

# Przewodzenie ciepła powstającego przy polimeryzacji materiałów stosowanych do wykonywania uzupełnień tymczasowych przez warstwę zębinową\*

## Conductivity of heat produced during the polymerization of materials for temporary restorations by the dentin layer

*Elżbieta Czelej-Piszcz, Beata Piórkowska-Skrabucha, Katarzyna Sarna-Boś, Anna Szabelska, Janusz Borowicz*

Z Zakładu Protetyki Stomatologicznej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

Kierownik: dr n. med. J. Borowicz

---



---

### HASŁA INDEKSOWE:

uzupełnienia tymczasowe, temperatura polimeryzacji

---



---



---



---

### KEY WORDS:

temporary restorations, temperature of polymerization

---



---

#### *Streszczenie*

**Cel pracy.** Celem pracy było określenie stopnia przewodzenia temperatury przez warstwę zębiny podczas polimeryzacji korony tymczasowej.

**Materiał i metody.** Do badań wykorzystano usunięte trzecie zęby trzonowe, które oszlifowano wg ogólnie przyjętych zasad. Temperaturę powstającą podczas polimeryzacji badano za pomocą sondy termicznej umieszczonej centralnie wewnątrz komory zęba, podłączonej do termometru cyfrowego. Temperatura była rejestrowana w trakcie polimeryzacji w odstępach 1 sekundy, pomiar przeprowadzono z dokładnością do 0,1°C. Ocenie poddano 4 materiały: Unifast Trad, Prottemp II, Prottemp 3 Garant, Provitemp-K.

**Wyniki.** Analiza wyników wykazała o ile zmienia się temperatura wewnątrz komory zęba podczas polimeryzacji korony tymczasowej.

**Wnioski.** Warstwa zębiny pozostała po preparacji zęba pod stałe uzupełnienie protetyczne jest dość dobrym izolatorem i ogranicza przenikanie ciepła do wnętrza komory zęba, ale nie ogranicza przewodzenia całkowicie. W przypadku niektórych materiałów wzrost temperatury wewnątrz komory zęba jest znaczny i ryzykowny dla zachowania żywotności miazgi.

#### *Summary*

**Aim of the study.** The aim of the study was to estimate the conductivity of temperature produced during the polymerization of a temporary prosthetic crown by the dentin layer.

**Materials and methods.** The removed third molars, prepared in accordance with the generally adopted principles were used in the study. The temperature produced during polymerization was estimated with use of a thermal probe, placed centrally inside the pulp chamber and connected with a digital thermometer, and recorded at intervals of 1 s. The measurement was performed with an accuracy of 0.1°C. Four materials, Unifast Trad, Prottemp II, Prottemp 3 Garan, Provitemp-K, were evaluated.

**Results.** The analysis of the results showed the temperature changes inside the pulp chamber during the polymerization of a temporary prosthetic crown.

**Conclusions.** The dentin layer remaining after a tooth preparation for prosthetic restoration is quite a good insulator that reduces heat transfer to the pulp chamber, but does not completely limit the conduction. In case of some materials, the rise in temperature inside the pulp chamber is extensive and it poses a risk to the preservation of pulp vitality.

---

\*Praca była prezentowana w formie plakatu na XXI Naukowo-Szkoleniowym Sympozjum Lekarzy Stomatologów, Zakopane 2012

Zastosowanie protez stałych jest najbardziej korzystnym i najbardziej wygodnym rozwiązaniem protetycznym dla pacjenta. Rehabilitacja protetyczna z użyciem uzupełnień stałych wymaga wykonania szeregu czynności klinicznych i laboratoryjnych w różnych odstępach czasowych. Wykonywane czynności kliniczne nie są obojętne dla tkanek jamy ustnej – już na pierwszej wizycie ząb poddany jest intensywnej preparacji lub często usuwaniu poprzedniego uzupełnienia, osuszaniu, wykonaniu tymczasowej odbudowy. Od wycisku do ostatecznego zacementowania uzupełnienia stałego mija zazwyczaj kilka dni albo tygodni. W tym czasie pacjent musi mieć możliwość uczestniczenia w pełni w życiu rodzinnym i społecznym. Współczesna protetyka stomatologiczna zaleca bezwzględnie stosowanie koron i mostów tymczasowych w okresie oczekiwania przez pacjenta na uzupełnienie ostateczne. Jest to jeden z podstawowych wymogów profilaktyki w protetyce stomatologicznej (1,2,3,).

Podstawową funkcją uzupełnień tymczasowych jest:

- ochrona miazgi oszlifowanego zęba przed działaniem szkodliwych czynników zewnętrznych – chemicznych, fizycznych i mechanicznych,
- zachowanie zdrowego przyzębia podczas oczekiwania przez pacjenta na uzupełnienie ostateczne,
- utrzymywanie zębów na swoim miejscu oraz zachowanie równoległości filarów w przypadku uzupełnień stałych typu most,
- zachowanie prawidłowej wysokości zwarciowej i prawidłowego ułożenia głów żuchwy w stawach skroniowo-żuchwowych, zwłaszcza dotyczy to prawidłowego odtworzenia bocznych stref podparcia,
- zapewnienie prawidłowej funkcji żucia,
- zapewnienie prawidłowej wymowy,
- zapewnienie zadowalającej estetyki twarzy, gwarantującej psychiczny komfort pacjentowi,
- diagnostyka i prognozowanie efektów leczenia zwłaszcza w trudnych i powikłanych przypadkach klinicznych (4-10).

Spełnienie tych wszystkich wymogów wymaga zastosowania odpowiednich materiałów. Materiały do tymczasowych uzupełnień protetycznych trak-

owane są w materiałoznawstwie stomatologicznym jako materiały pomocnicze. Określenie „tymczasowy” może sugerować możliwość dopuszczenia pewnej niestaranności w wykonaniu prowizorium oraz mniej rygorystyczne przestrzeganie procedur protetycznych w porównaniu z dokładnością przy konstrukcji ostatecznego uzupełnienia (3). Intensywność i ilość czynności klinicznych i laboratoryjnych podczas wykonywania uzupełnień stałych wymaga szczególnej uwagi ze strony lekarza na każdym etapie pracy, niemniej brak zastosowania odpowiedniego zabezpieczenia oszlifowanych zębów, czy użycie nieodpowiedniego materiału do wykonania uzupełnienia tymczasowego może doprowadzić do szeregu powikłań jatrogennych ze strony zębów lub przyzębia, a także do wykonania dodatkowych czynności klinicznych (11, 12, 13).

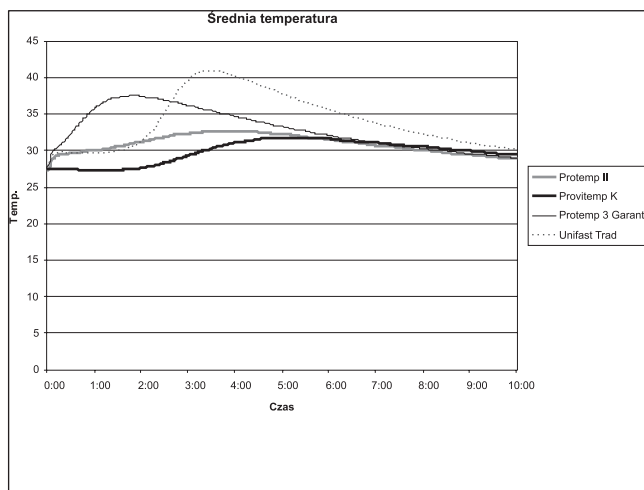
### Cel pracy

Celem pracy było określenie wzrostu temperatury wewnątrz komory zęba podczas polimeryzacji materiału, z którego wykonano koronę tymczasową w kształtce celulooidowej. Do badań wykorzystano 4 materiały stosowane do wykonywania tymczasowych uzupełnień protetycznych, które w badaniach własnych uzyskały najwyższą temperaturę polimeryzacji (14). Badania wykonano *in vitro*.

### Materiał i metody

Do badań wykorzystano usunięte zęby trzonowe, które oszlifowano wg ogólnie przyjętych zasad pod koronę laną licową porcelaną z zachowaniem 1,5 mm stopnia typu shoulder. Korzenie zęba zostały odcięte tak, aby można było wprowadzić do komory zęba sondę termometru (ryc. 2). Komora zęba została oczyszczona z tkanek miękkich, a ząb do czasu badania był przechowywany w płynie fizjologicznym w temperaturze pokojowej. Korony tymczasowe wykonywano w kształtkach celuloidowych odpowiadających zębom trzonowym. Podczas pomiaru ząb był umieszczony w odpowiednio przygotowanym modelu gipsowym.

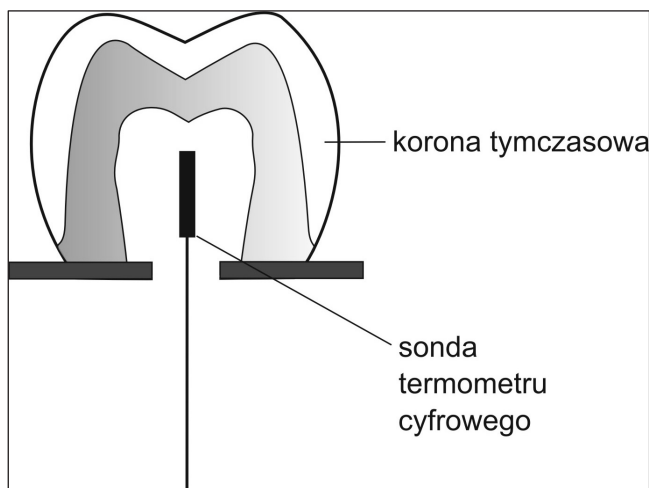
Temperaturę powstającą podczas polimeryzacji badano *in vitro* za pomocą sondy termicznej podłączonej do termometru cyfrowego. Temperatura była rejestrowana w trakcie polimeryzacji w od-



Ryc. 1. Średnia temperatura w komorze zęba podczas polimeryzacji.

stępkach 1 sekundy, pomiar przeprowadzono z dokładnością do  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Pomiar prowadzono przez 10 minut. Temperatura była rejestrowana przy jednokowej temperaturze otoczenia, próbki były przygotowywane bezpośrednio przed rejestracją temperatury. Każdy materiał był przygotowywany zgodnie z zaleceniami producenta. Sonda termometru cyfrowego była umieszczana centralnie w komorze zęba. Dla każdego materiału przeprowadzono 5 pomiarów, wykonując po 5 koron tymczasowych techniką bezpośrednią. Zbadano, o ile wzrasta temperatura w komorze zęba podczas polimeryzacji materiału (ryc. 1, tab. I).

W niniejszej pracy badania wykonywano wykorzystując następujące materiały: Protemp II, Protemp 3 Garant, Provitemp-K, Unifast Trad.



Ryc. 2. Schemat ilustrujący badanie wzrostu temperatury.

Tabela I. Średnia temperatura w komorze zęba

Czas	Protemp II	Provitemp K	Protemp 3	Unifast Trade
0:00	27,384	27,502	27,576	27,955
0:15	29,388	27,46	30,646	29,758
0:30	29,642	27,42	32,276	29,722
0:45	29,794	27,386	34,2	29,634
1:00	30,006	27,378	35,75	29,626
1:15	30,238	27,37	36,796	29,69
1:30	30,53	27,366	37,296	29,908
1:45	30,874	27,444	37,54	30,362
2:00	31,212	27,578	37,39	31,214
2:15	31,504	27,88	37,16	32,754
2:30	31,862	28,27	36,89	35,156
2:45	32,114	28,788	36,56	37,748
3:00	32,344	29,282	36,186	39,682
3:15	32,492	29,792	35,79	40,684
3:30	32,564	30,272	35,42	40,908
3:45	32,624	30,714	35,016	40,676
4:00	32,632	31,026	34,67	40,204
4:15	32,594	31,3	34,296	39,642
4:30	32,498	31,484	33,93	39,034
4:45	32,366	31,602	33,566	38,404
5:00	32,202	31,678	33,256	37,806
5:15	32,026	31,708	32,916	37,19
5:30	31,846	31,694	32,626	36,624
5:45	31,652	31,666	32,326	36,09
6:00	31,452	31,558	32,04	35,582
6:15	31,292	31,398	31,756	35,09
6:30	31,102	31,272	31,506	34,602
6:45	30,916	31,14	31,27	34,172
7:00	30,696	31,02	31,05	33,75
7:15	30,532	30,888	30,826	33,328
7:30	30,348	30,766	30,616	32,932
7:45	30,172	30,616	30,43	32,566
8:00	30,014	30,484	30,236	32,23
8:15	29,808	30,36	30,05	31,904
8:30	29,674	30,206	29,89	31,598
8:45	29,534	30,046	29,71	31,3
9:00	29,356	29,91	29,54	31,042
9:15	29,234	29,776	29,406	30,79
9:30	29,112	29,64	29,246	30,548
9:45	28,968	29,542	29,116	30,334
10:00	28,84	29,408	28,986	30,124

## Wyniki

W przeprowadzonych badaniach zanotowano różnice temperatury wewnątrz komory zęba dla materiału Protemp II 5,24°C, dla ProvitempK 4,20°C, dla Protemp3Garant 9,96°C, dla Unifast Trad 12,95°C (tab. I). Do obliczeń wykorzystano średnią temperaturę z 5 pomiarów, w załączonej tabeli dla czytelności wyników pomiary podano co 15s.

Biorąc pod uwagę średnie wyniki temperatury dla żadnego materiału nie zanotowano przekroczenia temperatury 42°C. W badaniach własnych (14), gdy polimeryzowała próbka materiału, dla tych materiałów najwyższe temperatury polimeryzacji wynosiły odpowiednio Protemp II 43,38°C. Provitemp-K: 46,04°C, Unifast Trad: 59,42°C Protemp 3 Garant: a 42,53°C.

## Omówienie wyników

Większość materiałów używanych do wykonywania uzupełnień tymczasowych wydziela ciepło podczas twardnienia. Ten wzrost temperatury, różny dla różnych materiałów, może stanowić poważny problem, gdyż może spowodować jatrogenny uraz termiczny miazgi i podrażnienie tkanek przyzębia w trakcie wykonywania uzupełnień tymczasowych metodą bezpośrednią. Temperatura krytyczna dla miazgi, powodująca martwicę, wynosi 41,5-42°C (1, 2). Wzrost temperatury wewnątrz miazgi o 5,5°C, według innych badań o 10°C – nagły lub rozłożony w czasie – może wywołać niekorzystną reakcję bezpośrednio jak i w długotrwałym odstępie czasu i może wiązać się z nieodwracalnym jej uszkodzeniem (1, 4, 13, 15). Według Stanley ekspozycja zdrowych zębów na źródło ciepła i wzrost temperatury wewnątrz miazgi o 5,6°C w 15% powodują utratę żywotności miazgi, o 11,2°C w 60%, a o 16,8°C w 100% powoduje nieodwracalne zmiany w miazdze zęba (4, 13, 16, 17, 18). Mechanizm uszkodzenia miazgi obejmuje koagulację protoplazmy oraz wnikanie toksycznego monomeru poprzez otwarte kanaliki zębinowe, co może spowodować uszkodzenie naczyń oraz martwicę tkanek (13, 16, 19, 20). Dotyczy to również tkanek miękkich jamy ustnej. Ma to olbrzymie znaczenie zwłaszcza w technice bezpośredniej wykonywania koron tymczasowych.

Minimalizacji wzrostu temperatury podczas wykonywania prowizorium sprzyja odpowiednia grubość pozostawionej zębiny, izolacja i uszczelnianie kanalików zębinowych za pomocą różnego rodzaju materiałów do impregnacji, wewnątrzmiarogowy przepływ krwi, który rozprasza wzrost temperatury poprzez konwekcję ciepła oraz raz konwekcja ciepła przez używaną matrycę. Na zminimalizowanie niekorzystnego wpływu temperatury na miazgę zęba mają wpływ objętość materiału, rodzaj matrycy materiału, technika posługiwania się nim (1).

Wielu autorów opisuje sposoby ograniczenia wpływu temperatury na miazgę oszlifowanego zęba w trakcie wykonywania uzupełnienia. Należą do nich:

- rozpraszanie ciepła poprzez powtarzaną technikę nakładania i zdejmowania uzupełnienia do czasu stwardnienia materiału-metoda ta niestety powoduje, że uzupełnienie nie zapewnia właściwej szczelności brzeżnej.
- chłodzenie wodą podczas polimeryzacji
- izolacja wazeliną żywych tkanek
- umieszczenia uzupełnienia tymczasowego we wrzącej wodzie lub pod strumieniem gorącego powietrza, co przyspiesza polimeryzację (1, 21).

Techniki te nie dają jednak wystarczającej pewności, co do bezpieczeństwa żywych tkanek zęba i przyzębia. Zasadnicze znaczenie powinien mieć właściwy dobór materiału do użycia wewnątrz jamy ustnej oraz odpowiedniej metody wykonania uzupełnienia protetycznego.

## Wnioski

1. W przypadku wykonywania uzupełnień tymczasowych metodą bezpośrednią, należy zwracać uwagę na temperaturę polimeryzacji, jaką osiągają poszczególne materiały podczas twardnienia, należy wybierać materiały o najniższym zakresie temperatury polimeryzacji.
2. Warstwa zębiny pozostała po preparacji zęba pod stałe uzupełnienie protetyczne jest dość dobrym izolatorem i ogranicza przenikanie ciepła do wnętrza komory zęba, ale nie ogranicza przewodzenia całkowicie.
3. W przypadku niektórych materiałów (Unifast Trad) wzrost temperatury wewnątrz komory

zęba jest znaczny i ryzykowny dla zachowania żywotności miazgi.

4. Alternatywą dla materiałów opartych na żywicach akrylowych mogą być materiały kompozytowe w pełni utwardzane światłem, które eliminują niekorzystny wpływ temperatury na miazgę zęba i tkanki przyzębia zapewniając jej bezpieczeństwo na poziomie zakładania zwykłego wypełnienia kompozytowego.

## Piśmiennictwo

1. *Ahmad I.*: Stomatologia estetyczna. Wydawnictwo Urban & Partner 2007.
2. *Balkenhol M., Mautner M. C., Ferger P., Wöstmann B.*: Mechanical properties of provisional crown and bridge materials: chemical-curing versus dual-curing systems. *J. Dent.*, 2008, 36, 1, 15-20.
3. *Balkenhol M., Ferger P., Mautner M. C., Wostmann B.*: Provisional crown and fixed partial denture materials: mechanical properties and degree of conversion. *Dent. Mater.*, 2007, 23, 1574-1583.
4. *Burns D. R., Beck D. A., Nelson S. K.*: A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on Reserch in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *J. Prosthet. Dent.*, 2003, 90, 5, 474-497.
5. *Derbabian K., Marzola R., Donovan T.E., Cho G.C., Arcidiacono A.*: The science of communicating the art of esthetic dentistry. Part II: Diagnostic provisional restorations. *J. Esthet. Dent.*, 2000, 12, 5, 238-247.
6. *Kleinrok M.*: Zasady wykonania protez stałych – korona lana i licowana porcelaną. Lublin 1995.
7. *Mierzwińska E.*: Niektóre aspekty profilaktyki w protetyce stomatologicznej. *Prot. Stom.*, 1981, 31, 3, 167.
8. *Rosenstiel S.F., Land M.F., Fujimoto J.*: Współczesne protezy stałe. Wydawnictwo Czelej 2002.
9. *Spiechowicz E.*: Protetyka stomatologiczna. PZWL, 1998.
10. *Wiśniewska G., Majewski S.*: Tymczasowe korony i mosty jako element profilaktyki w protetyce stomatologicznej. *Mag. Stom.*, VII, 3, 1997, 17-19.
11. *Balkenhol M., Knapp M., Ferger P., Heun U., Wöstmann B.*: Correlation between polymerization shrinkage and marginal fit of temporary crowns. *Dent Mater.*, 2008, 24, 11, 1575-1584.
12. *Bral M.*: Periodontal considerations for provisional restorations. *Dent. Clin. North. Am.*, 1989, 33, 3, 457-477.
13. *Browne R.M., Tobias R.S., Plant C.G.*: A method for testing the toxicity of temprary crown and bridge materials. *Biomaterials* 1984, 5, 3, 149-115.
14. *Czelej-Piszcz E.*: Ocena porównawcza materiałów stosowanych do wykonywania tymczasowych uzupełnień protetycznych. Rozprawa doktorska, 2009.
15. *Cirtoc M., Bicanic D., Hitge M., Kalk. W.*: Monitorowanie procesu polimeryzacji żywic akrylowych. *Quintessence*, 1997, 5, 331-333.
16. *Diaz-Arnold A. M., Dunne J. T., Jones A. H.*: Microhardness of provisional fixed prosthodontic materials. *J. Prosth. Dent.*, 1999, 82, 5, 525-528.
17. *Castelnuovo J., Tjan A.H.L.*: Temperature rise in pulpal chamber during fabrication of provisional resinous crowns. *J. Prosth. Dent.*, 1997, 78, 5, 441-446.
18. *Lieu C., Nguyen T., Payant L.*: In vitro Comparison of Peak Polymerization Temperatures of 5 provisional restoration resins. *J. Can. Dent. Association*, 2001, 67, 36-39.
19. *Michalakis K., Pissiotis A., Hirayama H., Kang K., Kafantaris N.*: Comparison of temperature increase in the pulp chamber during the polymerization of materials used for the direct fabrication of provisional restorations *J. Prosthet. Dent.*, 2006, 96, 6, 418-423.
20. *Moulding M. B., Teplitsky P. E.*: Intrapulpal temperature during direct fabrication of provisional restorations. *Int. J. Prosthodont.*, 1990, 3, 299-304.
21. *Moulding M. B., Loney R. W.*: The effect of cooling techniques on intrapulpal temperature during direct fabrication of provisional restorations. *Int. J. Prosthodont.*, 1991, 4, 4, 332-336.

Zaakceptowano do druku: 17.I.2012 r.

Adres autorów: 20-081 Lublin, ul. Karmelicka 7.

© Zarząd Główny PTS 2012.