

修復物과 裏裝材의 熱擴散에 關한 研究

慶熙大學校 齒科大學 保存學教室

尹東鎬 · 朴尚進 · 閔丙淳 · 崔浩永

一 目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 實驗成績
- IV. 總括 및 考察
- V. 結 論
- 參考文獻
- 英文抄錄

I. 緒 論

齒牙硬組織에 加해지는 熱的刺戟은 特히 齒髓에 重要한 影響을 미친다.

物體속을 傳導하는 熱에너지는 熱傳導率과 溫度傳導率의 兩方에 의해 支配되므로 모두 重要하다. 特히 冷溫飲食物을 섭취할 경우에는 非正常狀態의 熱移動이 일어나므로 齒牙修復材料의 溫度傳導率은 熱傳導率 이상으로 重要하다. 齒牙硬組織의 原子結合은 一次結合이 大部分이며 自由電子를 갖고 있다 하더라도 적기 때문에 그 熱傳導率은 낮다. 따라서, 齒牙硬組織은 뜨거운 음식물이나, 차가운 음식물을 섭취時, 熱刺戟과 痛症을 防止하는 役割을 할수 있다.

그러나, 口腔內에 修復物이 存在하면 狀況은 달라지게 된다. 이는 修復材의 大部分은 金屬으로써, 自由電子를 갖고 있어 齒髓에 有害한 熱變化를 매우 強하게 傳達하는 熱의 良導體이기 때문이다.

그러므로, 大部分의 경우에는 齒質과 修復物의 사이에는 絶緣體로써 치수를 보호해야 하며, 낮은 熱傳導率을 지닌 修復材料가 바람직하다.

修復物의 熱的性質은 熱膨脹, 熱傳導, 熱擴散 등을 들 수 있으며, Braden⁴⁾은 修復物과 裏裝材의 熱傳導體에 대하여, Goldin^{外 2人}¹⁰⁾은 金合金修復物의 熱擴散에 대하여, Voth^{外 2人}²³⁾과 Brown^{外 2人}⁵⁾은 熱刺戟이 修復物 表面에 加해지는 경우 修復物 하방에서 일어나는 溫度變化 速度 및 程度에 대해 Haper^{外 3人}¹¹⁾은 修復物內의 熱擴散을 測定 報告하였다.

또 嚴¹⁾은 數種修復材料의 熱膨脹係數에 대해尹³⁾은 溫度變化에 따른 齒質의 구조적 변화에 대해, 각각 報告하였고, Lloyd^{外 2人}¹²⁾은 齒質의 熱應力에 대해 Kapur와 Fischer¹²⁾는 義齒床의 熱傳導도에 대해 각각 研究報告 하였다.

齒質, 窩洞裏裝材, 修復材料의 熱傳導도는 測定器械의 發展과 함께 많은 研究가 활발하게 되었다. 즉, Phillips¹⁸⁾은 電位差計(potentiometer)를 이용하여 齒科用시멘트의 熱傳導도를 측정하였고, Soyenkoff와 Okun²⁰⁾은 thermistor溫度計를 利用하여 齒質의 熱傳導도를 측정하였으며, Craig와 Peyton⁷⁾은 電位差計로써 齒質, 齒科用시멘트, 아말감의 熱傳導도를 觀察하였고, Civjan^{外 3人}⁶⁾은 示差比熱測定裝置를 이용하여, 非金屬修復材의 熱的性質을 評價하였으며, Spierings^{外 3人}²¹⁾은 컴퓨터에 의해서 齒質과 修復材間의 熱傳達에 대한 影響을 報告하였다.

이상과 같이 熱擴散이나 熱傳導 및 熱膨脹을 測定하는 方法이 다양하고, 熱 및 溫度의 測定時 常

溫補償 및 測定의 精密度 등으로 대부분의 齒科修復物의 熱傳度率에 대해서는 많이 연구되었고, 金屬修復物이나, 裏裝材의 熱擴散率에 대해서도 최근에 많이 測定되고 있는 실정이다.

本 研究에서는 아말감과 레진修復物 및 數種 裏裝材의 熱擴散을 60°C, 0°C 및 -50°C의 일정온도에서 表面熱電對, 電位差計, 自動溫度記錄計로 測定하여 修復物과 裏裝材의 두께에 따른 熱擴散差에 多少의 흥미 있는 결과를 얻었기에 報告하는 바이다.

II. 研究材料 및 方法

1. 研究材料

本 研究에서 使用된 修復材 및 裏裝材는 Table 1과 같다.

2. 研究方法

가. 試料製作

두께 0.5mm, 1mm, 2mm 및 3mm의 plastic 板材를 각각 가로 3cm, 세로 3cm의 크기로 절단한 후 plastic 板材의 中心部에 직경 5mm의 窩洞을 形成하였고(Fig.1 참조), 窩洞內 充填物의 종류에 따라 각각 다음과 같이 분류하여 試料를 製作하였다. (Table 2 참조)

第1群은 각각 1mm, 2mm 및 3mm 두께의 아말감으로 充填한 群.

第2群은 각각 1mm, 2mm 및 3mm 두께의 레진으로 充填한 群.

第3群은 2mm 두께의 아말감 充填物과 0.5mm 두께의 上記의 각 3種의 裏裝材를 各各 Cyanoacrylate로 合着시켜 熱擴散帶를 製作한 群.

第4群은 2mm 두께의 아말감 充填物과 1.0mm 두께의 上記의 각 3種의 裏裝材를 各各 Cyanoacrylate로 合着시켜 熱擴散帶를 製作한 群.

第5群은 2mm 두께의 레진 充填物과 0.5mm 두께의 上記의 각 3種의 裏裝材를 各各 Cyanoacrylate로 合着시켜 熱擴散帶를 製作한 群.

第6群은 2mm 두께의 레진 充填物과 1.0mm 두께의 上記의 각 3種의 裏裝材를 各各 Cyanoacrylate로 合着시켜 熱擴散帶를 製作한 群.

第7群은 2mm 두께의 아말감 充填物과 上記의 3種의 裏裝材 中 0.5mm 두께의 각각 다른 裏裝材를 이중으로 各各 Cyanoacrylate로 合着시켜 1mm 두께의 熱擴散帶를 製作한 群.

第8群은 2mm 두께의 레진 充填物과 上記의 3種의 裏裝材 中 0.5mm 두께의 각각 다른 裏裝材를 이중으로 各各 Cyanoacrylate로 合着시켜 1mm 두께의 熱擴散帶를 製作한 群으로 各群은 上記와 같이 裏裝材의 종류에 따라 다시 3개의 小群으로 나누어 총 24個의 小群으로 細分하여 熱擴散帶를 製作하였으며, 이들 修復材 및 裏裝材는 製造會社의 指示에 의거 窩洞에 充填시켰으며, 室溫에 보관후 모든 試料는 製作 24시간 후에 熱擴散을 測定하였다.

2. 熱擴散의 測定

修復材 및 裏裝材의 熱擴散에 대한 測定은 試料의 溫度가 60°C, 0°C 및 -50°C 때에 시행하였으며 一定한 熱原을 유지시키기 위해 직경 50mm의 熱傳導性이 우수한 黃銅容器를 製作하였고, 擴散帶에 熱을 공급해 주기 위해 黃銅容器의 下部 中心에 직경 5mm, 돌출 높이 2mm의 돌출부를 만들었다.(Fig. 2 참조)

이때 3mm 두께의 石綿을 黃銅容器 주위를 감싸 外部로의 放熱을 防止하였다.

Table 1. Restorative and Base materials used in this study

	commercial name	manufacturer
Restorative materials	Optaloy II amalgam	The L.D. Caulk Co., U.S.A.
	Clearfil-F II resin	Kuraray Co., JAPAN
Bases	Zinc phosphate cement	Alpha-dent, William Get, International Inc., U.S.A.
	Zinc oxide eugenol	Cavitec, Kerr Mfg, Co. U.S.A.
	Calcium hydroxide	Dycal, The L.D. Caulk Co. U.S.A.

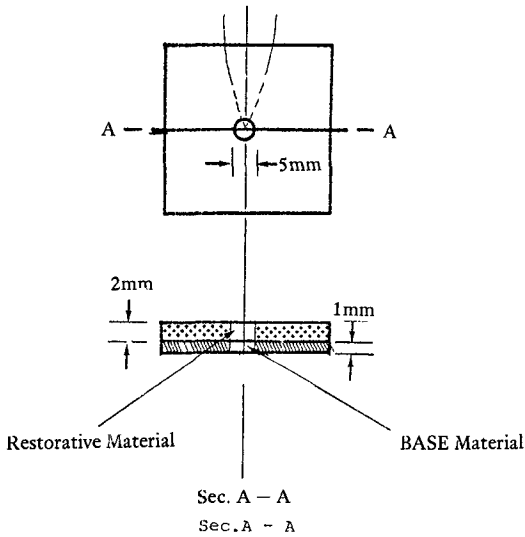


Fig. 1. Diagram of specimen used for determining the thermal insulating ability of thick bases.

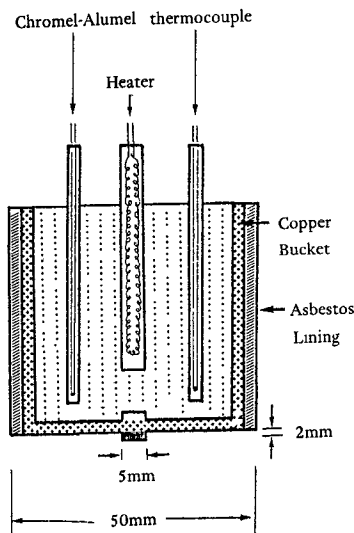


Fig. 2. Diagram of apparatus used for application of constant source of cold and hot heat to the surface of specimens.

60°C의 일정온도 유지는 황동용기 내부의 물속에 nichrom電氣熱線이 내장된 황동관을 넣고 자동온도調節機에 의해 자동調節시켰고, 0°C의 일정온도 유지는 황동용기 내부에 얼음, 물, 소금을 적당량 혼합하여 자동온도調節機로 0°C를維持하였으며, -50°C의 일정온도 유지는 황동용기 내부에 드라이아이스, 에칠알콜, 아세톤을 혼합하여 각각 -50°C

Table 2. Specimen condition of each groups

Group	Specimen condition (thickness=mm)
1	A (1.0)
	A (2.0)
	A (3.0)
2	R (1.0)
	R (2.0)
	R (3.0)
3	A (2.0) plus Z.P.C. (0.5)
	A (2.0) plus Z.O.E. (0.5)
	A (2.0) plus Ca(OH) ₂ (0.5)
4	A (2.0) plus Z.P.C. (1.0)
	A (2.0) plus Z.O.E. (1.0)
	A (2.0) plus Ca(OH) ₂ (1.0)
5	R (2.0) plus Z.P.C. (0.5)
	R (2.0) plus Z.O.E. (0.5)
	R (2.0) plus Ca(OH) ₂ (0.5)
6	R (2.0) plus Z.P.C. (1.0)
	R (2.0) plus Z.O.E. (1.0)
	R (2.0) plus Ca(OH) ₂ (1.0)
7	A (2.0) plus Z.P.C. (0.5) plus Z.O.E. (0.5)
	A (2.0) plus Z.O.E. (0.5) plus Ca(OH) ₂ (0.5)
	A (2.0) plus Z.P.C. (0.5) plus Ca(OH) ₂ (0.5)
8	R (2.0) plus Z.P.C. (0.5) plus Z.O.E. (0.5)
	R (2.0) plus Z.O.E. (0.5) plus Ca(OH) ₂ (0.5)
	R (2.0) plus Z.P.C. (0.5) plus Ca(OH) ₂ (0.5)

A : amalgam

R : composite resin

Z.P.C. : zinc phosphate cement

Z.O.E. : zinc oxide eugenol

Ca(OH)₂ : calcium hydroxide

의 일정온도를 자동온도調節機로 유지시켰다.

이때, 크로멜-알루멜 熱電對가 부착된 precision-temperature indicator (RE-48, RKC Instrument Inc, Japan)에 의해 일정온도를 確認하였다. 일정擴散온도에 의해 修復物 및 裏裝材의 擴散帶를 통한 擴散熱의 測定은 表面熱電對가 부착된 Digital thermometer (DP-100, RKC Instrument Inc, Japan)의 자동指示에 의해서 測定하였고, 온도記錄은 Multi-pen recorder (R-16, RIKAIENAI Co, Japan)에 의해 擴散帶에 삽입된 0.2mm 직경의 크로멜-알루멜 熱電對로부터 자동記錄되었으며, 擴散時間은

擴散帶가 거의 正常狀態에 도달되는 15초까지로 하였다. 이때, 常溫의 補償 및 測定溫度의 확인은 Precision DC Potentiometer (2727, YOKOGAWA Electric Works, LTD., Japan)에 의해 실시하였다. (Fig. 3 참조)

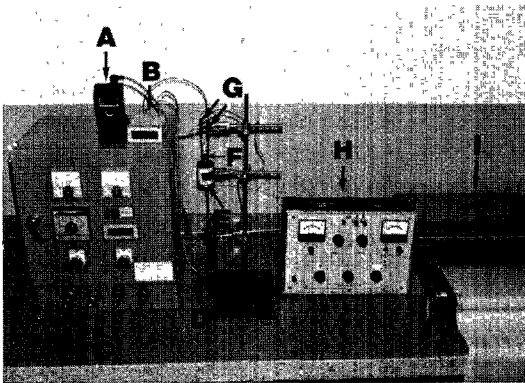


Fig. 3. Apparatus used for measurement of thermal diffusion (A: Digital thermometer, B: Digital temperature indicator, C: Automatic temperature controller, D: Surface thermocouple, E: Copper bucket, F: Heater, G: Chromel-Alumel thermocouple, H: Potentiometer, I: Multi-pen recorder)

III. 研究 成績

裏裝材 없이 아말감 및 레진修復物만의 第1群과 第2群에서의 熱擴散은 레진 보다는 아말감의 熱傳導가 높으며, 아말감 및 레진의 擴散層의 두께가 증가함에 따라 溫度變化가 적게 나타났다. 또한 熱擴散初期에서는 급격한 溫度變化가 나타나며, 약 5초 이후부터 擴散後期까지는 서서히 溫度變化가 나타났다. (Fig. 4, 5 참조)

2mm 두께의 아말감 修復物에 0.5mm 및 0.1mm 두께의 裏裝材를 각각 重疊시킨 擴散帶를 製作 실험한 第3, 4群에서 Z. O. E.가 熱遮斷效果가 가장 크고, 수산화칼슘 및 인산아연시멘트 순으로 熱遮斷效果가 나타났으며, 裏裝材의 두께가 0.5mm보다 1.0mm보다 큰 熱遮斷效果가 나타났다. (Fig. 6, 7 참조)

2mm 두께의 레진 修復物에서 0.5mm 및 1.0mm 두께의 裏裝材를 각각 重疊시킨 擴散帶를 제작 실험한 第5, 6群에서도 第3, 4群과 유사하게 Z. O. E.가 가장 큰 熱遮斷效果를 나타났으며, 裏裝材의 두께가 증가함에 따라 熱遮斷效果가 높았으며 전반적으로는 아말감 修復物인 第3, 4群 보다는 熱擴散率이 낮게 나타났다. (Fig. 8, 9 참조)

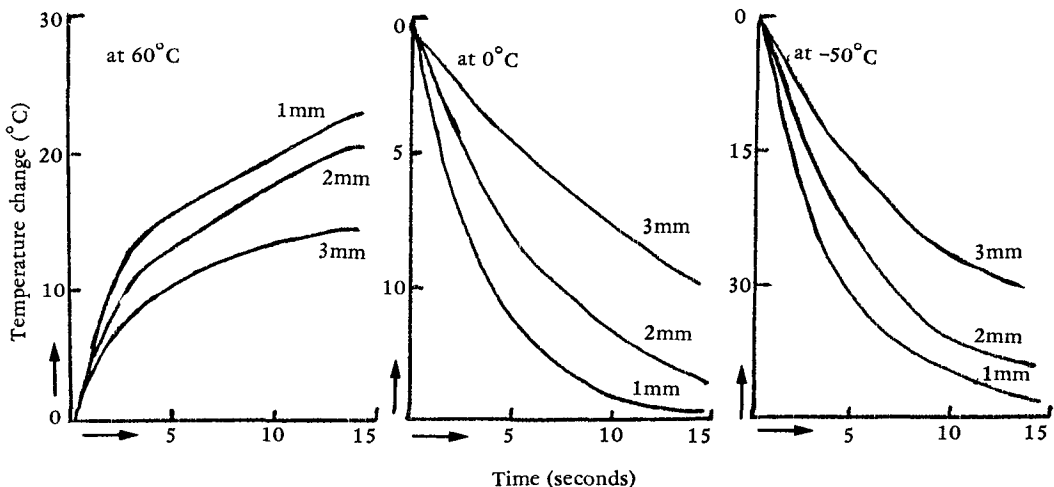


Fig. 4. Time-temperature curves for group 1 specimens in amalgam restoration (mm ; thickness unit of amalgam specimen) (O ; room temperature)

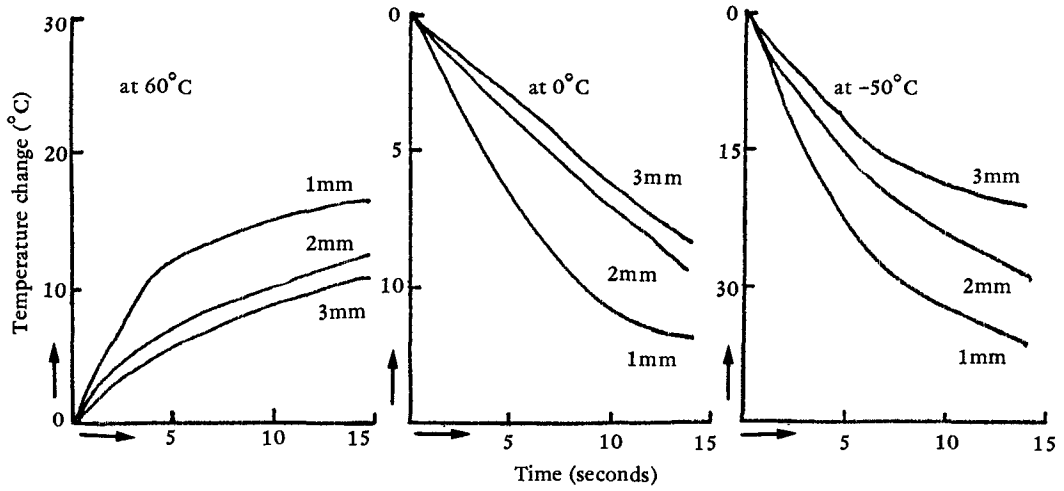


Fig. 5. Time-temperature curves for group 2 specimens in resin restoration
(mm ; thickness unit of resin specimen)
(O ; room temperature)

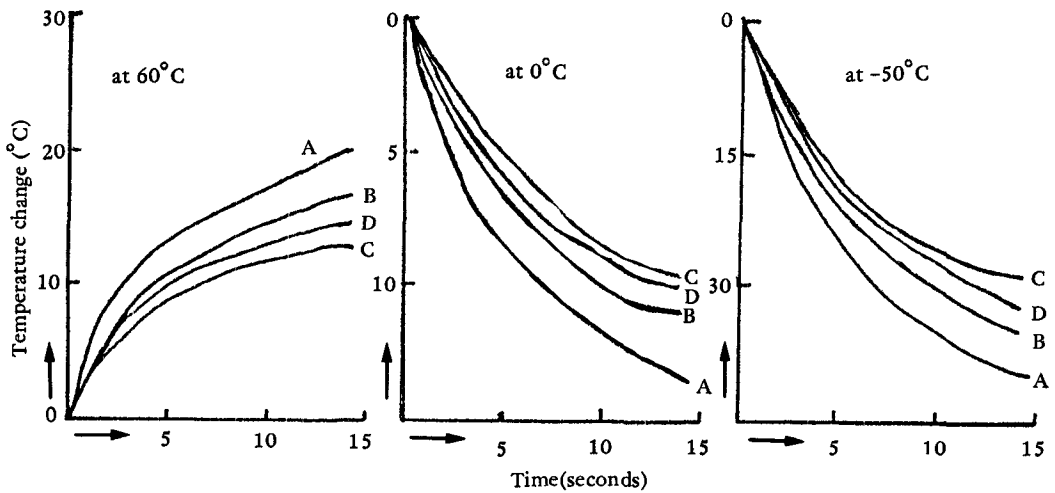


Fig. 6. Time-temperature curves for group 3 specimens in 2mm thick of amalgam restoration plus various 0.5mm thick of bases
A ; 2mm thick of amalgam specimen
B ; 2mm thick of amalgam plus 0.5mm thick of Z.P.C. specimen
C : 2mm thick of amalgam plus 0.5mm thick of Z.O.E. specimen
D ; 2mm thick of amalgam plus 0.5mm thick of Ca(OH)₂ specimen
O ; room temperature

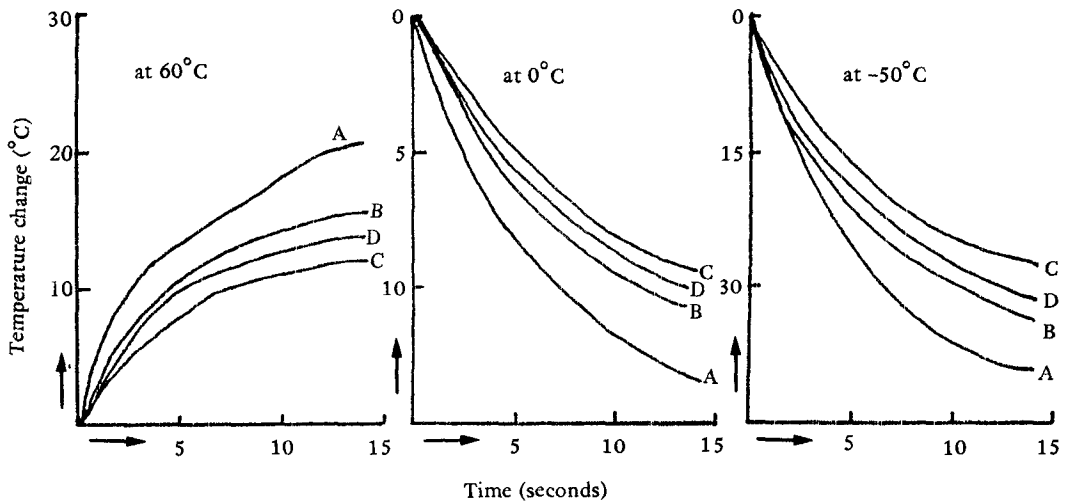


Fig. 7. Time-temperature curves for group 4 specimens in 2mm thick of amalgam restoration plus various 1.0mm thick of bases
 A ; 2mm thick of amalgam specimen
 B ; 2mm thick of amalgam plus 1.0mm thick of Z.P.C. specimen
 C ; 2mm thick of amalgam plus 1.0mm thick of Z.O.E. specimen
 D ; 2mm thick of amalgam plus 1.0mm thick of Ca(OH)_2 specimen
 O ; room temperature

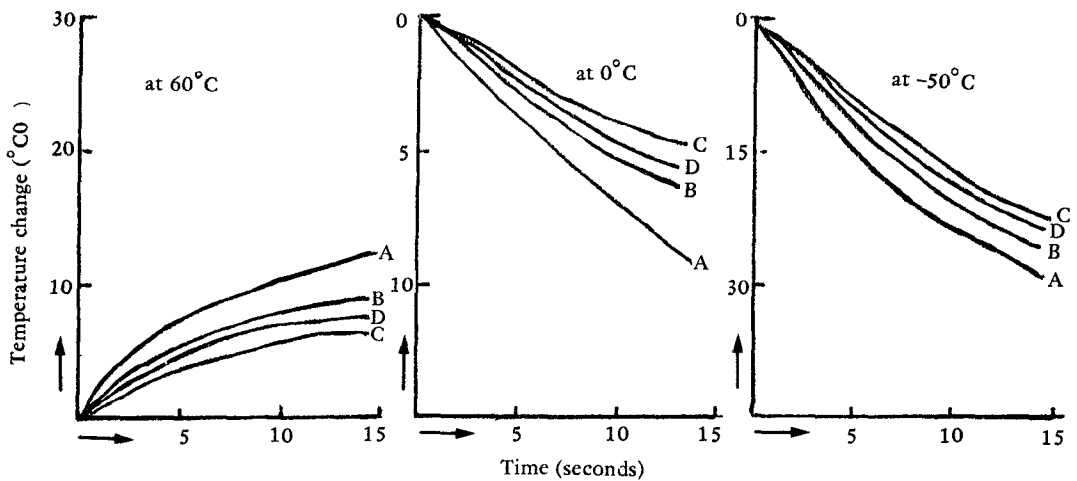


Fig. 8. Time-temperature curves for group 5 specimen in 2mm thick of resin restoration plus various 0.5mm thick of bases
 A ; 2mm thick of resin specimen
 B ; 2mm thick of resin plus 0.5mm thick of Z.P.C. specimen
 C ; 2mm thick of resin plus 0.5mm thick of Z.O.E. specimen
 D ; 2mm thick of resin plus 0.5mm thick of Ca(OH)_2 specimen
 O ; room temperature

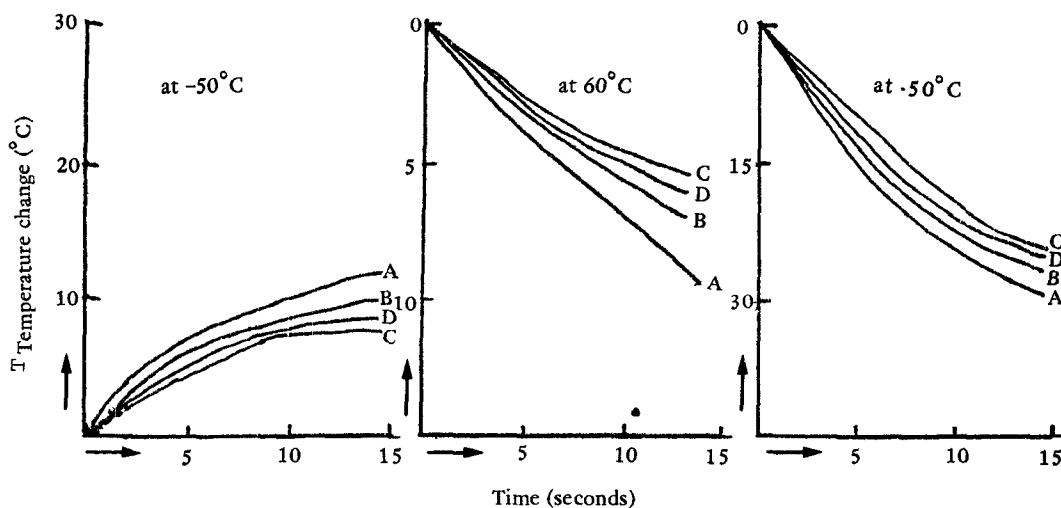


Fig. 9. Time-temperature curves for group 6 specimen in 2mm thick of resin restoration plus various 1.0mm thick of bases

- A ; 2mm thick of resin specimen
- B ; 2mm thick of resin plus 1.0mm thick of Z.P.C. specimen
- C ; 2mm thick of resin plus 1.0mm thick of Z.O.E. specimen
- D ; 2mm thick of resin plus 1.0mm thick of Ca(OH)_2 specimen
- O ; room temperature

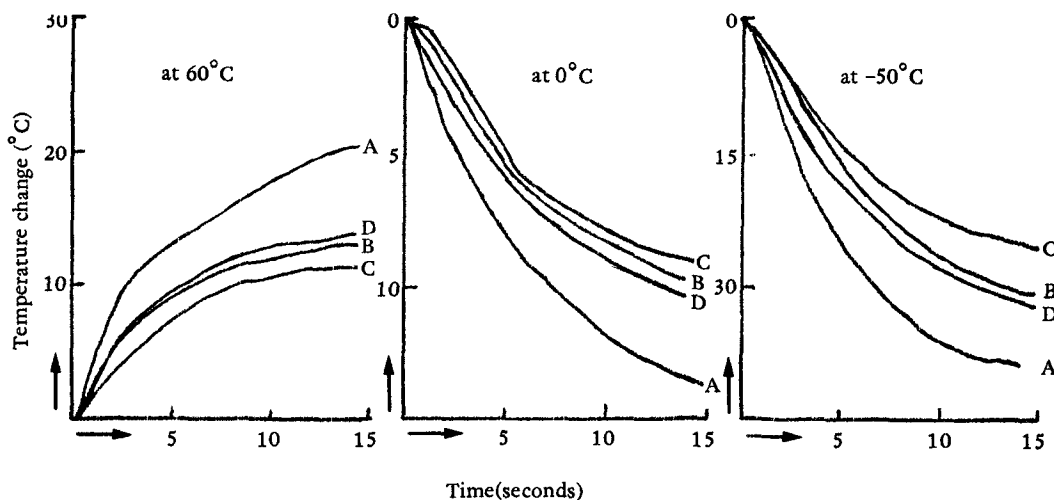


Fig. 10. Time-temperature curves for group 7 specimens in 2mm thick of amalgam restoration plus various 1.0mm thick of bases

- A ; 2mm thick of amalgam specimen
- B ; 2mm thick of amalgam plus 0.5mm thick of Z.P.C. plus 0.5mm thick of Z.O.E. plus 0.5mm thick of Ca(OH) specimen
- C ; 2mm thick of amalgam plus 0.5mm thick of Z.O.E. plus 0.5mm thick of Ca(OH) specimen
- D ; 2mm thick of amalgam plus 0.5mm thick of Z.P.C. plus 0.5mm thick of Ca(OH) specimen
- O ; room temperature

2mm 두께의 아말감 修復物에 0.5mm 두께의 각각 다른 裏裝材를 重疊시켜 擴散帶를 제작한 第7群에서는 Z. O. E.와 수산화칼슘으로 裏裝된 경우에서 가장 높은 熱遮斷效果가 나타났고, 수산화칼슘과 인산아연시멘트로 裏裝된 경우에서 가장 낮은 熱遮斷效果가 나타났다.(Fig. 10 참조)

2mm 두께의 레진 修復物과 0.5mm의 서로 다른 裏裝材를 重疊시켜 擴散帶를 제작한 第8群에서는 第7群의 경우와 마찬가지로 Z. O. E.와 수산화칼슘으로 裏裝된 경우에서 가장 큰 熱遮斷效果가 나타

났으며, 전반적으로 아말감 修復物보다 溫度變化는 적게 나타났다.(Fig. 11 참조)

전반적으로 아말감 修復物이 레진 修復物보다 溫度變化가 크게 나타나며, 裏裝材 中에서는 Z. O. E. 擴散帶에서 가장 效果的인 熱遮斷效果가 나타났다.

또한, 裏裝材의 두께가 증가할 수록 溫度變化는 낮게 나타났으며, 擴散溫度가 常溫과의 絶대값 차이가 큰 60°C와 -50°C에서 높은 溫度變化를 나타냈으나 0°C에서는 溫度變化가 낮게 나타났다.

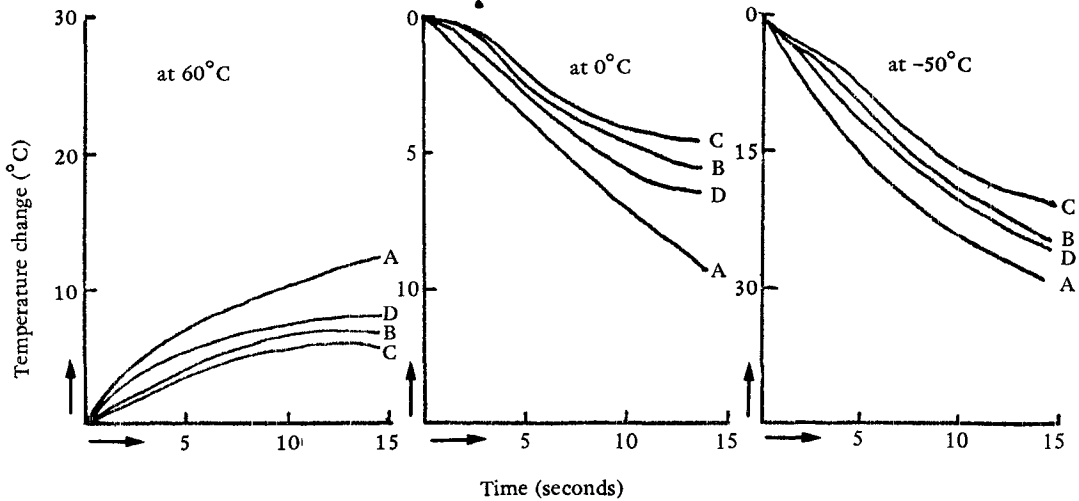


Fig. 11. Time-temperature curves for group 8 specimen in 2mm thick of resin restoration plus various 1.0mm thick of bases

- A ; 2mm thick of resin specimen
- B ; 2mm thick of resin plus 0.5mm thick of Z.P.C. plus 0.5mm thick of Z.O.E. specimen
- C ; 2mm thick of resin plus 0.5mm thick of Z.O.E. plus 0.5mm thick of Ca(OH)_2 specimen
- D ; 2mm thick of resin plus 0.5mm thick of Z.P.C. plus 0.5mm thick of Ca(OH)_2 specimen
- O ; room temperature

IV. 總括 및 考察

口腔內 修復物을 장착한후 환자들은 여러가지 불쾌한 증상을 호소하는 경우가 종종 있다. 修復過程中 齒質에 機械的刺戟, 溫度的刺戟 및 化學的刺戟 등으로 齒髓의 흥분 또는 염증을 초래하게 되어 동통을 호소하게 된다.

Silvestri外 2人¹⁹⁾은 修復物 24시간 이내에 나타난 증상을 분류한 결과, 溫度刺戟에 대하여 齒牙의

과민성을 호소한 例가 약 70%까지 나타나 冷溫刺戟이 齒髓에 미치는 影響이 중요함을 지적한 바 있다.

自然齒牙에서 溫度刺戟의 최대방어기관이 상아질과 법랑질이다. 상아질과 법랑질의 熱傳導率과 溫度傳導率은 낮아서 비교적 效果的인 斷熱材이다. Phillips外 2人¹⁸⁾도 시멘트 裏裝材가 상아질보다 熱傳導率이 약간 높음을 報告한 바 있다.

本 研究은 아말감과 레진 充填物 하방에 3種의 裏裝材에 대한 熱擴散性을 分析 觀察하기 위하여 0.5

mm 두께의 裏裝材를 製作하여 60°C, 0°C, -50°C의 조건에서 擴散熱을 측정하여 裏裝材의 熱遮斷效果를 評價하였다.

모든 斷熱體와 마찬가지로 齒牙의 組織도 斷熱效果를 얻기 위해서는 충분한 두께가 되어야 하며, 窩底와 齒髓 사이의 상아질층의 두께가 너무 얇은 경우에는 齒科用 시멘트와 같은 斷熱裏裝으로 齒髓를 보호해야 한다.

일반적으로 材料의 斷熱效果는 그 두께에 比例하고, 熱傳導率의 平方根에 反比例하며, 물질의 移動을 수반하지 않고, 熱이 高溫에서 低溫으로 移動하는 것을 熱傳導라고 한다. 두께가 1cm, 斷面積이 1cm²인 試驗片의 兩端의 溫度差가 1°C일 때, 1초간에 이 試驗片을 통과하는 熱量을 Calory 단위로 나타낸 것을 熱傳導率, 또는 熱傳導度라고 한다.

熱傳導率이 큰 물질일수록 熱에너지를 傳達하는 能力이 크며, 口腔內과 같은 환경에서는 溫度가 일정하게 유지되지 못할 경우, 즉 非定常狀態에 있을 경우가 많으므로, 齒科材料의 溫度傳導率이 重要하며, 溫度傳導率 h는 다음 式으로 계산한다.

$$h = K / Cp \cdot \rho$$

여기서, K는 熱傳導率, Cp는 單位物質當 熱容量 즉 比熱과 같고 ρ 는 密度이다.

金屬修復物에서 熱은 전자와 마찬가지로 自由電子에 따라 옮겨진다고 여겨지며, 그래서 熱傳導率은 金을 비롯하여, 金屬修復物이 일반적으로 높다. 따라서 깊은 窩洞에서는 齒髓에 熱刺戟을 주지 않기 위해서, 金屬修復物 하방에 齒科用시멘트, 裏裝材 등 熱의 不良導體로 熱遮斷을 할 必要가 있다.

Peters와 Augsburger¹⁵⁾는 修復物 하방을 裏裝하므로써 溫度遮斷效果가 나타나 齒髓를 보호할 수 있으며, 그 두께는 0.5mm이면 단시간내 齒髓의 방어력을 발휘할 수 있다고 報告하였다.

그러나 義齒床과 같은 軟組織을 피개시키는 보철물의 경우에는 熱의 良導體가 바람직하다. 齒牙 軟組織內에서 修復物 및 裏裝材의 熱遮斷效果를 정확히 評價한다는 것은 불가능하다. 臨床적으로 修復物에 熱刺戟이 加해질 경우, 환자가 동통 및 過敏性을 호소하는 경우, X-ray사진으로 齒髓와의 거리 등으로 보아 간접적으로 裏裝材의 熱遮斷效果를 짐작할 수 있을 뿐이다. Peters와 Augsburger¹⁶⁾는 齒根을 絶斷시켜 齒髓內 Thermistor를 삽입시켜 齒牙에 加해지는 溫度變化를 정확히 측정코자 하여 보다 신속히, 보다 效果의으로 일정한 결과를 評價

할 수 있는 方法을 報告한 바 있다.

實驗室內에서 熱傳導測定은 試料板을 加熱板에 부착시켜 外面을 正常狀態로 하고, 內外의 溫度差를 구하는 絶對法과 標準試料와 비교하여 熱傳導를 測定하는 상대법이 있다.

本 研究에서는 修復物과 裏裝材를 重疊시켜 단일 확산으로 製作하여 熱이 傳達되어 反對側의 表面熱傳帶로 擴散되어 나오는 溫度를 직접 測定하였으며, 또한 크로멜-알루멜 熱傳帶로 연결된 自動溫度記錄計로 이용하여 溫度變化를 測定하였다. 修復物과 裏裝材의 熱의 性質에 對하여 Voth²³⁾는 修復物 하방을 齒科用시멘트로 裏裝하므로써 熱遮斷效果가 충분하다고 報告하였고, 시멘트의 두께에 따라 熱傳導性이 다양함을 觀察하였다.

Tibbetts²²⁾은 아말감修復物 하방에 數種의 裏裝材로 裏裝하여 熱擴散을 測定한 결과 修復物 하방의 裏裝材의 두께에 따라 熱的變化 및 熱擴散度의 차이점이 나타남을 強調하였으며, 本 研究에서 裏裝材의 두께를 0.5mm 및 1.0mm 경우만 관찰하였지만 裏裝材의 두께가 增加함에 따라 熱遮斷效果가 증가함을 알 수 있다.

이는 Peters와 Augsburger¹⁵⁾가 報告한 바와 같이 裏裝材의 두께가 0.5mm시 熱遮斷 能力이 우수함을 報告하여 本實驗에서의 類似한 結果를 나타내었다.

口腔內에서 溫度變化는 食物의 種類에 따라 다양하게 나타내며, 臨床에서 一定溫度에 대한 效果를 測定 評價하기는 不可能하다.

本 研究에서 60°C 및 0°C의 一定溫度 維持는 比較的 용이하나, -50°C의 低溫을 一定維持 함에는 드라이아이스의 反應이 연속적으로 일어남에 따라 溫度의 變化가 나타나 어려움이 있었으며, 추후 一定한 低溫維持法의 개발이 요구되었다.

또한, 熱的性質은 電氣的 性質과도 관계가 있다. 國內에서는 嚴과 金⁹⁾이 potentiostat를 利用하여 galvanic current를 측정한 결과, Varnish가 電氣遮斷效果가 미약함을 報告하였다. 口腔內 修復物 하방이 裏裝材가 熱的刺戟과 電氣的刺戟에 대해 완전한 방어능력을 발휘할 수 있다면 理想的이다. 그러나, 裏裝材의 遮斷效果를 정확히 測定한다는 것은 不可能하다.

Phillips外 2人¹⁶⁾도 臨床과 동일한 조건에서 電氣傳導를 測定하기는 어렵다고 報告한 바 있다. 實驗室內에서 측정한 比熱測定, 熱傳導度, 熱擴散度의

測定, 線膨脹係數 및 電氣傳導度 등을 相互 比較함으로써 修復材 및 裏裝材의 精確한 物성을 파악할 수 있으리라 思料된다.

De Vree外 2人⁸⁾은 修復齒牙內에 行되는 熱折을 類似模形을 製作해 有限요소법에 의해 보다 精確한 測定할 수 있다고 報告하였다.

물론 本 研究에서 觀察된 結果가 口腔內의 환경과는 同一하다고 할 수 없다. 例를 들어, 시멘트 裏裝材의 構成成分, 液分比, 作業시간 및 硬化시간 등등의 各 要因에 따라 최종결과가 달라질 수 있기 때문이다. 또한 熱傳導도와 熱擴散度는 實驗條件에 따라 多樣하게 나타난다. 그러나 本 研究結果를 토대로 실제 臨床에서의 적용에 어느 정도 結果를 예상할 수 있다. 따라서, 裏裝材의 두께를 可能하면 두껍게 부여할수록 熱 및 溫度遮斷 效果가 우수하다는 것을 의심할 여지가 없다. 앞으로, 裏裝材의 두께와 裏裝材의 構成成分과의 關係가 熱遮斷效果에 어떠한 影響을 미치는가에 대한 보다 폭넓은 研究가 要求된다.

V. 結 論

두께 各各 1mm, 2mm 및 3mm의 아말감 및 레진 修復物과 2mm두께의 아말감 및 레진 充填物에 0.5mm 및 1.0mm 두께의 3種(ZPC, ZOE, Ca(OH)₂) 裏裝材를 重疊시켜 擴散帶를 製作한 試料를 60°C, 0°C 및 -50°C의 一定溫度에서 表面熱電對, 電位差計 및 自動溫度記錄計를 이용해 熱擴散에 대한 溫度變化를 측정한 結果, 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 아말감 修復物은 레진 修復物보다도 熱擴散率이 크게 나타났다.
2. 修復物의 擴散層의 두께가 증가함에 따라 溫度變化는 적게 나타났다.
3. 裏裝材의 熱遮斷效果는 Z. O. E.가 가장 컸으며 수산화칼슘 및 인산아연시멘트 順으로 나타났다.
4. 修復物 및 裏裝材의 두께가 증가할수록 熱擴散率을 지연시키고 熱遮斷效果는 크게 나타났다.
5. 擴散溫度가 60°C와 -50°C일 경우, 큰 溫度變化를 나타냈으며, 0°C에선 溫度變化가 적게 나타났다.

參 考 文 獻

1. 엄정문: 수중수복재료의 열팽창계수의 측정에 관한 실험적 연구. 대한치과의사협회지, 18: 47-50, 1980.
2. 엄정문, 김영해: Galvanic current 측정에 관한 실험적 연구. 대한치과의사협회지, 16: 683-688, 1978.
3. 윤수환: 온도변화에 따른 치질의 구조적 변화. 대한치과보존학회지, 2: 50-56, 1976.
4. Braden, M.: Heat conduction in teeth and the effect of lining materials. J. Dent. Res., 43: 315-322, 1964.
5. Brown, W.S., Dewey, W.A., and Jacobs, H.R.: Thermal properties of teeth. J. Dent. Res., 49: 752-755, 1970.
6. Civjan, S., Barone, J., Reinke, P.E., and Sejting, W.J.: Thermal properties of non-metallic restorative materials. J. Dent. Res., 51: 1030-1037, 1972.
7. Craig, R.G. and Peyton, F.A.: Thermal conductivity of tooth structure, dental cements, and amalgam. J. Dent. Res., 40: 411-418, 1961.
8. de Vree, J.H.P., Spierings, Th. A.M., and Plasschaert, A.J.M.: A simulation model for transient thermal analysis of restored teeth. J. Dent. Res., 62: 756-759, 1983.
9. Farah, J.W.: Cement bases under amalgam restorations effect of thickness. Oper. Dent. 6(3): 82, 1982.
10. Goldin, J., Freedman, G., and Soremark, R.: Thermal diffusion through gold restorations. J. Prosthet. Dent., 20: 552-559, 1968.
11. Harper, R.H., schnell, R.J. Schwartz, M.L., and Phillips, R.W.: In vivo measurements of thermal diffusion through restorations of various materials. J. Prosthet. Dent., 43:

- 180-185, 1980.
12. Kapur, K.K. and Fischer, E.E.: Effect of denture base thermal conductivity on gustatory response. *J. Prosthet. Dent.*, 46: 603-609, 1981.
 13. Lloyd, B.A., MacGinley, M.B., and Brown, W.S.: Thermal stress in teeth. *J. Dent. Res.*, 57: 571-582, 1978.
 14. Peter, D.D. and Augsburger, R.A.: In vitro model system to evaluate intra pulpal temperature changes. *J. Endodont.*, 7: 320-324, 1981a.
 15. Peters, D.D. and Augsburger, R.A.: In vitro cold transference of base and restorations. *J. Amer. Dent. Assoc.*, 102: 642-646, 1981b.
 16. Phillips, D.J., Schnell, R.J., and Phillips, R.W.: Measurement of the electric conductivity of dental cement. *J. Dent. Res.*, 32: 400-413, 1953.
 17. Phillips, R.W., Johnson, R.J., and Phillips, L.J.: An improved method for measuring the coefficient of thermal conductivity of dental cement. *J. Amer. Dent. Assoc.*, 53: 577-583, 1956.
 18. Phillips, R.W., Reinke, R.H., and Phillips, L.J.: Thermal conductivity of dental cement.: A method and determinations for three commercial materials. *J. Dent. Res.*, 33: 511-518, 1954.
 19. Silvestri, A.R., Cohen, S.N., and Wetz, J.H.: Charater and frequency of discomfort immediatelly following restorative procedures. *J. Amer. Dent. Assoc.*, 95: 85-89, 1977.
 20. Soyenkoff, B.C. and Okun, J.H.: Thermal conductivity measurement of dental tissues with the aid of thermistors. *J. Amer. Dent. Assoc.*, 57: 23-30, 1958.
 21. Spierings, Th. A.M., de Vree, J.H.P., and Plasschaert, A.J.M.: The influence of restorative dental materials on heat transmission in human teeth. *J. Dent. Res.*, 63: 1096-1100, 1984.
 22. Tibbetts, V.R., Schnell, R.J., Swartz, M.L., and Phillips, R.W.: Thermal diffusion through amalgam and cement base.: Comparison of in vitro and in vivo measurements. *J. Dent. Res.*, 55: 441-451, 1976.
 23. Voth, E.D., Phillips, R.W., and Swartz, M.L.: Thermal diffusion through amalgam and various liners. *J. Dent. Res.*, 45: 1184-1190, 1966.

— ABSTRACT —

A STUDY ON THE THERMAL DIFFUSION THROUGH VARIOUS THICKNESS OF BASE AND RESTORATION MATERIALS

Dong Ho-Yoon, Sang Jin-Park, Byung-Soon-Min, Ho Young-choi

*Department of Operative, Division of Dentistry
Kyung Hee University*

The purpose of this study was to examine the thermal diffusion through bases and restorations.

The three principle types of base and two restorative materials were included in this study. They were representative brands of a zinc phosphate cement, a zinc oxide-eugenol cement, a calcium hydroxide paste, an amalgam and a composite resin (table 1).

The specimens were prepared by placing the bases or restorative materials in laminated plastic molds.

5-mm diameter holes were prepared in the center of square of plastics which were 0.5, 1.0, 2.0, and 3.0mm thick respectively (fig. 1).

All materials were manipulated in accordance with manufacturer's recommended proportions.

All experimental procedures were carried out dividing them into eight different groups (table 2).

Thermal diffusion was measured by means of digital thermometer (DP-100, RKC. instrument Inc. JAPAN) with the surface thermocouple placed on bottom surface of the specimen applying a constant source of heat and cold to the top surface of the each specimen.

The thermal stimulus temperature applied on the each specimen surface was in the range of 60°C, 0°C and -50°C respectively.

The thermal change were recorded automatically on the multi-Pen recorder (R-16, Rikadenki, Co. JAPAN) connected with thermocouple tips which were centered on the bottom of the specimen.

The following results were as follows,

1. Temperature diffusion was highest through amalgam and slowest through the composite resin.
2. As the thickness of restorations increased, the temperature change was decreased.
3. Thermal diffusion was slowest in the presence of zinc oxide-eugenol bases, followed by calcium hydroxide and zinc phosphate cement.
4. The efficiency of the cement bases in providing thermal insulation was dependent on their thickness beneath the restorations.
5. Thermal change was great in the range of 60°C and -50°C, but little in the range of 0°C.