บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

ในงานทันตกรรมประดิษฐ์ การบูรณะฟันด้วยครอบฟันใช้โลหะร่วมกับพอร์ซเลนเป็นที่นิยมและใช้กันมากเนื่องจากพอร์ซเลนมีความสวยงามที่คล้ายคลึงกับฟันธรรมชาติและมีความแข็งแรงจากโลหะ แต่ครอบฟันชนิดนี้ข้อควรคำนึงที่สำคัญคือการยึดติดระหว่างโลหะกับพอร์ซเลน ซึ่งเกี่ยวข้องกับชั้นของออกไซด์ที่อยู่ระหว่างโลหะกับพอร์ซเลน เนื่องจากถ้าชั้นออกไซด์หนามากเกินไปจะมีผลทำให้การยึดติดล้มเหลวได้เพราะชั้นออกไซด์มีความเปราะและไม่แข็งแรงเกิดการแตกหักได้ (Wataha, 2002) ซึ่งจะทำให้ชั้นพอร์ซเลนแยกตัวจากโลหะ โดยทั่วไปโลหะที่ใช้คือทองผสมหรือทองขาวผสมซึ่งมีราคาสูงและมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ หรือการใช้โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม มีรายงานการแพ้ในผู้ป่วยบางราย (Jones, Hansen, Singer, & Kessler, 1986) จึงมีความคิดที่จะนำโลหะไทเทเนียมซึ่งมีราคาถูกกว่ามาทดแทน เนื่องจากไทเทเนียมมีคุณสมบัติที่เข้ากับเนื้อเยื่อได้เป็นอย่างดี มีความทนทานต่อการสึกกร่อน มีความแข็งแรงสูง แต่มีข้อด้อยคือไทเทเนียมจะทำปฏิกิริยากับกาซออกซิเจนในอากาศได้ง่ายโดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดชั้นออกไซด์ที่หนามาก จึงมีผลทำให้การยึดติดระหว่างไทเทเนียมและพอร์ซเลนไม่แข็งแรง (Lautenschlager & Monaghan, 1993; Wang & Fenton, 1996; Wang & Fung, 1997)

ไทเทเนียมเป็นโลหะที่ทำปฏิกิริยากับธาตุหลายชนิดได้รวดเร็ว โดยเฉพาะสามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ไวมากแม้ในอุณหภูมิห้อง และไทเทเนียมมีจุดหลอมเหลวที่สูงมากทำให้การขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทำได้ยาก โลหะไทเทเนียมจะทำปฏิกิริยากับกาซออกซิเจนในอากาศมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเกิดชั้นออกไซด์ที่หนามาก การทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดชั้นไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2) ที่หนา ซึ่งเมื่อมีการนำไทเทเนียมมาใช้ทางทันตกรรมโดยนำมาเคลือบด้วยพอร์ซเลนจึงมีผลทำให้การยึดติดระหว่างโลหะไทเทเนียมและพอร์ซเลนไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะใช้ในทางคลินิก ดังนั้นปัจจัยที่สามารถเพิ่มความแข็งแรงของการยึดติดได้คือ การควบคุมการเกิดชั้นออกไซด์ของโลหะไทเทเนียม (Boening, Walter, & Reppel, 1992; Kimura, Horng, Okazaki, & Takahashi, 1990) ชั้นออกไซด์ของไทเทเนียมจะหนามากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 800 องศาเซลเซียส ดังนั้นจำเป็นต้องใช้พอร์ซเลนชนิดพิเศษที่หลอมเหลวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 800 องศาเพื่อให้เกิดการยึดติดโดยชั้นออกไซด์ไม่หนาเกินไป (Pang, Gilbert, Chai, & Lautenschlager, 1995) มีการศึกษาพบว่าการเผาไทเทเนียมที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียสจะทำให้เกิดชั้นออกไซด์ที่

สามารถช่วยการยึดติดระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลน (Kimura et al., 1990) จึงทำให้ต้องใช้พอร์ซเลนที่หลอมที่อุณหภูมิต่ำกว่าพอร์ซเลนที่ใช้เคลือบโลหะอื่น

จากการที่พบว่าการยึดติดระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลนยังคงเป็นปัญหานับตั้งแต่เริ่มนำไทเทเนียมมาใช้จนถึงปัจจุบัน นักวิจัยจึงพยายามคิดค้นวิธีการแก้ปัญหานี้ด้วยวิธีการต่าง ๆ นอกเหนือจากการควบคุมอุณหภูมิการเผาดังกล่าวข้างต้นแล้ว วิธีที่มีการศึกษากันมากคือการศึกษาเพื่อหาวิธีการปรับปรุงผิวไทเทเนียมก่อนการเคลือบชั้นพอร์ซเลนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการยึดติดที่ดีขึ้น เช่นการขัดผิวไทเทเนียมด้วยผงอลูมินา (Papadopoulos, Tsetsekou, & Eliades, 1999) การใช้กรดกัดผิวโลหะสามารถช่วยเพิ่มการยึดติดได้เช่นกัน (Cai, Bunce, Nunn, & Okabe, 2001) การเป่าทรายร่วมกับการใช้กรดกัดผิวไทเทเนียมก่อนทาสารยึดติด (Bonding agent) (Hussaini & Wazzan, 2005) การใช้สารยึดติดชนิดทอง (Gold bonder™) (Suansuwan & Swain, 2003; Yamada, Onizuka, Endo, Ohno, & Swain, 2005) การเคลือบพื้นผิวด้วยซิลิกอนไนไตรด์เพราะซิลิกาและอลูมินาซึ่งเป็นส่วนประกอบในพอร์ซเลนเป็นสารที่ทำปฏิกิริยากับออกไซด์ของโลหะทำให้เกิดการยึดติดเกิดขึ้น (Wang, Welsch, & Monteiro, 1999) การเผาพอร์ซเลนในบรรยากาศกาซอาร์กอน (Atsu & Berksun, 2000) จากการศึกษาของซาเดคและคณะ พบว่าการเคลือบผิวไทเทเนียมด้วยทองก่อนการเคลือบชั้นพอร์ซเลนและเผาในสภาพแวดล้อมที่มีกาซอาร์กอนแทนที่กาซออกซิเจน การยึดติดของพอร์ซเลนกับไทเทเนียมดีขึ้นเนื่องจากการเกิดชั้นออกไซด์ของไทเทเนียมน้อยลง (Sadeq, Cai, Woody, & Miller, 2003) และการศึกษาของอรรถวิทย์ เดชะอำไพได้สรุปผลการศึกษาไว้ว่า การใช้กรดกัดผิวภายใต้บรรยากาศอาร์กอนช่วยเพิ่มการยึดติดระหว่างพอร์ซเลนและไทเทเนียมให้สูงขึ้น และการใช้กรดกัดผิวตามด้วยการเป่าผงอะลูมินาและซิลิกาให้ค่าการยึดติดมากกว่าการใช้กรดกัดผิวเพียงอย่างเดียว (Decha-umpai, 2009)

ในทางอุตสาหกรรมอาร์กอนถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในการเชื่อมตัดโลหะโดยใช้อาร์กอนเป็นกาซปกคลุมในระหว่างเชื่อมเพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานสัมผัสกับอากาศ เนื่องจากอาร์กอนเป็นกาซเฉื่อยและเป็นกาซที่พบในบรรยากาศประมาณ 0.94 เปอร์เซ็นต์ รองจากไนโตรเจนและออกซิเจน อาร์กอนไม่มีรสไม่มีสีไม่มีกลิ่นและไม่เป็นพิษ จึงเกิดแนวคิดในการเตรียมชิ้นทดลองและการเผาพอร์ซเลนในบรรยากาศอาร์กอน โดยคาดว่าจะมีผลในการควบคุมการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ผิวไทเทเนียม เกิดชั้นออกไซด์ของไทเทเนียมที่บาง ทำให้การยึดติดระหว่างไทเทเนียมและพอร์ซเลนแข็งแรงมากขึ้น

การทดสอบค่าการยึดติดระหว่างโลหะกับพอร์ซเลนมีหลายวิธี วิธีที่นำมาใช้กันมากคือการวัดค่าความทนแรงยึดเฉือน (shear bond strength) เนื่องจากเป็นการวัดที่ไม่มีความยุ่งยาก การเตรียมชิ้นงานทดลองก็ไม่ยากและเลือกได้หลากหลายรูปแบบ การทดสอบเป็นการวัดค่าแรงสูงสุดที่ทำให้

ชั้นของวัสดุแยกจากกันแล้วคำนวณ ค่าความเค้น (stress) คือแรงต่อหน่วยพื้นที่หน้าตัด และเรียกค่านี้ว่าความทนแรงยึด (bond strength) การทดสอบด้วยการวัดค่าแรงในลักษณะอื่นก็เช่นเดียวกัน แต่ข้อด้อยของการทดสอบในลักษณะนี้คือ การวัดค่าแรง ณ วัสดุแตกหักจะมีความเบี่ยงเบนสูง ค่าแรงสูงสุดที่วัดได้อาจไม่เที่ยงตรงเพราะการเกิดความเค้นสะสม ณ จุดที่ให้แรง (DeHoff, Anusavice, & Wang, 1995) นำมาซึ่งค่าความทนแรงยึดที่อาจสูงหรือต่ำกว่าที่เป็นจริง การวัดค่าการยึดติดด้วยวิธีที่แตกต่างออกไป ได้แก่ การวัดค่า interfacial fracture toughness เป็นค่า strain energy release rate (G value) มีหน่วยเป็นจูลต่อตารางเมตร (J/m^2) ด้วยการทดสอบชนิดการกดดัด 4 จุด (Four-point bending test) ในเครื่องทดสอบสากล (universal testing machine) ซึ่งรอยแตกระหว่างชั้นไทเทเนียมกับพอร์ซเลนจะถูกทำให้เกิดขึ้นโดยที่จะไม่มีลักษณะที่เป็นความเค้นสะสม รอยแตกจะเคลื่อนไปอย่างเสถียร (stable) ซึ่งวิธีการนี้พัฒนามาจากการศึกษาของ Charalambides และคณะในปี 1989 (Suansuwan & Swain, 2003)

การศึกษานี้ได้เลือกศึกษาการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของผิวโลหะไทเทเนียมด้วยการเผาชิ้นงานในบรรยากาศกาซอาร์กอน ที่เชื่อว่าเป็นการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไทเทเนียมเพื่อเพิ่มการยึดติดระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลน และวัดค่าการยึดติดระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลนในรูปของค่า Strain energy release rate (G value) จากการทดสอบชนิดการกดดัด 4 จุด ในเครื่องทดสอบสากล

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยึดติดระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลนเมื่อเผาพอร์ซเลนในบรรยากาศอาร์กอนที่ระยะต่างๆกัน

3. สมมติฐานของการวิจัย

H_0 : ค่าเฉลี่ยของ Strain energy release rate (G-value) ระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลนเมื่อเผาพอร์ซเลนในบรรยากาศอาร์กอนที่ระยะต่างๆกันและบรรยากาศปกติไม่แตกต่างกัน

H_A : ค่าเฉลี่ยของ Strain energy release rate (G-value) ระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลนเมื่อเผาพอร์ซเลนในบรรยากาศอาร์กอนที่ระยะต่าง ๆ กันและบรรยากาศปกติแตกต่างกัน

4. ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) โดยกำหนดให้มีการปรับผิวไทเทเนียมก่อนการทาชั้นต่าง ๆ ของพอร์ซเลนภายใต้บรรยากาศอาร์กอน จากนั้นเคลือบพอร์ซเลน

ชั้นต่าง ๆ แล้วเผาในบรรยากาศอาร์กอนและ/หรือบรรยากาศปกติ ทำการวัดการยึดติดในรูปของค่า Strain energy release rate (G value)

การทดลองทั้งหมดทำในห้องปฏิบัติการทันตกรรมและห้องปฏิบัติการวิจัยชีววัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

การศึกษานี้ มุ่งหวังที่จะหาวิธีการที่จะทำให้การยึดติดระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลนดีขึ้น และเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากและซับซ้อน เพื่อพัฒนาต่อเนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมา และสามารถนำไทเทเนียมไปใช้ทดแทนวัสดุที่มีราคาสูงในทางคลินิกได้ในอนาคต ผลจากการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาถึงปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไปในอนาคต