

유구치 와동형성이 아말감 파절에 미치는 영향에 관한 연구

연세대학교 치과대학 소아치과학교실

하대송 · 김종관 · 이종갑

I. 서 론

1908년 G. V Black³⁾이 와동형성법을 발표 한 이래, 와동형성 방법은 점진적으로 변형되어 왔다.

Bronner,⁴⁾ Markley,¹⁸⁾ Gilmore⁷⁾은 와동형성 방법을 변형시켜 발표하였고 최근에 Rodda, Almgvist 등은 치질량을 최소로 삭제하는 것이 새로운 아말감 와동형태라고 주장하였다.

아말감 수복물 파절의 주요원인은 대부분 잘못된 와동형성과 수복재료의 부적절한 조작에 기인된다. 와동형성을 합리적으로 형성함으로써 수복물의 파절을 막고 수복물의 수명을 연장시킬 수 있으며 치질삭제는 최소한으로 적게하여 건전한 치질을 보호할 수 있는 와동형성방법이 비교 관찰되어져 왔다.

1951년 Markely¹⁸⁾은 치질삭제를 더욱 제한시켜서 와동의 협부를 교합면에서 치아 교두간 넓이 1/4 로 해야한다고 주장하였다.

1964년 Gilmore⁷⁾는 협부치아간 넓이를 치아 교두간 1/4 로 하고 internal line angle 은 둥글게 하여야한다고 주장하였으며, Rodda 는 2급와동에서 치아교두간 넓이를 1/4 로 하여 proximal box에서 S-shape curve로 협면을 향해 형성하고 internal line angle은 둥글게 하여야한다고 주장하였다.

Mondelli¹⁵⁾은 와동의 크기를 서로 상이하게 형성하여 치아파절 강도를 측정하였고, Nadel²⁰⁾은 협부를 넓은 군과 좁은 군으로 나누어 충전물 파절을 연구하였고 Mahler¹⁷⁾는 와동의 협부넓

이와 와동의 깊이를 달리하여 치아파절을 관찰하였다.

Granath^{8,9)}, Johnson¹⁴⁾, Mahler¹⁷⁾은 plastic 모형에서 2급와동의 photoelastic stress 를 분석하였고, Tekle 와 Mahler 는 임상연구에서 proximal groove 형성에 관한 연구를 하였다.

Amorim¹⁾은 2급와동에서 아말감 충전하의 파절에 관한 연구를 하였으며, Ireland¹³⁾, Mahler¹⁷⁾, Johnson¹⁴⁾, Azar 와 Welk et al²⁾, Hein¹²⁾은 둥근 line angle 과 예각의 line angle 을 비교하여 보고하였다.

Graund et al¹⁰⁾, Haskin's et al¹¹⁾, Ireland¹³⁾에 의하면 협부의 넓이와 pulpal floor 의 깊이에 대해서 연구하여 수복물의 넓이와 깊이의 증가는 수복물의 stress 를 감소시킨다고 하였고 Granath^{8,9)}와 Hiltsher⁹⁾, Mahler¹⁷⁾은 수복물의 넓이와 깊이의 증가는 치아의 stress 를 증가시킨다고 보고하였다.

유구치에서 아말감 수복시 협부간 넓이와 internal line angle 이 아말감 파절에 어떠한 관계를 나타내는지 비교하여 보고자 이에 저자는 치아 교두간 넓이를 1/4 과 1/3 로 나누고 internal line angle 을 예각과 둥근 line angle 로 나누어 파절을 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가. 실험재료

육안적 소견으로 치아 우식증이 없고 정상탈락시기

에 있는 상·하악 유구치를 발거하여, 발거한 즉시 세척한 다음 0.9% 생리적 식염수에 넣어 보관한다. 근, 원심, 협, 설 넓이가 비슷한 상·하악 제1유구치, 상·하악 제2유구치, 각각 20개씩을 가로, 세로, 높이 1.5cm되는 밀납상자에 넣어 아크릭 레진을 이용하여 범랑백아질 경계부 하방 1mm까지 치아를 식립하여 경화시킨 후 치아 시편을 얻는다.

상악 제1유구치와 하악 제1유구치는 disto-occlusal 와동, 상악 제2유구치와 하악 제2유구치는 mesio-occlusal 와동을 형성한다.

상·하악 유치의 occlusal 깊이를 1.5mm, proximal box는 높이를 3mm, occlusal 넓이를 2.0mm, cervical 넓이를 3mm, gingival 넓이를 1mm되게 형성한다.

협부의 넓이가 치아 교두간 거리 1/3되게 넓이를 형성한 결과 상악 제1유구치에서 1.1mm, 하악 제1유구치 0.9mm, 상악 제2유구치는 1.6mm, 하악 제2유구치는 1.2mm로 형성하게 되었다. 치아 교두간 거리 1/4되는 것의 협부 넓이는 상악 제1유구치는 0.9mm, 하악 제1유구

치는 0.7mm, 상악 제2유구치는 1.2mm, 하악 제2유구치는 0.9mm되게 형성하여 (Table-1) 4군으로 분류하였다.

Table-1. 각 치아 협부의 치아교두간 넓이

협부의 넓이 치아의 종류	1/3	1/4
상악 제1유구치	1.1 mm	0.9 mm
상악 제2유구치	1.6 mm	1.2 mm
하악 제1유구치	0.9 mm	0.7 mm
하악 제2유구치	1.2 mm	0.9 mm

제1군. 상·하악 제1유구치 각 5개와 상·하악 제2유구치 각 5개로서 협부의 넓이가 1/3 되게 형성하고 internal line angle은 둥글게 만들었다.

제2군. 상·하악 제1, 2유구치 각 5개는 협부의 넓이가 1/3 되게 형성하고 internal line angle은 예각으로 만들었다.

Table-2. 실험재료 Grouping

Group		치아의 종류	상악제 1유구치	상악제 2유구치	하악제 1유구치	하악제 2유구치	합계
I군	협부 넓이 높 Round internal Line angle		5	5	5	5	20
II군	협부 넓이 높 Sharp-internal Line angle		5	5	5	5	20
III군	협부 넓이 낮 Round-internal Line angle		5	5	5	5	20
IV군	협부 넓이 낮 Sharp-internal Line angle		5	5	5	5	20
합 계			20	20	20	20	80

제3군. 상·하악 제 1, 2유구치 각각 5개로서 협부의 넓이가 1/4 되게 형성하고 internal line angle 이 둥글게 만들었다.

제4군. 상·하악 제 1, 2유구치 각각 5개로서 협부의 넓이가 1/4 되게 형성하고 inter line angle 을 예각으로 만들었다.(Table - 2)

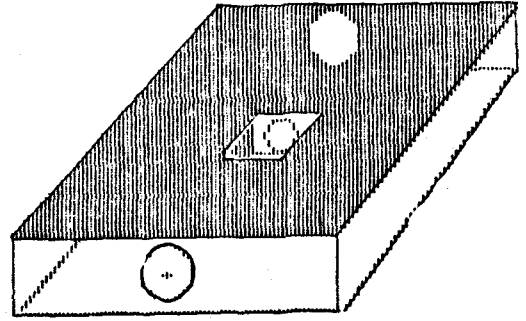
각 군의 시편은 Tofflemire Band-retainer 와 Band를 장착하여 Cavex[®](Non-Zinc alloy) 아말감 alloy로 통법에 의하여 수복하고 0.9% 생리적 식염수에 7일 이상 보관하였다.

나. 실험방법

각 군의 시편을 가로 1.4 mm, 세로 1.4 mm, 높이 1.5 mm 되게 연마지에 연마하였다.

Fig. 1는 실험에 사용된 Instron Universal testing machine (Model 1132)으로서 시편을 고정시킬 수 있는 Base는 Fig.2과 같이 별도로 제작하였다.

실험은 chart speed 100 cm/min, cross he-



(Fig. 2) Schematic drawing of Jack Screw for Specimens



(Fig. 1) Instron universal testing machine (Model 1132)

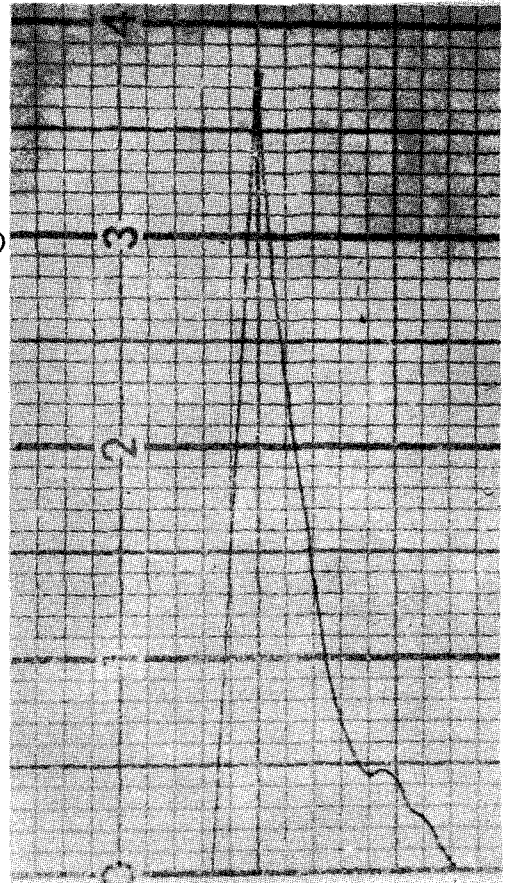


Chart Speed (100 cm/min)

(Fig. 3) Instron chart record showing point of failure load

ad speed 5 cm/min 하에서 직경 1 mm 되는 plunger 로 아말감 변연 능선 부위에 압축시켜 강도를 측정하였다.

Fig. 3 와 같이 시편에서 아말감이 파절될 때 Instron 에 부착되어 있는 chart record 에 기록되는 peak 로 판정하였다.

III. 실험성적

Instron universal testing machine (Model 1132) 으로 측정한 결과를 통계학적으로 F-test 한 결과, 상악 제 1 유구치에서 치아 교두간 거리가 1/3 과 1/4 에서는 유의 차이 ($P > 0.05$) 가 없었고, internal line angle 이 예각으로 한 것과 둥글게 한 것에는 유의 차이 ($P <$

0.01) 가 있었다.

상악 제 2 유구치에서 치아 교두간 거리 1/3 과 1/4 에서 ($P < 0.05$) 에서 유의 차이가 있었고 internal line angle 이 예각으로 한 것과 둥글게 한 것에서도 유의 차이가 있었다. ($P < 0.01$)

하악 제 1 유구치에서 치아 교두간 거리 1/3 과 1/4 에서 유의 차이가 없었고 internal line angle 이 예각으로 한 것과 둥글게 한 것에서는 유의 차이가 있었다.

하악 제 2 유구치에서 치아 교두간 거리 1/3 과 1/4 에서 유의 차이가 있었고 internal line angle 이 예각으로 한 것과 둥글게 한 것에도 유의 차이가 있었다. (Table - 3, 4)

아말감의 파절 양상은 Fig. 4 에서와 같이 나타났다.

Table 3. Failure loads in the each tooth

		(kg/0.25 π mm ²)			
		Mean	SD	Mean sum failure load	
				Mean	SD
1/3 S*	\overline{E}	15.12	5.1672	15.955	3.9839
	\overline{D}	13.22	0.9445		
	\overline{E}	22.3	1.8574		
	\overline{D}	13.18	0.7823		
1/3 R**	\overline{E}	21.06	1.0668	21.815	3.4049
	\overline{D}	19	0.7906		
	\overline{E}	26	2.2913		
	\overline{D}	20.7	2.9069		
1/4 S	\overline{E}	13.6	1.0839	14.225	2.4087
	\overline{D}	13.9	1.2449		
	\overline{E}	16.4	2.6315		
	\overline{D}	13	3.0822		
1/4 R	\overline{E}	18	3.0619	19.275	2.8584
	\overline{D}	20.1	3.6810		
	\overline{E}	20.5	1.8708		
	\overline{D}	18.5	2.6220		

* S: Sharp internal line angle

** R: Round internal line angle

Table 4. Analysis of variance of each deciduous teeth

Table 4-a. Analysis variance of upper deciduous first molar

	Sum of square	D.F.	Mean square	F. value	Prob.
Internal line angle Sharp-Round	179.4005	1	179.4005	43.1848	(P< 0.01)
Isthmus $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$	3.9605	1	3.9605	0.95336	(P>0.05)
Interaction	0.2205	1	0.2205	0.05308	(P>0.05)
Error	66.4680	16	4.1542		
Sum	249.829	19			

Table 4-b. Analysis of variance of upper deciduous second molar

	Sum of square	D.F.	Mean square	F. value	Prob.
Internal line angle Sharp-Round	133.6445	1	133.6445	44.7158	(P< 0.01)
Isthmus $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$	26.2205	1	26.2205	8.7731	(P< 0.05)
Interaction	2.9645	1	2.9645	0.9919	(P> 0.05)
Error	47.82	16	2.9888		
Sum	210.6495	19			

Table 4-c. Analysis of variance of lower deciduous first molar

	Sum of square	D.F.	Mean square	F. value	Prof.
Internal line angle Sharp-Round	211.9005	1	211.9005	33.3216	(P<0.01)
Isthmus $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$	7.0805	1	7.0805	1.1134	(P>0.05)
Interaction	5.1005	1	5.1005	0.8021	(P>0.05)
Error	101.748	16	6.3593		
Sum	325.8295	19			

Table 4-d. Analysis of various of lower deciduous second molar

	Sum of square	D.F.	Mean square	F. value	Prob.
Interval line angle Sharp-Round	86.1125	1	86.1125	18.0105	(P<0.01)
Isthmus $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$	177.0125	1	177.0125	37.0222	(P<0.05)
Interaction	0.0125	1	0.0125	0.0026	(P>0.05)
Error	76.5	16	4.7813		
Sum	339.6375	19			



(a) occlusal view



(b) proximal view

Fig. 4 Photographs Showing the Pattern of Amalgam Fracture(a,b)

IV. 총괄 및 고찰

1908년 G. V. Black³⁾이 와동형성법을 발표한 이래 와동형성 방법은 점진적으로 변형되어왔다.

Bronner,⁴⁾ Makely,¹⁸⁾ Gilmore⁷⁾은 와동형성법을 변형시켜 발표하였고 최근에 Rodda, Almqvist 등은 치질량을 최소로 삭제하는 modern amalgam cavity 형태를 주장하였다. 1951년 Markley¹⁹⁾은 치질 삭제를 더욱 제한시켜서 와동의 협부를 교합면에서 치아 교두간 거리 1/4로 하여야 한다고 주장하고 1964년 Gilmore는 협부거리를 교두간 거리 1/4로 함과 동시에 internal line angle을 둥글게 하고 proximal box에서 협설 외벽도 평행하게 해야 한다고 주장했고, 반면에 Lampshire¹⁶⁾에 의하면 유치 파절에 대항하는 것은 가) 넓은 협부, 나) round pulpal floor, 다) round pulpal axial line angle, 라) bucco-axial and linguo-axial side restention groove 라고 주장하였고, 파절

에 대항하기 위해 side retention groove를 크게 하면 파절강도가 증가한다고 보고했다.

Mondelli¹⁵⁾ 등은 치아에 와동의 크기를 서로 상이하게 형성하고 부하를 가하여 치아의 파절강도를 측정하 결과, 와동 폭이 넓을수록 강도가 저하됨을 관찰하였으며 이는 Mesio-Occluso-Distal 와동에서 강도저하가 현저함을 의미하는 것이고 Nadel²⁰⁾ 등은 임상연구에서 협부를 넓은 군과 좁은 군으로 나누어 아말감을 충전하고 시간이 경과함에 따라 충전물을 관찰한 결과 협부에서 생긴 파절도 대부분 외상성 교합에서 유래한 것으로 분석하고 변연의 이상이 온 것은 와동이 적은 군에서 훨씬 감소를 보였다고 보고하였으며, Mahler¹⁷⁾는 와동의 협부폭을 증가시키고 와동의 깊이를 깊게 함으로써 치아에 가해지는 부하를 감당 못하여 치아가 쉽게 파절되는 것을 관찰하였다. 이것으로 협부의 넓이를 좁게 형성 함으로써 충전한 치아를 보존하는데 큰 도움을 준다.

본 실험에서는 협부의 크기가 아말감 충전물의 파절에 미치는 것은 협부 치아 교두간 거리 1/3

과 $1/4$ 로 형성한 것은 하악 제 1 유구치와 상악 제 1 유구치에서는 유의차가 없는 것으로 나타났고 상악 제 2 유구치와 하악 제 2 유구치에서는 유의 차이가 있는 것으로 나타났다. 이것은 아말감 충전물의 크기에 따라 차이가 나타난 것으로 생각되어지며 협부가 치아 교두간 거리 $1/3$ 과 $1/4$ 에서 파절 강도를 비교해 보면 치아 교두간 거리 $1/3$ 에서 $1/4$ 보다 큰 값을 나타내며, 파절 하중에 잘 견디어 났다. 그러나, 실제 구강내에서 교합압력 30,000 psi 와 비교해 보면 치아 교두간 거리 $1/3$ 과 $1/4$ 모두에서 교합압력보다 높은 파절하중을 나타낸다.¹⁰⁾ 그리고, 치아 교두간 거리 $1/3$ 과 $1/4$ 에서 외상성 교합이 나타날 수 있는 확률은 치아 교두간 거리 $1/3$ 보다는 $1/4$ 에서 적게 나타낼 수 있다고 생각된다.

Granath^{8,9)}, Johnson¹⁴⁾, Mahler¹⁷⁾는 plastic model 에서 photoelastic stress 를 분석한 결과, 등근 internal line angle 은 잔존 치질이나 수복물에 응력 축적을 줄여 준다고 하였고 특히 좁은 와동에서 등근 line angle 은 교두의 파절을 감소시켜주어 아말감 수복시 큰 잇점이 있고, Ireland^{10,13)} 와 Mahler¹⁷⁾은 등근 line angle 은 수복시 stress 를 감소시킨다고 보고하였으며 Johnson¹⁴⁾ et al. 등은 1 급 와동 형성시 3 차원적인 photoelastic 을 사용하여 등근 internal line angle 은 sharp angle 을 가진 와동 형성과 비교하여 stress 가 40 % 감소하였다고 보고하고 있다. Azar and Welk et al.²⁾ Hein¹²⁾ 에 의하면 예각의 line angle 과 등근 line angle 에 아말감을 충전할 때 접합 사이에 차이점이 있고, 예각으로 형성한 와동에서는 충전시 약간의 void 가 남는다. 그리고, 등글게 형성한 와동에서는 void 가 없게 아말감 충전을 할 수 있었다고 보고 하였다.

본 연구에서 등근 internal line angle 을 예각의 internal line angle 을 비교해 보면 등근 internal line angle 에서 파절 하중이 높게 나타났고 상·하악 제 1, 2 유구치 모두에서 유의 차이가 나타났다. 이는 등근 line angle 이 압축 하중을 잘 분산시킬 수 있는 것으로 사료되어진다.

이와같이 치아 교두간 거리 $1/3$ 과 $1/4$, internal line angle 이 등근 것과 예각에서, 협부가 치아 교두간 $1/3$ 이고 internal line angle 이 등근 것이 파절강도에 잘 견디어 내며 협부가 치아 교두간 거리 $1/4$ 이고 internal line angle 이 등근 것도 실제 교합력 범주에서는 받아들여질 수 있다고 생각되어진다.

그러나, 하악 제 1 유구치에서 협부가 치아 교두간 넓이를 $1/3$ 과 $1/4$ 로 형성할 시 실제 임상에서 협부 넓이를 $1/4$ 로 형성하는데는 많은 어려움이 나타날 것으로 예상되어진다.

치아에 가해지는 파절하중이 작용함에 따라 시편에서 발생하는 불균일한 미끄럼 현상으로 인해 치아에 가해지는 하중의 변화를 방지하기 위하여 Jack screw 을 사용하여 시편을 고정하였다.

본 실험에서 시편을 제작하기 위하여 치주인대와 치조골의 해부학적 구조를 재현하지 못하였으며 본 시편에서 변연 능선의 완전한 재현의 어려움이 있었다. 또한, 물리적 파절 하중은 원래 단위 면적당 하중으로 측정되어야 한다. 그러므로 이런 것이 변수로 작용되어질 수 있다.

V. 결 론

치아우식증이 없는 상·하악 유구치 80 개로 와동의 협부를 교합면 치아교두간 넓이 $1/3$ 과 $1/4$ 로 하고, internal line angle 을 예각과 등글게 하여, Instron universal testing machine (Model 1132) 으로 그 파절하중을 측정 비교한 결과, 아래와 같은 결론을 얻었다.

1) 협부 넓이가 치아 교두간 넓이 $1/3$ 군이 $1/4$ 군보다 파절하중에 잘 견디었으며 특히 상하악 제 2 유구치에서 뚜렷하였다.

2) internal line angle 을 등글게 한 군이 예각으로 형성한 군보다 파절하중에 잘 견디어 났다.

이상의 결과에 따르면 협부 넓이가 치아 교두간 $1/3$ 이고 internal line angle 이 등근 군이 파절하중에 가장 잘 견디어 났으며, 협부 넓이가 $1/4$ 이고 internal line angle 이 등근 군도 교합력의 범주내에서는 파절에 대해 견디어낼 수 있으므로 실제 임상에서 받아들여질 수 있다.

참고문헌

1. Amorim, A., Navarro, M., Mondelli, J., and Lopes, E.S.: Influence of axiopulpal line angle and proximal retention on fracture strength of amalgam restoration, *J. Prosth. Dent.* 40:169, 1978.
2. Azar, E.S., Welk, D.A., Stibbs, G.D., and Hondson, J.T.: Quantitative evaluation of the adaption of dental amalgam into line angles, *J. Dent. Res.* 47:533, 1968.
3. Black, G.V.: Operative dentistry Vol. 2 The technical procedure in filling teeth. Chicago Medico-dental publishing company, 1980.
4. Bronner, F.J. Mechanical, Physiological and pathological aspect of operative procedures. *Dental Cosmos* 73:577-584, June. 1931.
5. Carton, M.L.: Base materials for amalgam restoration, *Tex. Dent. J.* 79:4, 1961.
6. Finn.: *Clinical Pedodontics*, 4th ed. 53-56, W.B. Saunders, Co. 1973.
7. Gilmore, H.W., New concepts for the amalgam restoration. *Practical Dental monographs*, Nov. 1964.
8. Granath, L.E., Photoelastic model experiments on Class II cavity preparations of dental amalgam. *Odontol. Rev.* 16: Supplement 9, 1965.
9. Granath, L.E., and Hitscher, R.: Strength of edge of class II cavity restorations in relation to buccolingual shape of cavity, *Odontol. Rev.* 21:189, 1970.
10. Graund, W.F., Haack, D.C., and Ireland, R.L.: Photoelastic stress analysis of Buccolingual section of class I cavity restoration, *J.A.D.A.* 57:531, 1958.
11. Haskins, R.C. Haack, D.C., and Ireland, R.L.: A study of stress pattern variation in class cavity restorations as a result of different cavity design, *J. Dent. Res.* 33: 757, 1954.
12. Heirr, R.M.: Consideration of silver amalgam into rounded and acute retentive grooves, *J. Dent. Child.* 29:140, 1962.
13. Ireland, R.L.: Operative procedures for children, *J.A.D.A.* 67:340, 1963.
14. Johnson, E.W. Castaldi, C.R., Gau, D.J. and Wyscocki, G.P., Stress pattern variations in operatively prepared human teeth, studied by three-dimentional photoelasticity. *J. Dent. Res.* 47:548-558, July-August, 1968.
15. Jose Mondelli, C.D and Lincoln S., Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J. Prosth. Dent.* Vol. 43, No. 4.; 419-422, 1980.
16. Lampshire, E.L.: An evaluation of cavity preparations in primary molar, *J. Dent. Child.* 22:3, 1955.
17. Mahler, D.B., An analysis of stresses in a dental amalgam restoration. *J. Dent. Res.* 37:516-526, June, 1958.
18. Markeley, M.R., Restoration of silver amalgam, *J.A.D.A.* 43:133-146, Aug. 1951.
19. McDonald, R.E.: *Dentistry for the child and adolescent*. 4th ed.; St. Louis: C.V. Mosby Co, 1983.
20. Nadal, R., Phillips, R.W. and Schwartz, M.L., Clinical investigation on the relation of Hg to the amalgam restoration. *J.A.D.A.* 63:488-496, Oct. 1961.
21. Ray E. Stewart, Thomas K. Barber. Kenneth C. Troutman.: *Pediatric Dentistry*: 874-877, St. Louis: C.V. Mosby Co., 1982.
- 22) Rowe, W.C.: How a base affects fracture resistance of amalgam, *J. Dent. Child.* 31: 187, 1964.
- 23) Terkla, L.G. and Mahler, D.B., Clinical evaluation of interproximal retention grooves in class II amalgam cavity design. *J. Prosth. Dent.* 17:596-602, June. 1967.
- 24) 엄정문 : conservative Cl. II Amalgam cavity, , 대한치과의사협회지. 19: 993-996, 1981.

– ABSTRACT –

**A STUDY ON THE EFFECTS OF CAVITY FORMS ON FRACTURE
OF AMALGAM RESTORATION IN DECIDUOUS MOLARS**

Dae - Song Ha, Chong - Kwan Kim, Jong - Gap Lee

Dept. of Pedodontics, College of Dentistry, Yonsei University

In this experiments, the fracture loads were measured and analysed by using of Instron universal testing machine (Model 1132).

With 80 upper and lower deciduous molars that were free of dental caries.

Isthmus of teeth were prepared to 1/3 and 1/4 of intercuspal width, and internal line angles with round and sharp shape, and then amalgam restoration were performed.

The results of this study were as follows;

1. Resistance to fracture loads were greater with isthmus of 1/3 intercuspal width than of 1/4 intercuspal width, especially, statistically significant difference on upper and lower second deciduous molars.
2. Resistance to fracture loads were greater with rounded internal line angle than sharp internal line angle.

The above results were as follows, the fracture loads had greater resistance on isthmus of 1/3 intercuspal width, and rounded internal line angle, but normal physiological occlusal forces could permit isthmus of 1/4 intercuspal width and rounded internal line angle.