สารยึดฟันเทียม: การทดสอบการยึดติด นอกกาย

พนารัตน์ ขอดแก้ว
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สิริพร รุจิรวนิช
ทันตแพทย์
คลินิกเอกชน
ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล
รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์
รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:
รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล
ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถ.อังรีดูนังต์ ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์/โทรสาร: 02-2188566
อีเมล: phankosol@yahoo.com

บทคัดย่อ

สารยึดฟันเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ทางทันตกรรมที่ใช้สำหรับส่งเสริมการยึดติดของฟันเทียมที่มีประวัติการใช้ยาวนานเป็นศตวรรษ สารยึดฟันเทียมชนิดผงและเพสท์เป็นรูปแบบที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป เจลเป็นรูปแบบที่น่าสนใจเพราะสามารถทำให้เกิดความรู้สึกสบายขณะใช้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติการยึดติดของสารยึดฟันเทียมชนิดเจลที่เตรียมจากสารก่อเจล 9 ชนิด คือ แป้งพรีเจลอัลฟา ผงบุก กัมทรากาแคนท์ กัวกัม แซนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส และคาร์บอพอล โดยเปรียบเทียบกับสารยึดฟันเทียมทางการค้า 3 ผลิตภัณฑ์ (ผง 1 และเพสท์ 2) เจลจำนวน 39 สูตร ถูกเตรียมขึ้นโดยการผสมสารก่อเจลกับน้ำกลั่น ทดสอบการยึดติดด้วยวิธี พีไอ-2 ผลคือ ค่าแรงยึดติดของเจลทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 4.7 ถึง 34.3 นิวตัน ซึ่งครอบคลุมค่าแรงยึดติดของสารยึดฟันเทียมทางการค้า (ผง = 10.5±1.7 นิวตัน เพสท์ = 19.0±1.0 และ 20.2±2.1 นิวตัน) จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียวและความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 5.0 ปัญหาในการเตรียมเจลและลักษณะของเจลถูกประเมิน ทำให้สามารถสรุปได้ว่า มีสารก่อเจลจำนวน 7 ชนิด ถูกคัดเลือกเพื่อศึกษาและพัฒนาต่อไป คือ คอนจัก กัมทรากาแคนท์ กัวกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส ไฮดรอกซีพรอพิลเมทิลเซลลูโลส และคาร์บอพอล

บทนำ

สารยึดฟันเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 ตอนปลาย[1,2] โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อส่งเสริมการติดอยู่และเสถียรภาพของฟันเทียม ผลที่ได้ตามมาคือการมีสมรรถนะในการบดเคี้ยวที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากฟันเทียมมีการเคลื่อนขยับขณะใช้งานลดน้อยลง[3-5] และช่วยให้มีความมั่นใจในการใช้ฟันเทียมมากยิ่งขึ้น

จากอดีตถึงปัจจุบันสารยึดฟันเทียมได้รับการพัฒนาทั้งในส่วนของรูปแบบผลิตภัณฑ์และส่วนผสม[6] เพื่อให้ใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น และมีประสิทธิภาพในการเสริมการยึดติดได้ดียิ่งขึ้น

ผลิตภัณฑ์สารยึดฟันเทียมทางการค้ามีอยู่ 5 รูปแบบ คือ ผง เพสท์ ครีม แผ่นนวม (cushion pad) และแถบสารยึด (adhesive strip) สารยึดฟันเทียมรูปแบบครีมในความหมายของบริษัทผู้ผลิต คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีความอ่อนนุ่มมากกว่าเพสท์ แต่เมื่อพิจารณาตามความ-

หมายของเภสัชตำรับแล้วผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังคงจัดอยู่ในกลุ่มเพสท์[7] สำหรับแผ่นนวมและแถบสารยึดนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ลักษณะเดียวกัน เพียงแต่มีรูปร่างที่ต่างกัน แผ่นนวมถูกตัดให้มีรูปร่างตามฐานฟันเทียม ขณะที่แถบสารยึดมีลักษณะเป็นเส้น วิธีการใช้คือ นำมาติดไว้ที่ผิวด้านเนื้อเยื่อของฟันเทียม พรมน้ำให้ชุ่มแล้วนำเข้าปาก แต่เนื่องจากสารยึดชนิดแผ่นบางผลิตภัณฑ์มีส่วนประกอบที่ไม่ละลายน้ำ ตัวอย่างเช่น ผ้าทอ (woven cloth)[8] ไมโครไฟเบอร์ (microfiber)[9] โซเดียมอัลจิเนต (sodium alginate)[10] ซึ่งขาดสมบัติการไหลแผ่ จึงมีการกดเนื้อเยื่อในบางบริเวณ สารยึดรูปแบบนี้จึงถูกจำแนกกลุ่มออกไปต่างหาก[11]

การใช้สารยึดฟันเทียมชนิดผงมักจะประสบปัญหาไม่สามารถโรยสารยึดให้ทั่วฐานฟันเทียมได้อย่างสม่ำเสมอ ประกอบกับไม่สามารถส่งเสริมการยึดติดได้ทันทีเนื่องจากต้องรอให้ผงสารยึดดูดน้ำและมีลักษณะเป็นเมือกเหนียวก่อน เพสท์เป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้ง่ายและใช้สะดวกเนื่องจากมียาขี้ผึ้ง (ointment) ช่วยประสานผงสารยึดให้รวมเป็นเนื้อเดียวกัน ไหลแผ่ได้เมื่อรับแรงกด และทำให้ฟันเทียมยึดติดกับเนื้อเยื่อได้ทันทีที่ใส่ ความหนืดของเพสท์จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผงสารยึดดูดซับน้ำและพองตัวกลายเป็นเมือกเหนียว โดยแรงยึดติดจะมีค่าสูงสุดเมื่อผงสารยึดพองตัวจนกระทั่งแต่ละอนุภาคมาชิดกันและเชื่อมประสานเข้าด้วยกัน ต่อจากนั้นค่าแรงยึดติดจึงค่อย ๆ ลดต่ำลงตามปริมาณการดูดซับน้ำ[12] วิธีการใช้คือ บีบเพสท์ลงบนด้านเนื้อเยื่อของฟันเทียม นำเข้าปากกดฟันเทียมให้แนบสนิทกับเนื้อเยื่อ แล้วจึงกัดฟันเพื่อให้ฟันเทียมอยู่ในตำแหน่งความสัมพันธ์ที่ถูกต้อง กรณีที่ใช้เพสท์ความหนืดสูง การแต้มสารยึดให้เป็นจุดเล็ก ๆ ใกล้ ๆ กันหลายตำแหน่ง[11] หรือการเกลี่ยสารยึดให้ทั่วก่อนใส่[13] จะช่วยลดปัญหาความไม่สม่ำเสมอของสารยึดได้อย่างดี

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งของสารยึดฟันเทียมชนิดผงและเพสท์คือ ความต้องการน้ำของผงสารยึดที่มีสูงจนอาจเป็นปัญหากับผู้ใช้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณเพดานปากที่มีน้ำลายมาหล่อเลี้ยงน้อย รวมทั้งผู้ที่ประสบกับสภาวะปากแห้ง เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยที่มีปัญหาต่อมน้ำลาย หรือผู้ที่เคยได้รับรังสีรักษาบริเวณศีรษะและลำคอมาแล้ว แม้ว่าการพรมน้ำเพื่อให้ผงสารยึดพองตัวบ้างก่อนใส่จะสามารถบรรเทาปัญหานี้ได้ แต่การกะปริมาณน้ำให้พอเหมาะต้องอาศัยการลองผิดลองถูกจนกระทั่งเกิดความชำนาญ ซึ่งต้องใช้เวลาพอสมควร

เจลเป็นรูปแบบหนึ่งของเภสัชตำรับที่มีโครงสร้างประกอบด้วยสายโซ่พอลิเมอร์ที่เกี่ยวพันกันและแขวนลอยอยู่ในของเหลว เจลเตรียมขึ้นโดยการผสมสารก่อเจล (gel former) กับตัวทำละลาย เจลที่ได้จะมีความหนืดที่แตกต่างกันไปตามปริมาณและชนิดของสารก่อเจล ด้วยสมบัติไหลแผ่ได้ดี ประกอบกับให้การหล่อลื่นและคงความชุ่มชื้นของผิว[7] การเตรียมสารยึดฟันเทียมให้อยู่ในรูปเจลจึงน่าจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้ฟันเทียม

สารก่อเจลเป็นสารที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อปรับปรุงคุณภาพของอาหาร โดยทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความคงตัว สารเพิ่มความหนืด อิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ (emulsifying agent) และสารทำให้เกิดฟิล์ม[14] ในอุตสาหกรรมยานิยมใช้เพื่อเป็นระบบนำส่งยา (drug delivery system)[7]

ปัจจุบันมีสารก่อเจลให้เลือกใช้มากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นสารธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น แป้ง ยางจากต้นไม้ ยางจากเมล็ดพืช ยางจากกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ และสารสกัดจากสาหร่ายทะเล สารธรรมชาติดัดแปร และสารสังเคราะห์ ตัวอย่างเช่น พอลิไวนิลไพโรลิดีน (polyvinyl pyrrolidene) พอลิเอทิลีนออกไซด์ (polyethylene oxide)[14] พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol) และกรดพอลิอะคริลิก (polyacrylic acid)[7]

เนื่องจากเจลเป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับเป็นสารยึดฟันเทียม ประกอบกับในขณะนี้ยังมีความจำเป็นต้องซื้อสารยึดฟันเทียมจากต่างประเทศ ประเทศไทยจึงควรที่จะผลิตสารยึดฟันเทียมขึ้นเองในรูปเจลเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง แต่เนื่องจากมีสารก่อเจลจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ได้ การศึกษานี้จึงเลือกสารก่อเจลเพียงบางชนิดมาใช้ในการเตรียมเจลสำหรับทดสอบ โดยเปรียบเทียบแรงยึดติดกับสารยึดฟันเทียมทางการค้า ชนิดผง 1 ผลิตภัณฑ์ คือ เดนสเต็ท (Den-stet) และชนิดเพสท์ 2 ผลิตภัณฑ์ คือ ฟิตติเดนท์ (Fitty dent) และพอลิเดนท์ (Polydent) โดยใช้วิธีการทดสอบการยึดติดนอกกายที่มีชื่อว่า พีไอ-2 (Pi 2)[15]

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุ

สารก่อเจลที่ใช้ในการศึกษานี้มี 9 ชนิด คือ แป้งพรีเจลอัลฟา (pregel □-starch: P) กัวกัม (guar gum: GG) คอนจัก (konjak: K) หรือผงบุก กัมทรากาแคนท์ (gum tragacanth: GT) แซนแทนกัม (xanthan gum: X) คาร์บอกซีเมทิลเซลล์ลูโลส (carboxymethyl cellulose: C) ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (hydroxyethyl cellulose: H) ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (hydroxypropylmethyl cellulose: HP) และคาร์บอพอล (carbopol: CP) ส่วนผลิตภัณฑ์สารยึดฟันเทียมทางการค้าที่ใช้สำหรับการเปรียบเทียบ คือ เดนสเต็ท (Associated dental

products, England) ฟิตติเดนท์ (Fittydent international, Australia) และพอลิเดนท์ (Block drug company, Ireland)

การเตรียมเจล

เจลที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้มีทั้งหมด 39 สูตร ซึ่งเตรียมโดยการผสมสารก่อเจลกับน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นดังแสดงในตารางที่ 1 เริ่มจากการกวนผสมโดยไม้พายให้ส่วนผสมรวมตัวกันก่อน จากนั้นจึงกวนโดยใช้เครื่องปั่นเพื่อให้เจลเป็นเนื้อเดียวกันยิ่งขึ้น พักไว้ที่อุณหภูมิห้อง 4 ชั่วโมง จึงบรรจุใส่ภาชนะและทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งอัดไอน้ำ สำหรับคาร์บอพอลได้ปรับสภาพให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide; NaOH) ก่อนการทำให้ปราศจากเชื้อ

ทดสอบความหนืดของเจล

บรรจุเจลน้ำหนัก 15 กรัม ลงในหลอดที่ใช้กับเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) นำไปปั่นด้วยความเร็ว 5,000 รอบ/นาที เพื่ออัดไล่ฟองอากาศในเนื้อเจล วัดความหนืดด้วยเครื่องบรูกฟิลด์ (Brookfield DV II plus programmable viscometer) โดยใช้เข็มวัดเบอร์ 7 เดินเครื่องด้วยความเร็ว 50 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วัดความหนืดสูตรละ 10 ตัวอย่าง

ทดสอบการยึดติด

การทดสอบการยึดติดใช้วิธีการทดสอบนอกกายด้วยวิธีพีไอ-2 ซึ่งใช้แป้นหนังสุกรสำหรับเป็นตัวแทนของเหงือก ใช้แป้นเรซินอะคริลิกสำหรับเป็นตัวแทนของฟันเทียม และใช้เครื่องทดสอบสากล (Lloyd universal testing machine) สำหรับควบคุมการทดสอบ[15] วิธีการทดสอบ คือ นำสารยึดชนิดเจลหรือเพสท์ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ทาให้ทั่วบนแป้นเรซินอะคริลิก นำไปยึดกับแขนจับด้านล่าง จากนั้นนำแป้นหนังสุกรที่แช่อยู่ในน้ำเกลือมาซับด้วยกระดาษทิชชู แล้วนำไปยึดกับแขนจับด้านบน แล้วจึงควบคุมเครื่องให้เคลื่อนแขนจับด้านบนบนลงมาจนกระทั่งผิวหน้าของหนังสุกรสัมผัสกับปุ่มกำหนดระยะหยุด ตั้งสถานะเครื่องให้กดด้วยแรง 20 นิวตัน นาน 15 วินาที แล้วจึงเคลื่อนขึ้นด้วยความเร็ว 10 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าแรงดึงสูงสุด สำหรับสารยึดฟันเทียมชนิดผง ให้โรยผงสารยึด 0.5 กรัมลงบนแป้นเรซินอะคริลิก สเปรย์น้ำลงไปจำนวน 5 ครั้ง (วางหัวฉีดห่างจากแป้นประมาณ 6 นิ้ว) รอ 5 นาที จึงนำมาทดสอบด้วยวิธีการเดียวกัน ทำการทดสอบการยึดติดกลุ่มละ 10 ตัวอย่าง โดยหลังการทดสอบทุกครั้งได้ทำความสะอาดแป้นทดสอบโดยใช้น้ำร่วมกับการแปรงเพื่อกำจัดสารยึดที่ตกค้างก่อนนำไปใช้ทดสอบกับตัวอย่างถัดไป

วิเคราะห์ข้อมูล

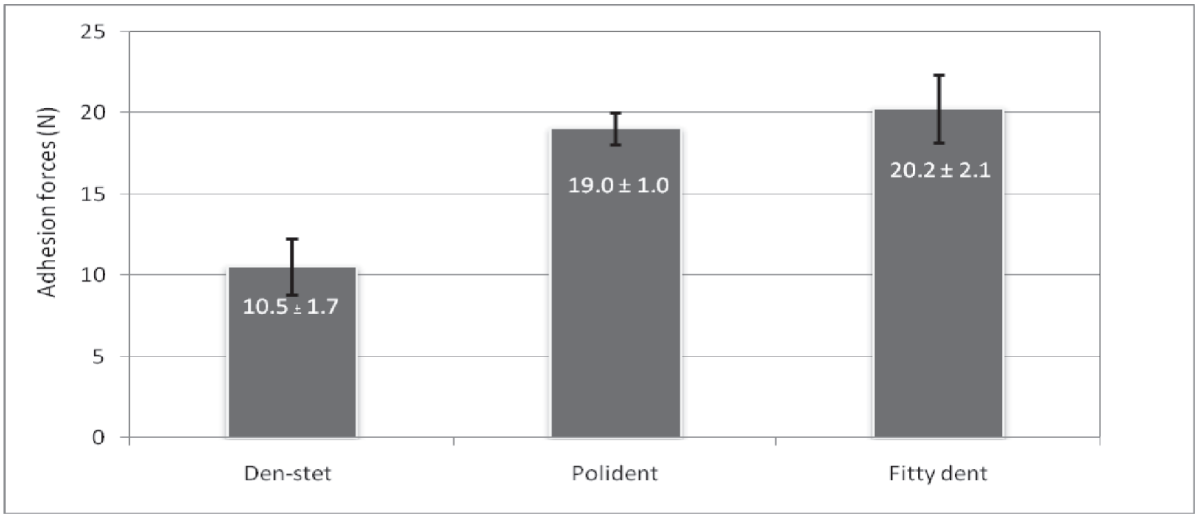
นำข้อมูลแรงยึดติดของสารยึดฟันเทียมมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว (one way analysis of variance; ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีทามฮาน (Tamhane) ที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 5.0

ผล

การยึดติดเป็นสมบัติที่แสดงถึงประสิทธิภาพการใช้สารยึดฟันเทียม สารยึดควรให้แรงยึดติดที่เพียงพอสำหรับการใช้งานฟันเทียมตามปกติ จากการทดสอบแรงยึดติดของสารยึดฟันเทียมทางการค้า 3 ผลิตภัณฑ์พบว่าแรงยึดติดของฟิตติเดนท์ (20.2±2.1 นิวตัน) ไม่แตกต่างจากพอลิเดนท์ (19.0±1.0 นิวตัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) แต่สูงกว่า เดนสเตท (10.5±1.7 นิวตัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) (รูปที่ 1)

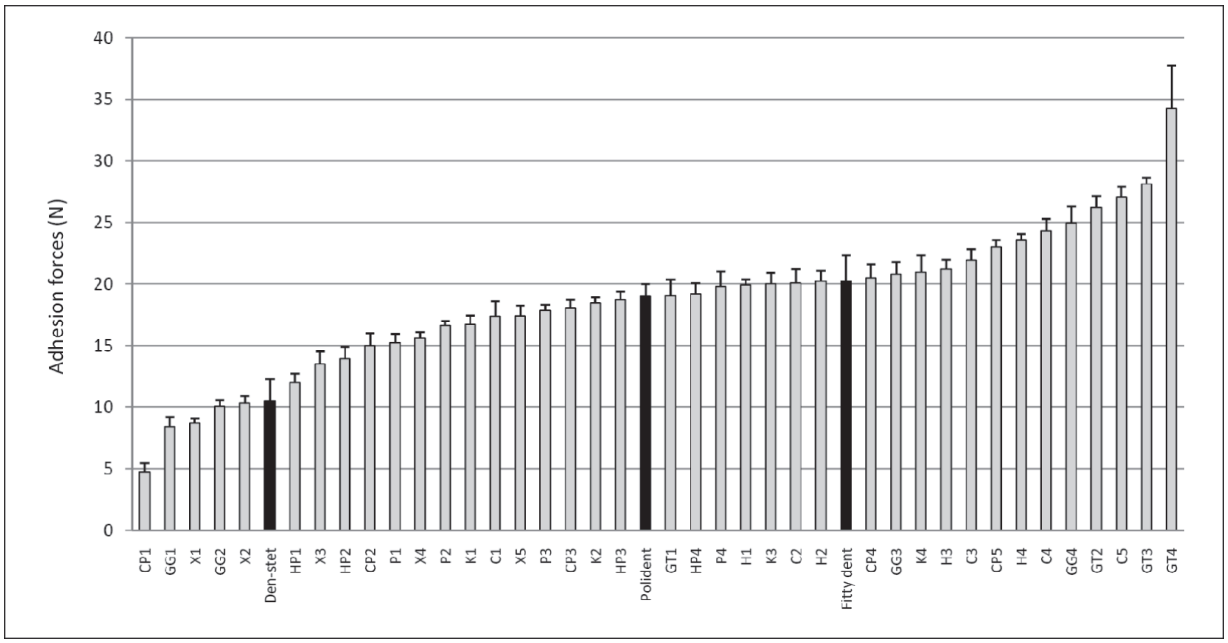
แรงยึดติดที่ได้จากเจลทั้ง 39 สูตร มีค่าอยู่ในช่วงกว้าง (4.7-34.3 นิวตัน) ซึ่งครอบคลุมค่าแรงยึดติดของสารยึดฟันเทียมทางการค้าที่ทดสอบ (รูปที่ 2) โดยมีเจลจำนวน 7 สูตร ที่มีแรงยึดติดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > .05$) กับเดนสเตท คือ เจลกัวกัม (GG1,2) เจลแซนแทนกัม (X1,2,3) เจลไฮดรอกซิพรอพิลเซลลูโลส (HP1,2) และมีเจลจำนวน 16 สูตรที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > .05$) กับพอลิเดนท์ คือ เจลคาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลส (C1,2) เจลแซนแทนกัม (X5) เจลแป้งพรีเจลอัลฟา (P3, 4) เจลคาร์บอพอล (CP 3, 4) เจลคอนจัก (K 2,3,4) เจลไฮดรอกซิพรอพิลเซลลูโลส (HP3,4) เจลกัมทรากาแคนท์ (GT1) เจลไฮดรอกซิเอทิลเซลลูโลส (H1,2) และเจลกัวกัม (GG3) สำหรับฟิตติเดนท์นั้นมีสูตรเจลที่มีค่าแรงยึดติดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > .05$) เพิ่มขึ้นมาจากพอลิเดนท์อีก 7 สูตร คือ เจลแป้งพรีเจลอัลฟา (P2) เจลคอนจัก (K1) เจลไฮดรอกซิเอทิลเซลลูโลส (H3,4) เจลคาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลส (C 3,4) และเจลคาร์บอพอล (CP 5) จึงมีเจลรวมทั้งสิ้น 23 สูตรที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > .05$) กับฟิตติเดนท์ (ตารางที่ 1)

เจลแต่ละชนิดต้องการสารก่อเจลในปริมาณที่แตกต่างกัน ปริมาณสารก่อเจลที่น้อยที่สุดสำหรับการเตรียมสารยึดฟันเทียมรูปแบบเจลในการศึกษานี้ คือ ร้อยละ 0.5 สำหรับคาร์บอพอล ร้อยละ 2.5 สำหรับคอนจัก ร้อยละ 3.0 สำหรับกัวกัม ร้อยละ 3.5 สำหรับไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส และไฮดรอกซีพรอพิลเซลลูโลส



รูปที่ 1 *แรงยึดติดของสารยึดฟันเทียมในทางการค้าที่ใช้ในการทดสอบ*

Fig. 1 *Adhesion forces of commercial denture adhesives*



รูปที่ 2 *แรงยึดติดของเจลและสารยึดฟันเทียมทางการค้า*

Fig. 2 *Adhesion forces of gels and commercial denture adhesives*

ร้อยละ 4.0 สำหรับคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ร้อยละ 8.0 สำหรับแซนแทนกัม ร้อยละ 12.0 สำหรับกัมทรากาแคนท์ และร้อยละ 30.0 สำหรับแป้งพรีเจลอัลฟา โดยความหนืดของเจลแต่ละชนิดจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของสารก่อเจล (ตารางที่1)

ตารางที่ 1 *ความเข้มข้น ความหนืด และแรงยึดติดของเจล*

Table 1 *The concentration, viscosity and adhesion forces of gels*

No.	Gel	Concentration (g/ml)	Viscosity (x10^3 cP)	Adhesive forces (N)	
1	P1	30.0	21.0 ± 1.1	15.2 ± 0.7	
2	P2	35.0	35.0 ± 2.1	16.6 ± 0.4	f
3	P3	40.0	52.3 ± 2.1	17.8 ± 0.5	f, p
4	P4	45.0	77.0 ± 2.9	19.8 ± 1.2	f, p
5	K1	2.5	22.0 ± 2.7	16.7 ± 0.7	f
6	K2	3.0	40.7 ± 2.7	18.5 ± 0.4	f, p
7	K3	3.5	53.2 ± 5.7	20.0 ± 0.9	f, p
8	K4	4.0	77.0 ± 4.3	20.9 ± 1.4	f, p
9	GT1	12.0	22.7 ± 1.8	19.0 ± 1.3	f, p
10	GT2	13.0	30.0 ± 1.9	26.2 ± 0.9	
11	GT3	14.0	41.3 ± 4.8	28.1 ± 0.5	
12	GT4	15.0	76.6 ± 5.5	34.3 ± 3.5	
13	GG1	3.0	19.5 ± 0.8	8.4 ± 0.8	d
14	GG2	4.0	27.7 ± 1.9	10.1 ± 0.5	d
15	GG3	5.0	38.9 ± 1.6	20.8 ± 1.0	f, p
16	GG4	5.5	58.8 ± 3.0	25.0 ± 1.3	
17	X1	8.0	24.4 ± 1.9	8.7 ± 0.4	d
18	X2	8.5	38.6 ± 3.7	10.4 ± 0.6	d
19	X3	9.0	47.8 ± 2.8	13.5 ± 1.0	d
20	X4	9.5	58.0 ± 4.4	15.6 ± 0.6	
21	X5	10	68.0 ± 4.8	17.4 ± 0.9	f, p
22	C1	4.0	25.0 ± 1.5	17.4 ± 1.2	f, p
23	C2	4.5	33.1 ± 1.2	20.1 ± 1.1	f, p
24	C3	5.0	43.1 ± 1.4	21.9 ± 0.9	f
25	C4	5.5	55.9 ± 1.9	24.3 ± 1.0	f
26	C5	6.0	70.7 ± 2.2	27.1 ± 0.8	
27	H1	3.5	23.3 ± 2.4	19.9 ± 0.5	f, p
28	H2	4.0	42.3 ± 2.1	20.2 ± 0.9	f, p
29	H3	4.5	55.5 ± 2.8	21.2 ± 0.8	f
30	H4	5.0	75.4 ± 4.7	23.6 ± 0.5	f
31	HP1	3.5	19.6 ± 0.3	12.0 ± 0.8	d
32	HP2	4.0	30.7 ± 0.3	14.0 ± 0.9	d
33	HP3	4.5	45.1 ± 0.7	18.7 ± 0.7	f, p
34	HP4	5.0	58.5 ± 1.9	19.2 ± 0.8	f, p
35	CP1	0.5	23.3 ± 0.6	4.7 ± 0.7	
36	CP2	1.5	32.1 ± 0.4	15.0 ±1.0	
37	CP3	2.5	37.4 ± 0.6	18.1 ±0.7	f, p
38	CP4	3.5	45.9 ± 0.8	20.5 ±1.1	f, p
39	CP5	4.5	59.6 ± 1.6	23.0 ±0.5	f

not significantly different from commercial denture adhesive *(p* > .05) d = denstet, f = fitty dent, p = polident.

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ใช้วิธีพีไอ-2 สำหรับทดสอบแรงยึดติดของสารยึด วิธีการนี้เป็นการจำลองการยึดติดที่ดีเนื่องจากใช้หนังสุกรที่มีความหนาประมาณ 4 มิลลิเมตร ซึ่งค่อนข้างใกล้เคียงกับความหนาของเนื้อเยื่อเพดานปากของผู้สูงอายุชาวเอเชีย (3±0.3 มิลลิเมตร)[16] แต่ในสภาวะการใช้งานจริงมีปัจจัยอีกมากมายที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารยึด ตัวอย่างเช่น คุณภาพและปริมาณของน้ำลาย ลักษณะทางกายวิภาคของสันเหงือก คุณภาพของฟันเทียม และพฤติกรรมการใช้ฟันเทียม ค่าแรงยึดติดที่ได้จากการศึกษานี้จึงอาจมีความแตกต่างไปบ้างจากสถานการณ์จริง

การพัฒนาสารยึดฟันเทียมจากรูปแบบผงมาเป็นรูปแบบเพสท์ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ประสบความสำเร็จทั้งในประเด็นของความสะดวกในการใช้และประสิทธิภาพการยึดติดที่เพิ่มขึ้นถึง2เท่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปเจลเป็นการลดปัญหาจากความต้องการน้ำของผงสารยึดที่มีสูง นอกจากนี้แล้วยังได้ประโยชน์จากลักษณะเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มของเจล สมบัติในการหล่อลื่น อุ้มน้ำ และคงความชื้นไว้ที่เนื้อเยื่อ[7] ซึ่งช่วยให้รู้สึกสบายขณะใช้

สารก่อเจลที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นสารธรรมชาติ สารธรรมชาติดัดแปร และสารสังเคราะห์ โดยสารแต่ละชนิดมีความแตกต่างของโครงสร้างในระดับโมเลกุล ความมีขั้วของพอลิเมอร์ รวมไปถึงขนาดและน้ำหนักของโมเลกุล เจลที่ได้จึงมีสมบัติที่แตกต่างกันไป[17]

การเตรียมเจลให้มีแรงยึดติดที่เทียบเคียงกับที่ได้จากสารยึดฟันเทียมทางการค้าชนิดผงและเพสท์สามารถทำได้ แต่เนื่องจากเจลเป็นโครงข่ายพอลิเมอร์ที่มีตัวกลางเป็นน้ำ จึงมีโอกาสสูงที่จะถูกชะล้างออกไปโดยน้ำลาย ซึ่งมีผลให้แรงยึดติดมีค่าลดต่ำลงเมื่อใช้ไประยะหนึ่ง ด้วยคำนึงถึงประสิทธิภาพการยึดติดตลอดระยะเวลาใช้งาน การพิจารณาคัดเลือกสูตรเจลจึงใช้การเปรียบเทียบกับสารยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ โดยเลือกสูตรเจลที่มีค่าแรงยึดติดที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเพสท์ทั้งสองผลิตภัณฑ์รวมทั้งสูตรเจลที่ให้แรงยึดติดที่สูงกว่าด้วย พบว่าจากเจลจำนวน 39 สูตรที่เตรียมขึ้นมีจำนวน 28 สูตร ที่ได้รับการคัดเลือก คือ เจลแป้งพรีเจลอัลฟา ความเข้มข้นร้อยละ 35-45 (P2,3,4) เจลคอนจักความเข้มข้นร้อยละ 2.5-4 (K1,2,3,4) เจลกัมทรากาแคนท์ความเข้มข้นร้อยละ 12.0-15.0 (GT1,2,3,4) เจลกัวกัมความเข้มข้นร้อยละ 5.0-5.5 (GG3,4) เจลแซนแทนกัมความเข้มข้นร้อยละ 10.0 (X5) เจลคาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลสความเข้มข้นร้อยละ 4.0-6.0 (C1,2,3,4,5) เจลไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลสความเข้มข้นร้อยละ 3.5-5.0 (H1,2,3,4) เจลไฮดรอกซิพรอพิลเมทิลเซลลูโลสความเข้มข้นร้อยละ 4.5-5.0 (HP3,4) และเจลคาร์บอพอลความเข้มข้นร้อยละ 2.5-4.5 (CP3,4,5)

เมื่อนำปัญหาและอุปสรรคในการเตรียมและลักษณะสัมผัสของเนื้อเจลมาประกอบการพิจารณา ผู้ศึกษามีความเห็นว่าควรตัดสารก่อเจล 2 ชนิดออกไป คือ 1) แป้งพรีเจลอัลฟา เนื่องจากการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันทำได้ยากและเจลมีลักษณะเหนียวเหนอะหนะ และ 2) แซนแทนกัม เนื่องจากเจลมีเนื้อสัมผัสเป็นเมือกลื่น จึงเหลือเจลจำนวน 24 สูตร สำหรับการทดสอบคุณสมบัติอื่น ๆ ต่อไป

บทสรุป

สามารถเตรียมเจลจากสารก่อเจลทั้ง 9 ชนิด ให้มีแรงยึดติดที่เทียบเท่าหรือสูงกว่าสารยึดฟันเทียมทางการค้าที่ทดสอบ แต่ด้วยข้อจำกัดของการเตรียม และลักษณะเนื้อสัมผัสของเจล จึงมีสารก่อเจลเพียง 7 ชนิด ที่ถูกเลือกเพื่อทำการศึกษาต่อไป คือ คอนจัก กัมทรากาแคนท์ กัวกัม คาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลส ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส ไฮดรอกซีพรอพิลเมทิลเซลลูโลส และคาร์บอพอล

เอกสารอ้างอิง

1. Grasso JE. Denture adhesives: changing attitudes. **J Am Dent Assc** 1996;127:90-6.
2. Adisman IK. The use of denture adhesives as an aid to denture treatment. **J Prosthet Dent** 1989;62:711-5.
3. Grasso JE, Rendell J, Gay T. Effect of denture adhesive on the retention and stability of maxillary dentures. **J Prosthet Dent** 1994;72:399-405.
4. Hasegawa S, Sekita T, Hayakawa I. Effect of denture adhesive on stability of complete dentures and the masticatory function. **J Med Dent Sci** 2003;50:239-47.
5. Chew CL, Boone ME, Swartz ML, Phillips RW. Denture adhesives: their effects on denture retention and stability. **J Dent** 1985;13:152-9.
6. toryod.com [homepage on the Internet] หน่วยสร้างสำนึกและพัฒนาประโยชน์จากเอกสารสิทธิบัตรเพื่อการวิจัยและพัฒนา สกว. [up-dated 2008 June 13; cited 2008 June 13]. Available from: http://www.toryod.com/.

7. Loyd V, Allen J. The art, science, and technology of pharmaceutical compounding. 2 ed. USA: The American Pharmaceutical Association; 2002.
8. endslip.com [homepage on the Internet] Durasol Corporation. [cited 2007Aug 27]. Available from: http://www. endslip.com/.
9. sea-bond.com [homepage on the Internet] Combe incorporated. [cited 2007 Aug 27]. Available from http:// www.sea-bond.com/.
10. protefix.co.uk [homepage on the Internet] industry on Internet Ltd. [cited 2007 Aug 27] Available from http://protefix.co.uk/.
11. Shay K. The retention of complete dentures. In: Zarb G, Bolender C, editors. Prosthodontic treatment for edentulous patients; Complete dentures and implant-supported prostheses. 12th ed. St Louis: Mosby; 2004. p.437-48.
12. Ellis B, Al-Nakash S. The composition and rheology of denture adhesives. **J Dent** 1980;8:109-18.
13. Kodkeaw P, Pleumsamran N, Thamrongananskul N, Thunyakitpisal P, Phankosol P. Denture adhesive. **J Dent Assoc Thai** 2007;57:161-79.
14. นิธิยา รัตนาปนนท์. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์; 2545
15. Kodkeaw P, Rujiravanich S, Ritthaporn P, Phankosol P. Denture adhesives: Adhesion testing methods. **J Dent Assoc Thai** 2008;58:214-22.
16. Wara-aswapati N, Pitiphat W, Chandrapho N, Rattanayatikul C, Karimbux N. Thickness of palatal masticatory mucosa associated with age. *J Periodontol* 2001;72:1407-12.
17. Dumitriu S, Vidal PF, Chronet E. Hydrogels based on polysaccharides. In: Dumitriu S, editor. Polysaccharides in medicinal application. USA: Marcel Dekker, Inc; 1996. p.125-241.

Original Article

Denture Adhesives: Adhesion testing in vitro

Panarat Kodkeaw
Assistant Professor
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry, Chiang Mai University
Siriporn Rujiravanich
Dentist
Private clinic
Piyawat Phankosol
Associate Professor
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry,
Chulalongkorn University
Chairat Wiwatwarrapan
Associate Professor
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry,
Chulalongkorn University

Correspondence to:
Associate Professor Dr. Piyawat Phankosol
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
Henry-Dunant Road, Patumwan,
Bangkok 10330
Tel./Fax: 02-2188566
E-mail: phankosol@yahoo.com

Abstract

Denture adhesive was dental product that uses to promote the adherent of denture for a century. Denture adhesives powder and paste were generally commercial available. Gel was an interested form because it could provides comfort in usage. The objective of this study was to study the adhesion properties of adhesive gels formulate from 9 gel former as follow pregel □-starch, konjak, gum tragacanth, guar gum, xanthan gum, carboxymethyl cellulose, hydroxyethyl cellulose, hydroxypropylmethyl cellulose and carbopol comparing with 3 commercial denture adhesive (1 powder and 2 pastes). The 39 gels were prepared by mixing gel former with distill water. The adhesion testing was performed using the Pi 2 method. The result showed that the adhesion forces of all gels were in a range of 4.7 to 34.3 Newton that cover the adhesion force of commercial denture adhesive tested (powder = 10.5±1.7 N, paste = 19.0±1.0 and 20.2±2.1 N). The data was analyzed statistically with one way analysis of variance (ANOVA) and multiple comparisons (□ = .05) The problems in gels preparation and the characteristic of gels were evaluated. This was concluded that there was 7 gel formers was selected for further study and development as follow konjak, gum tragacanth, guar gum, carboxymethyl cellulose, hydroxymethyl cellulose, hydroxypropylmethyl cellulose and carbopol.

Key words: adhesion; denture adhesives; gels; gel former