รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ดวงธิดา ชุติมานุตสกุล, สมหมาย ชอบอิสระ, วันดี อภิณหสมิต, บัญชา ธนบุญสมบัติ. 2543. ผลของระยะเวลาก่อนการกระตุ้นการเกิดพอลิเมอร์ด้วยแสงต่อกำลังแรงยึดแบบเฉือนและความยาวเรซินแทกของวัสดุผนึกหลุมร่องฟันในฟันกรามน้ำนม. ว. ทันต. 50 : 419-433.

เรวดี ต่อประดิษฐ์, จันทนา อึ้งชูศักดิ์, มุกดา รุ่งรัตน์ธวัชชัย, และคมสรรพ์ บุณยสิงห์. 2542. สภาวะโรคฟันผุเมื่อสำรวจด้วยเกณฑ์วัดโรคฟันผุก่อนมีรูผุ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลก. ว. ทันตสาธารณสุข. 4 : 27-34.

สาธารณสุข, กระทรวง กรมอนามัย กองทันตสาธารณสุข. 2545. รายงานผลการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2543 – 2544. กรุงเทพมหานคร : สามเจริญพาณิชย์

สุภาภรณ์ จงวิศาล, ปิยะนุช สายสุวรรณ์ และ ทิพวรรณ ธราภิวัฒนานนท์. 2546. แรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันต่างชนิด : การศึกษาในห้องปฏิบัติการ. ว. ทันต จุฬาฯ. 26 : 23-28.

องค์การอนามัยโลก. 2541. การสำรวจสภาวะทันตสุขภาพ แบบมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 4 ปี ค.ศ. 1997. แปลโดย ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ กรมอนามัย. เชียงใหม่ : บริษัทกลางเวียงการพิมพ์.

ภาษาอังกฤษ

ADA council on access, prevention and interprofessional relations; ADA council on scientific affairs. 1997. Dental Sealants. J Am Dent Assoc. 123 : 485-488.

Anusavice, K. J. 1996. Phillips' science of dental materials. 10th ed. , pp. 311-313. Philadelphia. : W. B. Saunders.

Arends, J. , and Chirstoffersen, J. 1986. The nature of early caries lesions in enamel. J Dent Res. 65 : 2-11.

Backer-Dirks, O. 1966. Posteruptive changes in dental enamel. J Dent Res. 45 : 503-511.

Barbakow, F. , Imfeld T. , and Lutz F. 1991. Enamel remineralization : how to explain it to patients. Quintessence Int. 22 : 341-347.

Barkmeier, W. W. , Gwinnett, J. A. , and Shaffer, S. E. 1985. Effects of enamel

etching time on bond strength and morphology. J Clin Orthod. 19 : 36-38.

Barkmeier, W. W. , Shaffer, S. E. , and Gwinnett, J. A. 1986. Effects of 15 vs. 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. Oper Dent. 11 : 111-116.

Barkmeier, W. W. , and Cooley, R. L. 1992. Laboratory evaluation of adhesive systems. Oper Dent. Suppl 5 : 50-61.

Bastos, P. A. M. , Retief, D. H. , Bradley, E. L. , and Denys, F. R. 1988. Effect of etch duration on the shear bond strength of a microfill composite resin to enamel. Am J Dent. 1 : 151-157.

Bayne, S. C. , Fleming, J. E. , and Faison, S. 1982. SEM – EDS analysis of macro and micro resin tags of laminates [abstract 1128]. J Dent Res. 61 : 304

Bayne, S. C. and Tayler, D. F. 1995. Dental materials. In Sturdevant, C. M. , Roberson, T. M. , Heyman, H. O. , and Sturdevant, J. R. (eds), The art and science of operative dentistry. 3rd ed. , pp. 207-251. Missouri : Mosby.

Bayne, S. C. 2002. Bonding to dental substrate. In Craig, R. G. , and Powers, J. M. (eds), Restorative dental materials. 11th ed. , pp. 260-287. Missouri : Mosby.

Bayne, S. C. , Thompson, J. Y. , and Taylor, D. F. 2002. Dental materials. In Roberson, T. M. , Heyman, H. O. , and Swift, E. J. (eds), Sturdevant's art & science of operative dentistry. 4th ed. , pp. 181-188. Missouri : Mosby.

Beiswanger, B. B. 1996. The clinical validation of early caries detection methodologies. In Stookey, G. K. (ed), Early detection of dental caries : Preceedings of the 1st annual Indiana conference Indianapolis, Indiana, pp. 281-285. Indiana University School of Dentistry.

Brannstrom, M. , and Nordenvall, K. J. 1977. The effect of acid etching on enamel, dentin, and the inner surface of the resin restoration : a scanning electron microscopic investigation. J Dent Res. 56 : 917-923.

Brauer, G. M. 1978. Properties of sealants containing Bis – GMA and various diluents. J Dent Res. 57 : 597-607.

Buonocore, M. G. 1955. A simple method of increasing the adhesive of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 34(6) : 849-853.

Buonocore, M. G. 1968. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. Archs Oral Biol. 13 : 61-70.

Buonocore, M. G. 1973. Adhesives in the prevention of caries. J Am Dent Assoc. 87 : 1000-1005.

Chosack, A. , Eidelman, E. Effect of the time from application until exposure to light on the tag lengths of a visible light – polymerized sealant. Dent Mater. 4 : 302-306.

Christoffersen, J. , and Arends, J. 1982. Progress of artificial carious lesions in enamel. Caries Res. 16 : 433-439.

Clarkson, B. H. 1999. Introduction to cariology. Dent Clin North Am. 43 : 569-578.

Crim, G. A. , and Shay, J. S. 1987. Effect of etchant time on microleakage. J Dent Child. 54 : 339-340.

Cueto, E. I. , Buonocore, M. G. 1967. Sealing of pits and fissures with an adhesive resin : its use in caries prevention. JADA. 75 : 121-128.

Darling, A. I. 1961. The selective attack of caries of the dental enamel. Ann Roy Coll Surg Engl. 19 : 354-369. Cited in Mejare, I. , and Brannstrom, M. 1985. Deep bacterial penetration of early proximal caries lesions in young human premolars. J Dent Child. 52 : 103-107.

Davila, J. M. , Buonocore, M. G. , Greeley, C. B. , and Provenza, D. V. 1975. Adhesive penetration in human artificial and natural white spots. J Dent Res. 34 : 999-1008.

Dehoff, P. H. , Anusavice, K. J. , and Wang, Z. 1995. Three – dimensional finite element analysis of the shear bond test. Dent Mater. 11 : 126-131.

Dennison, J. B. and Craig, R. G. 2002. Preventive materials. In Craig, R. G. , and Powers, J. M. (eds.), Restorative Dental Materials. 11th ed. , pp. 205-211. Missouri : Mosby.

Duggal, M. S. , Tahmassebi, J. F. , Toumba, K. J. , and Mavromati, C. 1997. The effect of different etching times on the retention of fissure sealants in second primary and first permanent molars. Int J Paediatr Dent. 7 : 81-86.

Fan, P. L. , Seluk, L. W. , and O'Brien, W. J. 1974. Penetrativity of sealants : I. J Dent Res. 54 : 262-264.

Feigal, R. J. 1998. Sealants and preventive restorations : review of effectiveness and clinical changes for improvement. Pediatr Dent. 20(2) : 85-92.

Ferracane, J. L. 1995. Materials in dentistry : principles and applications. Preventive materials. , pp. 22-24, 30-31. Philadelphia. J. B. : Lippincott.

Fox, N. A. , McCabe, J. F. , and Buckley, J. G. 1994. A critique of bond strength testing in orthodontics. Br J Orthod. 21 : 33-43.

Gali, K. A. , and Wright, G. Z. 1979. Effects of various acids on the buccal surface of human permanent teeth : a study using scanning electron microscopy. Pediatr Dent. 1 : 155-159.

Gangler, P. , Noren, J. G. , Hoyer, I. , Bjarnason, S. , Kraft, U. , Odelius, H. , and Wucherpfennig, G. 1993. Reactivity of young and old human enamel to demineralization. J Dent Res. 101 : 345-349.

Garcia – Godoy, F. , Summitt, J. B. , and Donly, K. J. 1997. Caries progression of white spot lesions sealed with an unfilled resin. J Clin Pediatr Dent. 21 : 141-143.

Gilpatrick, R. O. , Kaplan, I. , Roach, D. 1994. Microleakage of composite resin restorations with various etching times. Quintessence Int. 25(8) : 573-576.

Gilpatrick, R. O. , Ross, J. A. , and Simonsen, R. J. 1991. Resin-to-enamel bond strength with various etching times. Quintessence Int. 22 : 1991.

Goepferd, S. J. , and Olberding, P. 1989. The effect of sealing white spot lesions on lesion progression in vitro. Pediatr Dent. 11 : 14-16.

Going, R. E. 1984. Sealant effect on incipient caries, enamel maturation, and future caries susceptibility. J Dent Educ. 48 : 35-41.

Gray, G. B. , and Shellis, P. 2002. Infiltration of resin into white spot caries – like lesions of enamel : an in vitro study. Eur J Prosthodont Rest Dent. 10 : 27-32.

Gunadi, G. , and Nakabayashi N. 1997. Preparation of an effective light – cured bonding agent for orthodontic application. Dent Mater. 13 : 7-12.

Gwinnett, A. J. 1971. Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. Arch Oral Biol. 16 : 731-738.

Gwinnett, A. J. , and Garcia-Godoy, F. 1992. Effect of etching time and acid

concentration on resin shear bond strength to primary tooth enamel. Am J Dent. 5 : 237-239.

Handelman, S. L. , Shey, Z. 1996. Michael Buonocore and the Eastman Dental Center : A Historic Perspective on Sealants. J Dent Res. 75(1) : 529-534.

Handelman, S. L. , Leverett, D. H. , Espeland, M. , and Curzon, J. 1987. Retention of sealants over carious and sound tooth surfaces. Community Dent Oral Epidemiol. 15 : 1-5.

Handelman, S. L. , Washburnm, F. , and Wopperer, P. 1976. Two-year report of sealant effect on bacteria in dental caries. J Am Dent Assoc. 93 : 967-970.

Hara, A. T. , Pimenta, L. A. F. , and Rodrigues Jr, A. L. 2001. Influence of cross – head speed on resin – dentin shear bond strength. Dent Mater. 17 : 165-169

Heller, K. E. , Reed, S. G. , Bruner, F. W. , Eklund, S. A. , and Burt, B. A. 1995. Longitudinal evaluation of sealing molars with and without incipient dental caries in a public health program. J Public Health Dent. 55 : 148-153.

Hicks, M. J. , and Silverstone, L. M. 1982a. Fissure sealants and dental enamel. Caries Res. 16 : 353-360.

Hicks, M. J. , and Silverstone, L. M. 1982b. The effect of sealant application and sealant loss on caries-like lesion formation in vitro. Pediatr Dent. 4 : 111-114.

Hicks, M. J. , and Silverstone, L. M. 1984. Acid-etching of caries-like lesion of enamel : A polarized light microscopic study. Caries Res. 18 : 315-326.

Hicks, M. J. , and Silverstone, L. M. 1985. Internal morphology of surface zones from acid-etched caries-like lesions : A scanning electron microscopic study. J Dent Res. 64 : 1296-1301.

Holman, L. , Thylstrup, A. , Ø gaard, B. , and Kragh, F. 1985. A scanning electron microscopic study of progressive stages of enamel caries in vivo. Caries Res. 19 : 355-367.

Hughes, T. J. , Kerr, S. , and Powers, J. M. 2003. Clinical study of the effect of no prophylaxis and reduced etching time on bond strength. J Clin Ortho. 36(2) : 99-100.

International Organization for Standardization, 1994. ISO/TR 11405 Dental material – Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Geneva, Switzerland.

International Organization for Standardization, 2003. ISO/TS 11405 Dental material – testing of adhesion to tooth structure. Geneva, Switzerland.

Irinoda, Y. , Matsumura, Y. , Kito, H. , Nakano, T. , Toyama, T. , Nakagaki, H. , and Tsuchiya, T. 2000. Effect of sealant viscosity on the penetration of resin into etched human enamel. Oper Dent. 25 : 274-282.

Jenkins, G. N. 1978. The physiology of the mouth. Oxford : Blackwell Scientific Publications. Cited in Fox, N. A. , McCabe, J. F. , and Buckley, J. G. 1994. A critique of bond strength testing in orthodontics. Br J Orthod. 21 : 33-43.

Kersten, S. , Lutz, F. , and Schupbach, P. 2000. Fissure sealing : optimization of sealant penetration and sealing properties. Am J Dent. 14 : 127-131.

Kidd, E. A. M. 1996. The carious lesion in enamel. In Murray J. J. (ed.), The prevention of oral disease. 3rd ed. , pp. 95-106. New York : Oxford University.

Kidd, E. A. M. 1999. Caries management. Dent Clin North Am. 43 : 743-764.

Kitasako. Y. , Burrow, M. F. , Nikaido, T. , Harada, N. , Inokoshi, S. , Yamada, T. , and Takatsu, T. 1995. Shear and tensile bond testing for resin cement evaluation. Dent Mater. 11 : 298-304.

Kohn, D. H. 2002. Mechanical properties. In Craig, R. G. , and Powers, J. M. (eds.), Restorative Dental Materials. 11th ed. , pp. 260-287. Missouri : Mosby.

Kotsanos, N. , and Darling, A. I. , 1991. Influence of posteruptive age of enamel on its susceptibility to artificial caries. Caries Res. 25 : 241-250.

Larson, M. J. , and Pearce, E. I. F. 1992. Some notes on the diffusion of acidic and alkaline agents into natural human caries lesion in vitro. Arch Oral Biol. 37 : 411-416.

Lee, C. Q. , Shey, Z. , and Cobb, C. M. 1995. Microscopic appearance of enamel white – spot lesions after acid etching. Quintessence Int. 26 : 279-284.

Legler, L. R. , Retief, D. H. , Bradley, E. L. 1990. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch : An in vitro study. Am J Orthod Dentofac Orthop. 98 : 154-160.

Meerbeek, B. V. , Inoue, S. , Perdigao, J. , Lambrechts, P. , and Vanherle, G. 2001. Enamel and dentin adhesion. In Summitt, J. B. , Robbins, J. W. , and Schwartz, R. S. (eds.), Fundamentals of operative dentistry : A contemporary approach. 2nd ed. , pp. 178-235. Singapore : Quintessence.

Mejare, I. , and Brannstrom, M. 1985. Deep bacterial penetration of early proximal caries lesions in young human premolars. J Dent Child. 52 : 103-107.

Mertz-Fairhurst, E. J. , Schuster, G. S. , Williams, J. W. , and Fairhurst, C. W. 1979. Clinical progress of sealed and unsealed caries. Part I : Depth changes and bacterial counts. J Prosthet Dent. 42 : 521-526.

Mertz-Fairhurst, E. J. , Schuster, G. S. , and Fairhurst, C. W. 1986. Arresting caries by sealants : results of a clinical study. J Am Dent Assoc. 112 : 194-197.

Moreno, E. C. , and Zahradnik, R. T. 1974. Chemistry of enamel subsurface demineralization in vitro. J Dent Res 53 : 226-235.

Mount G. J. , and Ngo, H. 2000. Minimal intervention : Early lesions. Quintessence Int. 31 : 535-546.

Mount G. J. 2003. Minimal intervention dentistry : rationale of cavity design. Oper Dent. 28 : 92-99.

Nakabayashi, N. , Kojima, K. , and Masuhara, E. 1982. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. J Biomed Mater Res. 16 : 265-273. Cited in Shimada, Y. , Senawongse, P. , Harnirattisai, C. , Burrow, M. F. , Nakaoki, Y. , and Tagami, J. 2002. Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. Oper Dent. 27 : 403-409.

Nakabayashi, N. , and Pashley, D. H. 1998. Acid conditioning and hybridization of substrates. Hybridization of dental hard tissue. , pp. 37-56. Osaka : Quintessence.

Nakajima, M. , Sano, H. , Burrow, M. F. , Tagami, J. , Yoshiyama, M. , Ebisu, S. , Ciucchi, B. , Russell, C. M. , and Pashley, D. H. 1995. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries – affected dentin using dentin adhesives. J Dent Res. 74 : 1679-1688.

National Institute of Health. 1984. Consensus development conference statement on dental sealants in the prevention of tooth decay. J Am Dent Assoc. 108 : 233-236.

Newbrun, E. 1989. Histopathology of dental caries. In Peppers, L. G. (ed), Cariology. 3rd ed. , pp. 245-272. Michigan : Quintessence.

Noort, R. V. 1994. Enamel and dentin bonding. Introduction to dental materials. , pp. 136-140. Spain : Mosby.

Nyvad, B. , Machiulskiene, V. , and Baelum, V. 1999. Reliability of a new caries diagnostic system differentiation between active and inactive caries lesions. Caries Res. 33 : 252-260.

O'Brien, W. J. 2002. Surface phenomena and adhesion to tooth structure. Dental materials and their selection. 3rd ed. , pp. 62-73. Canada : Quintessence.

Oilo, G. 1993. Bond strength testing – what does it mean?. Int Dent J. 43 : 492-498.

Olsen, M. E. , Bishara, S. E. , Boyer, D. B. , and Jakobsen, J. R. 1996. Effect of varying etching times on the bond strength of ceramic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 109 : 403-9.

Park, K. , Georgescu, M. , Scherer, W. , and Schulman, A. 1993. Comparison of shear strength, fracture patterns and microleakage among unfilled, filled, and fluoride – releasing sealants. Pediatr Dent. 15 : 418-420.

Percinoto, C. , Cunha, R. F. , Delbem, A. C. , and Aragones, A. 1995. Penetration of a light – cured glass ionomer amd a resin sealant into occlusal fissures abd etched enamel. Am J Dent. 8 : 20-22.

Raadal, M. , Espelid, I. , and Mejare, I. 2001. The caries lesion and its management in children and adolescents. In Koch, G. , and Poulsen, S. (eds), Pediatric dentistry – a clinical approach. , pp. 173-212. Copenhagen : Munksgaard.

Reisine, S. , and Douglass, J. M. 1998. Psychosocial and behavioral issues in early childhood caries. Community Dent Oral Epidemiol. 26 : 32-44.

Retief, D. H. 1973. Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. J Dent Res. 52 : 333-341.

Retief, D. H. 1978. The mechanical bond. Int Dent J. 28 : 18-27.

Retief, D. H. 1991. Standardizing laboratory adhesion tests. Am J Dent. 4 : 231-236.

Riley, E. 1997. Standard laboratory operating procedures : Preparation of Carbopol demineralizing solution. Oral Health Research Institute, Indianapolis, Indiana.

Robinson, C. , Brookes, S. J. , Kirkham, J. , Wood, S. R. , and Shore, R. C. 2001. In vitro studies of the penetration of adhesive resins into artificial caries-like lesions. Caries Res. 35 : 136-141.

Rock, W. P. , Potts, A. J. , Marchment, M. D. , Clayton-Smith, A. J. , Galuszka, M. A. 1989. The visibility of clear and opaque fissure sealants. Br Dent J. 167 : 395-396.

Rock, W. P. , Weatherill, S. , and Anderson, R. J. 1990. Retention of three fissure sealant resins. The effect of etching agent and curing method. Results over 3 years. Br Dent J. 168 : 323-325.

Rodda, J. C. 1983. Impregnation of caries – like lesions with dental resins. N Z Dent J. 79 : 114-7.

Sakaki, T. , Fukushima, T. , Kawai, S. , and Matsumoto, M. 1994. Effect of physical properties of direct bonding to etched enamel. J Prosthet Dent. 71 : 552-559.

Schmidlin, P. R. , Zehnder, M. , Pasqualetti, T. , Imfeld, T. , and Besek, M. J. 2004 Penetration of a bonding agent into de- and remineralization enamel in vitro. J Adhes Dent. In press.

Seppa, L. , Alakuijala, P. , and Karvonen, I. 1985. A scanning electron microscopic study of bacterial penetration of human enamel in incipient caries. Arch oral Biol. 30 : 595-598.

Shaffer, S. E. , and Barkmeier, W. W. 1986. Effect of reduced acid-conditioning time on enamel microleakage. J Dent. Res. 65 : 258 (abstr No. 803).

Shapira, J. , Fuks, A. , Chosack, A. , Houpt, M. , Eidelman, E. 1990. Comparative clinical study of autopolymerized and light-polymerized fissure sealants ; five - year results. Pediatr Dent. 12 : 168-169.

Shimada, Y. , Senawongse, P. , Harnirattisai, C. , Burrow, M. F. , Nakaoki, Y. , and Tagami, J. 2002. Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. Oper Dent. 27 : 403-409.

Shinchi, M. J. , Soma K. , and Nakabayashi, N. 2000. The effect of phosphoric acid concentration on resin tag length and bond strength of a photo _ cured resin to acid – etched enamel. Dent Mater. 16 : 324-329.

Silverstone, L. M. 1967. The histopathology of enamel lesions produced in vitro and their relation with enamel caries. PhD thesis university of Bristol. Cited in Hicks, M. J. , and Silverstone, L. M. 1984. Acid-etching of caries-like lesion of enamel : A polarized light microscopic study. Caries Res. 18 : 315-326.

Silverstone, L. M. 1968. The surface zone in caries and in caries-like lesions produced in vitro. Br Dent J. 20 : 145-157.

Silverstone, L. M. 1973. The structure of carious enamel including the early lesion. Oral Sci. Rev. 4 : 100-160. Cited in Hicks, M. J. , and Silverstone, L. M. 1984. Acid-etching of caries-like lesion of enamel : A polarized light microscopic study. Caries Res. 18 : 315-326.

Silverstone, L. M. 1974. Fissure sealants : Laboratory studies. Caries Res. 8 : 2-26

Silverstone, L. M. , Saxton, C. A. , Dogon, I. L. , and Fejerskov, O. 1975. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. Caries Res. 9 : 373-387.

Silverstone, L. M. 1977. Fissure sealants : The susceptibility to dissolution of acid-etched and subsequently abraded enamel in vitro. Caries Res. 11 : 46-51.

Silverstone, L. M. , Johnson, N. W. , Hardie, J. M. , and Williams, R. A. D. 1981. Enamel caries. In Silverstone, L. M. , Johnson, N. W. , Hardie, J. M. and Williams, R. A. D. (eds), Dental caries aetiology, pathology and prevention. , pp. 133-161. Hong Kong : The Macmillan press.

Silverstone, L. M. 1983. Fissure sealants : the enamel-resin interface. J Public Health. Dent. 43 : 205-215.

Silverstone, L. M. 1984. Acid-etching of caries-like lesion of enamel : A polarized light microscopic study. Caries Res. 18 : 315-326.

Silverstone, L. M. , Hicks, M. J. , and Featherstone, M. J. 1988. Dynamic factors affecting lesion initiation and progression in human dental enamel. II. Surface morphology of sound enamel and caries-like lesions of enamel. Quintessence Int. 19 : 773-785.

Simonsen R. J. 2002. Pit and fissure sealant : review of the literature. Pediatr Dent. 24 : 393-414.

Smith, D. C. 1982. Development of resins for preventive dentistry. In Warfel, D. A. (ed), Pediatric dentistry : Scientific foundations and clinical practice. , pp. 660-673. Missouri : Mosby.

Swift, E. J. , and Cloe, B. C. 1993. Shear bond strengths of new enamel etchants. Am J Dent. 6 : 162-164.

Swift, E. J. , Perdigao, J. , and Heymann H. O. 1995. Bonding to enamel and dentin : A brief history and state of the art, 1995. Quintessence Int. 26 : 95-110.

Tandon, S. , Kumari, R. , and Udupa, S. 1989. The effect of etch-time on the bond strength of a sealant and on the etch-pattern in primary and permanent enamel : an evaluation. J Dent Child. 56 : 186-190.

Thylstrup, A. , Featherstone, J. D. , Fu, J. , et al. 1983. Surface morphology and dynamics of early enamel caries development. In Leach, S. A. , Edgar, W. M. (eds), Demineralization and remineralization of the teeth. , pp. 211-222. Oxford : IRL Press. Cited in Zero, D. T. 1999. Dental caries process. Dent Clin North Am. 43 : 635-664.

Tinanoff, N. 1988. Dental caries : etiology, pathogenesis, clinical manifestations, and management. In Wei, Stephen H. Y. (ed.), Pediatric dentistry : total patient care, pp. 9-22. Philadelphia : Lea & Febiger.

van Dorp, C. S. E. , and ten Cate, J. M. 1987. Bonding of fissure sealant to etched demineralized enamel (lesions). Caries Res. 21 : 513-521.

Van Noort, R. , Noroozi, S. , Howard, I. C. , and Cardew. 1989. A critique of bond strength measurements. J Dent. 17 : 61-67.

Versluis, A. , Tantbirojn, D. , and Douglas, W. H. 1997. Why do shear bond tests pull out dentin?. J Dent Res. 76 : 1298-1307.

Wang, W. N. , and Lu, T. C. 1991. Bond strength with various etching times on young permanent teeth. Am J Orthod Dentofac Orthop. 100 : 72-79.

White, D. J. 1987. Use of synthetic polymer gels for artificial carious lesion preparation. Caries Res. 21 : 228-242.

Winston, A. E. , and Bhaskar, S. N. 1998. Caries prevention in the 21st century. J Am Dent Assoc. 129 : 1579-1587.

Zero, D. T. 1999. Dental caries process. Dent Clin North Am. 43 : 635-664.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การวิจัยนำร่อง

การวิจัยนำร่องนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1. การศึกษาถึงความลึกของรอยผุจำลอง เมื่อแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุในระยะเวลาต่างๆกัน เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสม ในการสร้างรอยผุจำลองให้มีความลึกเพียงพอที่จะทำการวิจัยได้ คือมีความลึก 60 ไมโครเมตรขึ้นไป และไม่เกิน 200 ไมโครเมตร

ส่วนที่ 2. การทดสอบแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองระยะเริ่มแรก เมื่อใช้กรดกัดผิวรอยผุนาน 30, 15, และ 5 วินาที และบนผิวเคลือบฟันปกติ เมื่อใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันนาน 30 วินาที เพื่อหาจำนวนตัวอย่างต่อกลุ่มที่เหมาะสม

ส่วนที่ 1. การศึกษาถึงความลึกของรอยผุจำลอง

การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

นำฟันกรามน้อยถาวรจำนวน 5 ซี่ มาตัดรากฟันทิ้งและขัดผิวเคลือบฟันด้วยผงพัมมิสผสมน้ำนาน 15 วินาที ติดกระดาษกาวสองหน้าชนิดหนา 0.8 มิลลิเมตรขนาด 21 X 25 มิลลิเมตรลงบนกระเบื้องแผ่นราบ วางฟันให้ด้านใกล้แก้ม อยู่ในระนาบเดียวกันกับแผ่นกระเบื้องมากที่สุด จากนั้นนำท่อพลาสติกที่มีหน้าตัดเรียบ เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกขนาด 22 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 17 มิลลิเมตร สูง 15 มิลลิเมตร วางครอบฟันให้ขอบท่อพลาสติกแนบสนิทกับกระดาษกาวสองหน้าชั้นล่าง เทเรซินหล่อใสลงยึดชิ้นฟันกับท่อพลาสติกหลังวัสดุแข็งตัวเต็มที่ ค่อยๆดึงท่อพลาสติกออกจากกระเบื้อง ขัดผิวเคลือบฟันพร้อมกับขอบท่อพลาสติกด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ โดยใช้แท่นหมุนสำหรับช่วยในการขัด ร่วมกับการใช้น้ำและกระดาษทรายน้ำขนาด 600 กริท เพื่อให้ผิวเคลือบฟันเรียบ อยู่ในระนาบเดียวกับขอบท่อ มีพื้นที่เส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย 3 มิลลิเมตรและอยู่เฉพาะในชั้นผิวเคลือบฟันเท่านั้น นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดมาส่องด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคปกำลังขยาย 40 เท่า ส่องบริเวณที่จะทำการทดลอง เพื่อคัดเลือกชิ้นฟันที่ไม่มีรอยแตกร้าว รอยผุและรอยอุดมาเตรียมชิ้นตัวอย่าง

การเตรียมชิ้นตัวอย่างเพื่อสร้างรอยผุจำลอง

นำชิ้นตัวอย่างมาทาผิวเคลือบฟันทั้งหมดด้วยยาทาเล็บยกเว้นหน้าต่างรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร เพื่อเป็นบริเวณสำหรับสร้างรอยผุจำลองในระยะเริ่มแรกบนผิวเคลือบฟัน

การเตรียมสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ

เตรียมตามข้อแนะนำขั้นตอนการเตรียมสารของ Riley (1997) โดยมีส่วนผสมของกรดแลคติกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ กรดโพลีอะคริลิกความเข้มข้นร้อยละ 2 (Carbopol C907 B.F. Goodrich company, Indiana USA) และไฮดรอกซีอะพาไทท์ (BioRAD, USA) สารละลายมีความเป็นกรดเท่ากับ 5.0 อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (White, 1987)

การสร้างรอยผุจำลอง

จากการคำนวณความลึกของรอยผุจำลอง จากสูตร $r_1^3 = \alpha t + q$ (Christoffersen and Arends, 1982) และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของรอยผุจำลอง (r_1) และรากที่สามของระยะเวลา (ชั่วโมง) การเกิดการสูญเสียแร่ธาตุ ($t^{1/3}$) (White, 1987) โดยที่ค่า α และ q เป็นค่าคงที่ พบว่าจะประมาณค่าความลึกของรอยผุจำลองได้ดังนี้

- 4 วัน (ประมาณ96 ชั่วโมง) จะได้รอยผุจำลองที่มีความลึกประมาณ 35 ไมโครเมตร
- 8 วัน (ประมาณ192 ชั่วโมง) จะได้รอยผุจำลองที่มีความลึกประมาณ 60 ไมโครเมตร
- 13 วัน (ประมาณ312 ชั่วโมง) จะได้รอยผุจำลองที่มีความลึกประมาณ 80 ไมโครเมตร

จากนั้นจึงนำชิ้นตัวอย่างแช่ในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุปริมาตร 25 มิลลิลิตร ในระยะเวลาต่างๆ ได้แก่

- 4 วัน (ประมาณ 96 ชั่วโมง) จำนวน 1 ชิ้
- 8 วัน (ประมาณ 192 ชั่วโมง) จำนวน 1 ชิ้
- 13 วัน (ประมาณ312 ชั่วโมง) จำนวน 3 ชิ้

การวัดความลึกของรอยผุจำลอง

นำชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการสร้างรอยผุจำลองแล้ว มาเคาะเอาส่วนท่อพลาสติกออก นำเฉพาะส่วนชิ้นฟันและเรซินที่ยึดชิ้นฟันมาวางในแบบพิมพ์ และเทเรซินเพื่อสร้างแบบยึดสำหรับตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟัน จากนั้นตัดชิ้นตัวอย่างให้ผ่านรอยผุ โดยให้มีความหนาประมาณ 300

ไมโครเมตร เพื่อนำชิ้นรอยผุไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดเรืองแสงร่วมกับการใช้น้ำ (water imbibition) โดยใช้กำลังขยาย 40 เท่า และวัดความลึกของรอยผุจำลองด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ (Pixera Studio Pro)

ผลการวิจัยนำร่อง

ความลึกของรอยผุจำลองเมื่อแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุในระยะเวลาต่างกัน ได้ผลดังในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและ ค่าความลึกเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรอยผุจำลองที่เกิดจากการแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุในระยะเวลาต่างกัน (การวิจัยนำร่อง)

จำนวนวัน / ความลึก	4 วัน	8 วัน	13 วัน		
			ซี่ที่ 1	ซี่ที่ 2	ซี่ที่ 3
ความลึกสูงสุด (maximum)	75.48	141.60 *	212.83	145.43	174.62
ความลึกต่ำสุด (minimum)	35.58	118.76 *	78.85	110.62	60.23
ความลึกเฉลี่ย (mean) [S.D.]	62.48 [11.14]	136.19 * [7.04]	184.57 [39.06]	124.78 [7.57]	140.70 [22.98]
			150.01 [36.50]		

* วัดความลึกของรอยผุได้เพียง ¾ ของความยาวรอยผุ เนื่องจากชิ้นรอยผุแตกหักหลุดจากเรซินขณะตัดด้วยเครื่องตัดฟัน

จากผลการวิจัยนำร่อง พบว่าความลึกเฉลี่ยของรอยผุจำลองมีค่ามากกว่าค่าความลึกที่ประมาณได้จากสูตรของ Christoffersen และ Arends (1982) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโครงสร้างฟันของคนไทยมีปริมาณแร่ธาตุต่างๆ รวมทั้งฟลูออไรด์ที่ต่างจากฟันของคนต่างชาติ นอกจากนี้ Kotsanos และ Darling (1991) พบว่าอายุของฟัน (posteruptive age) มีผลต่อความไวของการเกิดรอยผุจำลอง โดยความไวของการเกิดรอยผุจำลองในชั้นเคลือบฟันจะลดน้อยลง เมื่ออายุของฟันมากขึ้น เนื่องจากฟันที่ขึ้นมานานกว่าจะมีผิวเคลือบฟันที่สะสมแร่ธาตุได้สมบูรณ์มากกว่า และมีอัตราการซึมผ่านน้อยกว่าฟันที่เพิ่งขึ้น เนื่องจากฟันที่ใช้ใน

งานวิจัยนี้ เป็นฟันที่ถูกถอนมาจากผู้ป่วยเพื่อการจัดฟัน อาจมาจากผู้ป่วยที่มีอายุไม่มาก ดังนั้นอายุของฟัน อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้รอยผุจำลองที่สร้างได้มีความลึกมากกว่าค่าความลึกจากการคำนวณตามสูตร

จากผลการวิจัยนำร่องพบว่าความลึกของรอยผุจำลองเมื่อแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ เป็นระยะเวลานาน 8 วัน มีค่ามากกว่าค่าความยาวของ เรซินแทกในบริเวณผิวรอยผุ ซึ่งมีค่าประมาณ 40 – 60 ไมโครเมตร (Davila และคณะ, 1975) จึงเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการสร้างรอยผุจำลอง

ส่วนที่ 2. การศึกษาแรงยึดเฉือน

การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

เตรียมชิ้นตัวอย่าง 20 ตัวอย่างในลักษณะเช่นเดียวกับการวิจัยนำร่องส่วนที่ 1

การแบ่งชิ้นตัวอย่างเข้าสู่การทดลอง

นำชิ้นตัวอย่างมาแบ่งเพื่อเข้าสู่การทดลองโดยวิธีสุ่มด้วยการจับฉลาก จำนวนกลุ่มละ 5 ตัวอย่าง ดังนี้

1. กลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่เคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนผิวเคลือบฟันปกติ โดยใช้เวลาการกัดด้วยกรด 30 วินาที

2. กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ได้แก่

2.1. กลุ่มทดลองที่ 1 คือกลุ่มที่เคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองในระยะ เริ่มแรก โดยใช้เวลาการกัดด้วยกรด 30 วินาที

2.2. กลุ่มทดลองที่ 2 คือกลุ่มที่เคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองในระยะเริ่มแรก โดยใช้เวลาเวลาการกัดด้วยกรด 15 วินาที

2.3. กลุ่มทดลองที่ 3 คือกลุ่มที่เคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองในระยะเริ่มแรก โดยใช้เวลาเวลาการกัดด้วยกรด 5 วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสร้างรอยผุจำลอง

นำชิ้นตัวอย่างในกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มมาสร้างรอยผุจำลองโดยแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุนาน 13 วัน (White, 1987; การวิจัยนำร่องส่วนที่ 1)

การเตรียมชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบ

นำแบบสำหรับหล่อวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน ซึ่งทำจากซิลิโคนขนาด 10 X 10 X 2 มิลลิเมตรและติดกับเทปกาวสองหน้าชนิดบาง มีรูตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร มาวางติดลงบนผิวชิ้นตัวอย่าง โดยวางให้เผยส่วนผิวเคลือบฟันที่กรดกัดแล้วและกดให้แนบสนิท จากนั้นเติมวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันลงในรูของแบบหล่อจนเต็มด้วยปลายท่อขนาดเล็ก และฉายแสงทันทีเป็นเวลา 20 วินาที ให้ปลายหลอดนำแสงอยู่ใกล้วัสดุมากที่สุด โดยห่างประมาณ 1 – 2 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องฉายแสงที่ได้รับการควบคุมว่ามีความเข้มแสงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก่อนใช้งานในแต่ละวัน จากนั้นใช้ใบมีดคมกรีดแบบหล่อในแนวรัศมี ค่อยๆดึงชิ้นแบบหล่อออกทางด้านข้างทีละส่วน และนำชิ้นตัวอย่างแช่ในน้ำกลั่นเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การทดสอบแรงยึดเฉือน

นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดไปทดสอบแรงยึดเฉือนด้วยเครื่องทดสอบสากล (Instron Universal Testing Machine) โดยใช้หัวทดสอบชนิดใบมีดปลายตัดขนาด 1 มิลลิเมตร หัวทดสอบเคลื่อนด้วยความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที จากนั้นนำค่าแรงยึดเฉือนในหน่วยนิวตัน (Newton) มาคำนวณเป็นหน่วยเมกกะปาสคาลและนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

พิจารณาคัดชิ้นตัวอย่างที่มีข้อผิดพลาดในการเตรียมชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบออกจากแต่ละกลุ่ม ได้แก่ ชิ้นตัวอย่างที่แท่งวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันมีขอบชิดกับขอบหน้าต่างด้านใดด้านหนึ่ง เนื่องจากวางแบบหล่อวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันได้ไม่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของรอยผุจำลอง และชิ้นตัวอย่างที่วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันมีรอยรั่วซึมออกมานอกบริเวณที่ต้องการศึกษาอย่างชัดเจน

ผลการวิจัยนำร่อง

จากการคัดชิ้นตัวอย่างที่มีข้อผิดพลาดในการเตรียมชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบออกจากกลุ่มทดลอง พบว่าจำนวนชิ้นตัวอย่างเหลือกลุ่มละ 4 ตัวอย่าง

ค่าแรงยึดเฉือนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันในการวิจัยนำร่อง ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าแรงยึดเฉือนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันในการวิจัยนำร่อง

กลุ่ม	จำนวนตัวอย่าง	ค่าแรงยึดเฉือน (MPa)			
		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มควบคุม	4	11.33	10.04	10.43	0.60
กลุ่มทดลองที่ 1	4	4.48	2.39	3.60	0.89
กลุ่มทดลองที่ 2	4	3.39	1.99	2.73	0.59
กลุ่มทดลองที่ 3	4	3.14	1.71	2.18	0.66

หมายเหตุ : ข้อมูลแต่ละกลุ่มเหลือกลุ่มละ 4 ชิ้นตัวอย่าง เนื่องจากตัดค่าที่มากผิดปกติทิ้ง โดยค่าที่ผิดปกติเกิดเนื่องมาจากความผิดพลาดในการเตรียมชิ้นตัวอย่าง ข้อมูลดิบทั้งหมดแสดงในภาคผนวก 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากจำนวนข้อมูลมีไม่ถึง 5 ตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ดังนั้นจึงวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าแรงยึดเฉือนระหว่างแต่ละกลุ่มทั้งในกรณีที่มีการแจกแจงแบบปกติและไม่ปกติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ร่วมกับการทดสอบความแตกต่างของแต่ละคู่ด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยสถิติ Tukey test และใช้การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Kruskal – Wallis test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ร่วมกับการทดสอบความแตกต่างของแต่ละคู่ด้วยสถิติ Mann – Whitney U test ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลเป็นไปในทางเดียวกัน คือค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันซนิดบ่มตัวด้วยแสงบนผิวเคลือบฟันปกติ เมื่อใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรด 30 วินาที มีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองระยะเริ่มแรก เมื่อใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดนาน 30, 15, และ 5 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันซนิดบ่มตัวด้วยแสงบนรอยผุจำลองระยะเริ่มแรก เมื่อใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดที่ต่างกัน 30, 15, และ 5 วินาทีมีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
ข้อมูลดิบของผลการวิจัยนำร่อง

ตารางที่ 9 ค่าความลึกของรอยผุจำลองเมื่อแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุในระยะเวลาต่างกัน

ลำดับ ค่าความลึก	4 วัน	8 วัน	13 วัน		
			ซี่ที่ 1	ซี่ที่ 2	ซี่ที่ 3
section1-1	73.07	138.33	161.78	113.34	128.19
section1-2	63.99	137.63	176.50	123.52	140.28
section1-3	75.48	139.98	183.29	119.44	127.61
section1-4	56.53	136.42	192.83	119.32	145.86
section1-5	51.87	139.23	200.14	125.96	150.53
section1-6	35.58	132.86	205.29	119.97	137.49
section1-7	70.82	118.76	212.83	131.45	151.34
section1-8	65.25	140.92	207.29	131.18	138.25
section1-9	70.94	141.60	205.81	119.97	144.72
section1-10	55.76		211.05	119.12	100.19
section1-11	65.46		207.64	118.83	142.79
section1-12	65.04		208.14	121.84	159.56
section2-1			207.95	125.41	60.23
section2-2			197.05	127.35	124.12
section2-3			198.52	134.47	144.86
section2-4			207.55	132.15	148.25
section2-5			210.63	145.43	162.93
section2-6			209.21	122.29	164.35
section2-7			187.77	125.44	174.62
section2-8			187.11	132.58	152.84
section2-9			181.95	131.60	150.45
section2-10			108.41	120.38	129.47
section2-11			82.13	110.62	145.85
section2-12			78.85	123.13	152.08

* วัดความลึกของรอยผุได้เพียง ¾ ของความยาวรอยผุ เนื่องจากชิ้นรอยผุแตกหัก หลุดจากเรซินขณะตัดฟัน

ตารางที่ 10 ค่าแรงยึดเฉือนและสภาพการแตกหักของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันในการวิจัยนำร่อง

ข้อมูล / กลุ่ม	ค่าแรงยึดเฉือน (MPa)	สภาพการแตกหัก* (Kitasako et al. , 1995)	หมายเหตุ
กลุ่มควบคุม	9.85	M	มีส่วนวัสดุเหลือเล็กน้อย
	11.33	A	
	10.16	A	
	8.12	A	
	10.04	M	มีส่วนวัสดุเหลือเล็กน้อย
	10.20	A	
กลุ่มทดลองที่ 1	3.99	CE	
	3.56	CE	
	2.39	CE	
	4.48	CE	
	7.99	CE	เป็นชิ้นตัวอย่างแบบเก่า ขอบวัสดุอยู่ติดกับผิวเคลือบฟันปกติ
กลุ่มทดลองที่ 2	5.82	CE	ขอบวัสดุอยู่ติดกับผิวเคลือบฟันปกติ
	1.99	CE	
	2.95	CE	
	3.39	CE	
	2.59	CE	
กลุ่มทดลองที่ 3	2.04	CE	
	9.42	CE	ขอบวัสดุอยู่ติดกับผิวเคลือบฟันปกติ
	1.71	CE	
	1.82	CE	
	10.64	CE	ชิ้นตัวอย่างแบบเก่า ระนาบเอียง
	3.14	CE	

A = Adsesive failure at the resin – tooth interface

CE = Cohesive failure in enamel

M = Mixed failure

ภาคผนวก ค
ข้อมูลดิบของผลการวิจัย

ตารางที่ 11 ค่าแรงยึดเฉือน (MPa) และสภาพการแตกหัก* ของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันเมื่อใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดแตกต่างกัน ทั้ง 4 กลุ่มในการวิจัย

Gr. / No.	Group 1 (5 sec.)		Group 2 (15 sec.)		Group 3 (30 sec.)		Group 4 (60 sec.)	
	Shear bond strength	Mode of fracture	Shear bond strength	Mode of fracture	Shear bond strength	Mode of fracture	Shear bond strength	Mode of fracture
1	9.79	CE	4.93	M(ME)	10.89	A	7.51	M(MR)
2	7.26	CE	7.68	A	8.17	CE	7.03	CE
3	7.26	M(ME)	8.22	M(MRE)	4.52	M(ME)	6.39	M(MRE)
4	5.42	A	8.12	A	9.70	M(ME)	7.39	M(ME)
5	6.85	M(MRE)	5.01	A	6.16	A	9.81	M(ME)
6	6.61	CE	7.76	M(MR)	9.55	M(MR)	11.01	M(ME)
7	6.09	A	3.20	A	5.28	A	10.73	M(MR)
8	9.36	M(MRE)	5.06	A	3.40	A	6.99	A
9	5.53	M(ME)	7.23	A	9.05	M(MRE)	7.80	A
10	8.81	M(ME)	4.98	A	7.42	A	7.92	M(ME)
11	7.12	CE	8.85	M(MR)	7.21	M(MR)	8.17	M(MR)
12	8.21	A	8.77	M(MRE)	7.92	CE	9.18	A
13	8.46	M(MR)	6.29	M(ME)	3.05	M(ME)	8.17	CE
14	8.88	M(MRE)	9.09	M(MRE)	8.78	M(MRE)	9.55	A
15	9.27	CE	8.42	M(MR)	6.31	M(MRE)	8.78	M(MR)
16			7.60	M(ME)	7.64	A		
17			10.06	M(ME)	8.29	M(MR)		
18			8.52	M(MR)				

* Mode of fracture (Nakajima, et al. , 1995)

A = Adhesive failure at the resin – tooth interface

CE = Cohesive failure in enamel

M(MR) = Mixed failure (partially adhesive and partially cohesive failure in resin)

M(ME) = Mixed failure (partially adhesive and partially cohesive failure in enamel)

M(MRE) = Mixed failure (partially adhesive and partially cohesive failure in resin and enamel)

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติผลของผลการวิจัย

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลของค่าแรงยึดเฉือน (MPa) ของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันเมื่อใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดต่างกัน ทั้ง 4 กลุ่มในการวิจัย ด้วยสถิติ One – sample Kolmogorov – Smirnov test

Statistic / Group	Kolmogorov – Smirnov Z	N	Asymp. Sig. (2 – tailed)
Group 1 (5 sec.)	0.561	15	0.912
Group 2 (15 sec.)	0.823	18	0.508
Group 3 (30 sec.)	0.546	17	0.927
Group 4 (60 sec.)	0.675	15	0.752

Test distribution is Normal.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์เพิ่มเติม

การวิเคราะห์เพิ่มเติมเรื่องความลึกของรอยผุจำลองของชิ้นตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าความลึกของรอยผุที่ใช้ทดสอบนั้นมีความลึกเพียงพอสำหรับทำการวิจัย คือมากกว่า 60 ไมโครเมตรหรือไม่ เนื่องจากในขั้นตอนการทดสอบนำร่องเพื่อการศึกษาถึงความลึกของรอยผุจำลองเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสร้างรอยผุจำลองให้มีความลึกเพียงพอ ที่จะทำการวิจัย เป็นการทดสอบที่เตรียมชิ้นตัวอย่างด้วยการขัดผิวเคลือบฟันให้เกิดเป็นระนาบด้วยกระดาษทรายน้ำขนาด 600 กริทเท่านั้น ซึ่งจากการวิจัยนำร่อง พบว่าผิวเคลือบฟันที่ถูกขัดเรียบจะมีผิวเรียบ แต่เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากเครื่องวัดความแข็งผิวกำลังขยาย 200 เท่า พบว่ายังมีพื้นผิวหยาบ แตกต่างจากผิวเคลือบฟันปกติ ทำให้สารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุแทรกซึมลงไปได้มาก ความลึกของรอยผุจำลองที่วัดได้เมื่อแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุนาน 8 วัน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 136.19 ± 7.04 ไมโครเมตร ส่วนการเตรียมชิ้นตัวอย่างในการวิจัยนี้ทำโดยขัดเรียบด้วยกระดาษทรายน้ำขนาด 600 800 และ 1200 กริทและขัดมันด้วยผ้าขัดกำมะหยี่ ร่วมกับ diamond suspension ขนาด 3 ไมโครเมตรเพื่อให้มีลักษณะคล้ายผิวเคลือบฟันปกติ โดยส่วนผิวเคลือบฟันที่ถูกขัดนี้ จะมีผิวเรียบ ละเอียดและเป็นมัน ซึ่งอาจมีผลให้สารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุแทรกซึมลงไปได้น้อยกว่า ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการเตรียมชิ้นตัวอย่างนี้ จึงอาจมีผลต่อระดับความลึกของรอยผุจำลองที่ใช้ในการวิจัย

การคัดเลือกชิ้นตัวอย่าง

เลือกชิ้นตัวอย่างที่ทดสอบค่าแรงยึดเฉือนแล้ว เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มในการวัดความลึกของรอยผุจำลอง จำนวนกลุ่มละ 3 ตัวอย่าง โดยการจัดเรียงข้อมูลค่าแรงยึดเฉือนของแต่ละกลุ่มจากน้อยไปมาก จากนั้นเลือกชิ้นตัวอย่างที่มีค่าแรงยึดเฉือนเป็นค่ากลางของแต่ละกลุ่มและค่าที่มากกว่าและน้อยกว่าค่ากลางไปอีก 7 ลำดับ โดยนับค่ากลางเป็นลำดับที่ 1

การเตรียมชิ้นตัวอย่างเพื่อวัดความลึกของรอยผุจำลอง

นำชิ้นตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่ม มาเคาะส่วนท่อพลาสติกออก เอาเฉพาะส่วนชิ้นฟันและเรซินที่ยึดชิ้นฟันมาวางในแบบพิมพ์ และเทเรซินหล่อใสเพื่อสร้างแบบยึด

สำหรับตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟัน จากนั้นตัดชิ้นตัวอย่างให้ผ่านรอยผุ โดยให้มีความหนาประมาณ 300 ไมโครเมตร เพื่อนำชิ้นรอยผุไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดเรืองแสง ร่วมกับการใช้น้ำ โดยใช้กำลังขยาย 40 เท่า และวัดความลึกของรอยผุจำลองด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ (Pixera Studio Pro)

ผลการการวิเคราะห์เพิ่มเติม

ผลการวิเคราะห์เพิ่มเติมพบว่าค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุจำลองในทุกกลุ่มมีค่ามากกว่า 60 ไมโครเมตร ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 13 ความลึกของรอยผุจำลองของชิ้นตัวอย่างภายหลังการทดสอบค่าแรงยึดเฉือน

Group \ Depth (μm)		Minimum	Maximum	Mean (S.D.)	
Group 1 (5 sec.)	Sample No. 1	63.50	89.73	78.74 (7.36)	78.50 (8.71)
	Sample No. 2	63.81	78.36	72.25 (5.42)	
	Sample No. 3	66.45	95.75	82.29 (9.64)	
Group 2 (15 sec.)	Sample No. 1	38.10	100.18	78.27 (18.36)	92.34 (21.72)
	Sample No. 2	64.92	100.41	91.22 (8.40)	
	Sample No. 3	57.16	137.57	109.10 (23.40)	
Group 3 (30 sec.)	Sample No. 1	61.70	99.56	79.27 (8.95)	79.83 (9.03)
	Sample No. 2	50.81	96.01	78.59 (11.61)	
	Sample No. 3	71.48	96.96	81.62 (6.57)	
Group 4 (60 sec.)	Sample No. 1	56.48	110.76	87.43 (13.83)	82.49 (13.60)
	Sample No. 2	73.37	104.42	87.88 (7.79)	
	Sample No. 3	50.09	83.27	72.31 (10.68)	

ภาคผนวก ฉ
ข้อมูลดิบของผลการวิเคราะห์เพิ่มเติม

ตาราง 14 ข้อมูลดิบของความลึกของรอยผุจำลองภายหลังการทดสอบค่าแรงยึดเฉือน (μm.)

No. / depth	Group 1 (5 sec)			Group 2 (15 sec.)			Group 3 (30 sec.)			Group 4 (60 sec.)		
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2	No. 3
1	68.44	67.24	80.44	38.10	99.26	92.68	65.21	50.81	80.43	56.48	92.43	83.27
2	67.76	75.51	95.25	51.50	91.72	103.74	76.91	64.96	89.64	81.14	81.91	72.24
3	70.60	73.42	83.98	45.17	90.31	113.09	61.70	67.96	79.77	89.60	80.62	76.19
4	79.60	78.36	73.71	63.55	91.78	123.66	79.04	69.97	83.96	69.14	84.02	81.41
5	79.04	76.98	69.14	56.48	91.23	120.46	73.64	80.53	77.72	82.69	90.34	79.01
6	63.50	67.08	72.67	76.91	92.51	121.34	81.18	86.07	79.09	75.81	90.31	78.32
7	74.19	75.57	76.98	74.08	91.84	125.73	79.02	83.26	79.09	69.27	93.10	76.91
8	84.70	63.81	90.76	78.31	92.46	134.75	82.27	87.55	83.05	86.30	88.21	76.92
9	78.62		85.36	78.31	93.85	132.67	83.49	84.14	96.96	77.99	91.07	80.57
10	81.32		83.29	83.98	99.47	129.93	87.55	81.88	86.78	81.86	104.42	72.69
11	79.63		81.84	85.36	100.41	137.57	82.54	96.01	88.91	78.34	84.73	76.98
12	77.68		87.55	81.83	98.77	105.90	85.36	80.50	79.04	81.13	73.37	80.42
13	82.35		91.71	83.25	97.42	111.96	82.54	88.36	81.85	81.28		78.32
14	83.25		90.83	89.59	84.73	100.24	90.40	78.31	72.66	88.19		69.90
15	81.18		90.43	93.51	93.96	110.96	79.75		75.54	86.17		64.94
16	88.73		91.82	96.66	86.80	77.01	99.56		71.48	107.38		52.79
17	87.12		95.75	95.28	80.50	57.16	79.77			103.19		50.67
18	89.73		70.81	97.36	64.92	65.00	68.43			91.74		50.09
19			66.45	100.18			80.57			108.79		
20			67.08	95.94			66.37			110.76		
21										108.75		
22										96.31		
23										96.91		
24										89.07		
Mean	79.26	78.59	81.62	78.75	72.25	82.30	78.27	91.22	109.10	87.43	87.88	72.31
	79.83 ± 9.03			78.50 ± 8.71			92.34 ± 21.72			82.49 ± 13.83		

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

เรือโทหญิง จิตติมนต์ พงษ์ประสิทธิ์ เกิดเมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีทันตแพทยศาสตร์บัณฑิตจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2541 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตในปีการศึกษา 2544 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งทันตแพทย์ โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดระยอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย