych. Wykazuje optymalne właściwości mechaniczne do stosowania w protezach klinicznych.<sup>11</sup>

Wyniki badań wytrzymałościowych tych ceramik hybrydowych nie są jednoznaczne.

Średnia wytrzymałość na zginanie Cerasmart była wyższa niż Lava Ultimate i Vita Enamic. Natomiast Lava Ultimate wykazała się wyższą odpornością na pękanie w porównaniu do Vita Enamic i Cerasmart. Naukowcy doszli do wniosku, że właściwości mechaniczne zależą w większym stopniu od składu strukturalnego materiału, niż składu chemicznego.<sup>3,10</sup>

Grubość i chropowatość uzupełnienia są czynnikami wpływającymi na przezierność cementowanych uzupełnień.<sup>28</sup> Bloczki Lava Ultimate cechuje lepsza przezierność w porównaniu do Vita Enamic.<sup>29</sup> Stawczyk i wsp.<sup>30</sup> wykazali lepszą transparentność materiałów Cerasmart i Lava Ultimate w porównaniu do Vita Enamic. Niestety wszystkie z opisywanych w niniejszej pracy materiały, poddane długotrwałemu działaniu wina i kawy, uległy znacznemu przebarwieniu i utracie przezierności.<sup>31</sup>

Niekwestionowaną zaletą opisywanej grupy materiałów jest możliwość ewentualnej naprawy w ustach pacjenta.<sup>32</sup> Uzupełnienia z ceramiki hybrydowej należy cementować adhezyjnie z użyciem cementów kompozytowych lub drobnocząsteczkowych kompozytów hybrydowych. Do cementowania koron czy wkładów należy stosować cementy dualne, a w przypadku licówek światłoutwardzalne. Sposób cementowania ma bardzo istotnym wpływ na ostateczny efekt kliniczny.<sup>32-37</sup>

## Podsumowanie

Ceramika hybrydowa łączy w sobie zalety ceramiki szklanej (wysoka estetyka, wytrzymałość na ściskanie, fluorescencja, przezierność, połysk, odporność na ścieranie) i materiałów kompozytowych (wytrzymałość na zginanie, sprężystość, absorbowanie naprężeń, brak kruchości, mniejszą abrazję zębów przeciwnych). Połączenie większej elastyczności (mniejszej sztywności) z zadowalającymi wartościami wytrzymałości na zginanie i na

pękanie zaobserwowanymi w PICN sprawia, że materiały te nadają się do wykonania wielu prac stałych.<sup>35</sup> W zależności od sytuacji klinicznej można zastosować minimalną preparację filaru zęba. Dlatego materiały PICN mogą być interesujące w leczeniu pacjentów młodocianych, cierpiących na choroby dziedziczne (takie jak amelogenesis imperfecta),<sup>36</sup> pacjentów z bruksizmem lub erozją zębów.<sup>37</sup>

## Piśmiennictwo

1. Özarlan M: Effects of different surface finishing procedures on the change in surface roughness and color of a polymer infiltrated ceramic network material. *J Adv Prosthodont* 2016; 8: 16-20.
2. Giordano R: Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 14S-21S.
3. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin Ch, Pradelle N, Seux D, Grosogeat B: Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. *J Prosthet Dent* 2018; 119: 384-389.
4. Leung B, Tsoi J, Matinlinna J., Pow E: Comparison of mechanical properties of three machinable ceramics with an experimental fluorophlogopite glass ceramic. *J Prosthet Dent* 2015; 114: 440-446.
5. Vafae F, Firooz F, Heidari B, Khoshhal M, Fotovat F, Allahbakhshi H: A comparative study of flexural strength and fatigue resistance of 2 nanoceramic composite resin CAD/CAM blocks (Lava Ultimate and Vita Enamic) and a lithium disilicate glass ceramic (IPS e.Max Cad). *Biomedical & Pharmacology Journal* 2017; 10, 51-58.
6. Lawson N, Bansal R, Burgess J: Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dent Mater* 2016; 32: 275-283.
7. Niem T, Youssef N, Wöstmann B: Influence of accelerated ageing on the physical properties

- of CAD/CAM restorative materials. *Clin Oral Invest* 2020; 24: 2415-2425.
8. <https://www.vita-zahnfabrik.com/de/ENAMIC-22871,27568,85233.html>
  9. *Lauvahutanon S, Takahashi H, Shiozawa M, Iwasaki N, Asakawa Y, Oki M, Finger W, Arksornnukit M*: Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dent Mater J* 2014; 33: 705-710.
  10. *Awada A, Nathanson D*: Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent* 2015; 114: 587-593.
  11. *Yin R, Kim Y, Jang Y, Lee J, Lee M, Bae T*: Comparative evaluation of the mechanical properties of CAD/CAM dental blocks. *Odontology* 2019; 107: 360-367.
  12. *Dirxen Ch, Blunck U, Preissner S*: Clinical Performance of a New Biomimetic Double Network Material. *Open Dent J* 2013; 7: 118-122.
  13. *Bona AD, Corazza PH, Zhang Y*: Characterization of a polymer-infiltrated ceramic-network material. *Dent Mater* 2014; 30: 564-569.
  14. *Koller M, Arnetzl GV, Holly L, Arnetzl G*: Lava ultimate resin nano ceramic for CAD/CAM: customization case study. *Int J Comput Dent* 2012; 15: 159-164.
  15. [http://www.d-way.cz/data/product/13/23/files/Lava\\_Ult\\_TPP.pdf](http://www.d-way.cz/data/product/13/23/files/Lava_Ult_TPP.pdf)
  16. *Sagsoz O, Yildiz M, Ghahramanzadeh A, Alsaran A*: In vitro Fracture strength and hardness of different computer-aided design/computer-aided manufacturing inlays. *Niger J Clin Pract* 2018; 21: 380-387.
  17. [https://www.3m.com/3M/en\\_US/company-us/all-3m-products/~/lava-ultimate-cerec-3M-Lava-Ultimate-CAD-CAM-Restorative-for-CEREC-/?N=5002385+3294768924&rt=rud](https://www.3m.com/3M/en_US/company-us/all-3m-products/~/lava-ultimate-cerec-3M-Lava-Ultimate-CAD-CAM-Restorative-for-CEREC-/?N=5002385+3294768924&rt=rud)
  18. *Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R*: Buonocore memorial lecture. review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004; 29: 481-508.
  19. *Taha D, Spintzyk S, Sabet A, Wahsh M, Salah T*: Assessment of marginal adaptation and fracture resistance of endocrown restorations utilizing different machinable blocks subjected to thermomechanical aging. *J Esthet Restor Dent* 2018; 1-9.
  20. [http://www.gcamerica.com/products/digital/CERASMART\\_Universal/GCA\\_CERASMART\\_Universal\\_Bro-iPad.pdf](http://www.gcamerica.com/products/digital/CERASMART_Universal/GCA_CERASMART_Universal_Bro-iPad.pdf)
  21. *Batson E, Cooper L, Duqum I, Mendonça G*: Clinical outcomes of three different crown systems with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 770-777.
  22. *El Ghoul WA, Özcan M, Ounsi H, Tohme H, Salameh Z*: Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2020; 123: 128-134.
  23. *Yamaguchia S, Kani R, Kawakami K, Tsuji M, Inoue S, Lee Ch, Kiba W, Imazato S*: Fatigue behavior and crack initiation of CAD/CAM resin composite molar crowns. *Dental Materials* 2018; 34: 1578-1584.
  24. *D'Arcangelo C, Vanini L, Rondoni G, Pirani M, Vadini M, Gattone M, Angelis F*: Wear properties of a novel resin composite compared to human enamel and other restorative materials. *Oper Dent* 2014; 39: 612-618.
  25. *Santos F, Branco A, Polido M, Serro A, Figueiredo-Pina C*: Comparative study of the wear of the pair human teeth/Vita Enamic® vs commonly used dental ceramics through chewing simulation. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 2018; 88: 251-260.
  26. *Aladağ A, Oğuz D, Çömlekoğlu M, Akan E*: In vivo wear determination of novel CAD/CAM ceramic crowns by using 3D alignment. *J Adv Prosthodont* 2019; 11: 120-127.
  27. *Zhi L, Bortolotto T, Krejci I*: Comparative in vitro wear resistance of CAD/CAM composite

- resin and ceramic materials. *J Prosthet Dent* 2016; 115: 199-202.
28. *Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N*: Translucency of Esthetic Dental Restorative CAD/CAM Materials and Composite Resins With Respect to Thickness and Surface Roughness. *J Prosthet Dent* 2015; 113: 534-540.
29. *Sen N, Olcer Y*: Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent* 2018; 119: 593-599.
30. *Stawczyk B, Liebermann A, Eichberger M, Güth J*: Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 2016; 55: 1-11.
31. *Barutçugil C, Bilgili D, Barutçugil K, DüNDAR A, Büyükkaplan U, Yılmaz B*: Discoloration and translucency changes of CAD-CAM materials after exposure to beverages. *J Prosthet Dent* 2019; 122: 325-331.
32. *Loomansa B, Mesko M, Moraes R, Ruben J, Bronkhorst E, Pereira-Cenci T, Huysmans M*: Effect of different surface treatment techniques on the repair strength of indirect composites. *J Dent* 2017; 59: 18-25.
33. *Strasser T, Preis V, Behr M, Rosentritt M*: Roughness, surface energy, and superficial damages of CAD/CAM materials after surface treatment. *Clin Oral Invest* 2018; 22: 2787-2797.
34. *Reymus M, Roos M, Eichberger M, Edelhoff D, Hickel R, Stawarczyk B*: Bonding to new CAD/CAM resin composites: influence of air abrasion and conditioning agents as pretreatment strategy. *Clin Oral Invest* 2019; 23: 529-538.
35. *Mendonca A*: Microstructural and Mechanical Characterization of CAD/CAM Materials for Monolithic Dental Restorations. *Journal of Prosthodontics* 2019; 28: 587-594.
36. *Preissner S, Kostka E, Blunck U*: A noninvasive treatment of amelogenesis imperfecta. *Quintessence Int* 2013; 44: 303-305.
37. *Guth J, Silva J, Ramberger M, Beuer F, Edelhoff D*: Treatment concept with CAD/CAM-fabricated high-density polymer temporary restorations. *J Esthet Restor Dent* 2012; 24: 310-318.

Zaakceptowano do druku: 7.12.2020 r.

Adres autorów: 92-213 Łódź, ul. Pomorska 251.

© Zarząd Główny PTS 2020.