

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- ยุคตพงศ์ พึ่งพิรพร และ อธิคม สุรินทร์ธนาสาร. การเปรียบเทียบลักษณะการรั่วซึมบริเวณรอยต่อของผิวฟันกับวัสดุบูรณะที่ใช้ในปัจจุบัน. รายงานโครงการวิจัยทางทันตกรรม, ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2548.
- อรอุษา วลีพิทักษ์เดช. ค่าความแข็งแรงดึงยึดและการรั่วซึมของสารยึดเรซินชนิดกรดปรับสภาพรวม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2548.
- อริยา ทวีรัตน์. การรั่วซึมของเรซินซีเมนต์บริเวณรอยต่อเคลือบฟันกับเนื้อฟัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.

### ภาษาอังกฤษ

- Alani, A.H., and Toh, C.G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper. Dent.* 22 (1997): 173-185.
- Al-Ehaideb, A.A., and Mohammed, H. Microleakage of "one bottle" dentin adhesives. *Oper. Dent.* 26 (2001): 172-175.
- Al-Jazairy, Y.H., and Louka, A.N. Effect of bonded amalgam restorations on microleakage. *Oper. Dent.* 24 (1999): 203-209.
- Baume, L.J. General principles concerning the international standardization of dental caries statistics. *Int. Dent. J.* 12, 1 (1962): 65-74.
- Bergenholtz, G., Cox, C.F., Loesche, W.J., and Syed, S.A. Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. *J. Oral pathol.* 11 (1982): 439-450.
- Bowden, G., and Edwardsson, S. Oral ecology and dental caries. In Fejerskov, O., and Thylstrup, A. (eds.), *Textbook of clinical cariology*. pp. 45-69. Copenhagen: Munksgaard, 1994.
- Brännström, M. The cause of postrestorative sensitivity and its prevention. *J. Endodont.* 12, 10 (1986): 475-481.

- Buonocore, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J. Dent. Res. 34 (1955): 948-953.
- Burke, F.J.T., Cheung, S.W., Mjör, I.A., and Wilson, N.H.F. Restoration longevity and analysis of reasons for the placement and replacement of restorations provided by vocational dental practitioners and their trainers in the United Kingdom. Quintessence Int. 30 (1999): 234-242.
- Byrne, G. Influence of finish line form on crown cementation. Int. J. Prosthodont. 5 (1992): 137-144.
- Cox, C.F., Felton, D., and Bergenholz, G. Histopathological response of infected cavities treated with Gluma and Scotchbond dentin bonding agents. Am. J. Dent. 1(special issue) (1988): 189-194.
- Carvalho, R.M., Gracia, F.C.P., Silva, S.M.A., Castro, F.L.A. Adhesive-composite incompatibility, Part 1. J. Esthet. Restore. Dent. 17 (2005): 129-134.
- Déjou, J., Sindres, V., and Camps, J. Influence of criteria on the results of *in vitro* evaluation of microleakage. Dent. Mater. 12 (1996): 342-349.
- Fejerskov, O., and Thylstrup, A. The oral environment-an introduction. In Fejerskov, O., and Thylstrup, A. (eds.), Textbook of clinical cariology, pp. 13-16. Copenhagen: Munksgaard, 1994.
- Fejerskov, O., Nyvad, B., and Kidd, E.A.M. Chapter 5: Clinical and histological manifestations of dental caries. In Fejerskov, O., and Kidd, E.A.M. (eds.), Dental caries, Oxford: Blackwell Munksgaard, 2003.
- Featherstone, J.D.B. The continuum of dental caries --- Evidence for a dynamic disease process. J. Dent. Res. 83 (Spec. Iss. C) (2004): C39-C42.
- Fontana, M., and González-Cabezas, C. Secondary caries and restoration replacement: an unresolved problem. Conpendium 21, 1 (2000): 15-26.
- Forsten, L. Short- and long-term fluoride release from glass ionomers and other fluoride-containing filling materials *in vitro*. Scand. J. Dent. Res. 98 (1990): 179-185.
- Foster, L.V. Failed conventional bridge work from general dental practice: clinical aspects and treatment needs of 142 cases. Br. Dent. J. 168 (1990): 199-201.

- Fusayama, T., Nakamura, M., Kurosaki, N., and Iwaku, M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. J. Dent. 58 (1979): 1364-1370.
- Göhring, T.N., Zehnder, M., Sener, B., and Schmidlin, P.R. In vitro microleakage of adhesive-sealed dentin with lactic acid and saliva exposure: a radio-isotope analysis. J. Dent. 32 (2004): 235-240.
- Goldberg, J., Tanzer, J., Munster, E., Amara, J., Thal, F., and Birkhed, D. Cross-sectional clinical evaluation of recurrent enamel caries, restoration of marginal integrity and oral hygiene status. J. Am. Dent. Assoc. 102 (1981): 635-641.
- Goldberg, A.J. Deterioration of restorative materials and the risk for secondary caries. Adv. Dent. Res. 4 (1990): 14-18.
- Goldman, M., Laasonthorn, P., and White, R.R. Microleakage-full crowns and dental pulp. J. Endodont. 18, 1 (1992): 473-475.
- González-Cabezas, C., Li, Y., Gregory, R.L., and Stookey, G.K. Distribution of cariogenic bacteria in carious lesions around tooth-colored restorations. Am. J. Dent. 15 (2002): 248-251.
- Gwinnett, A.J. Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. Am. J. Dent. 5 (1992): 127-129.
- Gwinnett, A.J. Dentin bond strength after air drying and rewetting. Am. J. Dent. 7 (1994): 144-148.
- Hahn, P., Schaller, H.G., Gernhardt, C. and Hellwig, E. Influence of two dentin bonding systems on the demineralization of root surface. Oper. Dent. 24 (1999): 344-350.
- Hamilton, J.C., Moffa, J.P., Ellison, J.A., and Jenkins, W.A. Marginal fracture not a predictor of longevity for two dental amalgam alloys: a ten year study. J. Prosthet. Dent. 50, 2 (1983): 200-202.
- Hattab, F.N., El-Mowafy, O.M., Salem, N.S., and El-Badrawy, W.A.G. An in vivo study on the release of fluoride from glass-ionomer cement. Quintessence Int. 22 (1991): 221-224.
- Hilton, T.J. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? *In vitro* investigations. Part1. Am. J. Dent. 15 (2002a): 198-210.

- Hilton, T.J. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? *In vitro* investigations. Part2. Am. J. Dent. 15 (2002b): 279-289.
- Hovav, S., Holan, G., Lewinstein, I., Fuks, A.B. Microleakage of Class 2 superbond-lined composite restorations with and without a cervical amalgam base. Oper. Dent. 20 (1995): 63-67.
- Hunter, A.J., Hunter, A.R. Gingival margins for crowns: a review and discussion: Part II discrepancies and configuration. J. Prosthet. Dent. 64 (1990): 636-642.
- Hypothetical Mechanism of AQ Bond [Online]. Available from URL:  
<http://www.sunmedical.co.jp/english/productinfo/aq-bond/mechanism/index.html> [2007, August 24 ]
- International Caries Detection and Assessment System Workshop [Online].  
Baltimore: 12-14<sup>th</sup> March 2005. Available from URL:  
<http://www.dundee.ac.uk/dhsru/gail/workshop/preworks.htm> [2005, July 24 ]
- Imazato, S. Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding system. Dent. Mater. 19 (2003): 449-457.
- ISO/TS 11405, Dental materials---Testing of adhesion to tooth structure. 2003.
- Jacobsen, T., and Finger, W.J. Morphology of coupling sites between bonding agents and dentin *in vivo* and *in vitro*. J. Dent. 21 (1993): 150-157.
- Jokstad, A., and Mjör, I.A. Ten years' clinical evaluation of three luting cements. J. Dent. 24 (1996): 309-315.
- Jørgensen, K.D. Factors affecting the film thickness of zinc phosphate cements. Acta Odontol. Scand. 18 (1960): 479-490.
- Kakaboura, A., Papagiannoulis, L., and Eliades, G. In vivo vs. in vitro anticariogenic potential of aesthetic restorative materials (abstract 209). J. Dent. Res. 77 (1998): 658.
- Kato, G., and Nakabayashi, N. Effect of phosphoric acid concentration on wet-bonding to etched dentin. Dent. Mat. 12 (July 1996): 250-255.
- Kato, G., and Nakabayashi, N. The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. Dent. Mat. 14 (September 1998): 347-352.
- Kidd, E.A.M. Microleakage: a review. J. Dent. 4, 5 (1976): 199-206.



- Kidd, E.A.M., and O'Hara, J.W. The caries status of occlusal amalgam restorations with marginal defects. J. Dent. Res. 69, 6 (1990): 1275-1277.
- Kidd, E.A.M., Toffenetti, F., and Mjör, I.A. Secondary caries. Int. Dent. J. 42 (1992): 127-138.
- Kidd, E.A.M., Joyston-Bechal, S., and Beighton, D. Diagnosis of secondary caries: a laboratory study. Br. Dent. J. 176 (1994): 135-139.
- Kidd, E.A.M., Joyston-Bechal, S., and Beighton, D. Marginal ditching and staining as a predictor of secondary caries around amalgam restorations: a clinical and microbiological study. J. Dent. Res. 74, 5 (1995): 1206-1211.
- Kidd, E.A.M., and Beighton, D. Prediction of secondary caries around tooth-colored restorations: a clinical and microbiological study. J. Dent. Res. 75, 12 (1996): 1942-1946.
- Kidd, E.A.M. Essentials of dental caries. 3<sup>rd</sup> ed. Oxford: Oxford university press, 2005.
- Koch, G., and Hatibovic-Kofman, S. Glass ionomer cements as a fluoride release system *in vivo*. Swed. Dent. J. 14 (1990): 267-273.
- Kosaka, S., Kajihara, H., Kurashige, H., and Tanaka, T. Effect of resin coating as a means of preventing marginal leakage beneath full cast crowns. Dent. Mat. J. 24, 1 (2005): 117-122.
- Larsen, M.J., and Bruun, C. Caries chemistry and fluoride-mechanisms of action. In Fejerskov, O., and Thylstrup, A. (eds.), Textbook of clinical cariology, pp. 231-257. Copenhagen: Munksgaard, 1994.
- Leevailoj, C., Cochran, M.A., Matis, B.A., Moore, B.K., and Platt, J.A. Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners. Oper. Dent. 26 (2001): 302-307.
- Li, H., Burrow, M.F., Tyas, M.J. Nanoleakage patterns of four dentin bonding systems. Dent. Mat. 16 (2000): 48-56.
- Libby, G., Arcuri, M.R., LaVelle, W.E., and Hebl, L. Longevity of fixed partial dentures. J. Prosthet. Dent. 78 (1997): 127-131.
- Lopes, G.C., Thys, D.G., Klaus, P., Oliveira, G.M.S., Widmer, N. Enamel acid etching: A review. Compendium. 28 (2007): 18-25.

- Manhart, J., Chen, H.Y., Hamm, G., and Hickel, R. Buonocore memorial lecture: Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. Oper. Dent. 29-5 (2004): 481-508.
- Marshall, G.W., Marshall, S.J., Kinney, J.H., Balooch, M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. J. Dent. 25 (1997): 441-450.
- Margolis, H.C., Zhang, Y.P., Lee, C.Y., Kent, Jr.R.L., and Moreno, E.C. Kinetics of enamel demineralization in vitro. J. Dent. Res. 78, 7 (July 1999): 1326-1335.
- Mertz-Fairhurst, E.J., Curtis, J.W., Ergle, J.W., Rueggeberg, F.A., Adair, S.M. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: results at year 10. J. Am. Dent. Assoc. 129 (1998): 55-66.
- Mjör, I.A. Glass-ionomer cement restorations and secondary caries: A preliminary report. Quintessence Int. 27 (1996): 171-174.
- Mjör, I.A. The reasons for replacement and the age of failed restorations in general dental practice. Acta. Odontol. Scand. 55 (1997): 58-63.
- Mjör, I.A. The location of clinically diagnosed secondary caries. Quintessence Int. 29 (1998): 313-317.
- Mjör, I.A., and Toffenetti, F. Secondary caries : A literature review with case report. Quintessence Int. 31 (2000): 165-179.
- Mjör, I.A., and Gordon, V.V. Failure, repair, refurnishing and longevity of restorations. Oper. Dent. 27 (2002): 528-534.
- Mount, G.J. Buonocore memorial lecture: Glass-ionomer cements: past, present and future. Oper. Dent. 19 (1994): 82-90.
- Moura, J.S., Lima, E.M.C.X., Paes Leme, A.F., Del Bel Cury, A.A., Tabchoury, C.P.M., and Cury, J.A. Effect of luting cement on dental biofilm composition and secondary caries around metallic restorations in situ. Oper. Dent. 29, 5 (2004): 509-514.
- Murray, P.E., Smyth, T.W., About, I., Remusat, R., Franquin, J.C. and Smith, A.J. The effect of etching on bacterial microleakage of an adhesive composite restoration. J. Dent. 30 (2002): 29-36.

- Nakabayashi, N., Kojima, K., Masuhara, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J. Biomed. Mat. Res. 16 (1982): 265-273.
- Nakabayashi, N., and Takarada, K. Effect of HEMA on bonding to dentin. Dent. Mater. 8 (1992): 125-130.
- Nakabayashi, N., Ashizawa, M., and Nakamura, M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. Quintessence Int. 23 (1992): 135-141.
- Nakabayashi, N., Watanabe, A. and Ikeda, W. Intra-oral bonding of 4-META/MMA-TBB resin to vital human dentin. Am. J. Dent. 8 (1995): 37-42.
- Nakabayashi, N., and Pashley, DH. Hybridization of dental hard tissues. Tokyo: Quintessence Publishing, 1998.
- Nakabayashi, N., Watanabe, A., and Arao, T. A tensile test to facilitate identification of defects in dentin bonded specimens. J. Dent. 26 (1998): 379-385.
- Nakabayashi, N., and Hiranuma, K. Effect of etchant variation on wet and dry dentin bonding primed with 4-META/acetone. Dent. Mater. 16 (2000): 274-279.
- Nakabayashi, N. Importance of mini-dumbbell specimen to access tensile strength of restored dentin: historical background and the future perspective in dentistry. J. Dent. 32 (2004): 431-442.
- NIH consensus development conference on diagnosis and management of dental caries throughout life [Online]. Maryland: 26-28<sup>th</sup> March 2001. Available from URL: [http://consensus.nih.gov/cons/115/115\\_program\\_abstract.pdf](http://consensus.nih.gov/cons/115/115_program_abstract.pdf) [2005, April 9]
- Pameijer, C.H. and Wendt, S.L. Microleakage of "surface-sealing" materials. Am. J. Dent. 8 (1995): 43-46.
- Pashley, D.H., Carvalho, R.M. Dentin permeability and dentin adhesion. J. Dent. 25 (1997): 355-372.
- Piemjai, M. Effect of seating force, margin design and cement on marginal seal and retention of complete metal crowns. Int. J. Prosthodont. 14 (2001): 412-416.
- Piemjai, M., and Nakabayashi, N. Effect of dentin conditioners on wet bonding of 4-META/MMA-TBB Resin. J. Adhesive Dent. 3 (2001): 325-331.

- Piemjai, M., Miyasaka, K., Iwasaki, Y., and Nakabayashi, N. Comparison of microleakage of three acid-base luting cements versus one resin-bonded cement for class V direct composite inlays. J. Prosthet. Dent. 88 (2002): 598-603.
- Piemjai, M., Iwasaki, Y., and Nakabayashi, N. Influence of dentinal polyelectrolytes on wet demineralized dentin, a bonding substrate. J. Biomed. Mater. Res. 66A (2003): 789-794.
- Piemjai, M., and Nakabayashi, N. Wet bonding without primer. J. Dent. Res. 82(Spec. Iss. B) (2003): B-191 (#1434).
- Piemjai, M., Watanabe, A., Iwasaki, Y., and Nakabayashi, N. Effect of remaining demineralized dentin on dental microleakage accessed by a dye penetration : how to inhibit microleakage?. J. Dent. 32 (2004): 495-501.
- Pimenta, L.A.F., Navarro, M.F.L., and Consolaro, A. Secondary caries around amalgam restorations. J. Prosthet. Dent. 74 (1995): 219-222.
- Retief, D.H. The use of 50 percent phosphoric acid as an etching agent in orthodontics: A rational approach. Am. J. Orthodont. 68 (1975): 165-178.
- Retief, D.H., Busscher, H.J., de Boer, P., Jongebloed, W.L., and Arends, J. A laboratory evaluation of three etching solutions. Dent. Mater. 2 (1986): 202-206.
- Retief, D.H., Mandras, R.S., Russell, C.M., and Denys, F.R. Extracted human versus bovine teeth in laboratory studies. Am. J. Dent. 3 (1990): 253-258.
- Rosenstiel, S.F., Land, M.F., and Crispin, B.J. Dental luting agents: A review of the current literature. J. Prosthet. Dent. 80 (1998): 280-301.
- Rosenstiel, S.F., Land, M.F., and Fujimoto, J. Principles of tooth preparation. In Contemporary fixed prosthodontics, pp.166-201. St. Louis: Mosby, 2001.
- Roulet, J.F. Marginal integrity: clinical significance. J. Dent. Suppl. 1 22 (1994): S9-S12.
- Sano, H., Takatsu, T., Ciucchi, B., Horner, J.A., Matthews, W.G., Pashley, D.H. Nano leakage: Leakage within the hybrid layer. Oper. Dent. 20 (1995): 18-25.
- Savarino, L., et al. Ability of restorative and fluoride releasing materials to prevent marginal dentin demineralization. Biomaterials 25 (2004): 1011-1017.

- Setcos, J.C., Staninec, M., and Wilson, N.H.F. The development of resin-bonding for amalgam restorations. Br. Dent. J. 186 (1999): 328-332.
- Shinchi, M.J., Soma, K., Nakabayashi, N. The effect of phosphoric acid concentration on resins tag length and bond strength of a photo-cured resin to acid-etched enamel. Dent. Mat. 16 (2000): 324-329.
- Staninec, M., Mochizuki, A., Tanizaki, K., Fukuda, K., and Tsuchitani, Y. Effect of etching and bonding on recurrent caries in teeth restored with composite resin. J. Prosthet. Dent. 53,4 (1985): 521-524.
- Staninec, M., Giles, W.S., Saiku, J.M., and Hattori, M. Caries penetration and cement thickness of three luting agents. Int. J. Prosthodont. 1 (1988): 259-263.
- Suh, B.I., Feng, L., Pashley, D.H., Tay, F.R. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. J. Adhes. Dent. 5 (2003): 267-282.
- Tani, C., Finger, W.J. Effect of smear layer thickness on bond strength mediated by three all-in-one self-etching priming adhesives. J. Adhes. Dent. 4 (2002): 283-289.
- Tay, F.R., Gwinnett, A.J., and Wei, S.H.Y. The overwet phenomenon: An optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. Am. J. Dent. 9 (1996): 43-48.
- Tay, F.R., Pashley, D.H. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. Dent. Mat. 17 (2001): 296-308.
- Tay, F.R., Kinig, N.M., Chan, K., Pashley, D.H. How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralized and infiltrate simultaneously?. J. Adhes. Dent. 4 (2002): 255-269.
- Tay, F.R., Pashley, D.H. Water treeing-A potential mechanism for degradation of dentin adhesive, Am. J. Dent. 16 (2003): 6-12.
- Taylor, M.J., and Lynch, E. Microleakage. J. Dent. 20 (1992): 3-10.



- Ten Cate, J.M., Nyvad, B., Van De Plassche-simons, Y.M., and Fejerskov, O. A quantitative analysis of mineral loss and shrinkage of in vitro demineralized human root surfaces. J. Dent. Res. 70,10 (1991): 1371-1374.
- Tjan, A.H.L., Peach, K.D., VanDenburgh, S.L., and Zbaraschuk, E.R. Microleakage of crowns cemented with glass ionomer cement: Effects of preparation finish and conditioning with polyacrylic acid. J. Prosthet. Dent. 66 (1991): 602-606.
- Torii, Y., Staninec, M., Kawakami, M., Imazato, S., Torii, M., and Tsuchitani, Y. Inhibition in vitro of caries around amalgam restorations by bonding amalgam to tooth structure. Oper. Dent. 14 (1989): 142-148.
- Van Strijp, A.J.P., Klont, B. and ten Cate, J.M. Solubilization of dentin matrix collagen in situ. J. Dent. Res. 71, 8 (August 1992): 1498-1502.
- Van Meerbeek, B., Inokoshi, S., Braem, M., Lambrechts, P., and Vanherle, G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. J. Dent. Res. 71, 8 (1992): 1530-1540.
- Van Meerbeek, B., et al. Adhesives and cements to promote preservative dentistry. Oper. Dent. Sup6 (2001): 119-144.
- Van Meerbeek, B., et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. Oper. Dent. 28, 3 (2003): 215-235.
- Watanabe, I., and Nakabayashi, N. Bonding durability of photocured phenyl-P in TEGDMA to smear layer-retained bovine dentin. Quintessence Int. 24 (1993): 335-342.
- Wefel, J.S. and Harless, J.D. Comparison of artificial white spots by microradiography and polarized light microscopy. J. Dent. Res. 63, 11 (1984): 1271-1275.
- Wefel, J.S., Heilman, J.S. and Jordan, T.H. Comparisons of in vitro root caries models. Caries Res. 29 (1995): 204-209.
- White, S.N., Sorensen, J.A., Kang, S.K., and Caputo, A.A. Microleakage of new crown and fixed partial denture luting agents. J. Prosthet. Dent. 67 (1992): 156-161.

- White, S.N., Ingles, S., and Kipnis, V. Influence of marginal opening on microleakage of cemented artificial crowns. J. Prosthet. Dent. 71 (1994): 257-264.
- White, S.N., Yu, Z., and Tom, J.F.M.D. In vivo microleakage of luting cements for cast crowns. J. Prosthet. Dent. 71 (1994): 333-338.
- Yamen, S.D., Er, O., Yetmez, M., and Kurabay, G.A. In vitro inhibition of caries-like lesions with fluoride-releasing materials. J. Oral Sci. 46 (2004): 45-50.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

## การวิจัยนําร่อง 1

**จุดประสงค์** เพื่อศึกษาสารที่ใช้จำลองการเกิดพื้ณู โดยศึกษาคุณสมบัติดังนี้

- ความคงที่ของค่าความเป็นกรดต่างของสารที่ใช้จำลองการเกิดพื้ณู
- การศึกษาระยะเวลาที่จำลองการเกิดพื้ณู

**ความคงที่ของค่าความเป็นกรดต่างของสารที่ใช้จำลองการเกิดพื้ณู**

**การเตรียมสารที่ใช้จำลองการเกิดพื้ณู**

ผสมสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.01 โมล ซึ่งเตรียมจากกรดแลคติก 0.01 โมล 60 มิลลิลิตร โซเดียมแลคเตท 0.01 โมล 740 มิลลิลิตร แคลเซียมคลอไรด์ 0.67 กรัม โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.56 กรัม และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 10 กรัม รวมเป็นสารละลายทั้งหมดจำนวน 1 ลิตร แบ่งใส่บีกเกอร์ 10 บีกเกอร์ แล้ววัดค่าความเป็นกรดต่างด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH meter รุ่น 420A, ATI Orion, USA.)

**ผลการทดสอบ**

ตารางที่ 9 แสดงค่าความเป็นกรดต่างของสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.01 โมล

วันที่	บีกเกอร์									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หลังผสมทันที	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
1	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
6	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
7	5.5	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.4
8	5.2	5.2	5.5	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3
9	5.3	5.3	5.4	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
11	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
12	5.4	5.5	5.4	5.4	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.5
14	5.4	5.4	5.4	5.4	5.5	5.4	5.5	5.4	5.4	5.4
20	5.4	5.5	5.4	5.4	5.6	5.4	5.5	5.5	5.4	5.4
34	5.6	5.7	5.6	5.5	5.8	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5

## การศึกษาระยะเวลาที่จำลองการเกิดฟันผุ

สารที่ใช้จำลองการเกิดฟันผุที่ศึกษามี 3 ชนิด คือ

1. สารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.01 โมล
2. สารละลายกรดแลคติกร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
3. สารละลายกรดแลคติกร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

### การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

นำฟันแท้ของมนุษย์ที่ถอนแล้วเก็บในน้ำที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มาทำความสะอาดโดยล้างคราบเลือดและน้ำลาย คัดเลือกฟันไม่มีรอยผุหรือรอยร้าว แล้วกำจัดเนื้อเยื่อที่ติดอยู่บนรากฟันด้วยใบมีด กำหนดตำแหน่งบริเวณที่ทดสอบบนด้านใกล้แก้มของฟัน โดยวาดด้วยดินสอเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 3x2 มิลลิเมตร ความกว้างในแนวระนาบ 3 มิลลิเมตร กำหนดตำแหน่งให้อยู่เหนือและใต้ร่องรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันอย่างละ 1 มิลลิเมตร ทำน้ำยาทาเล็บลงบนฟันทั้งหมดยกเว้นบริเวณที่ต้องการทดสอบตามที่กำหนดไว้ ทิ้งไว้ให้น้ำยาทาเล็บแห้ง 30 นาที แล้วทาทับอีกชั้น ทิ้งไว้ให้แห้งอีก 30 นาที ปิดรูเปิดปลายรากฟันด้วยซีเมนต์เหนียว แซ่ฟันตัวอย่างในสารที่ใช้จำลองการเกิดฟันผุ นำขึ้นมาสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและทดสอบด้วยสารทดสอบการเกิดฟันผุ (Caries detector) ทุก 6 ชั่วโมง

### ผลการวิจัยทดสอบ

ตารางที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของผิวฟันและผลการทดสอบด้วยสารทดสอบการเกิดฟันผุ

เวลาแซ่ (ชั่วโมง)	สารที่ใช้จำลอง การเกิดฟันผุ	การเปลี่ยนแปลง ที่สังเกตเห็น	การติดสีสารทดสอบการเกิดฟันผุ	
			เคลือบฟัน	เคลือบรากฟัน
6	Buffer lactic 0.01 m	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่ติดสี	ไม่ติดสี
6	1% lactic solution	เคลือบฟันขุนขาว	ไม่ติดสี	ติดสี
6	5% lactic solution	เคลือบฟันขุนขาว	ไม่ติดสี	ติดสีเข้มมาก
18	Buffer lactic 0.01 m	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่ติดสี	ไม่ติดสี
18	1% lactic solution	เคลือบฟันขุนขาว	ติดสี	ติดสีเข้มมาก
30	Buffer lactic 0.01 m	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่ติดสี	ไม่ติดสี
7 วัน	Buffer lactic 0.01 m	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่ติดสี	ติดสี



### ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. สารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.01 โมล ที่ผสมขึ้นมีค่าความเป็นกรดต่างคงที่อยู่ยาวนานประมาณ 20 วัน แสดงว่าสารที่ผสมใหม่แต่ละครั้งสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานประมาณ 20 วัน หลังจากนั้นค่าความเป็นกรดต่างจะค่อยๆสูงขึ้น
2. สารละลายกรดแลคติกร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ทำให้เกิดการละลายแร่ธาตุบนเคลือบรากฟันภายใน 6 ชั่วโมง และภายใน 18 ชั่วโมงพบการละลายแร่ธาตุบนเคลือบฟันและเกิดการละลายแร่ธาตุบนเคลือบรากฟันอย่างมาก ซึ่งอาจเกิดจากสารละลายมีความเป็นกรดสูง โดยพบว่าสารละลายหลังผสมมีค่าความเป็นกรดต่าง 2.33 จึงไม่เหมาะสมที่จะเป็นสารที่ใช้จำลองการเกิดฟันผุ
3. สารละลายกรดแลคติกร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ทำให้เกิดการละลายแร่ธาตุบนเคลือบรากฟันอย่างมากภายใน 6 ชั่วโมง ซึ่งอาจเกิดจากสารละลายมีความเป็นกรดสูง โดยพบว่าสารละลายหลังผสมมีค่าความเป็นกรดต่าง 2.22 จึงไม่เหมาะสมที่จะเป็นสารที่ใช้จำลองการเกิดฟันผุเช่นกัน
4. จากการวิจัยนักร้องพบว่าสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.01 โมล อาจมีความเหมาะสมที่จะเป็นสารที่ใช้จำลองการเกิดฟันผุโดยพบว่ามีค่าความเป็นกรดต่าง 5.5 ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อขบวนการเกิดฟันผุและค่าความเป็นกรดต่างคงที่อยู่ได้นานถึง 20 วัน อย่างไรก็ตามยังไม่ทราบว่าหากแช่ฟันลงในสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.01 โมล จะมีความคงที่ของค่าความเป็นกรดต่างนานเท่าใด และสามารถใช้เป็นแบบจำลองการเกิดฟันผุได้หรือไม่

## การวิจัยนําร่อง 2

### จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาความคงที่ของค่าความเป็นกรดต่างเมื่อแช่ฟันที่บุงณะโดยใช้สารยัดเรซินลงในสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.01 โมล
2. ศึกษาระยะเวลาที่จำลองการเกิดฟันผุ
3. ศึกษา นําร่องถึงวิธีการวัดผลการรั่วซึมในฟันที่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ

### สิ่งแทรกแซง

1. เวลาที่แช่ฟันคือ 3 และ 7 วัน
2. สารยัดเรซินที่ใช้บุงณะฟันมี 4 กลุ่มคือ ฟันที่ใช้ Super-Bond C&B ซึ่งปรับสภาพฟันนาน 10 วินาที, 30 วินาที, 60 วินาที และฟันที่ปรับสภาพฟันด้วยกรดฟอสฟอริกโดยไม่ใช้สารยัดเรซิน (positive control group)
3. สารที่ใช้แช่ฟันคือ สารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.01 โมล ซึ่งผสมใหม่และน้ำกลั่น
4. ใช้ฟัน 8 ซี่ ซี่ละ 4 ด้านเป็นกลุ่มทดลองด้านละกลุ่ม, จำนวนประชากรกลุ่มละ 2 ด้าน รวมทั้งหมดเป็น 16 กลุ่ม

### การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

นำฟันกรามแท้ของมนุษย์ที่ถอนแล้วเก็บในน้ำที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มาทำความสะอาดโดยล้างคราบเลือดและน้ำลาย คัดเลือกฟันไม่มีรอยผุหรือรอยร้าว แล้วกำจัดเนื้อเยื่อที่ติดอยู่บนรากฟันด้วยใบมีด กำหนดตำแหน่งบริเวณที่ทดสอบบนด้านทั้งสี่ของฟัน โดยวาดด้วยดินสอเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 3x2 มิลลิเมตร ความกว้างในแนวระนาบ 3 มิลลิเมตร กำหนดตำแหน่งให้อยู่เหนือและใต้ต่อรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันอย่างละ 1 มิลลิเมตร กรอโพรงฟันคลาสไฟฟ์โดยใช้หัวกรอเร็วจากเพชรกับด้ามกรอฟันแบบเร็วและมีน้ำหล่อเย็นตลอดเวลา กรอขยายให้ได้โพรงฟันกว้างในแนวระนาบ 3 มิลลิเมตรและในแนวตั้ง 2 มิลลิเมตร ลึก 1.5 มิลลิเมตร ลักษณะของขอบโพรงฟันด้านหนึ่งอยู่บนเคลือบฟันและอีกด้านอยู่บนเคลือบรากฟัน ห่างจากรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันอย่างละ 1 มิลลิเมตร นำฟัน 3 ด้านแรกมาบุงณะโดยใช้สารยัดเรซินไฟร์เมตาเอ็มเอ็มเอทีบีบี (Super-Bond C&B cement) โดยแต่ละกลุ่มปรับสภาพฟันต่างกัน คือด้านแรกใช้ green activator (สารละลายเพอริกคลอไรด์ร้อยละ 3 ในกรดซิตริก ร้อยละ 10) นาน 10 วินาที ล้างน้ำออก 10 วินาที เป่าลมให้แห้ง 10 วินาที แล้วบุงณะด้วย

สารยึดเรซินไฟร์เมตาเอ็มเอ็มเอทีบีบี (Super-Bond C&B cement) โดยผสมโมโนเมอร์ 4 หยดกับตัวเร่งปฏิกิริยา 1 หยดในหลุมกระเบื้องที่ยื่นภายใน 5 วินาที ทาในโพรงฟันให้ทั่ว ใช้ฟูกันจุ่มในส่วนเหลว (โมโนเมอร์รวมกับตัวเร่งปฏิกิริยา) แล้วนำไปตะในสวณผง (PMMA powder) แล้วทาลงบนผิวฟัน ทำซ้ำอีกครั้ง อุดทับด้วยเรซินคอมโพสิต แต่งให้เสมอขอบโพรงฟัน ฉายแสง 60 วินาที สำหรับด้านที่ 2 และ 3 ทำเช่นเดียวกันแต่ใช้เวลาปรับสภาพฟันนาน 30 และ 60 วินาที ตามลำดับ สำหรับด้านสุดท้ายใช้กรดฟอสฟอริกปรับสภาพฟันนาน 15 วินาที ล้างน้ำออก 10 วินาที เป่าลมให้แห้ง 10 วินาที แล้วอุดทับด้วยเรซินคอมโพสิต แต่งให้เสมอขอบโพรงฟัน ฉายแสง 60 วินาทีโดยไม่ใช้สารยึดเรซิน จากนั้นนำฟันทุกด้านมาขัดบริเวณขอบให้เรียบโดยใช้หัวกรอกากเพชรชนิดขัดละเอียด 8 ไมครอน (4205, Intensiv) ทิ้งให้แห้งในอากาศ เคลือบตัวฟันทั้งหมดด้วยน้ำยาทาเลียยกเว้นบริเวณชั้นคอมโพสิตและขอบใกล้ด้านบดเคี้ยว (occlusal margin) และขอบใกล้เหงือก (gingival margin) ห่างขอบหลุมออกไป 1 มิลลิเมตร ทิ้งไว้ให้น้ำยาทาเลียยแห้ง 30 นาที แล้วทาทับอีกชั้น ทิ้งไว้ให้แห้งอีก 30 นาที ปิดรูเปิดปลายรากฟันด้วยซีเมนต์เหนียว แซ่ฟันตัวอย่างในสารละลายบัพเฟอร์แลคติก 0.01 โมล 4 ซี และแซ่ในน้ำกลั่น 4 ซี โดยเปลี่ยนน้ำกลั่นทุกวัน ทำการวัดค่าเป็นกรดต่างของสารละลายบัพเฟอร์แลคติก 0.01 โมล และน้ำกลั่นทุกวัน เมื่อครบกำหนดเวลา 3 วันและ 7 วัน นำฟันขึ้นมาแซ่ในสารละลายเบสิกฟลูออโรซินเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ให้ปลายรากฟันอยู่เหนือสารละลายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ล้างคราบสีบนฟันตัวอย่างทั้งหมดด้วยน้ำสะอาดที่ไหลเป็นเวลา 1 นาที ซับให้แห้ง ตัดฟันตัวอย่างแต่ละซี่ออกเป็น 4 ส่วนเพื่อแยกกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มออกจากกันด้วยเครื่องกรอช้า (micro-motor) โดยใช้หัวกรอกากเพชรรูปร่างล้อหนา 0.15 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ความละเอียด 100 ไมครอน (273D, Intensiv) จากนั้นตัดชิ้นฟันแต่ละชิ้นผ่านกึ่งกลางโพรงฟันที่บูรณะในแนวขนานแกนฟัน ขัดชิ้นฟันให้ได้ระนาบด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600, 800, 1000 และ 1200 นำชิ้นงานที่ได้ไปศึกษาและวัดการรั่วซึมด้วยกล้องสเตอริโอ (measuring stereo microscope, Mitutoyo, Meiji techno, Japan)

### ผลการวิจัยนำร่อง

ตารางที่ 11 แสดงค่าความเป็นกรดต่างเมื่อแช่พื้นที่บูรณะโดยใช้สารยัดเรซินลงในสารละลาย บัฟเฟอร์แลคติก 0.01 โมล

บีกเกอร์	ค่าความเป็นกรดต่าง ณ วันที่					หมายเหตุ
	0	1	2	3	7	
กลุ่มแช่ฟัน 3 วัน ซีที่ 1	6.0	5.8	6.0	6.4	-	วันที่ 4 พบว่าสารละลายเกิด คราบขาวขุ่นจึงเปลี่ยน สารละลายใหม่
กลุ่มแช่ฟัน 3 วัน ซีที่ 2	6.0	5.6	6.0	6.4	-	
กลุ่มแช่ฟัน 7 วัน ซีที่ 1	6.0	5.9	6.4	6.6	6.4	
กลุ่มแช่ฟัน 7 วัน ซีที่ 2	6.0	5.9	6.6	7.0	6.4	

ตารางที่ 12 แสดงค่าความเป็นกรดต่างเมื่อแช่พื้นที่บูรณะโดยใช้สารยัดเรซินลงในน้ำกลั่น

บีกเกอร์	ค่าความเป็นกรดต่าง ณ วันที่								หมายเหตุ
	ก่อนแช่	1	ก่อนแช่	2	ก่อนแช่	3	ก่อนแช่	7	
กลุ่มแช่ฟัน 3 วัน ซีที่ 1	6.5	6.1	6.8	5.1	6.3	7.8	-	-	เปลี่ยนน้ำ กลั่นใหม่ทุก วัน
กลุ่มแช่ฟัน 3 วัน ซีที่ 2	6.5	6.8	6.8	7.6	6.3	7.7	-	-	
กลุ่มแช่ฟัน 7 วัน ซีที่ 1	6.8	7.2	6.3	7.6	5.7	7.9	5.7	8.4	
กลุ่มแช่ฟัน 7 วัน ซีที่ 2	6.8	7.3	6.3	7.9	5.7	8.2	5.7	8.4	

### ผลการศึกษานำร่องถึงวิธีการวัดผลการรั่วซึมในพื้นที่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ

เนื่องจากการวัดการรั่วซึมด้วยกล้องสเตอริโอ เป็นการดูผ่านทางกล้องด้วยตาของผู้ตรวจ และไม่สามารถบันทึกภาพออกมาได้ หากต้องการบันทึกภาพจะต้องบันทึกผ่านทางกล้องวิดีโอของทางศูนย์วิจัยซึ่งพบว่าภาพไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงเป็นอุปสรรคในการดูและกำหนดวิธีวัดการรั่วซึมที่แน่นอนรวมทั้งไม่สามารถนำมาปรึกษาอาจารย์ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาบริเวณพื้นที่อยู่ห่างจากรอยต่อของฟันและวัสดุบูรณะออกไป 1 มิลลิเมตร พบว่าฟันกลุ่มที่แช่ในสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.01 โมลมีการติดสีของสีย้อมลงไปไม่แตกต่างจากกลุ่มที่แช่น้ำกลั่น

### ปัญหาและข้อเสนอนะ



1. สารละลายบัพเฟอร์แลคติก 0.01 โมล มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 6 ซึ่งอาจสูงเกินไปที่จะทำให้เกิดการละลายของแร่ธาตุในพื้น ในขณะที่น้ำกลั่นที่เอามาจากศูนย์วิจัยในแต่ละวันมีค่าความเป็นกรดต่างไม่แน่นอนโดยมีค่าตั้งแต่ 5.7-6.8 ซึ่งอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับสารละลายบัพเฟอร์แลคติก 0.01 โมล ดังนั้นควรปรับปรุงหาสูตรสารละลายบัพเฟอร์แลคติกใหม่ให้มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำลงให้อยู่ในช่วง 4.5-5.5 ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อขบวนการเกิดพันธู
2. น้ำกลั่นไม่เหมาะสมที่จะใช้แช่ฟันกลุ่มควบคุมเนื่องจากไม่มีสารต่อต้านเชื้อจึงต้องเปลี่ยนทุกวันแต่น้ำกลั่นใหม่ในแต่ละวันมีค่าความเป็นกรดต่างไม่คงที่ จึงควรหาสารที่ใช้แช่ฟันกลุ่มควบคุมใหม่
3. สารละลายบัพเฟอร์แลคติก 0.01 โมล เมื่อนำมาแช่ฟันพบว่าวันที่ 3 ค่าความเป็นกรดต่างสูงขึ้น และในวันที่ 4 เกิดคราบขาวขุ่น ซึ่งอาจเกิดจากมีเชื้อขึ้น ดังนั้นควรปรับปรุงหาสูตรสารละลายบัพเฟอร์แลคติกใหม่ให้มีสารต่อต้านเชื้อ
4. การวัดการรั่วซึม ควรมีการบันทึกเป็นภาพเพื่อให้สามารถกำหนดเกณฑ์การวัดร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา และสามารถตรวจสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงของการวัดได้



### การวิจัยนำร่อง 3

#### จุดประสงค์

1. เพื่อปรับปรุงสูตรสารละลายบัพเฟอร์แลคติกให้มีค่าความเป็นกรดต่างเหมาะสม และมีการต้านทานการเจริญของเชื้อ
2. เพื่อศึกษาความคงที่ของค่าความเป็นกรดต่างเมื่อแช่ฟันที่บรูณะโดยใช้สารยึดเรซินลงในสารละลายบัพเฟอร์แลคติก 0.1 โมล
3. ศึกษาระยะเวลาที่จำลองการเกิดฟันผุ
4. ศึกษาวิธีการวัดผลการรั่วซึมในฟันที่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ

#### การออกแบบการทดลอง

1. สารที่ใช้แช่ฟันคือ สารละลายบัพเฟอร์แลคติก 0.1 โมล ซึ่งเตรียมจากกรดแลคติก 0.1 โมล 520 มิลลิลิตร, แคลเซียมคลอไรด์ 0.1 โมล 300 มิลลิลิตร โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.1 โมล 180 มิลลิลิตร โซเดียมอะซิเต้ 3.08 มิลลิโมลเป็นสารต่อต้านเชื้อ แล้วปรับสภาพความเป็นกรดต่างด้วยโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์จนมีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 4.5 จากนั้นใส่ไฮดรอกซีอะปาไทต์ 1.2 กรัม คนนาน 2 วันแล้วกรองไฮดรอกซีอะปาไทต์ที่ไม่ละลายออก (ประยุกต์จาก Margolis 1999)
2. เวลาที่แช่ฟันคือ 7 วันและ 14 วันโดยใช้ฟันทั้งหมด 4 ซี่ และบรูณะฟันด้วยสารยึดเรซิน 2 กลุ่มคือ Single Bond และ Clearfil Mega Bond
3. ฟันซี่ที่ 1 และ 2 แช่ฟันนาน 7 วัน และฟันซี่ที่ 3 และ 4 แช่ฟันนาน 14 วัน โดยฟันแต่ละด้านจะแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ได้แก่
  - 3.1. ด้านใกล้แก้ม ปล่อยให้ฟันไว้ให้สัมผัสกับสารละลายบัพเฟอร์แลคติกโดยไม่บรูณะ
  - 3.2. ด้านใกล้แก้ม, ด้านใกล้กลาง และด้านไกลกลางบรูณะฟันด้วยสารยึดเรซิน โดยซี่ที่ 1 และ 3 บรูณะฟันด้วยสารยึดเรซิน Single Bond และซี่ที่ 2 และ 4 บรูณะฟันด้วยสารยึดเรซิน Clearfil Mega Bond
4. ถ่ายภาพการซึมผ่านของสีย้อมในบริเวณที่ทำการทดสอบผ่านกล้องจุลทรรศน์ (Nikon Eclipse Model E 400 Pol, Nikon, Japan) ร่วมกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Nikon 990, Nikon, Japan) ที่กำลังขยาย 50, 100 เท่า

5. นำภาพถ่ายดิจิทัลของมาศึกษาและทดลองวัดการซึมผ่านของสีย้อมที่เข้ามาในผิวฟันและระหว่างรอยต่อของฟันกับสารยึดเรซินด้วยโปรแกรม Image-Pro Plus หน่วยเป็น มิลลิเมตร

#### การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

นำฟันกรามแท้ของมนุษย์ที่ถอนแล้วเก็บในน้ำที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มาทำความสะอาดโดยล้างคราบเลือดและน้ำลาย คัดเลือกฟันไม่มีรอยผุหรือรอยร้าว แล้วกำจัดเนื้อเยื่อที่ติดอยู่บนรากฟันด้วยใบมีด กำหนดตำแหน่งบริเวณที่ทดสอบบนด้านทั้งสี่ของฟัน โดยวาดด้วยดินสอเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 3x2 มิลลิเมตร ความกว้างในแนวระนาบ 3 มิลลิเมตร กำหนดตำแหน่งให้อยู่เหนือและใต้ต่อรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันอย่างละ 1 มิลลิเมตร กรอโพรงฟันคลาสไฟฟ์บนด้านไกลแก้ม, ด้านใกล้กลาง และด้านไกลกลางซึ่งจะบูรณะด้วยสารยึดเรซินโดยใช้หัวกรอเร็วจากเพชรกับด้ามกรอฟันแบบเร็วและมีน้ำหล่อเย็นตลอดเวลา กรอขยายให้ได้โพรงฟันกว้างในแนวระนาบ 3 มิลลิเมตรและในแนวตั้ง 2 มิลลิเมตร ลึก 1.5 มิลลิเมตร ลักษณะของขอบโพรงฟันด้านหนึ่งอยู่บนเคลือบฟันและอีกด้านอยู่บนเคลือบรากฟัน ห่างจากรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันอย่างละ 1 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาบูรณะโดยซีที 1 และ 3 บูรณะฟันด้วยสารยึดเรซิน Single Bond ใช้กรดฟอสฟอริกปรับสภาพฟันนาน 15 วินาที ล้างน้ำออก 10 วินาที ชั้บด้วยกระดาษซับให้ผิวฟันมีลักษณะขึ้น ทาซิงเกิลบอนด์ที่ผิวฟัน 2 ชั้น เป่าลมเบาๆ 5 วินาที ฉายแสง 10 วินาที แล้วอุดทับด้วยเรซินคอมโพสิต สำหรับซีที 2 และ 4 บูรณะฟันด้วยสารยึดเรซิน Clearfil Mega Bond ทาไพรเมอร์ 20 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที ทาบอนด์ที่ผิวฟันให้ทั่ว เป่าลมเบาๆ 5 วินาที ฉายแสง 10 วินาทีอุดทับด้วยเรซินคอมโพสิต แต่งให้เสมอขอบโพรงฟัน ฉายแสง 60 วินาที นำฟันด้านที่บูรณะมาจัดบริเวณขอบเรซินคอมโพสิตให้เรียบโดยใช้หัวกรอจากเพชรชนิดซัดละเอียด 8 ไมครอน (4205, Intensiv) ทิ้งให้แห้งในอากาศ เคลือบตัวฟันทั้งหมดด้วยน้ำยาทาเล็บ ยกเว้นบริเวณที่ทำการทดสอบทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ชิ้นคอมโพสิตและขอบใกล้ด้านบดเคี้ยว (occlusal margin) และขอบใกล้เหงือก (gingival margin) ห่างขอบหลุมออกไป 1 มิลลิเมตร ทิ้งไว้ให้น้ำยาทาเล็บแห้ง 30 นาที แล้วทาทับอีกชั้น ทิ้งไว้ให้แห้งอีก 30 นาที ปิดรูเปิดปลายรากฟันด้วยซีเมนต์เหนียว แซ่ฟันตัวอย่างในสารละลายบัพเฟอร์แลคติก 0.1 โมล ทำการวัดค่าเป็นกรดต่างของสารละลายบัพเฟอร์แลคติก 0.1 โมล ทุกวัน เมื่อครบกำหนดเวลา 7 วันและ 14 วัน นำฟันขึ้นมาแช่ในสารละลายเบสิกฟลูออรีนเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ให้ปลายรากฟันอยู่ในเนื้อสารละลาย ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 24 ชั่วโมงล้างคราบสีบนฟันตัวอย่างทั้งหมดด้วยน้ำสะอาดที่ไหลเป็นเวลา 1 นาที ชั้บให้แห้ง ตัดฟันตัวอย่างแต่ละซี่ออกเป็น 2 ส่วนเพื่อแยกกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มออกจากกันด้วยเครื่องกรอช้า (micro-motor) โดย

ใช้หัวกรอกปากเพชรรูวงล้อหนา 0.15 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ความละเอียด 100 ไมครอน (273D, Intensiv) จากนั้นตัดชิ้นฟันแต่ละชิ้นผ่านกึ่งกลางโพรงฟันที่บูรณะในแนวขนานแกนฟัน ขัดชิ้นฟันให้ได้ระนาบด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600, 800, 1000 และ 1200 นำชิ้นงานที่ได้ไปถ่ายภาพการซึมผ่านของสีย้อมในบริเวณที่ทำการทดสอบผ่านกล้องจุลทรรศน์ (Nikon Eclipse Model E 400 Pol, Nikon, Japan) ร่วมกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Nikon 990, Nikon, Japan) ที่กำลังขยาย 50, 100 เท่า นำภาพถ่ายดิจิทัลมาศึกษาและวัดระยะการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟันและเคลือบรากฟันและระยะการแทรกซึมของสีย้อมในด้านเคลือบรากฟันและเนื้อฟันด้วยโปรแกรม Image-Pro Plus หน่วยเป็นมิลลิเมตร

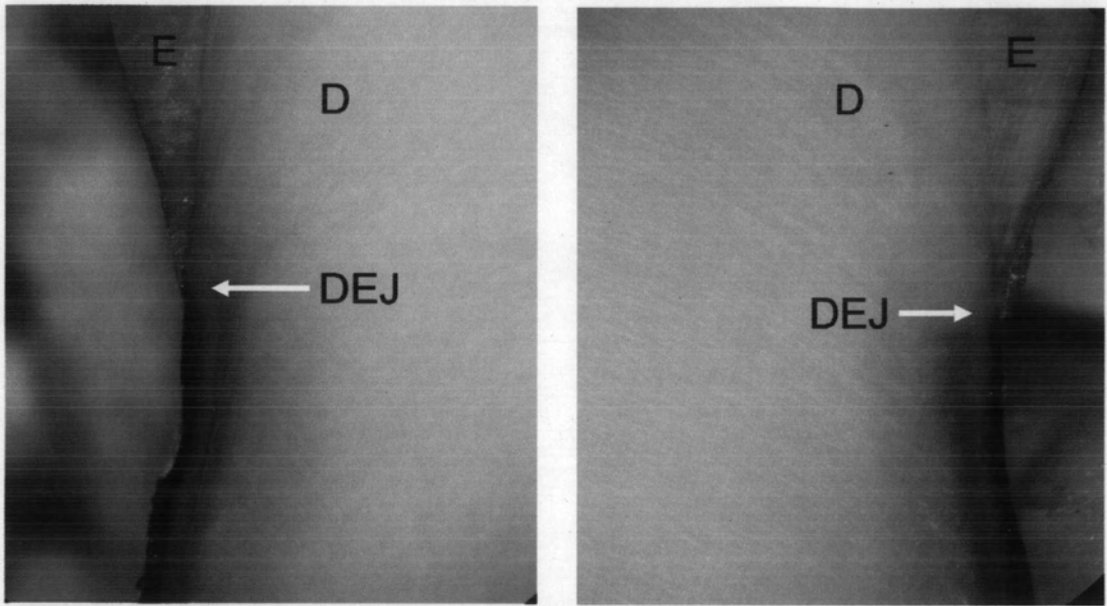
### ผลการวิจัยนำร่อง

ตารางที่ 13 แสดงค่าความเป็นกรดต่างเมื่อแช่ฟันลงในสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.1 โมล

บีกเกอร์	ค่าความเป็นกรดต่าง ณ วันที่									
	0	1	2	3	4	5	7	11	12	14
กลุ่มแช่ฟัน 7 วัน	4.5	4.5	4.5	4.5	4.4	4.5	4.6	-	-	-
กลุ่มแช่ฟัน 14 วัน	4.5	4.5	4.5	4.5	4.4	4.5	4.6	4.5	4.6	4.6

### ผลการศึกษา นำร่องถึงวิธีการวัดผลการรั่วซึมในฟันที่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ

การถ่ายภาพการซึมผ่านของสีย้อมด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลผ่านกล้องจุลทรรศน์ (Nikon Eclipse Model E 400 Pol, Nikon, Japan) พบว่าให้ภาพที่ชัดเจน และพบว่าการติดสีของสีย้อมบนผิวเคลือบฟัน ในบางชิ้นมีสีย้อมแทรกซึมเข้ามาตามรอยร้าวที่อยู่ในเคลือบฟันใกล้เคียง สำหรับด้านเคลือบรากฟันพบการแทรกซึมของสีย้อมเข้ามาในเคลือบรากฟันและเนื้อฟันที่อยู่ข้างใต้เป็นชั้นสีแดงเข้มกว้างประมาณ 0.15 มิลลิเมตร ภายใต้อันนี้เห็นเป็นเส้นสีน้ำตาลจางๆของสีย้อมที่แทรกซึมไปตามท่อเนื้อฟัน ลักษณะทั้งหมดดังกล่าวมานี้จะเห็นชัดเจนในฟันซี่ที่ผ่านการแช่สารละลายบัฟเฟอร์แลคติกเป็นเวลา 14 วัน ดังรูปที่ 35



รูปที่ 35 แสดงการซึมผ่านของสีย้อมบนด้านฟันที่ไม่ได้รับการบูรณะหลังแช่ฟันลงในสารละลาย บัฟเฟอร์แลคติก 0.1 โมลเป็นเวลา 14 วัน ถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลผ่านกล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 50 เท่า (E = Enamel D = Dentin DEJ = Dento-enamel junction)

ตารางที่ 14 แสดงระยะเวลาการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟันและเคลือบ รากฟัน (LE/L, LC/L) และระยะเวลาแทรกซึมของสีย้อมในด้านเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC/L)

ซี่	ด้าน		penetration into c/d	enamel leakage	cementum leakage
แช่ 7 วัน	1	Buccal (ไม่บูรณะ)	0.143	-	-
		Distal (บูรณะด้วย Single Bond)	0.144	0.098	0.347
		Lingual (บูรณะด้วย Single Bond)	0.176	0.019	0.132
		Mesial(บูรณะด้วย Single Bond)	0.126	0.134	0.412
		Mean ± SD	0.147±0.021	0.084±0.059	0.297±0.147
	2	Buccal (ไม่บูรณะ)	0.125	-	-
		Distal (บูรณะด้วย Clearfil Mega Bond)	0.156	0.168	0.388
		Lingual (บูรณะด้วย Clearfil Mega Bond)	0.117	0.112	0.109
		Mesial(บูรณะด้วย Clearfil Mega Bond)	0.167	0.151	0.212
		Mean ± SD	0.141±0.024	0.144±0.029	0.236±0.141



ซี่	ด้าน	penetration into c/d	enamel leakage	cementum leakage
แช่ 14 วัน	3 Buccal (ไม่บูรณะ)	0.175	-	-
	Distal (บูรณะด้วย Single Bond)	0.205	0.058	0.798
	Lingual (บูรณะด้วย Single Bond)	0.189	0.156	0.245
	Mesial(บูรณะด้วย Single Bond)	0.156	0.080	0.405
	Mean $\pm$ SD	0.181 $\pm$ 0.021	0.098 $\pm$ 0.051	0.483 $\pm$ 0.285
4	Buccal (ไม่บูรณะ)	0.198	-	-
	Distal (บูรณะด้วย Clearfil Mega Bond)	0.220	0.088	0.472
	Lingual (บูรณะด้วย Clearfil Mega Bond)	0.172	0.230	0.322
	Mesial(บูรณะด้วย Clearfil Mega Bond)	0.167	0.152	0.235
	Mean $\pm$ SD	0.189 $\pm$ 0.025	0.157 $\pm$ 0.071	0.343 $\pm$ 0.120

### ปัญหาและข้อเสนอนะ

1. สารละลายบัพเฟอร์แลคติก 0.1 โมลมีค่าความเป็นกรดต่างคงที่และสามารถใช้แช่ฟันได้ตลอด 14 วันโดยไม่เกิดการเปลี่ยนเป็นสีขึ้น
2. เนื่องจากชิ้นงานที่ตัดแต่ละชิ้นมีความหนาไม่เท่ากัน จึงควรยึดบนแท่นยึดชิ้นงานเพื่อปรับตั้งระยะระหว่างเลนส์กล้องจุลทรรศน์กับระนาบของชิ้นฟันให้มีระยะเท่ากันทุกชิ้น จึงจะได้ภาพถ่ายที่สามารถเปรียบเทียบผลการรั่วซึมระหว่างชิ้นได้
3. การถ่ายภาพการซึมผ่านของสีย้อมผ่านด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลพบว่าให้ภาพที่ชัดเจนสามารถนำมาขยายเพิ่มขึ้นในจอคอมพิวเตอร์เพื่อดูในรายละเอียดได้ง่าย และเป็นข้อมูลที่สามารถนำกลับมาดูซ้ำได้สะดวกจึงช่วยลดความผิดพลาดจากการวัดผ่านกล้องจุลทรรศน์โดยตรง
4. ภาพถ่ายที่ใช้วัดการรั่วซึมถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 50 และ 100 เท่า แม้ว่า ISO11450 ได้กำหนดการวัดการรั่วซึมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วยกำลังขยาย 10 เท่า (ISO/TS 11405,2003) แต่ผู้วิจัยมีความเห็นว่าเป็นกำลังขยายที่น้อยเกินไป อาจทำให้การวัดผลผิดพลาดเนื่องจากไม่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นการรั่วซึมระหว่างสารยึดเรซินกับสีย้อมจริงหรือไม่ เช่น ลักษณะที่ขอบรอยรั่วในเคลือบฟันอยู่ใกล้กับรอยต่อของเคลือบฟันกับสารยึดเรซินอาจทำให้เข้าใจผิดคิดว่าเป็นการรั่วซึมได้หากดูที่กำลังขยายต่ำ หรือลักษณะที่พบการรั่วซึมของสีย้อมในรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกับเรซินคอมโพสิต อาจทำให้ดูเป็นการรั่วซึมในรอยต่อระหว่างสาร



ยึดเรซินกับเนื้อฟันได้หากดูด้วยกล้องที่กำลังขยายต่ำ นอกจากนี้ลักษณะการรั่วซึมในชั้นดีมีเนอโรไลต์เดนทีนที่ลงเหลือจะมีลักษณะเป็นเส้นบางๆจึงควรใช้กำลังขยายสูง

5. การนำฟันไปผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุทำให้พบลักษณะการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟันซึ่งยังไม่เคยมีเกณฑ์ในการวัดการรั่วซึมของฟันลักษณะนี้มาก่อน จึงต้องมีการกำหนดเกณฑ์ในการวัดขึ้นใหม่

6. บริเวณรอยต่อของฟันและสารยึดเรซินอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันกับบริเวณที่มีการแทรกซึมของสีย้อมลงในเคลือบรากฟันและเนื้อฟันปกติทุกประการตลอดการทดลอง จึงอาจถือได้ว่าบริเวณที่มีการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน เป็นกลุ่มควบคุมที่ดี (Control group) ของฟันแต่ละชิ้น

7. เนื่องจากการวัดการรั่วซึมเป็นการวัดโดยใช้ความรู้สึก (subjective measurement) ควรมีการตรวจสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงของการวัดก่อนจะทำการวัดผลจริง

## ความถูกต้องในการวัดของผู้ทำการวิจัย (Accuracy)

**จุดประสงค์** เพื่อปรับความถูกต้องในการวัดของผู้ทำการวิจัยโดยฝึกฝนกับอาจารย์ผู้สอนซึ่งถือเป็นผู้เชี่ยวชาญ และลดความคลาดเคลื่อนในการวัดผลโดยทดสอบเปรียบเทียบผลการวัดกับอาจารย์ผู้สอน

### วิธีการทดสอบ

1. คัดภาพชิ้นงานที่ไม่แน่ใจวิธีการวัด มาให้อาจารย์สอนผู้ทำการวิจัยถึงวิธีการวัดการรั่วซึมจนเข้าใจเกณฑ์การตรวจ
2. การทดสอบความถูกต้องในการวัด สุ่มภาพชิ้นงานจำนวน 30 ชิ้น (ร้อยละ 20 ของชิ้นงานทั้งหมด) มาให้อาจารย์และผู้ทำการวิจัยวัดการรั่วซึมโดยแยกกันวัดคนละสถานที่และเวลา กัน และนำผลการวัดมาเปรียบเทียบกัน
3. วิเคราะห์ความถูกต้องในการวัดของผู้ตรวจโดยใช้สถิติทดสอบความสัมพันธ์ (Correlation) และสถิติ Pair T-test เปรียบเทียบระยะเวลาการรั่วซึมทั้งทางด้านเคลือบพื้นและเคลือบรากฟัน และค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟันที่ทำการวัดโดยผู้ทำวิจัยเปรียบเทียบกับอาจารย์

### ผลการทดสอบ

การทดสอบความสัมพันธ์กัน (Correlation) พบว่าผลการวัดของผู้ทำการวิจัยมีความสัมพันธ์กับผลการวัดของอาจารย์อย่างมีนัยสำคัญทุกค่าตัวแปรที่วัด และเมื่อใช้สถิติเพียร์ทีเทสต์ (Pair T-test) พบว่าการวัดของผู้ทำวิจัยได้ผลถูกต้องไม่แตกต่างจากการวัดของอาจารย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ความถูกต้องในการวัดของผู้ทำการวิจัย (Inter-examiner accuracy)

ตัวแปรที่วัด*	N**	Correlation		Pair T test	
		Correlation	Sig.	t	Sig.
1 left penetration into cementum and dentin	30	0.999	0.000	0.957	0.346
2 left enamel leakage	27	0.970	0.000	0.199	0.844
3 left cementum leakage	26	0.736	0.000	-1.504	0.145
4 right penetration into cementum and dentin	23	0.994	0.000	0.130	0.898
5 right enamel leakage	22	0.985	0.000	0.711	0.485
6 right cementum leakage	19	0.774	0.000	-0.599	0.557

\* 1=ค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟันชั้นซ้าย วัดโดยผู้ทำวิจัย เทียบกับอาจารย์

2=ค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟันชั้นซ้าย วัดโดยผู้ทำวิจัย เทียบกับอาจารย์

3=ค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันชั้นซ้ายวัดโดยผู้ทำวิจัยเทียบกับอาจารย์

4=ค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟันชั้นขวา วัดโดยผู้ทำวิจัย เทียบกับอาจารย์

5=ค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟันชั้นขวา วัดโดยผู้ทำวิจัย เทียบกับอาจารย์

6=ค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันชั้นขวาวัดโดยผู้ทำวิจัย เทียบกับอาจารย์

\*\* จำนวนตัวอย่างแต่ละตัวแปรไม่เท่ากัน เนื่องจากมีบางตัวอย่างไม่สามารถวัดค่าได้ตามเกณฑ์การวัด

## การทดสอบความแม่นยำในการวัดของผู้ทำการวิจัย (Reliability)

**จุดประสงค์** เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการวัดผลโดยทดสอบความแม่นยำในการวัดของผู้ทำการวิจัยเปรียบเทียบกัน 2 ครั้ง

### วิธีการทดสอบ

1. สุ่มภาพชิ้นงานจำนวน 30 ชิ้น มาให้ผู้ทำการวิจัยวัดการรั่วซึม หลังจากนั้น 2 สัปดาห์ให้ผู้ช่วยการวิจัยสลับเปลี่ยนหมายเลขประจำชิ้นพื้น แล้วให้ผู้ทำการวิจัยวัดการรั่วซึมซ้ำอีกครั้ง
2. วิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของผู้ตรวจโดยใช้สถิติทดสอบความสัมพันธ์ (Correlation) และสถิติ Pair T-test เปรียบเทียบระยะเวลาการรั่วซึมทั้งทางด้านเคลือบพื้นและเคลือบรากฟัน และค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟันที่ทำการวัดโดยผู้ทำวิจัยครั้งที่ 1 เทียบกับครั้งที่ 2

### ผลการทดสอบ

การทดสอบความแม่นยำในการวัดของผู้ทำการวิจัยในแต่ละครั้งที่ทำการวัด โดยทดสอบความสัมพันธ์กัน (Correlation) พบว่าผลการวัดของผู้ทำการวิจัย 2 ครั้งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทุกค่าตัวแปรที่วัด และเมื่อใช้สถิติแพร์ทีเทสต์ (Pair T-test) พบว่าการวัดของผู้ทำการวิจัยครั้งที่ 1 และ 2 ได้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ความแม่นยำในการวัดของผู้ทำการวิจัย (Intra-examiner reliability)

ตัวแปรที่วัด*	N**	Correlation		Pair T test	
		Correlation	Sig.	t	Sig.
1 left penetration into cementum and dentin	30	0.997	0.000	0.534	0.597
2 left enamel leakage	27	0.997	0.000	-1.726	0.096
3 left cementum leakage	26	0.929	0.000	-1.250	0.223
4 right penetration into cementum and dentin	23	0.998	0.000	1.864	0.076
5 right enamel leakage	22	0.994	0.000	-1.788	0.088
6 right cementum leakage	19	0.934	0.000	-0.411	0.686

\* 1=ค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟันชั้นซ้าย วัดโดยผู้ทำวิจัยครั้งที่ 1 เทียบกับครั้งที่ 2

2=ค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟันชั้นซ้ายวัดโดยผู้ทำวิจัยครั้งที่ 1 เทียบกับครั้งที่ 2

3=ค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันชั้นซ้ายวัดโดยผู้ทำวิจัยครั้งที่ 1 เทียบกับครั้งที่ 2

4=ค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟันชั้นขวา วัดโดยผู้ทำวิจัยครั้งที่ 1 เทียบกับครั้งที่ 2

5=ค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟันชั้นขวาวัดโดยผู้ทำวิจัยครั้งที่ 1 เทียบกับครั้งที่ 2

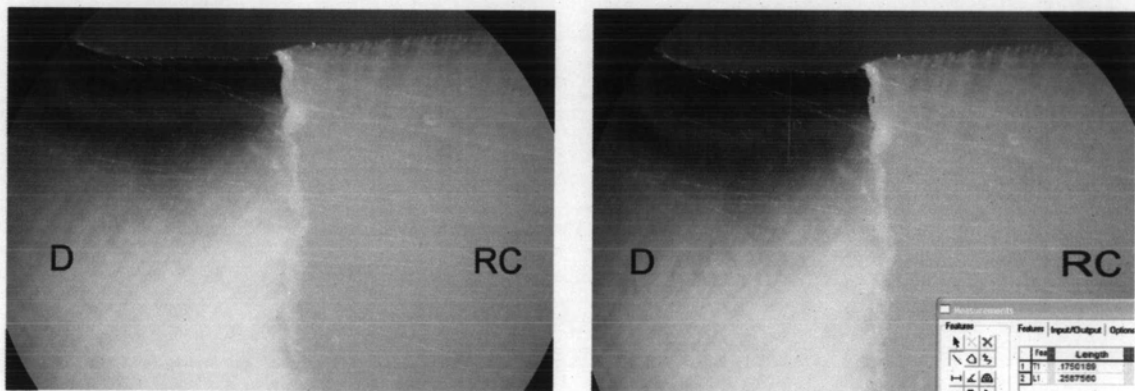
6=ค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันชั้นขวาวัดโดยผู้ทำวิจัยครั้งที่ 1 เทียบกับครั้งที่ 2

\*\* จำนวนตัวอย่างแต่ละตัวแปรไม่เท่ากัน เนื่องจากมีบางตัวอย่างไม่สามารถวัดค่าได้ตามเกณฑ์การวัดในบทที่ 3



### เกณฑ์การวัด

1. ระยะเวลาการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE) และทางด้านเคลือบรากฟัน (LC) จะวัดจากผิวฟันลงไปตามรอยต่อของฟันกับสารยึดเรซินที่เห็นสีเข้ม
2. หากด้านเคลือบรากฟันไม่เห็นการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (LC) ที่มากกว่าระยะเวลาแทรกซึมของสีเข้มในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC) จะบันทึกระยะเวลาการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันเป็น 0 และบันทึกระยะเวลาการแทรกซึมของสีเข้มที่ประชิดกับรอยต่อของฟันกับสารยึดเรซินไว้ด้วย ดังรูปที่ 36

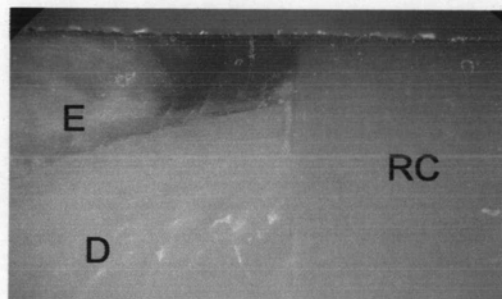


(a)

(b)

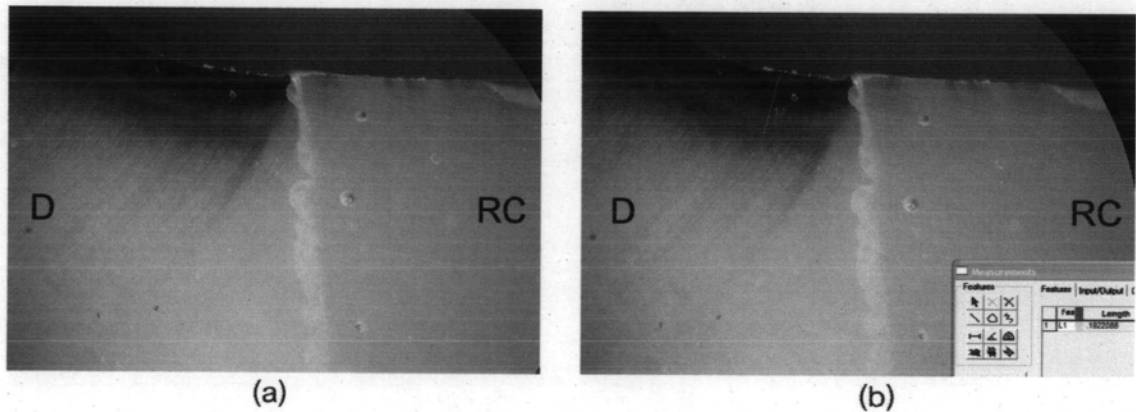
รูปที่ 36 (a) แสดงภาพก่อนวัดระยะซึ่งไม่เห็นการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (b) แสดงภาพวัดระยะเวลาการแทรกซึมของสีเข้มที่ประชิดรอยต่อของฟันกับสารยึดเรซินมีค่า = 0.175 มิลลิเมตร ส่วนระยะเวลาการแทรกซึมของสีเข้มในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน = 0.259 มิลลิเมตร (D = เนื้อฟัน RC = เรซินคอมโพสิต) [กำลังขยาย 100 เท่า]

3. ลักษณะที่ไม่สามารถวัดระยะได้คือ เคลือบฟันมีรอยร้าวมากจนเข้ามาชิดรอยต่อของฟันกับวัสดุ ดังรูปที่ 37



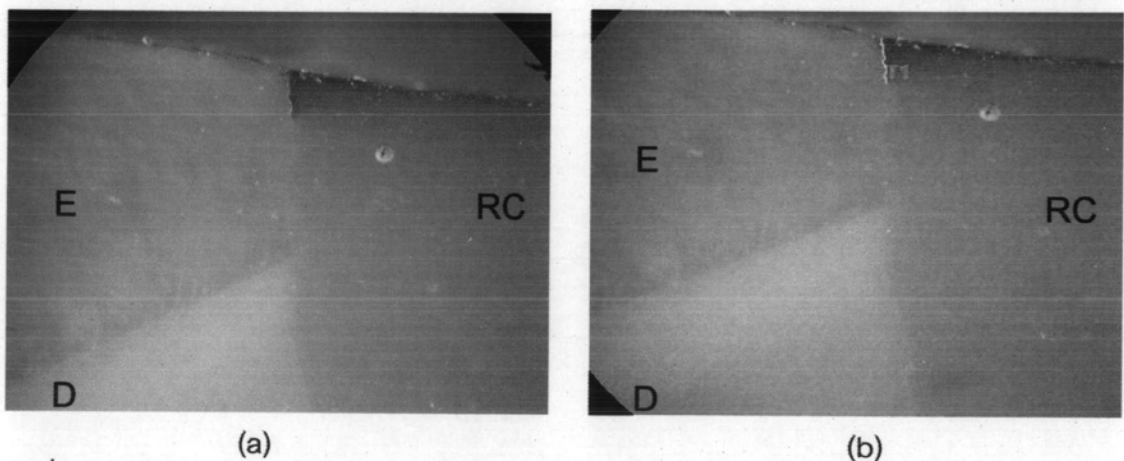
รูปที่ 37 แสดงภาพรอยต่อของฟันกับวัสดุบูรณะไม่สามารถวัดระยะได้ เนื่องจากมีรอยร้าวในเคลือบฟันที่เข้ามาชิดรอยต่อของฟันกับวัสดุจนไม่สามารถจำแนกได้ว่าการรั่วซึมหรือไม่ (E=เคลือบฟัน D=เนื้อฟัน RC=เรซิน คอมโพสิต) [กำลังขยาย 100 เท่า]

4. การแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC) เกิดจากเนื้อฟันที่อยู่ติดกับขอบวัสดุบูรณะในระยะ 1 มิลลิเมตรซึ่งไม่ถูกคลุมด้วยน้ำยาทาเล็บ จึงสัมผัสกับสารละลายบัฟเฟอร์แลคติกทำให้เกิดการละลายไฮดรอกซีอะพาไทต์ออก ระยะการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC) วัดจากผิวเคลือบรากฟันลงมาในเนื้อฟันที่ติดสีย้อมเป็นแถบสีแดงเข้มจนถึงระยะที่เห็นเป็นสีชมพูติดต่อกันเป็นแถบ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการละลายของแร่ธาตุในเนื้อฟันจนมีการติดสีทั้งในท่อนเนื้อฟันและระหว่างท่อนเนื้อฟัน บริเวณที่ต่ำกว่านี้เป็นสีย้อมที่เข้าไปในท่อนเนื้อฟันจึงไม่นับเป็นระยะการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน ดังแสดงในรูปที่ 38



รูปที่ 38 (a) แสดงภาพถ่ายก่อนวัดระยะ (b) แสดงการวัดระยะการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (D = เนื้อฟัน RC = เรซินคอมโพสิต) [กำลังขยาย 100 เท่า]

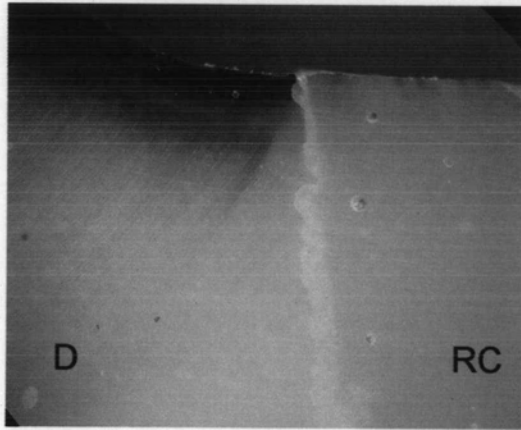
5. การรั่วซึมบริเวณรอยต่อของสารยึดเรซินกับวัสดุบูรณะจะเห็นสีย้อมแทรกในรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกับวัสดุบูรณะ และจะทำการวัดระยะ และบันทึกค่าเมื่อพบเท่านั้น



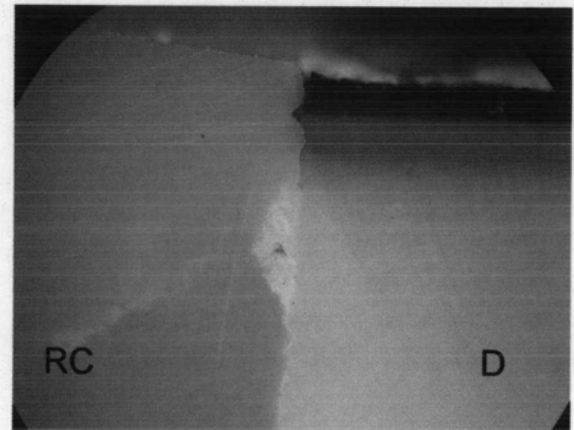
รูปที่ 39 แสดงภาพการวัดระยะการรั่วซึมระหว่างสารยึดเรซินกับวัสดุบูรณะ โดย T1: ระยะการรั่วซึมระหว่างสารยึดเรซินกับวัสดุบูรณะ = 0.152 มิลลิเมตร

(E = เคลือบฟัน D = เนื้อฟัน RC = เรซินคอมโพสิต) [กำลังขยาย 100 เท่า]

6. ลักษณะการปิดกั้นการรั่วซึมของสีย้อมเข้าไปในท่อเนื้อฟัน จะเห็นลักษณะแถบสีของการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟันสั้นลงในบริเวณเนื้อฟันที่ชิดกับรอยต่อระหว่างฟันกับสารยึดเรซิน เนื่องจากสารยึดเรซินที่เข้าไปในท่อเนื้อฟันทำให้สีย้อมไม่สามารถซึมเข้าไปได้



(a)



(b)

รูปที่ 40 (a) แสดงลักษณะการปิดกั้นการรั่วซึมของสีย้อมเข้าไปในท่อเนื้อฟัน (b) ไม่พบลักษณะการปิดกั้นการรั่วซึมของสีย้อมเข้าไปในท่อเนื้อฟัน (E = เคลือบฟัน D = เนื้อฟัน RC = เรซินคอมโพสิต) [กำลังขยาย 100 เท่า]

## การศึกษาเพิ่มเติมเรื่องการรั่วซึมของฟันแต่ละด้าน

**จุดประสงค์** เพื่อศึกษาว่าฟันในแต่ละด้านจะมีการรั่วซึมเหมือนกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร เนื่องจากในการวิจัยออกแบบให้ฟันแต่ละด้านเป็นกลุ่มทดลองคนละกลุ่มกัน ดังนั้นหากฟันแต่ละด้านมีการรั่วซึมแตกต่างกัน อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้การแปลผลการวิจัยผิดพลาดได้

**การออกแบบการทดลอง** ใช้ฟันทั้งหมด 5 ซี่ บูรณะด้วยคอมโพสิตเรซินโดยใช้สารยึดเรซิน Clearfil Mega Bond ทั้ง 4 ด้าน

**การเตรียมชิ้นตัวอย่าง** รายละเอียดการเตรียม เช่นเดียวกับการศึกษาวิจัย

### ผลการวิจัย

ตารางที่ 17 แสดงการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน

tooth no.	Enamel leakage			
	buccal	distal	lingual	mesial
1	0.439	0.100	0.167	0.319
2	0.336	0.247	0.086	0.000
3	0.327	0.169	0.211	0.242
4	0.698	0.384	0.531	0.241
5	0.488	0.218	0.148	0.605
Mean±SD	0.457±0.151	0.223±0.106	0.228±0.175	0.282±0.217

ตารางที่ 18 แสดงการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน

tooth no.	Cementum leakage			
	buccal	distal	lingual	mesial
1	0.222	0.432	0.361	0.000
2	0.114	0.000	0.724	0.565
3	0.423	0.202	0.172	0.207
4	0.000	0.083	0.114	0.079
5	0.227	0.221	0.293	0.000
Mean±SD	0.197±0.157	0.188±0.164	0.333±0.239	0.170±0.236



เมื่อนำค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟันและทางด้านเคลือบรากฟันมาวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลพบว่าการแจกแจงข้อมูลปกติ (ตารางที่ 19) และมีความเหมือนของค่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 20) จึงใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า แต่ละด้านมีการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน และการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 19 แสดงการแจกแจงข้อมูลของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE) และการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (LC) ในแต่ละด้านของฟัน

Side	N	Enamel leakage (LE)		Cementum leakage (LC)	
		Kolmogorov-Smirnov Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Kolmogorov-Smirnov Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Buccal	5	0.493	0.968	0.504	0.962
Distal	5	0.473	0.979	0.490	0.970
Lingual	5	0.759	0.611	0.566	0.906
Mesial	5	0.518	0.952	0.559	0.913

ตารางที่ 20 แสดงการวิเคราะห์สถิติทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวนของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE) และทางด้านเคลือบรากฟัน (LC) ในแต่ละด้านของฟัน

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Enamel leakage	0.382	3	16	0.768
Cementum leakage	0.351	3	16	0.789



ตารางที่ 21 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE) และทางด้านเคลือบรากฟัน (LC) ในแต่ละด้านของฟัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Enamel leakage	Between Groups	0.181	3	0.060	2.159	0.133
	Within Groups	0.446	16	0.028		
	Total	0.627	19			
Cementum leakage	Between Groups	0.084	3	0.028	0.679	0.577
	Within Groups	0.658	16	0.041		
	Total	0.742	19			

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบของการวิจัย

ตารางที่ 22 แสดงข้อมูลดิบในการทดสอบความถูกต้องในการวัดของผู้ทำการวิจัย

No.	Left piece						Right piece					
	Penetration into cementum/dentin		Enamel leakage		Cementum leakage		Penetration into cementum/dentin		Enamel leakage		Cementum leakage	
	Exam.	Ins.	Exam.	Ins.	Exam.	Ins.	Exam.	Ins.	Exam.	Ins.	Exam.	Ins.
1	0.142	0.162	0.627	0.712	0.254	0.274	0.176	0.164	0.863	0.769	0.203	0.168
2	0.251	0.246	0.474	0.491	0.156	0.160	0.125	0.117	0.566	0.625	0.171	0.163
3	0.196	0.286	0.024	0.000	0.898	0.833	0.169	0.237	0.046	0.041	1.178	1.048
4	0.164	0.195	0.205	0.332	0.194	0.189	0.159	0.166	-	-	0.186	0.187
5	0.133	0.126	-	-	0.130	0.121	-	-	1.007	0.991	-	-
6	0.279	0.259	0.129	0.137	3.879	3.818	-	-	-	-	-	-
7	0.146	0.142	0.627	0.627	0.209	0.233	0.141	0.117	0.419	0.591	0.146	0.149
8	0.220	0.208	-	-	0.431	0.430	0.155	0.217	0.181	0.177	0.431	0.551
9	0.108	0.109	0.567	0.483	1.612	1.665	0.118	0.127	0.320	0.339	1.392	1.394
10	0.083	0.142	0.000	0.089	0.814	0.851	-	-	-	-	-	-
11	0.158	0.183	0.110	0.114	0.897	0.919	0.166	0.173	0.157	0.172	0.601	0.581
12	0.137	0.050	0.000	0.000	0.071	0.070	-	-	-	-	-	-

NO.	Left piece						Right piece					
	Penetration into cementum/dentin		Enamel leakage		Cementum leakage		Penetration into cementum/dentin		Enamel leakage		Cementum leakage	
	Exam.	Ins.	Exam.	Ins.	Exam.	Ins.	Exam.	Ins.	Exam.	Ins.	Exam.	Ins.
13	0.117	0.208	0.059	0.071	1.037	1.071	0.133	0.160	0.032	0.000	1.884	2.016
14	0.141	0.129	-	-	0.462	0.471	0.116	0.113	1.028	1.077	0.526	0.517
15	-	-	0.000	0.000	0.063	0.000	-	-	0.050	0.000	0.000	0.000
16	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-
17	0.162	0.141	0.113	0.000	0.267	0.263	0.153	0.145	-	-	0.162	0.132
18	0.195	0.215	0.000	0.000	0.257	0.261	-	-	0.000	0.000	0.197	0.195
19	-	-	0.000	0.000	0.198	0.188	-	-	0.000	0.000	0.132	0.138
20	0.193	0.195	0.000	0.000	0.205	0.185	0.249	0.236	0.157	0.000	0.176	0.176
21	0.079	0.137	0.000	0.000	0.318	0.303	0.224	0.236	0.048	0.000	0.330	0.335
22	-	-	0.000	0.000	0.194	0.213	-	-	0.000	0.000	0.154	0.205
23	0.187	0.162	0.000	0.000	0.000	0.000	0.171	0.159	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.199	0.238	0.000	0.000	0.352	0.301	0.205	0.240	0.000	0.000	0.303	0.224
25	0.197	0.246	0.000	0.000	0.140	0.142	0.146	0.154	0.064	0.000	0.145	0.142
26	0.221	0.243	0.000	0.000	0.223	0.236	0.183	0.141	0.000	0.000	0.184	0.208
27	0.221	0.214	0.044	0.000	0.307	0.222	-	-	-	-	-	-
28	0.225	0.225	0.000	0.000	0.183	0.175	0.234	0.202	0.000	0.000	0.173	0.146
29	0.212	0.200	0.000	0.000	0.210	0.203	-	-	-	-	-	-
30	0.212	0.209	0.131	0.000	0.365	0.363	0.139	0.132	0.220	0.169	0.430	0.395

ตารางที่ 23 แสดงข้อมูลดิบในการทดสอบความแม่นยำในการวัดของผู้ทำการวิจัย

No.	Left piece						Right piece					
	Penetration into cementum/dentin		Enamel leakage		Cementum leakage		Penetration into cementum/dentin		Enamel leakage		Cementum leakage	
	Exam.1	Exam.2	Exam.1	Exam.2	Exam.1	Exam.2	Exam.1	Exam.2	Exam.1	Exam.2	Exam.1	Exam.2
1	0.142	0.627	0.700	0.254	0.269	0.176	0.171	0.863	0.817	0.203	0.180	0.142
2	0.257	0.474	0.514	0.156	0.155	0.125	0.122	0.566	0.608	0.171	0.153	0.257
3	0.198	0.024	0.022	0.898	0.798	0.169	0.167	0.046	0.035	1.178	1.082	0.198
4	0.161	0.205	0.219	0.194	0.183	0.159	0.171	-	-	0.186	0.198	0.161
5	0.118	-	-	0.130	0.122	-	-	1.007	1.070	-	-	0.118
6	0.259	0.129	0.098	3.879	3.613	-	-	-	-	-	-	0.259
7	0.148	0.627	0.602	0.209	0.204	0.141	0.125	0.419	0.499	0.146	0.134	0.148
8	0.231	-	-	0.431	0.429	0.155	0.175	0.181	0.186	0.431	0.402	0.231
9	0.123	0.567	0.594	1.612	1.773	0.118	0.114	0.320	0.339	1.392	1.406	0.123
10	0.115	0.000	0.040	0.814	0.847	-	-	-	-	-	-	0.115
11	0.175	0.110	0.123	0.897	0.905	0.166	0.173	0.157	0.159	0.601	0.594	0.175
12	0.110	0.000	0.000	0.071	0.076	-	-	-	-	-	-	0.110
13	0.125	0.059	0.063	1.037	1.017	0.133	0.121	0.032	0.000	1.884	1.729	0.125
14	0.150	-	-	0.462	0.464	0.116	0.109	1.028	1.077	0.526	0.519	0.150

No.	Left piece						Right piece					
	Penetration into cementum/dentin		Enamel leakage		Cementum leakage		Penetration into cementum/dentin		Enamel leakage		Cementum leakage	
	Exam.1	Exam.2	Exam.1	Exam.2	Exam.1	Exam.2	Exam.1	Exam.2	Exam.1	Exam.2	Exam.1	Exam.2
15	-	0.000	0.000	0.063	0.063	-	-	0.050	0.037	0.000	0.000	-
16	-	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
17	0.150	0.113	0.121	0.267	0.273	0.153	0.139	-	-	0.162	0.127	0.150
18	0.155	0.000	0.000	0.257	0.253	-	-	0.000	0.000	0.197	0.193	0.155
19	-	0.000	0.000	0.198	0.183	-	-	0.000	0.000	0.132	0.117	-
20	0.189	0.000	0.000	0.205	0.237	0.249	0.242	0.157	0.264	0.176	0.182	0.189
21	-	0.000	0.000	0.318	0.310	0.224	0.221	0.048	0.045	0.330	0.341	-
22	-	0.000	0.000	0.194	0.198	-	-	0.000	0.000	0.154	0.180	-
23	0.197	0.000	0.000	0.000	0.000	0.171	0.181	0.000	0.048	0.000	0.041	0.197
24	0.231	0.000	0.000	0.352	0.342	0.205	0.248	0.000	0.030	0.303	0.246	0.231
25	0.236	0.000	0.000	0.140	0.134	0.146	0.161	0.064	0.057	0.145	0.146	0.236
26	0.237	0.000	0.000	0.223	0.226	0.183	0.199	0.000	0.000	0.184	0.184	0.237
27	0.237	0.044	0.052	0.307	0.303	-	-	-	-	-	-	0.237
28	0.231	0.000	0.000	0.183	0.187	0.234	0.213	0.000	0.037	0.173	0.164	0.231
29	0.210	0.000	0.000	0.210	0.225	-	-	-	-	-	-	0.210
30	0.226	0.131	0.140	0.365	0.357	0.139	0.137	0.220	0.175	0.430	0.418	0.226



ตารางที่ 24 แสดงค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบฟัน (DPE) และในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC) การรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE) และด้านเคลือบรากฟัน (LC) การแทรกซึมของสีย้อมที่ประชิดรอยต่อของฟันกับสารยึดเรซิน ลักษณะการปิดกั้นการแทรกซึมของสีย้อมลงไปเนื้อฟันและระยะการรั่วซึมของสีย้อมระหว่างรอยต่อของสารยึดเรซินกับเรซินคอมโพสิต

Group	No.	Dye penetration		Leakage at tooth-resin interface		Dye penetration next to interface	Block	Leakage at resin-resin composite	
		Enamel (DPE)	Cemen /dentin (DPC)	Enamel (LE)	Cemen/ dentin (LC)			Enamel	Cemen/ dentin
Super-Bond 10s saliva	1	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	4	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	5	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	6	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	7	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	8	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	9	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	10	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
Super-Bond 30s saliva	1	0.000	0.000	0.000	0.103	-	-	-	-
	2	0.000	0.000	0.000	0.200	-	-	-	-
	3	0.000	0.000	0.000	0.162	-	-	-	-
	4	0.000	0.000	0.000	0.156	-	-	-	-
	5	0.000	0.000	0.000	0.188	-	-	-	-
	6	0.000	0.000	0.000	0.193	-	-	-	-
	7	0.000	0.000	0.000	0.228	-	-	-	-
	8	0.000	0.000	0.000	0.202	-	-	-	-
	9	0.000	0.000	0.000	0.128	-	-	-	-
	10	0.000	0.000	0.000	0.129	-	-	-	-

Group	No.	Dye penetration		Leakage at tooth-resin interface		Dye penetration next to interface	Block	Leakage at resin-resin composite	
		Enamel (DPE)	Cemen/dentin (DPC)	Enamel (LE)	Cemen/dentin (LC)			Enamel	Cemen/dentin
Super-Bond 60s saliva	1	0.000	0.000	0.000	0.337	-	-	-	-
	2	0.000	0.000	0.000	0.110	-	-	-	-
	3	0.000	0.000	0.000	0.218	-	-	-	-
	4	0.000	0.000	0.000	0.259	-	-	-	-
	5	0.000	0.000	0.000	0.289	-	-	-	-
	6	0.000	0.000	0.000	0.246	-	-	-	-
	7	0.000	0.000	0.000	0.267	-	-	-	-
	8	0.000	0.000	0.000	0.320	-	-	-	-
	9	0.000	0.000	0.000	0.290	-	-	-	-
	10	0.000	0.000	0.000	0.269	-	-	-	-
Super-Bond D-Liner II Plus saliva	1	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	4	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	5	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	6	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	7	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	8	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	9	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	10	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
Super-Bond 10s	1	0.000	0.171	0.000	0.000	0.136	Yes	-	-
	2	0.000	0.222	0.000	0.000	0.218	No	-	-
	3	0.000	0.246	0.000	0.000	0.113	Yes	-	-
	4	0.000	0.200	0.000	0.000	0.146	Yes	-	-
	5	0.000	0.267	0.000	0.000	0.240	No	-	-
	6	0.000	0.120	0.000	0.000	0.111	No	-	-
	7	0.000	0.255	0.000	0.000	0.156	Yes	-	-
	8	0.000	0.177	0.000	0.000	0.147	No	-	-
	9	0.000	0.250	0.000	0.000	0.202	Yes	-	-
	10	0.000	0.140	0.000	0.000	0.137	No	-	-

Group	No.	Dye penetration		Leakage at tooth-resin interface		Dye penetration next to interface	Block	Leakage at resin-resin composite	
		Enamel (DPE)	Cemen/dentin (DPC)	Enamel (LE)	Cemen/dentin (LC)			Enamel	Cemen/dentin
Super-Bond 30s	1	0.000	0.165	0.000	0.187	-	Yes	-	-
	2	0.000	0.165	0.000	0.175	-	No	-	-
	3	0.000	0.146	0.000	0.150	-	Yes	-	-
	4	0.000	0.176	0.000	0.207	-	No	-	-
	5	0.000	0.146	0.000	0.207	-	No	-	-
	6	0.000	0.146	0.000	0.175	-	No	-	-
	7	0.000	0.143	0.000	0.168	-	No	-	-
	8	0.000	0.216	0.000	0.210	-	Yes	-	-
	9	0.000	0.186	0.000	0.197	-	No	-	-
	10	0.000	0.163	0.000	0.166	-	No	-	-
Super-Bond 60s	1	0.000	0.154	0.000	0.329	-	No	-	-
	2	0.000	0.169	0.000	0.262	-	Yes	-	-
	3	0.000	0.163	0.000	0.269	-	No	-	-
	4	0.000	0.158	0.000	0.240	-	No	-	-
	5	0.000	0.139	0.000	0.335	-	No	-	-
	6	0.000	0.191	0.000	0.391	-	No	-	-
	7	0.000	0.150	0.000	0.302	-	No	-	-
	8	0.000	0.162	0.000	0.335	-	No	-	-
	9	0.000	0.121	0.000	0.217	-	No	-	-
	10	0.000	0.090	0.000	0.219	-	No	-	-
Super-Bond D-Liner II Plus	1	0.000	0.131	0.000	0.000	0.113	No	-	-
	2	0.000	0.142	0.000	0.000	0.121	No	-	-
	3	0.000	0.179	0.000	0.000	0.164	No	-	-
	4	0.000	0.167	0.000	0.000	0.166	No	-	-
	5	0.000	0.223	0.000	0.000	0.204	No	-	-
	6	0.000	0.188	0.000	0.000	0.176	No	-	-
	7	0.000	0.142	0.000	0.000	0.138	No	-	-
	8	0.000	0.263	0.000	0.000	0.203	No	-	-
	9	0.000	0.171	0.000	0.000	0.103	Yes	-	-
	10	0.000	0.243	0.000	0.000	0.150	No	-	-

Group	No.	Dye penetration		Leakage at tooth-resin interface		Dye penetration next to interface	Block	Leakage at resin-resin composite	
		Enamel (DPE)	Cemen/dentin (DPC)	Enamel (LE)	Cemen/dentin (LC)			Enamel	Cemen/dentin
AQ	1	0.000	0.198	0.000	0.000	0.146	Yes	-	-
Bond	2	0.000	0.159	0.000	0.000	0.157	No	-	-
	3	0.000	0.195	0.000	0.000	0.179	No	0.140	-
	4	0.000	0.129	0.000	0.000	0.125	No	-	-
	5	0.000	0.122	0.000	0.000	0.115	No	0.111	-
	6	0.000	0.162	0.000	0.000	0.134	Yes	0.078	-
	7	0.000	0.140	0.000	0.000	0.125	Yes	-	-
	8	0.000	0.176	0.000	0.000	0.128	No	0.200	-
	9	0.000	0.142	0.000	0.000	0.140	No	0.110	-
	10	0.000	0.111	0.000	0.000	0.100	No	0.139	-
	Single	1	0.000	0.102	0.280	0.156	-	No	-
Bond 2	2	0.000	0.088	0.583	0.163	-	No	-	-
	3	0.000	0.169	0.000	0.904	-	No	-	0.380
	4	0.000	0.168	0.082	0.200	-	No	-	0.152
	5	0.000	0.125	0.093	1.147	-	No	-	0.782
	6	0.000	0.129	0.000	0.620	-	No	-	-
	7	0.000	0.238	0.000	3.405	-	No	-	-
	8	0.000	0.154	0.000	0.516	-	No	-	0.357
	9	0.000	0.146	0.000	0.909	-	No	-	0.162
	10	0.000	0.110	0.616	0.207	-	No	-	-
	Clearfil	1	0.000	0.140	0.000	0.126	-	Yes	-
Protect	2	0.000	0.154	0.156	1.189	-	No	-	1.068
Bond	3	0.000	0.206	0.000	0.745	-	No	-	1.036
	4	0.000	0.217	0.000	0.968	-	No	-	0.363
	5	0.000	0.221	0.000	0.791	-	No	-	1.202
	6	0.000	0.192	0.095	0.229	-	No	0.234	-
	7	0.000	0.227	0.000	3.162	-	No	-	1.000
	8	0.000	0.127	0.356	0.133	-	No	-	-
	9	0.000	0.213	0.000	0.715	-	No	0.145	0.735
	10	0.000	0.192	0.000	0.340	-	No	-	0.441

Group	No.	Dye penetration		Leakage at tooth-resin interface		Dye penetration next to interface	Block	Leakage at resin-resin composite	
		Enamel (DPE)	Cemen/dentin (DPC)	Enamel (LE)	Cemen/dentin (LC)			Enamel	Cemen/dentin
All -	1	0.000	0.150	0.332	0.249	-	No	-	0.123
Bond 2	2	0.000	0.282	0.169	0.806	-	No	-	0.172
	3	0.000	0.183	0.278	0.876	-	No	-	0.787
	4	0.000	0.164	0.194	0.185	-	No	-	-
	5	0.000	0.234	0.000	0.432	-	No	-	-
	6	0.000	0.200	0.204	3.269	-	No	-	-
	7	0.000	0.193	0.117	0.356	-	No	-	-
	8	0.000	0.225	0.167	0.431	-	No	-	-
	9	0.000	0.150	0.351	0.304	-	No	0.390	0.253
	10	0.000	0.146	0.000	0.219	-	No	-	-
	Clearfil	1	0.000	0.206	0.325	1.420	-	No	0.425
Mega bond	2	0.000	0.117	0.475	0.169	-	No	-	0.109
	3	0.042	0.225	0.079	0.871	-	No	-	0.871
	4	0.000	0.111	0.000	0.169	-	No	-	0.128
	5	0.000	0.117	0.000	0.467	-	No	-	0.813
	6	0.000	0.115	0.000	0.122	-	No	-	0.109
	7	0.000	0.117	0.522	0.222	-	No	-	-
	8	0.000	0.200	0.000	0.302	-	No	-	-
	9	0.000	0.129	0.000	0.860	-	No	-	1.099
	10	0.000	0.108	0.238	0.249	-	No	-	0.176
	Single Bond	1	0.000	0.242	0.000	0.764	-	No	-
2		0.000	0.133	0.000	0.907	-	Yes	-	-
3		0.000	0.197	0.143	0.268	-	No	-	-
4		0.000	0.300	0.583	0.376	-	No	-	0.167
5		0.000	0.142	0.067	0.585	-	No	-	0.528
6		0.000	0.109	0.133	0.186	-	No	-	-
7		0.000	0.164	0.000	0.915	-	No	-	-
8		0.000	0.125	0.000	0.188	-	No	-	-
9		0.000	0.175	0.000	0.445	-	No	-	-
10		0.000	0.183	0.000	0.453	-	No	-	-



Group	No.	Dye penetration		Leakage at tooth-resin interface		Dye penetration next to interface	Block	Leakage at resin-resin composite	
		Enamel (DPE)	Cemen /dentin (DPC)	Enamel (LE)	Cemen/ dentin (LC)			Enamel	Cemen/ dentin
No adhesive resin	1	0.000	0.162	0.258	0.940	-	No	-	-
	2	0.000	0.142	0.316	0.316	-	No	-	-
	3	0.000	0.234	1.094	1.494	-	No	-	-
	4	0.000	0.167	0.177	0.785	-	No	-	-
	5	0.000	0.127	0.643	0.379	-	No	-	-
	6	0.000	0.110	0.344	0.222	-	No	-	-
	7	0.000	0.108	1.476	0.202	-	No	-	-
	8	0.000	0.153	1.169	0.480	-	No	-	-
	9	0.000	0.133	1.058	0.488	-	No	-	-
	10	0.000	0.254	0.572	0.389	-	No	-	-

## ภาคผนวก ค

## การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลการวิจัย

ตารางที่ 25 แสดงการแจกแจงข้อมูลของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันของกลุ่มที่ไม่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ (LC/S)

Bond group	N	Cementum leakage		
		Mean±SD	Kolmogorov-Smirnov Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Super-Bond 10s saliva	10	0.000±0.000	N/A	N/A
Super-Bond 30s saliva	10	0.169±0.040	0.582	0.888
Super-Bond 60s saliva	10	0.260±0.063	0.656	0.783
D-Liner II plus saliva	10	0.000±0.000	N/A	N/A

N/A The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

ตารางที่ 26 แสดงการวิเคราะห์สถิติทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวนของค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันของกลุ่ม Super-Bond 30s (saliva), Super-Bond 30s, Super-Bond 60s (saliva) และ Super-Bond 60s

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Cementum leakage	2.539	3	36	0.072

ตารางที่ 27 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (2-Way ANOVA) เพื่อดูอิทธิพลของปัจจัยเรื่องการผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ (CARIES) และปัจจัยเรื่องเวลาที่ให้ปรับสภาพฟัน (TIME) ที่มีต่อค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันของกลุ่ม Super-Bond 30s และ Super-Bond 60s

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0.101(a)	3	0.034	14.535	0.000
Intercept	2.049	1	2.049	882.596	0.000
	0.095	1	0.095	41.094	0.000
CARIES	0.005	1	0.005	2.346	0.134
TIME * CARIES	0.000	1	0.000	0.165	0.687
Error	0.084	36	0.002		
Total	2.233	40			
Corrected Total	0.185	39			

a R Squared = .548 (Adjusted R Squared = .510)

ตารางที่ 28 แสดงการแจกแจงข้อมูลของการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC/L) การรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE/L) และการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันของกลุ่มที่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ (LC/L)

Bond group	N	Penetration into cemetum/dentin (DPC/L)		Enamel leakage (LE/L)		Cementum leakage (LC/L)	
		Kolmogorov- Smirnov Z	Asymp. Sig.	Kolmogorov- Smirnov Z	Asymp. Sig.	Kolmogorov- Smirnov Z	Asymp. Sig.
		Super-Bond 30s	10	0.632	0.819	N/A	N/A
Super-Bond 60s	10	0.646	0.798	N/A	N/A	0.477	0.977
Single Bond 2	10	0.548	0.924	1.000	0.270	0.853	0.461
Clearfil Protect Bond	10	0.740	0.645	1.258	0.084	0.784	0.570
All-Bond 2	10	0.460	0.984	0.485	0.972	1.044	0.226
Clearfil Mega Bond	10	1.046	0.224	0.892	0.403	0.840	0.481
Single Bond	10	0.528	0.943	0.965	0.310	0.568	0.903
No adhesive resin	10	0.744	0.637	0.600	0.865	0.887	0.410

N/A The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

ตารางที่ 29 แสดงการวิเคราะห์สถิติทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวนของการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC/L)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.485	10	99	0.156

ตารางที่ 30 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ของการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC/L)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.043	10	.004	2.368	.015
Within Groups	.182	99	.002		
Total	.225	109			

ตารางที่ 31 แสดงการวิเคราะห์สถิติทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวนของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE/L)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
8.601	5	54	.000

ตารางที่ 32 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวน Welch ของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE/L)

	Statistic(a)	df1	df2	Sig.
Welch	4.035	5	24.694	.008

ตารางที่ 33 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนแบบแผนของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับ  
สารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE/L) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

(I) Bond group	(J) Bond group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Single Bond 2	Clearfil Protect Bond	0.10466	0.085794	0.985
	All-Bond 2	-0.01583	0.086345	1.000
	Clearfil Mega Bond	0.00145	0.102033	1.000
	Single Bond	0.07271	0.096386	1.000
	no adhesive resin	-0.54536	0.163513	0.072
Clearfil Protect Bond	Single Bond 2	-0.10466	0.085794	0.985
	All-Bond 2	-0.12049	0.053199	0.424
	Clearfil Mega Bond	-0.10321	0.076062	0.962
	Single Bond	-0.03195	0.068300	1.000
	no adhesive resin	-0.65002(*)	0.148698	0.020
All-Bond 2	Single Bond 2	0.01583	0.086345	1.000
	Clearfil Protect Bond	0.12049	0.053199	0.424
	Clearfil Mega Bond	0.01728	0.076682	1.000
	Single Bond	0.08854	0.068991	0.975
	no adhesive resin	-0.52953	0.149017	0.073
Clearfil Mega Bond	Single Bond 2	-0.00145	0.102033	1.000
	Clearfil Protect Bond	0.10321	0.076062	0.962
	All-Bond 2	-0.01728	0.076682	1.000
	Single Bond	0.07126	0.087835	1.000
	no adhesive resin	-0.54681	0.158623	0.065
Single Bond	Single Bond 2	-0.07271	0.096386	1.000
	Clearfil Protect Bond	0.03195	0.068300	1.000
	All-Bond 2	-0.08854	0.068991	0.975
	Clearfil Mega Bond	-0.07126	0.087835	1.000
	no adhesive resin	-0.61807(*)	0.155051	0.028
no adhesive resin	Single Bond 2	0.54536	0.163513	0.072
	Clearfil Protect Bond	0.65002(*)	0.148698	0.020
	All-Bond 2	0.52953	0.149017	0.073
	Clearfil Mega Bond	0.54681	0.158623	0.065
	Single Bond	0.61807(*)	0.155051	0.028

\*the mean difference is significant at 0.05 level



ตารางที่ 34 แสดงการวิเคราะห์สถิติทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวนของการรั่วซึม บริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (LC/L)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.652	7	72	.017

ตารางที่ 35 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวน Welch ของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (LC/L)

Statistic(a)	df1	df2	Sig.	
Welch	8.371	7	27.792	.000

ตารางที่ 36 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนแบบแผนของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (LC/L) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

(I) Bond group	(J) Bond group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Single Bond 2	Clearfil Protect Bond	-0.01704	0.418447	1.000
	All-Bond 2	0.11007	0.425960	1.000
	Clearfil Mega Bond	0.33780	0.337048	1.000
	Single Bond	0.31412	0.320664	1.000
	Super-Bond 30s	0.63661	0.308628	0.866
	Super-Bond 60s	0.53276	0.309106	0.971
	no adhesive resin	0.25323	0.333517	1.000
Clearfil Protect Bond	Single Bond 2	0.01704	0.418447	1.000
	All-Bond 2	0.12711	0.407571	1.000
	Clearfil Mega Bond	0.35484	0.313486	1.000
	Single Bond	0.33116	0.295800	1.000
	Super-Bond 30s	0.65365	0.282707	0.733
	Super-Bond 60s	0.54980	0.283229	0.914
	no adhesive resin	0.27027	0.309686	1.000

(I) Bond group	(J) Bond group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
All-Bond 2	Single Bond 2	-0.11007	0.425960	1.000
	Clearfil Protect Bond	-0.12711	0.407571	1.000
	Clearfil Mega Bond	0.22773	0.323447	1.000
	Single Bond	0.20405	0.306336	1.000
	Super-Bond 30s	0.52654	0.293713	0.957
	Super-Bond 60s	0.42269	0.294216	0.997
	no adhesive resin	0.14316	0.319765	1.000
Clearfil Mega Bond	Single Bond 2	-0.33780	0.337048	1.000
	Clearfil Protect Bond	-0.35484	0.313486	1.000
	All-Bond 2	-0.22773	0.323447	1.000
	Single Bond	-0.02368	0.161248	1.000
	Super-Bond 30s	0.29881	0.135744	0.795
	Super-Bond 60s	0.19496	0.136828	0.997
	no adhesive resin	-0.08457	0.185496	1.000
Single Bond	Single Bond 2	-0.31412	0.320664	1.000
	Clearfil Protect Bond	-0.33116	0.295800	1.000
	All-Bond 2	-0.20405	0.306336	1.000
	Clearfil Mega Bond	0.02368	0.161248	1.000
	Super-Bond 30s	0.32249	0.087468	0.129
	Super-Bond 60s	0.21864	0.089141	0.627
	no adhesive resin	-0.06089	0.153730	1.000
Super-Bond 30s	Single Bond 2	-0.63661	0.308628	0.866
	Clearfil Protect Bond	-0.65365	0.282707	0.733
	All-Bond 2	-0.52654	0.293713	0.957
	Clearfil Mega Bond	-0.29881	0.135744	0.795
	Single Bond	-0.32249	0.087468	0.129
	Super-Bond 60s	-0.10385(*)	0.019275	0.006
	no adhesive resin	-0.38338	0.126722	0.331

(I) Bond group	(J) Bond group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Super-Bond 60s	Single Bond 2	-0.53276	0.309106	0.971
	Clearfil Protect Bond	-0.54980	0.283229	0.914
	All-Bond 2	-0.42269	0.294216	0.997
	Clearfil Mega Bond	-0.19496	0.136828	0.997
	Single Bond	-0.21864	0.089141	0.627
	Super-Bond 30s	0.10385(*)	0.019275	0.006
	no adhesive resin	-0.27953	0.127882	0.798
No adhesive resin	Single Bond 2	-0.25323	0.333517	1.000
	Clearfil Protect Bond	-0.27027	0.309686	1.000
	All-Bond 2	-0.14316	0.319765	1.000
	Clearfil Mega Bond	0.08457	0.185496	1.000
	Single Bond	0.06089	0.153730	1.000
	Super-Bond 30s	0.38338	0.126722	0.331
	Super-Bond 60s	0.27953	0.127882	0.798

\* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางที่ 37 แสดงการวิเคราะห์ด้วยสถิติแปรที่ทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC/L) กับการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารปิดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (LC/L) ในแต่ละกลุ่ม

Bond group	Paired Differences between penetration into cementum/dentin and cementum leakage (DPC/L and LC/L)				Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	t	df	
	Super-Bond 30s	-0.021	0.018	-3.635	
Super-Bond 60s	-0.140	0.045	-9.919	9	0.000
Single Bond 2	-0.680	0.941	-2.285	9	0.048
Clearfil Protect Bond	-0.651	0.876	-2.350	9	0.043
All-Bond 2	-0.520	0.920	-1.787	9	0.108
Clearfil Mega Bond	-0.340	0.399	-2.695	9	0.025
Single Bond	-0.332	0.279	-3.764	9	0.004
no adhesive resin	-0.410	0.374	-3.474	9	0.007

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว ปรีวันท์ จันทรวงศ์ เกิดวันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีทันตแพทยศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 2 จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2547 ปัจจุบันรับราชการที่ กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลเสนา อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา