

Acrylic Resin에 혼합된 Polyphosphate가 미생물의 부착 및 성장에 미치는 영향

홍선희 · 최영철

경희대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

자가중합형 아크릴릭 레진에 polyP를 혼합하지 않은 대조군, 그리고 레진 분말에 대한 polyP(사슬길이 13과 18의 혼합물인 Calgon)의 무게비를 1%로 혼합한 polyP 1%군, 2% 혼합한 polyP 2%군 및 3% 혼합한 polyP 3%군으로 분류하여 경화시킨 후, 경화된 각각의 레진과 실험균주 *S. mutans* GS5, *S. sobrinus* 6715, *S. gordonii* G9B 및 *Challis*, 그리고 *P. gingivalis* 2561과 *Candida albicans* ATCC90027을 대상으로 레진표면에 대한 미생물들의 부착의 정도, 성장 억제효과 및 접촉각의 변화를 관찰하여 그 결과로 미루어 아크릴릭 레진에 포함된 polyP는 구강 미생물에 대해 직접적으로 강한 항균 효과를 나타내지는 않는 것으로 판단되나 미생물의 부착 특히 우식원인균인 *mutans streptococci*의 부착을 방해하는 것으로 가능되며, 이는 polyP의 첨가에 의한 아크릴릭 레진 표면에서 일어난 소수성의 변화가 일부 관여하는 것으로 여겨진다. PolyP가 혼합된 아크릴릭 레진의 장착은 일반적인 아크릴릭 레진으로 제작된 가철성 장치를 장착한 후 나타날 수 있는 우식 이환의 가능성을 감소시킬 수 있는 임상적 적용 가능성을 제시하였다고 여겨진다.

주요어 : Acrylic resin, Polyphosphate, Bacterial attachment

I. 서 론

어린이들은 구강위생에 대한 인식이 부족하며 효과적인 양치질을 기대하기 어려워 치아우식증 및 치은염이 자주 발생한다. 더구나 부정교합이 존재하거나¹⁻³⁾, 이를 위한 교정장치의 사용 등은 치태의 잔류를 더욱 증가시키고 타액의 흐름 및 저작습관을 변화시켜 자정효과가 낮아진다⁴⁻⁷⁾. 결과적으로 치아의 탈회 및 치아우식증의 발생이 더욱 높아지므로 이들에게 교정장치를 사용하고자 할 때에는 이에 대한 신중한 대처가 필요하다¹⁻³⁾.

영구치열이 완성되기 전 시기 어린이들의 치아우식증 및 치은염의 발생을 예방, 조절하기 위해서는 철저한 구강위생 교육을 통한 치태제거가 매우 중요하며, 이를 위한 가장 효과적인 방법은 잇솔질이다^{8,9)}. 그러나 어린이들에서 효과적인 잇솔질의 수행을 기대하기에는 어려움이 있다. 따라서 치태형성을 화학적으로 억제할 수 있는 불소, 클로르헥시딘, 항생제 등의 항균제에 대한 연구에 관심이 집중되어 왔다¹⁻³⁾. 그러나 이와 같은 약제를 치약, 양치액 또는 젤 등에 혼합하여 이용하는 방법 역시 어린이 스스로가 이를 이용하겠다는 의지가 있어야 하는 것이 큰 약점이라 할 수 있다. 따라서 교정치료 또는 간격유지의 목적으로 아크릴릭 레진을 이용한 가철성 장치를 사용하여야 하는 경우에, 이러한 화학제제 등을 혼합시켜 항균효과를 얻고자 하는 시도들이 있었다^{4,10-16)}.

Miethke 등¹³⁾은 레진 단량체에 불화물을 혼합하여 중합시킨

연구에서, 또 Carpron과 Clark¹²⁾은 불소를 유리하는 불소방출 장치를 가철성 장치에 부착시켜 법랑질 표면의 변화를 관찰하여 법랑질의 불소농도, 미세경도 및 산저항성이 증가한다고 보고한 바 있다. 최근 Cooley와 McCourt¹¹⁾는 가철성 교정장치에 Glass ionomer 덩어리를 삽입한 연구에서 치아우식 예방효과를 확인한 바 있다. 그러나 이와 같은 화학제제를 레진에 혼합 또는 삽입하는 경우 레진의 물성에 다소의 변화가 있을 수 있어 이에 관한 연구들도 있었다^{4,5,14)}. 또한 클로르헥시딘을 이용한 경우로^{4,16)}, Friedman 등¹⁵⁾은 가철성 장치에, Zyskind 등¹⁶⁾은 가철성 국소의치에 클로르헥시딘을 도포하는 방법을 제시한 바 있고, 최근 이와 최⁴⁾ 그리고 최 등¹⁷⁾은 아크릴릭 레진에 클로르헥시딘 바니쉬제제인 클로르조인을 도포하거나 chlorhexidine diacetate crystalline을 혼합하여 중합시킨 연구에서 클로르헥시딘이 서방형의 양상으로 방출되는 것을 확인하여 임상적 이용 가능성을 제시한 바 있다^{4,17)}.

선학들의 연구에서 시도되었던 것처럼, 아크릴릭 레진에 항균제를 혼합하여 세균의 부착이나 성장을 억제할 수 있다면, 환자의 협조나 추가적인 비용의 부담 없이도 치아우식증 및 치은염의 발생을 감소시킬 수 있을 것으로 가능된다.

Polyphosphate(이하 polyP)는 세균, 곰팡이, 원생동물, 식물 및 포유동물 등의 거의 모든 생물체의 세포에서 발견되는 선상의 중합체로, 수십 또는 수백개의 orthophosphate(이하 Pi)가 고에너지의 phosphoanhydride 결합으로 연결되어 있는 것

으로 알려져 있다^{18,19}. 특히 polyP는 인체에 무해하여 주로 식품의 첨가물로써 많이 이용되고 있으며, 음식물의 색깔, 수분 및 신선도의 유지, 약취방지, 조직의 수축방지, 유화제, 수분결합제 등 다목적으로 이용된다¹⁹.

미생물 내에서 합성된 polyP는 에너지의 저장소로서 기능을 하며, 필요에 따라 Pi로 유리되어 ATP 합성을 위한 에너지원으로 사용되고 또 영양부족 등과 같은 다양한 스트레스에 대한 미생물의 내성에 관여하는 것으로 알려져 있다^{12,20}. 또한 알칼리 이온을 중화시켜 세포질 내의 수소이온 농도를 일정하게 유지시키는 것으로 보고되고 있다^{18,21,22}. 그러나 polyP가 외부로부터 미생물에 유입되는 경우에는, 미생물 자신에 대해 항균효과를 발휘하며, 이와 같은 항균효과는 polyP가 세포벽이나 세포막의 안정에 필요한 금속이온과의 킬레이션에 의해 이루어지는 것으로 보고되고 있다¹⁸.

치의학 영역에서 polyP의 항균효과에 관한 연구로, 1970년 Tanzer와 Hageage²³가 *S. sobrinus*에 대한 치태형성 억제효과를 보고한 바 있고, Shibata와 Morioka²⁴는 hamster에 *S. mutans*를 접종시키고 polyP를 투여한 후, 치태형성과 우식형성의 감소는 polyP의 항균효과에 의한 것이라고 보고한 바 있다. 최근 국내에서 최 등²²은 polyP의 *Porphyromonas gingivalis*에 대한 세균억제효과를, 최와 최²⁵는 *P. endodontalis*에 대한 영향을, 공과 최²⁰는 *P. intermedia*에 대한 세균억제효과를 확인한 바 있고, 박과 최²¹는 근관충전용 시멘트에 첨가된 1~3% polyP의 streptococci와 흑색집락형성균에 대한 항균효과를 관찰한 결과, 임상에서의 적용 가능성을 제시한 바 있다.

이 연구에서는 아크릴릭 레진에 polyP를 혼합하여 경화시킨 후, 경화된 레진과 구강 미생물들 중 우식원인균인 *Streptococcus mutans*, *S. sobrinus*, *S. gordonii* 및 *Challis*, 또 주로 치은염에 연관되어 있는 것으로 알려진 *P. gingivalis* 그리고 구내염의 원인균인 *Candida albicans* 등을 배양한 후, 이들 미생물의 레진표면에 대한 세균부착 실험, 성장억제 실험 및 접촉각 계측 실험을 통하여 polyP에 의한 미생물의 부착 및 성장에 미치는 영향을 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

1) PolyP

아크릴릭 레진과 polyP의 혼합을 용이하게 하기 위하여 분말 형태의 polyP인 Calgon(Sigma, USA; 사슬길이 13과 18의 혼합물)을 사용하였다.

2) 실험균주

실험균주는 mutans streptococci인 *S. mutans* GS5, *S. sobrinus* 6715, *S. gordonii* G9B, *Challis*, *P. gingivalis* 2561 및 *Candida albicans* ATCC 90027 등으로 하였다.

Streptococci는 BHI(brain heart infusion; Difco, USA)에서 24시간동안 37℃에서 혐기적(80% N₂, 10% CO₂, 10% H₂)으로 배양하였고, *P. gingivalis*는 yeast extract(5mg/ml), hemin(5ug/ml) 및 vitamin K1(0.2ug/ml)이 첨가된 half-strength BHI에서 24시간동안 혐기적으로 배양하였으며, 또 *C. albicans*는 Sabouraud broth(Difco, USA)에서 24시간동안 37℃로 호기적 배양하였다.

3) 아크릴릭 레진

흔히 사용되는 orthodontic resin(Caulk, Dentsply, USA)을 이용하였다.

2. 연구 방법

세균부착 실험을 위하여 직경 5mm 구슬(bead) 형태의 아크릴릭 레진에 polyP를 혼합하여 이용하였고, 성장억제 실험에서는 24-well plate의 벽면에 레진을 편평하게 중합시키되 polyP를 혼합하여 평가하였으며, 접촉각 계측 실험에서는 20×40×3mm의 크기로 polyP를 혼합하여 상(plate)의 형태로 중합시켜 관찰하였다.

1) 세균부착 실험

세균부착 실험을 위하여 직경 5mm의 레진 구슬을 제작하였다. 레진 구슬이 동일한 크기 및 표면 활택도를 지니도록 하기 위하여 각각 10개의 반구를 가진 두 개의 stainless steel로 된 mold에서 제작하였으며, 이때 clamp를 이용하여 mold에 일정한 압력을 가한 상태에서 제작하였다. 기포가 발생된 구슬은 대상에서 제외시켰으며 추가적으로 연마하지 않았다. 제작된 레진 구슬은 실온 공기 중에서 3일 동안 보관한 후 실험에 사용하여 레진 자체의 독성이 실험에 미칠 수 있는 영향을 감소시키고자 하였다.

대조군은 레진 분말(10g)과 단량체(6ml)만을 중합시켰고, 실험군은 분말형 polyP(Calgon)를 레진 분말과의 무게비로 1%, 2% 및 3%를 혼합하여 각각 polyP 1%군, polyP 2%군, 그리고 polyP 3%군으로 하였다.

세균부착 실험에 앞서 모든 레진 구슬의 표면을 전타액(whole saliva)으로 피막하였다²⁶. 개인에 따른 타액의 차이를 배제하기 위하여 한 명의 성인 남자의 타액을 채집하여 사용하였다. 타액의 채집은 아침과 점심의 중간에 paraffin wax를 씹도록 하여 분비된 자극성 타액을 채집하여 4℃에서 보관하였다. 수집된 타액은 10,000×g으로 10분간 4℃에서 원심분리하여 탈락세포, 세균 등의 이물질을 일차적으로 제거한 후, 60℃에서 30분간 중탕하여 타액내 효소를 비활성화시켰다. 이후 타액을 4℃, 12,000×g에서 30분간 다시 원심분리하여 침전물을 제거하였고, 이 타액을 Eppendorf tube에 1ml의 aliquot로 -20℃의 냉동고에 보관하였다.

대조군과 각 실험군의 레진 구슬을 각각 3개씩 siliconized borosilicate tube(12×75mm; Chase Instruments,

Norcross, GA, USA)에 넣고, 1ml buffered KCl(50mM KCl, 1mM KH₂PO₄, 1mM CaCl₂, 0.1mM MgCl₂, PH 6.0)로 Roto-torque rotator(model 7637, Cole-Parmer Instrument Co., USA)상에서 회전시키면서 24시간동안 평형시켰다. 평형 후 레진 구슬을 1ml buffered KCl로 2회 세정한 다음, 앞서 준비한 타액 200μ와 함께 rotator 상에서 회전시키면서 4℃에서 12시간 배양하여 구슬에 타액이 피막되도록 하였다. 24시간동안 배양한 실험군들을 buffered KCl로 3회 세정한 후 흡광분도계를 이용하여 540nm에서 흡광도 0.5로 조절하였다. 조절된 균액 500μ를 타액으로 피막된 3개의 구슬과 함께 rotator 상에서 1시간 동안 회전시키면서 배양하였다.

레진 구슬에 부착되지 않은 균주들은 9° Pasteur pipette을 이용하여 제거하고, 1ml buffered KCl로 3회 세정한 다음, 구슬에 부착된 균주를 1ml 0.4N NaOH로 진탕처리하고 15분간 용해시킨 후, 용해액을 흡광도 540nm에서 측정하여 균주의 부착정도를 평가하였다.

2) 성장억제 실험

세균성장 억제실험을 위하여 24-well plate를 이용하였으며, 레진 분말과 액, 그리고 polyP를 앞서 기술한 것과 동일한 비율로 혼합하였다. Weiss등의 방법²⁷⁾에 따라 24-well plate를 직각으로 세운 다음 각 well의 벽면에 혼합된 레진을 편평하게 중합시켜 3일간 보관한 후 사용하였다.

24시간 배양한 균액을 세균 부착실험과 같은 배지로 540nm에서 흡광도 1.0으로 조절한 다음, 앞서 준비한 24-well plate의 각 well 벽면에 중합된 레진표면 위에, 15μ를 적하한 후 1시간동안 균주에 따라 호기적 또는 혐기적으로 배양하였다.

24-well plate를 수평으로 위치시킨 다음, 새로운 동일 액체 배지를 2ml씩 각 well에 첨가한 후 3분간 shaker에서 균액과 배지를 배합시켰다. 배합된 균액 100μ를 취하여 또 다시 새로운 동일 액체배지 900μ가 들어 있는 Eppendorf tube에 첨가시킨 후 균주에 따라 호기적 또는 혐기적으로 배양하면서, 매 1시간마다 540nm에서 흡광도를 측정하여 각 균주의 성장정도

를 관찰하여 레진에 혼합된 polyP의 성장억제 효과를 비교하였다. 실험의 모든 과정은 무균환경 하에서 시행되었고 동일한 실험을 3~4회 반복하였다.

3) 접촉각 계측 실험

접촉각의 계측을 위하여 20×40×3mm의 크기로 레진상을 제작하되, polyP를 혼합하지 않은 대조군과 polyP 1%군, polyP 2%군, polyP 3%군의 레진상을 만들었다. 이때 각각의 레진상을 유리판 위에서 경화시켜 각 시편이 동일한 표면활력도를 갖도록 하였고, 접촉각은 각 20회씩 계측하여 평균치를 구하였다. 초순수(Deionized water, pH=5.5, 25℃)와 레진 표면 간의 advancing contact angle은 contact angle meter(Kyowa Co., Japan)로 계측하였다^{28,29)}.

Ⅲ. 연구성적

1. 세균부착 실험

S. mutans GS5에 대한 세균부착 실험에서 대조군은 평균 흡광도가 0.022였으며, polyP 1%군과 polyP 2%군은 모두 0.016으로 대조군에 비해 부착의 정도가 27.3% 감소하였고, polyP 3%군은 0.002로 나타나 90.9% 감소되었다(Table 1 및 Fig. 1).

S. sobrinus 6715에서는 대조군은 평균 흡광도가 0.029, polyP 1%군에서는 0.020, polyP 2%군에서는 0.012 그리고 polyP 3%군에서는 0.008로 나타나 polyP의 함량이 증가할수록 흡광도는 상대적으로 감소하였고, 이에 따른 세균부착 억제 효과는 polyP의 함량이 높아질수록 31.0%, 58.6% 및 72.4%로 각각 증가하였다(Table 2 및 Fig. 2).

S. gordonii G9B에서는 대조군의 평균 흡광도가 0.032이었고 polyP 1%군은 0.028, polyP 2%군에서는 0.024 그리고 polyP 3%군에서는 0.015로 나타나, polyP의 증가에 따른 흡광도의 감소가 *S. mutans* GS5와 *S. sobrinus* 6715에 비하여

Table 1. Binding of *S. mutans* GS5 to saliva coated acrylic resin beads.

	Control	Poly P		
	(0%)	1%	2%	3%
1	0.023	0.015	0.016	0.003
2	0.023	0.016	0.018	0.001
3	0.020	0.018	0.014	0.003
Mean	0.022	0.016	0.016	0.002

Unit : O.D. (Optical Density)

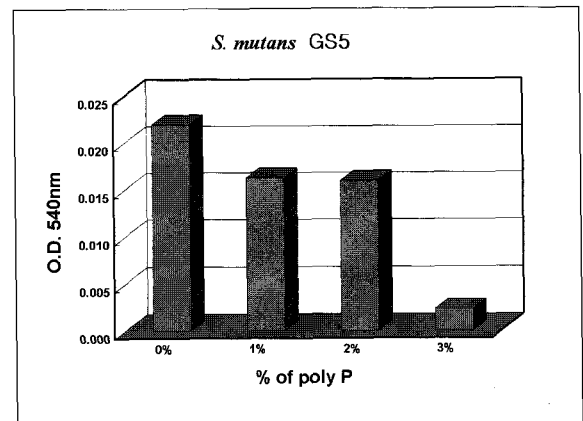


Fig. 1. Binding of *S. mutans* GS5.

비교적 적은 경향을 보였으며, 흡광도에 따른 세균부착 억제효과를 polyP 1%군이 12.5%, polyP 2%군은 25.0% 그리고 polyP 3%군에서는 53.1%로 나타나, *S. mutans* GS5와 *S. sobrinus* 6715에 비해 세균부착 억제효과가 감소하는 것을 관찰할 수 있었다(Table 3 및 Fig. 3).

S. gordonii Challis에서는 대조군이 0.024의 흡광도를 보였

으나 polyP 1%군은 0.025로 세균의 부착정도가 4.2% 증가하였고, polyP 2%군에서는 0.024로 대조군과 동일하였으며 polyP 3%군에서는 0.020으로 16.7%의 감소효과가 나타나 대조군과 실험군 간에 흡광도의 차이가 거의 나타나지 않는 경향을 보였다(Table 4 및 Fig. 4).

*P. gingivalis*의 흡광도가 대조군에서는 0.016으로, polyP

Table 2. Binding of *S. sobrinus* 6715 to saliva coated acrylic resin beads.

	Control	Poly P		
	(0%)	1%	2%	3%
1	0.032	0.022	0.013	0.008
2	0.030	0.019	0.012	0.008
3	0.026	0.018	0.011	0.007
Mean	0.029	0.020	0.012	0.008

Unit : O.D.(Optical Density)

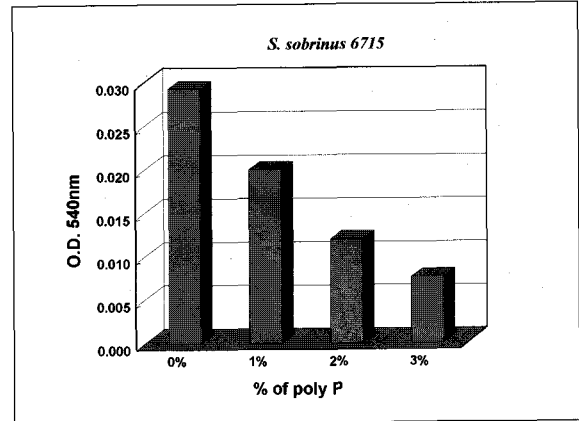


Fig. 2. Binding of *S. sobrinus* 6715.

Table 3. Binding of *S. gordonii* G9B saliva coated acrylic resin beads.

	Control	Poly P		
	(0%)	1%	2%	3%
1	0.033	0.035	0.028	0.017
2	0.035	0.024	0.023	0.013
3	0.029	0.026	0.022	0.016
Mean	0.032	0.028	0.024	0.015

Unit : O.D.(Optical Density)

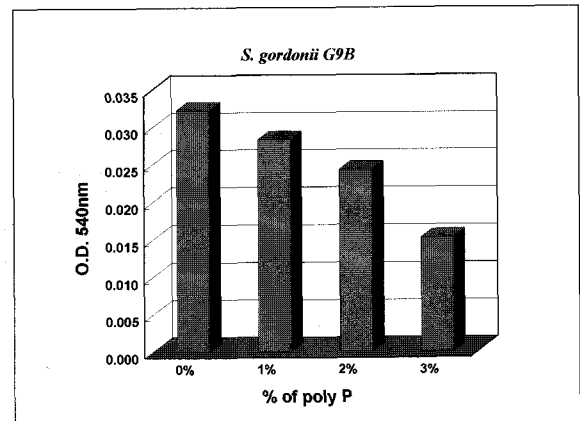


Fig. 3. Binding of *S. gordonii* G9B.

Table 4. Binding of *S. gordonii* Challis to saliva coated acrylic resin beads.

	Control	Poly P		
	(0%)	1%	2%	3%
1	0.021	0.025	0.020	0.020
2	0.026	0.025	0.024	0.023
3	0.024	0.025	0.027	0.018
Mean	0.024	0.025	0.024	0.020

Unit : O.D.(Optical Density)

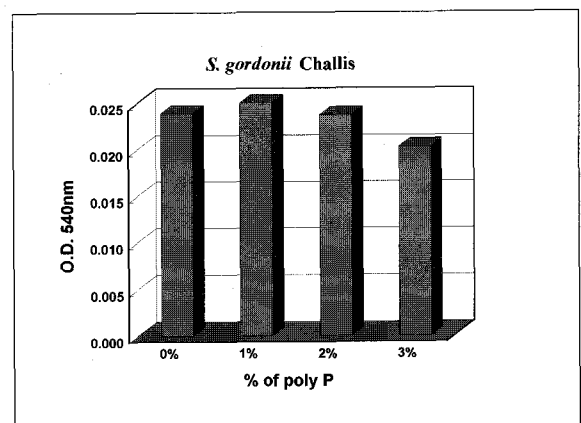


Fig. 4. Binding of *S. gordonii* Challis.

1%군은 0.014로, polyP 2%군은 0.013으로 그리고 polyP 3%군은 0.015로 나타나, polyP의 혼합 정도에 따른 세균부착 억제율은 각각 12.5%, 18.7% 및 6.2%로 나타났으며, polyP 2%군에서 흡광도가 가장 낮았으나 큰 차이를 보이지는 않았다

(Table 5 및 Fig. 5).

*Candida albicans*에 대한 세균부착 억제실험에서 대조군의 흡광도는 0.008, polyP 1%군은 0.007, polyP 2%군은 0.009 그리고 polyP 3%군에서는 0.007로 나타났으며, 1%군과 3%

Table 5. Binding of *P. gingivalis* 2561 to saliva coated acrylic resin beads.

	Control	Poly P		
	(0%)	1%	2%	3%
1	0.033	0.035	0.028	0.017
2	0.035	0.024	0.023	0.013
3	0.029	0.026	0.022	0.016
Mean	0.032	0.028	0.024	0.015

Unit : O.D.(Optical Density)

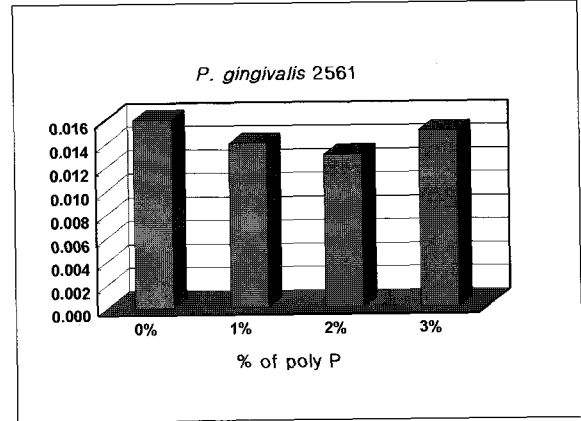


Fig. 5. Binding of *P. gingivalis* 2561.

Table 6. Binding of *Candida albicans* to saliva coated acrylic resin beads.

	Control	Poly P		
	(0%)	1%	2%	3%
1	0.010	0.007	0.007	0.003
2	0.009	0.008	0.008	0.007
3	0.006	0.005	0.012	0.010
Mean	0.008	0.007	0.009	0.007

Unit : O.D.(Optical Density)

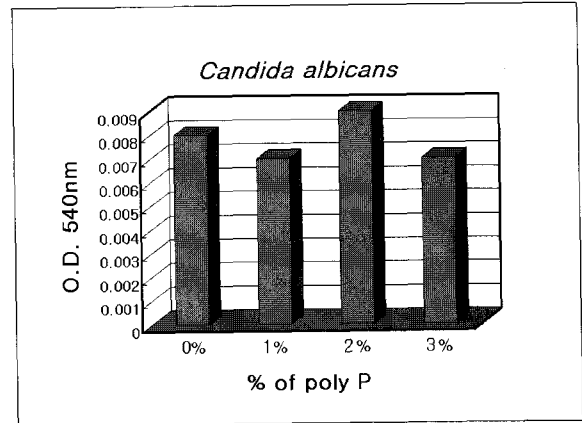


Fig. 6. Binding of *Candida albicans*.

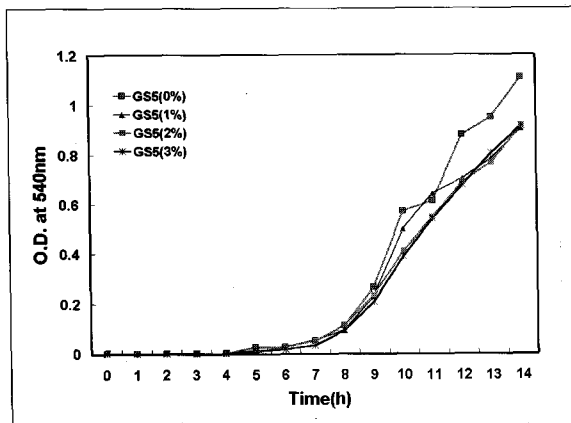


Fig. 7. Changes of optical density of *S. mutans* GS5 with the lapse of time in the different concentrations of polyP.

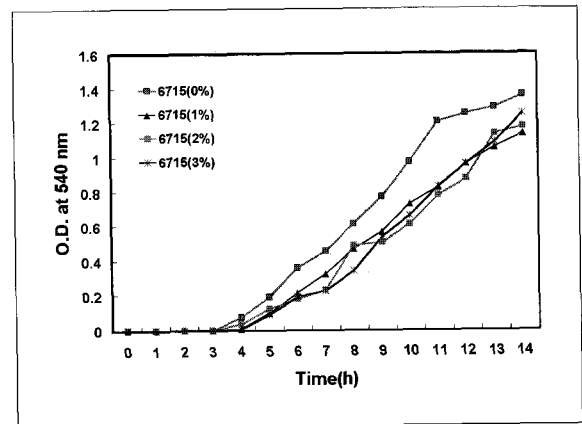


Fig. 8. Changes of optical density of *S. sorbinus* 6715 with the lapse of time in the different concentrations of polyP.

군에서는 12.5%의 세균부착 억제효과를 보였으나 polyP 2%군에서는 세균부착이 12.5% 정도 증가하였다(Table 6 및 Fig. 6).

2. 세균성장 억제실험

S. muntans GS5와 *S. sobrinus* 6715에서 각각의 실험군 레진에서 실험군주들이 대조군보다 수 시간 늦게 성장하기 시작하였으며, 시간이 경과할수록 흡광도의 차이가 증가하였으나 그 차이는 크지 않았다(Fig. 7 및 8).

S. gordonii G9B와 Challis에서는 대조군과 모든 실험군이 거의 비슷한 시각에 성장이 시작되었으며 흡광도 역시 큰 차이를 보이지 않았으나(Fig. 9 및 10), *P. gingivalis*와 *C. albi-*

*cans*의 경우에는 대조군보다 실험군의 세균이 2시간 정도 늦게 성장하였고, 흡광도는 polyP 3%군에서 가장 낮게 나타났으나 대조군과 비교하여 큰 차이가 없었다(Fig. 11 및 12).

3. 접촉각 계측 실험

대조군의 접촉각은 $78.5 \pm 1.70^\circ$ 로 개의 군 중에서 가장 크게 나타났으며, polyP 1%군의 접촉각은 $77.0 \pm 1.8^\circ$ 로 대조군에 비해 1.5° 감소된 것으로 나타났다. PolyP 2%군의 접촉각은 $76.2 \pm 0.96^\circ$ 로 대조군보다 2.3° 감소하였으며, polyP 3%군에서는 $76.3 \pm 1.32^\circ$ 를 나타내 대조군에 비해 2.2° 의 감소를 보였으며, polyP 2%군과는 큰 차이가 없었다(Table 7).

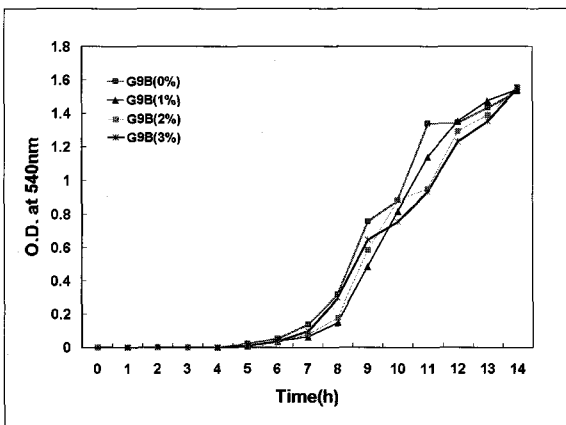


Fig. 9. Changes of optical density of *S. gordonii* G9B with the lapse of time in the different concentrations of polyP.

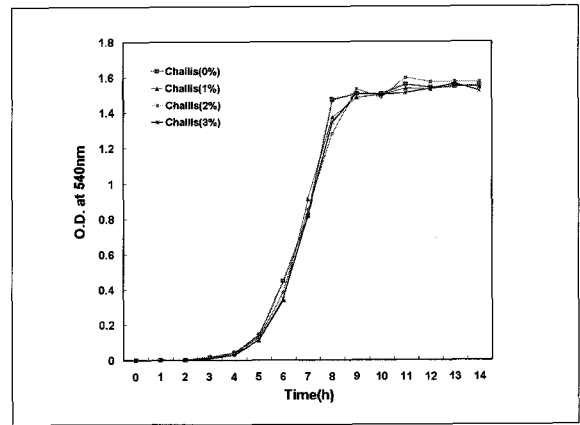


Fig. 10. Changes of optical densities of *S. gordonii* Challis with the lapse of time in the different concentrations of polyP.

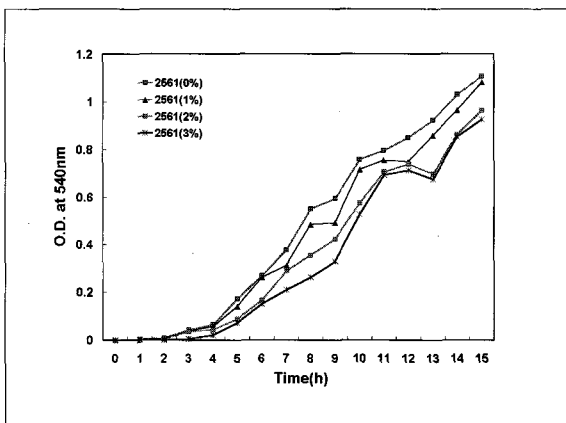


Fig. 11. Changes of optical density of *P. gingivalis* 2561 with the lapse of time in the different concentrations of polyP.

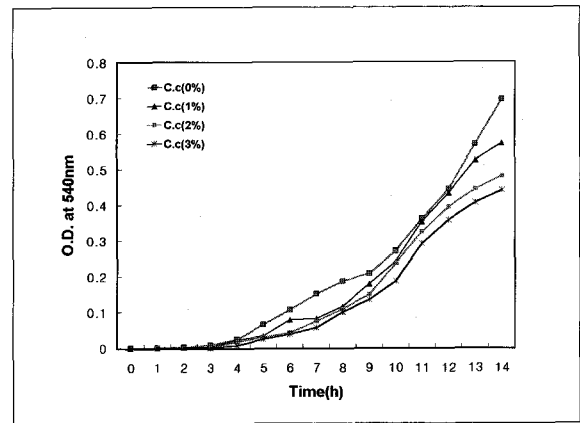


Fig. 12. Changes of optical density of *Candida albicans* ATCC90027 with the lapse of time in the different of polyP.

Table 7. Deionized water contact angle formed on the acrylic resin surface.

	Control	PolyP		
	(0%)	PolyP 1%	PolyP 2%	PolyP 3%
Mean±S.D.	78.5±1.70	77.0±1.87	76.2±0.96	76.3±1.32

Unit: degree

IV. 총괄 및 고찰

미생물이 구강 내에서 서식 또는 증식하기 위해서는 구강의 경조직 또는 연조직에 부착될 수 있어야 하며, 이렇게 부착된 미생물은 인체의 방어기전에 대처하면서 구강조직에 집락화를 이룸으로써 인체에 감염을 유발시켜 결과적으로 질병을 만든다. 이상의 과정 중 어느 한 단계라도 억제 또는 방해되면 감염이 성립되지 않아 질병으로 발전되지 않는다. 즉, 감염의 억제를 위해서는 직접적으로 미생물을 살균하는 방법을 사용할 수도 있으나 감염의 첫 단계인 미생물의 부착을 억제 또는 방해하여도 감염은 효과적으로 예방될 수 있다³⁰⁻³².

따라서 치태의 제거를 위한 가장 효과적인 방법은 잇솔질일 것이다. 그러나 어린이들에서 잇솔질에 의한 치태의 제거를 기대하기란 사실상 어려워^{8,9}, 다양한 종류의 화학적 제제 또는 항균제 등을 이용하고자 하는 많은 연구들이 있었다^{4,5,7,17}. 이와 같은 화학적 제제들은 각각의 특성에 따라 각기 다른 목적으로 이용된다. 이들 중 일부는 치태 또는 미생물의 부착을 감소 또는 방지시키기 위한 목적으로, 다른 일부는 치아우식증이나 치은염 등과 관련된 세균에 선택적으로 작용하여 미생물에 대한 항균의 목적으로, 또는 이들의 복합적 작용을 기대하기도 한다^{3,4,6}. 최근에 이르러는 이와 같은 항균물질을 치과용 수복재료 등에 첨가시키려는 경향이 크게 늘고 있다.

특히 최근에는 미생물이 치아의 표면 또는 구강점막에 부착되어 집락화를 이루는 과정에 대한 분자생물학적 연구들에 의해 새로운 사실들이 밝혀지고 있다. 즉, 구강세균의 부착은 치아표면을 싸고 있는 피막 내의 특정 타액단백질과의 결합에 의해 얻어진다는 것이다³⁰⁻³². 따라서 구강질환을 예방할 수 있는 근본적인 방법 중의 하나는 세균의 부착을 억제하는 방법일 것으로 가늠된다.

인체에 무해한 식품첨가제로 알려진 polyP가 구강내 여러 종류의 세균에 대하여 우수한 항균효과가 있음이 밝혀짐으로써 임상적용의 가능성이 제시되고 있는 바^{21,22,25,33}, 이 연구에서는 아크릴릭 레진에 polyP를 혼합하여 경화시킨 후, 이 레진에 부착되는 미생물의 정도를 관찰하고 또 미생물의 성장에 대한 효과를 고찰하고자 하였다.

이 연구에서는 레진표면에 대한 타액의 피막 정도와 세균의 부착 정도를 최대화시키기 위하여 아크릴릭 레진을 직경 5mm의 완벽한 공의 형태인 구슬(bead)로 제작하여 부착실험을 수행하였다. Table 1에서 나타났듯이, *S. mutans* GS5의 레진 구슬에 대한 부착 정도에 있어, polyP 1%군과 polyP 2%군의 평균 흡광도는 각각 0.016이었고 대조군은 0.022로 나타나 대조군에 비하여 27.3% 감소되었으나, polyP 3%군의 평균 흡광도는 0.002로 대조군에 비해 90.9% 감소된 것으로 나타나 polyP 1% 및 2%군과 polyP 3%군 간에는 현저한 차이를 보였다. 또한 *S. sobrinus* 6715 역시 polyP 1%군과 polyP 2%군에 비하여 polyP 3%군에서는 72.4%의 부착 억제효과를 보였다 (Table 2). 이에 비하여 *S. gordonii* G9B에서는 1%군에서

12.5%, 2%군에서는 25.0%였으며, 3%군에서는 53.1%의 부착 억제효과가 있었다(Table 3). 따라서 polyP 1%군과 polyP 2%군에 비하여 polyP 3%군이 *S. mutans* GS5와 *S. sobrinus* 6715에 대한 부착 억제는 매우 효과적이었으나, *S. gordonii* G9B에 대하여는 억제효과가 다소 낮았던 것으로 가늠된다. 또한 *S. gordonii* Challis, *P. gingivalis* 2561 및 *Candida albicans*에서는 polyP 3%군에 대하여 각각 16.7%, 6.2% 및 12.5%로 부착 억제효과가 미약하였던 것으로 미루어 (Table 4, 5 및 6), 레진에 혼합된 polyP의 농도는 3%가 가장 효과적이며, 또 이 연구에서 사용된 실험균주 중에서는 우식유발균인 *S. mutans* GS5와 *S. sobrinus* 6715에 대한 억제효과가 가장 우수하였던 것으로 가늠된다. 임상적용의 견지에서 본다면, 아크릴릭 레진으로 제작한 장치들이 치아와 직접 접촉하여 우식의 발생이 우려되는 부위에서 치아우식증을 억제 또는 감소시킬 수 있다는 측면에서 매우 고무적인 결과로 여겨진다.

이상의 부착 억제 실험에서 볼 수 있듯이 polyP에 의해 세균의 부착이 억제되는 것을 확인할 수는 있었다. 최근까지도 세균에 대한 polyP의 부착 억제의 기전에 관하여는 아직 밝혀진 것이 없다. 단지 몇 가지 가능한 추정으로서 첫째, polyP에 의해 타액의 성상이 변화될 수 있는 가능성 둘째, 레진 구슬로부터 유리된 polyP 또는 레진의 표면이나 내부에 남아 있는 polyP가 세균의 활동에 영향력을 행사했을 가능성 셋째, 레진표면의 소수성(hydrophobicity)의 변화 가능성이다. 이 연구에서 고안하였듯이, 레진표면에 피막되는 타액을 최대도 하기 위한 노력에도 불구하고 사실상 피막된 타액은 소량일 것으로 추정되기 때문에 polyP로 인하여 타액의 성상이 변화되었다 하더라도 이에 의한 영향은 미미할 것이라 여겨진다. 따라서 첫 번째 가능성은 배제되어야 할 것으로 가늠된다. 두 번째 가능성의 경우, 대부분의 polyP가 경화된 레진 내부에 함유되어 있고 소량의 유리된 polyP가 1시간여의 부착실험 동안 세균의 세포 내에서 구조적 변화를 일으켜 궁극적으로 부착력에 영향을 미쳤을 것이라고는 여겨지지 않는다. 그러나 세 번째 가능성, 즉 polyP가 레진 표면의 성상에 변화를 유발시켰을 가능성은 배제할 수 없다.

레진표면의 성상 변화를 확인하기 위하여 레진 표면과 초순수 간의 접촉각 계측실험을 수행한 바, 다소의 차이를 관찰할 수 있었다. 접촉각은 편평한 레진 표면에 초순수를 적하하였을 때 레진면과 초순수가 이루는 각도(θ)를 측정하는 것으로(Fig. 13), 접촉각의 계측으로 레진표면의 자유에너지 상태를 간접적으로 평가할 수 있다²⁸. 그림 13에서 보듯이, 고체 표면의 습윤성(wetting)이 클수록 접촉각 θ 는 작아지며, 습윤성이 작을수록 (즉, 소수성이 클수록) 접촉각이 커진다. 접촉각 계측실험 결과, 대조군의 접촉각은 $78.5 \pm 1.70^\circ$ 로 가장 높았고, polyP 1%군은 $77.0 \pm 1.87^\circ$, 2%군은 $76.2 \pm 0.96^\circ$, 3%군은 $76.3 \pm 1.32^\circ$ 로 계측되었다(Table 7). 이는 polyP를 혼합하지 않은 대조군에 비해 polyP를 혼합한 레진의 표면 소수성이 감소되었다는 것을 의미하는 것으로 가늠되며, 레진의 소수성 감소는 polyP 1%군보다 polyP 2%군과 polyP 3%군에서 다소 큰 경

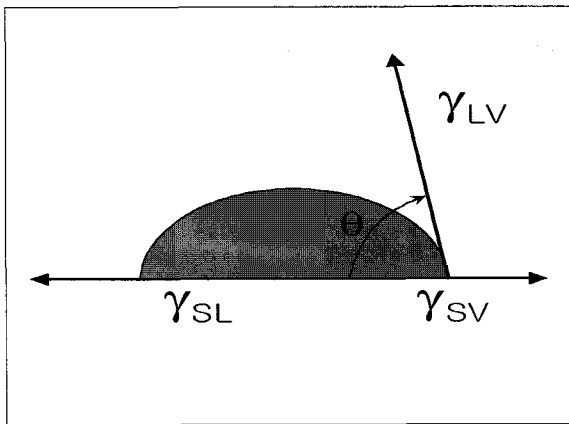


Fig. 13. The relationship of contact angle and surface-free energy
 θ : contact angle
 γ_{SL} : surface-free energy at the solid-liquid interface
 γ_{LV} : surface-free energy at the liquid-vapor interface
 γ_{SV} : surface-free energy at the solid-vapor interface

향을 나타내는 것으로 판단된다.

일반적으로 구강내 streptococci들의 소수성이 큰 것으로 알려져 있다^{34,35}. 이와 같은 소수성이 streptococci들과 치아표면의 부착, 집락을 용이하게 하여 초기의 치태 형성에 관여하는 것으로 보고되고 있다^{36,37}. 세균이 Brown 운동에 의해 조직의 표면으로 접근한 후, van der Waals 힘에 의해 더욱 가까이 조직표면에 도달할 수 있으나, 50nm 이내로 접근하게 되면 ionic repulsion이 더 이상의 접근을 방해하기 때문에 세균의 안정된 부착을 위해서는 Coulombic interaction과 더불어 세균의 부착 물질과 조직의 수용기 사이에 특별한 반응이 필요하며, 또 여기에 소수성 반응이 관여하면 부착의 안정도는 더욱 높아진다는 것이 일반적인 견해이다^{38,39}.

*S. gordonii*가 mutans streptococci보다 소수성이 높기는 하지만 타액으로 피막되지 않은 법랑질(hydroxyapatite) 표면에 부착되는 정도에는 mutans streptococci와 큰 차이가 없는 것으로 알려져 있으나³⁶, 타액으로 피막된 법랑질 표면에 대한 *S. gordonii*의 부착력은 더 크다. 왜냐하면 *S. gordonii*는 타액 내 단백질과의 결합력이 궁극적으로 더 큰 영향을 미치는 요인으로 알려져 있어, 결국 *S. mutans* 균주보다 법랑질에 대한 부착이 오히려 증가하는 것으로 보고되어 있다³⁶. 이는 *S. gordonii*의 부착에 있어 타액 단백질의 중요성을 시사하는 것으로, *S. gordonii*가 법랑질 표면에 흡착(adsorption)된 타액 단백질을 수용기로 이용하여 부착됨으로써 초기 치태의 형성과정에 중요한 세균으로 작용한다는 사실을 의미하고 있다³². 반면, mutans streptococci는 치면에 pellicle이 형성된 후 초기의 치태 형성과정 중에 흔히 발견되지 않는다. 이것은 mutans streptococci가 조직의 표면에 부착할 때 *S. gordonii* 보다는 조직 표면의 소수성에 의해 좌우될 가능성이 있음을 시사하는 것으로 여겨진다. 이와 같은 사실로 미루어 볼 때 아크릴릭 레

진의 소수성이 polyP에 의해 감소됨으로써 *S. gordonii* 균주들 보다는 mutans streptococci의 부착에 더 영향을 미쳤을 가능성이 있을 것으로 가늠된다.

부착실험 및 접촉각 계측실험을 통하여 아크릴릭 레진에 혼합된 polyP가 세균의 부착을 감소시키는 것을 확인하였으나, 이 결과들이 단순히 세균의 부착만을 억제하는 것인지 또는 세균에 대해 직접적인 항균효과를 나타내는 것인지는 세균의 성장억제 실험에 의해 가능될 수 있을 것이다. *S. mutans* GS5, *S. sobrinus* 6715, *P. gingivalis* 2561, *Candida albicans* ATCC90027의 경우에 실험균의 세균이 대조군 보다 수시간 늦게 성장하기 시작하였으며 시간이 경과할수록 흡광도의 차이도 증가하였고, polyP 3%군에서 세균생장이 가장 억제되었으나 대조군과 비교하여 큰 차이를 나타내지는 않았다(Fig. 7, 8, 11 및 12). 즉 아크릴릭 레진에 포함된 polyP는 실험세균들에 대해 직접적으로 강한 살균효과를 나타내지는 않는 것으로 판단되어 이전의 보고들과 일치하지 않는 바^{20,22,25}, 이는 아크릴릭 레진이 polyP와 강한 화학적 결합을 하기 때문인 것으로 여겨진다.

이 연구에서는 아크릴릭 레진에 혼합된 polyP의 세균부착 억제효과가 polyP 3%군에서 가장 높은 것으로 보이나, 임상적으로 응용 가능한 polyP의 농도는 향후의 진행된 연구를 통해 규명되어야 할 것이다.

복합레진은 유기 중합체의 기질에 무기 충전제가 함유된 복합재료로써 Bis-GMA와 가교제, 희석제들의 단량체가 경화촉진제에 의해 활성화된 중합개시제에 의해 중합되어 레진기질을 이루고, 레진의 물리적 성질을 개선하기 위해 filler가 첨가되며 레진 기질과 filler간의 결합을 위해 filler 표면에 coupling agent가 코팅되어 있다^{40,41}. 외부에서 부가적으로 혼합되는 물질에 의한 레진의 조성변화는 레진의 성상을 변화시키므로, 임상적용을 위하여는 경화시간, 팽창수축률, 기계적 강도, 심미성 및 생물학적 안정성 등에 관한 평가가 있어야 할 것으로 여겨진다. 특히 레진 내의 미반응 단량체의 존재는 중합체에 연화효과를 주어 레진의 물리적, 기계적 성질을 저하시킬 뿐만 아니라 이들 단량체의 불포화 탄소 이중결합은 중합체 기질을 산화반응에 더 취약하게 하여 변색의 원인이 되며, 레진 내의 불완전 중합 단량체는 구강 내외의 과민반응을 유발시키기 때문에⁴², 이 연구에서처럼 항우식효과 등을 도모할 목적으로 레진에 부가적인 물질을 첨가하는 경우에는 이에 따른 레진의 조성변화와 미반응 단량체의 양을 관찰하여 레진의 강도 및 기타 물리적 성질에 미치는 영향을 규명하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

이상의 고찰을 통하여 가철성 장치로 이용되는 아크릴릭 레진에 polyP를 혼합함으로써 우식유발세균의 부착이 억제될 수 있다고 가늠되나, 계속되는 연구를 통해 최적의 polyP 농도와 사슬길이, 또 polyP의 혼합에 따른 레진의 물리적 성질의 변화 및 레진내 미반응 단량체의 양, 그리고 레진으로부터의 polyP 방출량 등이 검토되어야 할 것으로 가늠된다.

V. 결 론

자가중합형 아크릴릭 레진에 polyP를 혼합하지 않은 대조군, 그리고 레진 분말에 대한 polyP(사슬길이 13과 18의 혼합물인 Calgon)의 무게비를 1%로 혼합한 polyP 1%군, 2% 혼합한 polyP 2%군 및 3% 혼합한 polyP 3%군으로 분류하여 경화시킨 후, 경화된 각각의 레진과 실험균주 *S. mutans* GS5, *S. sobrinus* 6715, *S. gordonii* G9B 및 Challis, 그리고 *P. gingivalis* 2561과 *Candida albicans* ATCC90027을 대상으로 레진표면에 대한 미생물들의 부착의 정도, 성장 억제효과 및 접촉각의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 아크릴릭 레진에 혼합된 polyP는 *S. mutans* GS5, *S. sobrinus* 6715 및 *S. gordonii* G9B의 부착을 억제하는 효과가 있었으며, polyP 3%군이 가장 효과적이었다.
2. 아크릴릭 레진에 혼합된 polyP는 실험 균주에 대해 미약한 성장억제 효과를 나타냈다.
3. PolyP가 혼합된 아크릴릭 레진 표면의 소수성이 다소 감소하는 경향을 보였다.

아크릴릭 레진에 포함된 polyP는 구강 미생물에 대해 직접적으로 강한 항균효과를 나타내지는 않는 것으로 판단되나 미생물의 부착 특히 우식원인균인 mutans streptococci의 부착을 방해하는 것으로 가늠되며, 이는 polyP의 첨가에 의한 아크릴릭 레진 표면에서 일어난 소수성의 변화가 일부 관여하는 것으로 여겨진다. PolyP가 혼합된 아크릴릭 레진의 장착은 일반적인 아크릴릭 레진으로 제작된 가철성 장치를 장착한 후 나타날 수 있는 우식 이환의 가능성을 감소시킬 수 있는 임상적 적용 가능성을 제시하였다고 여겨진다.

REFERENCES

1. Schwaninger B, Vickers-Schwaninger N : Developing an effective oral hygiene program for the orthodontic patients : Review, rationale, and recommendations. *Am J Ortho* 75:447-452, 1979.
2. Corbett JA, Brown LR, Keene HJ, et al : Comparison of *Streptococcus mutans* concentrations in non-banded and banded orthodontic patients. *J Dent Res* 60:1936-1942, 1981.
3. Zachrisson BU : Fluoride application procedures in orthodontics practice, current concept. *The Angle Orthodontics* 45:72-81, 1975.
4. 이은영, 최영철 : 아크릴릭레진상을 이용한 클로르헥시딘의 방출에 관한 연구. *대한소아치과학회지* 25:797-810, 1998.
5. 장기택, 이상훈, 김종철 등 : 불소를 포함시킨 가철성 교정 장치용 resin의 불소방 출과 굴곡강도에 관한 연구. *대한소아치과학회지* 24:428-435, 1997.
6. 홍선희, 최영철 : 교정용 브라켓의 부착시기와 클로르헥시딘 바니쉬의 도포시기에 따른 타액 내 *Streptococcus mu-*

- tans* 억제효과에 관한 연구. *경희치대 논문집* 20:167-176, 1998.
7. 양규호 : 가철성 교정장치 장착이동에서 치아우식세균에 대한 불화물과 chlorhexidine의 항균효과. *대한소아치과학회지* 20:615-630, 1993.
8. 김종배, 최유진, 백대일 등 : 예방치학. 개정판. 고문사, 1990.
9. 김종배, 최유진, 백대일 등 : 임상예방치학. 이우문화사, 1991.
10. Cooley RL, McCourt JW : F release from light-cure fluoride containing material. *J Dent Res* 69:366, 1990.
11. Cooley RL, McCourt JW : F release from light-cured glass ionomer cement : 8 month report. *Quint Int* 21:41-45, 1990.
12. Corpron RE, Clark JW : Intraoral effects of fluoride releasing device on acid softened enamel. *J Am Den Assoc* 113:383-386, 1986.
13. Miethke, Rainer R, Heinrich N : Continuous fluoride release from removable appliances. *J Cl Ortho* 22:490-491, 1988.
14. Zitz A, Gedalia I, Grajower R : Addition of fluoride compounds to acrylic resin plates : bending strength and fluoride release. *J Oral Rehabil* 8:37-41, 1981.
15. Friedman M, Harari D, Raz H, et al : Plaque inhibition by sustained release of chlorhexidine from removable appliance. *J Dent Res* 64:1319-1321, 1985.
16. Zyskind D, Steinberg D, Stabholz A, et al : The effect of sustained release application of chlorhexidine on salivary levels of *Streptococcus mutans* in partial denture wearers. *J Oral Rehabil* 17:61-66, 1990.
17. 최영철, 이은영, 이진용 : 아크릴릭레진에 혼합된 클로르헥시딘의 방출 : 새로운 방법의 약물송달시스템을 위한 예비 실험. *대한소아치과학회지* 25:259-267, 1998.
18. Kornberg A : Inorganic polyphosphate: toward making a forgotten polymer unforgettable. *J Bacteriol* 177:491-496, 1995.
19. United States Department of Agriculture : Meat and poultry products : phosphates and sodium hydroxide. *Fed Register-Rule Reg* 47:10779, 1982.
20. 공희정, 최호영 : 구강세균 *Prevotella intermedia*의 성장에 따른 polyphosphate의 영향에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 23:550-560, 1998.
21. 박석범, 최호영 : Polyphosphate가 함유된 근관충전제가 구강세균의 성장에 미치는 영향. *경희대학교 치의학 박사학위 논문* 2000.
22. 최인식, 박병래, 김홍렬 등 : *Porphyromonas gingivalis*에 대한 polyphosphate의 항균효과. *대한미생물학회지* 34:285-301, 1999.
23. Tanzer JM, Hageage Jr, GJ : Polyphosphate inhibi-

- tion of growth of plaques formed by *Streptococci* and diphtheroids implicated in oral disease. Infect Immun:604-606, 1970.
24. Shibata H, Morioka T : Antibacterial action of condensed phosphates on the bacterium *Streptococcus mutans* and experimental caries in the hamster. Arch Oral Biol 27:809-816, 1982.
 25. 최성백, 최호영 : *Porphyromonas endodontalis*에 대한 polyphosphate의 항균기전에 관한 연구. 대한치과보존학회지 23:175-182, 1998.
 26. Clark WB, Bammann LL, Gibbons RJ : Comparative estimates of bacterial affinities and adsorption sites on hydroxyapatite surfaces. Infect Immun 19:846-853, 1978.
 27. Weiss EI, Shahav M, Fuss Z : Assessment of antibacterial activity of endodontic sealers by a direct contact test. Endod Dent Traumatol 12:179-184, 1996.
 28. Jonathan W, Ravi S : Preparation of a robust hydrophobic monolayer on mica. Langmuir 10:2307-2310, 1994.
 29. Ulman A : An introduction to ultrathin organic films. Langmuir-Blodgett to Self-Assembly, New York, Academic Press, 1991.
 30. 최영철 : Effects and modes of action of chemical anti-plaque agents. 거성출판사, 1997.
 31. 이진용, 신제원, 임호남 등 : 각종 당류가 치아우식원성 세균 *mutans streptococcus*의 대사에 미치는 영향. 대한구강보건학회지 19:507-523, 1995.
 32. Anders T, Ole F : Textbook of Clinical Cariology. 2nd ed, Munksgaard.
 33. 최성백, 최호영 : Polyphosphate가 *Porphyromonas endodontalis*의 성장에 미치는 영향에 관한 연구. 경희대학교 치의학 박사 학위 논문 2000.
 34. Lesbitt WE, Doyle RJ, Taylor KG : Hydrophobic interactions and the adherence of *Streptococcus sanguis* to hydroxylapatite. Infect Immun 38:637-644, 1982.
 35. Gibbons RJ, Etherden I : Comparative hydrophobicities of oral bacteria and their adherence to salivary pellicles. Infect Immun 41:1190-1196, 1983.
 36. Clark WB, Bammann LL, Gibbons RJ : Comparative estimates of bacterial affinities and adsorption sites on hydroxyapatite surfaces. Infect Immun 19:846-853, 1978.
 37. Svanberg M, Westergren G, Olsson J : Oral implantation in humans of *Streptococcus mutans* with different degrees of hydrophobicity. Infect Immun 43:817-821, 1984.
 38. Ofek I, Doyle JR : Principles of bacterial adhesion. In : Bacterial adhesion to cells and tissues. p1-15. Chapman & Hall, New York London, 1994.
 39. Rafford DR, Chlallacomb SJ, Walter JD : Denture plaque and adherence of *Candida albicans* to denture base materials in vivo and in vitro. Crit Rev Oral Biol Med 10:99-116, 1999.
 40. 양홍서, 박영준 : 복합레진의 조성 변화가 물리적 성질에 미치는 영향에 관한 연구. 대한치과의사협회지 27:185-200, 1989.
 41. 김철위 : 구치용 콤포지트의 응용 및 평가, 대한치과의사협회지 8:663, 1986.
 42. McCabe JF, Basker RM : Tissue sensitivity to acrylic resin. Brit Dent J 140:347, 1976.
 43. Brown AT, Ruh Jr R : Negative interaction of orthophosphate with glycolytic metabolism by *Streptococcus mutans* as a possible mechanism for dental caries reduction. Arch Oral Biol 22:521-524, 1977.
 44. Kornberg A : Inorganic polyphosphate : a molecular fossil come to life. In : torriani-Gorini A, Yagil E, and Silver S(ed.), Phosphate in Microorganisms, pp 204-208, American Society for Microbiology Press, Washington D.C., 1994.
 45. 오정환, 최부병 : 의치 구내염 환자에서 분리한 *Candida albicans*의 아크릴 수지 에 대한 부착성과 타액 단백질과의 상호 관계. 경희대학교 치의학 박사 학위 논문 2000.
 46. Forche MH, Slabbert JCG, Coogan MM : Candidal antibodies in patients undergoing treatment for denture stomatitis. J Prosthet Dent 57:587-91, 1987.
 47. Fuss Z, Weiss E, Shalhav M : Antibacterial activity of calcium hydroxide-containing endodontic sealers on *Enterococcus faecalis in vitro*. Int Endod J 30:397-402, 1997.
 48. Rodriguez RJ : Polyphosphate present in DNA preparations from filamentous fungal species of *Colletotrichum* Inhibits restriction endonucleases and other enzymes. Analytical Biochemistry. 209:291-297, 1993

Reprint request to:

Sun-Hee Hong, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Kyung Hee University

1, Hoegi-Dong, Dongdaemoon-Gu, Seoul, 130-872, Korea

E-mail : khupedo@mdhouse.com

Abstract

EFFECTS OF POLYPHOSPHATE MIXED IN ACRYLIC RESIN ON THE ATTACHMENT AND GROWTH OF ORAL BACTERIA

Sun-Hee Hong, D.D.S., M.S.D., Ph. D. Yeong-Chul Choi, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

Department of Pediatrics, Division of Dentistry, Graduate School, Kyung Hee University

The purpose of this present study was to develop a new way of self-curing acrylic resin, using commercially available polyphosphate, Calgon, which is known to be antimicrobial and safe.

For the study, polyphosphate(polyP) was blended with acrylic powder and divided into four groups as follows: no polyP(control), 1% polyP, 2% polyP, and 3% polyP. For the experiment, *Streptococcus mutans* GS5, *Streptococcus sobrinus* 6715, *Streptococcus gordonii* G9B and Challis, *Porphyromonas gingivalis* 2561, and *Candida albicans* ATCC 90027 were used.

Resin specimens in each group were tested in vitro for the purpose of investigating the effect of polyP on the microbial attachment, growth and hydrophobicity of the resin surface.

The results were as follows.

1. PolyP added to the acrylic resin decreased attachment of *S. mutans* GS5, *S. sobrinus* 6715, *S. gordonii* G9B. The greater binding inhibition was found in acrylic resin polymerized with polyP at higher concentrations.
2. The addition of polyP to acrylic resin failed to significantly affect the growth of the tested microorganisms.
3. The addition of polyP to acrylic resin seemed to reduce hydrophobicity of the acrylic resin.

PolyP in acrylic resin does not seem to exert a direct antibacterial activity, but rather inhibit attachment of oral bacteria, especially mutans streptococci to saliva-coated acrylic resin. The acrylic resin reduces attachment of streptococci may be due to the decreased hydrophobicity caused by polyP added to the resin. PolyP may be included to acrylic resin to inhibit dental caries which often occurs when removable acrylic resin appliance is placed.

Key words : Acrylic resin, Polyphosphate, Bacterial attachment