บทที่ 1

บทนำ

<u>บทนำต้นเรื่อง</u>

โรคฟันผุเป็นโรคที่พบได้บ่อยและมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยร่วมกัน (multifactorial disease) ถึงแม้ว่าความชุกของการเกิดโรคฟันผุในประเทศที่พัฒนาแล้วจะลดลงอย่างมากในช่วง 2-3 ศตวรรษที่ผ่านมา แต่ในประเทศไทยพบว่าอัตราการเกิดฟันผุยังคงสูง ซึ่งจากการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติครั้งที่ 5 ในปีพ.ศ.2543 - 2544 (กองทันตสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข) พบว่ามีถึง 87.4% ของเด็กอายุ 5-6 ปีที่มีฟันผุในฟันน้ำนม การรักษาโรคฟันผุสามารถทำได้ทั้งการป้องกัน การหยุดการลุกลามของรอยโรค พร้อมทั้งฟื้นฟูสภาพขึ้นมาใหม่ แต่บ่อยครั้งมักพบว่าฟันผุจะถูกตรวจพบก็ต่อเมื่อรอยโรคอยู่ในระยะลุกลามแล้ว ทำให้ต้องมีการสูญเสียเนื้อฟันจากการกรอเพื่อทำการบูรณะ และอาจเกิดความเจ็บปวดขณะกรอฟันได้ โดยสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม่สามารถตรวจพบฟันผุในระยะเริ่มแรก (initial caries) โดยเฉพาะรอยผุทางด้านประชิดได้ เกิดจากวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจฟันผุในปัจจุบันยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการค้นหาวิธีการที่สามารถตรวจรอยผุตั้งแต่ในระยะเริ่มแรกให้พบ เพื่อป้องกันการลุกลามของโรคฟันผุ และเนื่องจากในปัจจุบันมีแนวคิดใหม่ซึ่งเน้นในด้านการป้องกันมากกว่าการรักษาเพื่อลดหรือชะลอการอุดฟัน เช่นการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสะอาดช่องปาก (oral hygiene instruction) การลดการบริโภคอาหารที่เสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ (diet counselling) รวมถึงการใช้ฟลูออไรด์ทำให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุ (remineralization) ซึ่งการป้องกันฟันผุโดยอาศัยฟลูออไรด์นั้นจะมีประสิทธิภาพดีกับบริเวณพื้นผิวเรียบมากกว่าบริเวณหลุมร่องฟัน (Horowitz, 2000) นอกจากนี้ยังช่วยหยุดยั้งการลุกลามของรอยผุทางด้านประชิดได้ดี (Petersson, *et al*., 1991; Peyron, *et al*., 1992) โรคฟันผุในระยะเริ่มแรกสามารถหยุดการลุกลามได้หากมีการดูแลที่เหมาะสมและทันที

จากการศึกษาถึงความแตกต่างของฟันน้ำนมและฟันแท้ที่สัมพันธ์กับการเกิดฟันผุพบว่าโครงสร้างของผิวเคลือบฟันของฟันน้ำนมและฟันแท้มีความแตกต่างกัน (Murray and Majid, 1978) โดยผิวเคลือบฟันของฟันน้ำนมจะหนาเพียงครึ่งหนึ่งของฟันแท้ และปริซึมของผิวเคลือบฟันในฟันน้ำนมจะแคบกว่าประมาณ 2 ไมโครเมตร (Mortimer, 1970) และผิวเคลือบฟันของฟันน้ำนมมีการสะสมของแร่ธาตุ (mineralization) ได้น้อยกว่าฟันแท้ จึงทำให้ผิวเคลือบฟันของฟันน้ำนม

ทนต่อกรดได้น้อยกว่า (Wilson and Beynon, 1989) นอกจากนี้ฟันน้ำนมยังมีท่อเนื้อฟัน (dentinal tubules) ที่มีช่องภายในท่อ (lumen) กว้างกว่าฟันแท้ และการที่ฟันน้ำนมมีบริเวณสัมผัสประชิด (proximal contact area) กว้าง (Pitts and Rimmer, 1992) ทำให้ดูแลรักษาความสะอาดได้ยาก จึงเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคที่ทำให้เกิดฟันผุ ซึ่งทำให้ฟันน้ำนมมีการเกิดและการลุกลามของโรคฟันผุทางด้านประชิดอย่างรวดเร็ว (de Araujo, *et al*., 1996; Allison and Schwartz, 2003) โดยพบว่าการลุกลามของการเกิดฟันผุในผิวเคลือบฟันน้ำนมจะเกิดได้เร็วกว่าฟันแท้ถึง 1.5 เท่า (Featherstone and Mellberg, 1981; Shellis, 1984; Waggoner and Ashton, 1989) ในขณะที่การลุกลามของรอยผุในฟันแท้จากผิวเคลือบฟันถึงเนื้อฟันจะเกิดอย่างช้าๆในช่วงเวลา 3 ปี (Berman and Slack, 1973; Vanderas, *et al*., 2003) แต่ในฟันน้ำนมการลุกลามของรอยผุจากผิวเคลือบฟันถึงเนื้อฟันจะเกิดได้เร็วโดยใช้เวลาเพียง 1 ปี (de Araujo, *et al*., 1996) และหากเกิดรอยผุทางด้านประชิดของฟันน้ำนมซี่หนึ่งแล้ว จะทำให้มีโอกาสเกิดการผุทางด้านประชิดของฟันซี่ที่ติดกันสูง (Dean, *et al*., 1997) นอกจากนี้การรักษาฟันน้ำนมที่ผุลุกลามไปแล้วมีวิธีการรักษาที่ยุ่งยากอาจทำให้เด็กกลัวการทำฟันได้ ดังนั้นหากมีการตรวจพบฟันผุในฟันน้ำนมตั้งแต่เริ่มแรก การรักษาจะใช้วิธีการง่ายๆ โดยสามารถใช้เทคนิคการป้องกันเช่น การเคลือบฟลูออไรด์ หรือในกรณีที่เป็นรอยผุเล็กๆอาจไม่ต้องใช้ยาชาเฉพาะที่เมื่อทำการกำจัดรอยผุ จึงทำให้สามารถลดความกลัวในการรักษาของเด็กลงได้ ดังนั้นการตรวจฟันผุระยะเริ่มแรกทางด้านประชิดในฟันน้ำนมให้พบจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

การประเมินฟันผุทางด้านประชิดให้ถูกต้องเป็นงานที่ทำได้ยาก ซึ่งจะต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างเช่น สภาวะในการตรวจ (ได้แก่ ความสว่าง และความแห้งของฟัน) ลักษณะรูปร่างของฟัน ความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุของคนไข้ รวมถึงประสบการณ์ความชำนาญของทันตแพทย์ ดังนั้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมานี้ วิธีการที่ใช้ในการตรวจฟันผุที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งที่นักวิจัยให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก (Bader, *et al*., 2001; Stookey and González-Cabezas, 2001) ในปัจจุบันมีวิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจหาฟันผุทางด้านประชิดหลายวิธี วิธีการที่นิยมใช้ได้แก่

1. การตรวจด้วยตา (Visual examination)

เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมานานแล้ว โดยเฉพาะเมื่อบริเวณที่ตรวจนั้นเป็นด้านที่ไม่มีฟันสัมผัส การตรวจด้วยตาเป็นวิธีที่สะดวก ไม่ต้องอาศัยเครื่องมือที่ยุ่งยาก โดยฟันที่มีการผุจะพบลักษณะต่างๆ เช่นมีการเปลี่ยนสีและความโปร่งแสงของผิวฟัน (translucency) หรืออาจมีรอยขาวขุ่น (white spot หรือ opacity) นอกจากนี้อาจพบเงาดำข้างใต้ผิวเคลือบฟัน หรืออาจมีลักษณะที่เป็นรู

(cavitation) เกิดขึ้น แต่วิธีนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการได้แก่ ต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญของผู้ตรวจ และยังขึ้นกับระดับความรุนแรงของรอยโรค เนื่องจากฟันน้ำนมมีบริเวณสัมผัสประชิดกว้าง การตรวจรอยผุทางด้านประชิดในฟันน้ำนมที่มีฟันสัมผัสด้วยตาจึงทำได้ยาก โดยกว่าจะเห็นว่ามีรอยผุก็ต่อเมื่อมีการลุกลามของโรคมากแล้ว วิธีการตรวจด้วยตาจะมีประสิทธิภาพดีในการตรวจรอยโรคที่ผุถึงเนื้อฟัน (dentine caries) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูแล้วและฟันที่ไม่ผุ (sound tooth) ทั้งฟันแท้และฟันน้ำนม โดยมีค่าความจำเพาะ (specificity) สูง (0.97 - 1.00) (Sidi and Naylor, 1988; Hintze, *et al*., 1998; Peers, *et al*., 1993; Pitts and Rimmer, 1992) แต่ประสิทธิภาพจะลดลงในการตรวจฟันผุระยะเริ่มแรก โดยมีค่าความไว (sensitivity) ต่ำ (0.31) (Longbottom and Pitts, 1992) นอกจากนี้ หากฟันมีคราบสี คราบจุลินทรีย์ หรือหินปูนก็จะไม่สามารถประเมินรอยผุด้วยตาได้ (McComb and Tam, 2001a)

2. การตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิง (Bitewing radiographic examination)

การถ่ายภาพรังสีไบท์วิงถูกใช้ในทางทันตกรรมมามากกว่า 90 ปีแล้ว (Chadwick and Dummer, 1998) โดยเป็นเทคนิคที่ใช้กันมากที่สุดในการถ่ายภาพรังสีภายในช่องปากเพื่อวินิจฉัยรอยผุทางด้านประชิด การตรวจโดยภาพถ่ายรังสีไบท์วิงมีข้อดีคือ สามารถตรวจระดับความรุนแรงของรอยโรคและเก็บบันทึกไว้เป็นหลักฐานได้ อีกทั้งยังมีค่าความจำเพาะสูง (0.96 - 1) (Ricketts, *et al*., 1997; Peers, *et al*., 1993) แต่วิธีนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการได้แก่ ถ้าวิธีถ่ายภาพรังสีไม่ถูกต้องอาจทำให้การประเมินรอยผุผิดพลาดได้เช่น หากเกิดการซ้อนทับกันของด้านประชิด (overlapping) ในภาพถ่ายรังสีจะไม่สามารถตรวจฟันผุได้ (Pitts, 1984) หรือมุมในการถ่ายภาพที่ไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดการหดสั้น (foreshortening) หรือการยืดยาว (elongation) ของภาพรังสี ซึ่งทำให้ภาพรังสีแสดงการละลายของแร่ธาตุ (demineralization) ต่ำกว่าความเป็นจริง การประเมินรอยผุจึงเกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นในการถ่ายภาพรังสีไบท์วิงที่ดีจะต้องใช้มุมในการถ่ายภาพที่ถูกต้อง มีการตั้งค่าเครื่องถ่ายภาพรังสีและระยะเวลาในการล้างฟิล์มที่ได้มาตรฐาน เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการประเมินรอยผุทางด้านประชิดของฟัน (Chadwick and Dummer, 1998) นอกจากนี้การแปลผลภาพรังสียังมีความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญในการอ่านภาพรังสีอย่างมากจึงจะแปลผลได้อย่างถูกต้อง ข้อจำกัดของการถ่ายภาพรังสีไบท์วิงอีกประการหนึ่งก็คือ รอยโรคที่สามารถตรวจพบโดยภาพถ่ายรังสีจะต้องมีการสูญเสียแร่ธาตุ (mineral loss) 30 - 40% (Wenzel, 2004) ทำให้รอยผุด้านประชิดบางตำแหน่งที่มีรอยผุระยะเริ่มแรกไม่สามารถตรวจพบด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิงได้ (Russel and Pitts, 1993;

Vaarkamp, *et al*., 2000; Feldens, *et al*., 2003) ภาพถ่ายรังสีไบท์วิงมีความไวในการตรวจฟันผุทางด้านประชิดในฟันแท้ต่ำ (0.08 - 0.59) เมื่อใช้การตรวจทางจุลกายวิภาค (histological examination) และการตรวจด้วยไมโครเรดิโอกราฟฟี (microradiography) เป็นมาตรฐาน (gold standard) (Mileman and van der Weele, 1990; Russel and Pitts, 1993; Peers, *et al*., 1993; Ricketts, *et al*., 1997)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่พบว่า ภาพถ่ายรังสีไบท์วิงประเมินผลการตรวจรอยผุทางด้านประชิดได้ต่ำกว่าความเป็นจริง (Mileman and van der Weele, 1990; Downer, 1975; Sidi and Naylor, 1988) แต่บางครั้งอาจแสดงผลมากกว่าความเป็นจริง โดย Pitts และ Rimmer (1992) พบว่า ฟันน้ำนมจะให้ผลบวกลวง (false-positive) มากกว่าในฟันแท้เนื่องจากฟันน้ำนมมีผิวเคลือบฟันบางและมีบริเวณสัมผัสประชิดกว้างกว่าฟันแท้ ทำให้ประเมินผลได้ยาก นอกจากนี้การได้รับรังสีเอ็กซ์ยังทำให้เกิดอันตรายได้ (Pitts, 1996) โดยเฉพาะในเด็ก ซึ่งพบว่าเป็นกลุ่มที่ได้รับรังสีมากที่สุด (Mitropoulos, 1985b) อีกทั้งในเด็กเล็กที่ไม่ให้ความร่วมมือในการรักษา การถ่ายภาพรังสีจะทำได้ยาก (de Araujo, *et al*., 1996)

3. ไฟเบอร์ออพติค ทรานซิลลูมิเนชัน (Fiberoptic transillumination, FOTI)

FOTI ถูกออกแบบมาสำหรับใช้ตรวจรอยผุทางด้านประชิด (Friedman and Marcus, 1970) วิธีนี้เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวก และสามารถทำซ้ำได้ โดยสามารถใช้เครื่องฉายแสงที่มีอยู่ทั่วไป และเป็นวิธีที่ไม่ทำให้เกิดความเจ็บปวดหรือเป็นอันตราย เนื่องจากผู้ตรวจและคนไข้ไม่ต้องได้รับรังสี โดยหลักการทำงานของ FOTI คือในฟันที่ผุจะมีการกระเจิงของแสง (scatter) สูงมาก ซึ่งทำให้ค่าดัชนีของการส่งผ่านของแสง (light transmission) ต่ำกว่าฟันที่ไม่ผุ ทำให้เห็นบริเวณที่ผุเป็นจุดดำล้อมรอบด้วยโครงสร้างฟันปกติ (Angmar-Månsson and ten Bosch, 1987; Angmar-Månsson and Ten Bosch, 1993; Friedman and Marcus, 1970)

วิธีการตรวจฟันผุโดย FOTI คือนำหัววัดที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงไฟเบอร์ออพติค (fiberoptic light probe) วางบริเวณด้านข้างแก้มของฟัน (Sidi and Naylor, 1988) โดยวางในช่องระหว่างคอฟัน (interproximal embrasure) ต่ำกว่าขอบคอฟัน (cervical margin) ให้ลำแสงส่องไปที่ใต้บริเวณสัมผัส แล้วตรวจบริเวณด้านประชิดของฟันโดยดูจากการนำแสง แสงจะผ่านทะลุไปยังโครงสร้างของฟันและรอยผุด้านประชิด บริเวณฟันผุจะมีการนำแสงได้น้อยกว่าฟันปกติ ทำให้เห็นเป็นเงาดำที่ด้านบดเคี้ยวขึ้น โดยลำแสงที่ใช้ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร เนื่องจากการใช้ลำ

แสงกว้างจะเห็นเงาดำจากฟันที่มีรอยผุไม่ชัดเจน ทำให้การวินิจฉัยด้วย FOTI ไม่แม่นยำ (Purdell-Lewis and Pot, 1974; Mitropoulos, 1985b)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า แม้ FOTI จะสามารถตรวจฟันผุในชั้นเนื้อฟันในฟันแท้ได้ดี (ค่าความไวอยู่ในช่วง 0.71 – 0.85) (Peltola and Wolf, 1981; Mitropoulos, 1985a; Mitropoulos, 1985b; Purdell-Lewis and Pot, 1974) แต่มีประสิทธิภาพต่ำในการตรวจฟันผุในชั้นผิวเคลือบฟัน (Purdell-Lewis and Pot, 1974; Peltola and Wolf, 1981; Stephen, *et al*., 1987) โดยมีค่าความไวอยู่ในช่วง 0.17 - 0.37 ค่าความจำเพาะเท่ากับ 0.99 จึงไม่สามารถนำ FOTI มาใช้แทนการถ่ายภาพรังสีไบท์วิงในการตรวจฟันผุทางด้านประชิดได้ แต่อาจนำมาใช้ร่วมกับการตรวจด้วยตาหรือภาพถ่ายรังสีไบท์วิง เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการตรวจ (Pitts, 1996) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่กล่าวมาแล้วนี้เป็นการตรวจหาฟันผุด้วย FOTI โดยใช้การตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิงเป็นมาตรฐาน แต่จากที่ทราบมาแล้วว่าภาพถ่ายรังสีไบท์วิงมีความถูกต้องในการตรวจฟันผุทางด้านประชิดต่ำ จึงไม่เหมาะที่จะใช้เป็นการตรวจมาตรฐาน โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Peers และคณะ (1993) ที่ใช้การตรวจทางจุลกายวิภาคเป็นมาตรฐานพบว่า ค่าความไวของการตรวจด้วยตา ภาพถ่ายรังสีไบท์วิง และการตรวจด้วย FOTI เท่ากับ 0.38 0.59 และ 0.67 ตามลำดับ และมีค่าความจำเพาะเท่ากับ 0.99 0.96 และ 0.97 ตามลำดับ โดยพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าความไวในการตรวจด้วยตา (0.38) กับการตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิง (0.59) และในการตรวจด้วยตากับการตรวจด้วย FOTI (0.67) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิงกับการตรวจด้วย FOTI ปัจจุบันจึงยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ในเรื่องของประสิทธิภาพของ FOTI ในการตรวจฟันผุทางด้านประชิด นอกจากนี้ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งของ FOTI คือไม่สามารถวินิจฉัยฟันที่มีการผุเพิ่มหลังจากที่ได้รับการบูรณะแล้ว (secondary caries) ได้ (Angmar-Månsson and ten Bosch, 1987; Peltola and Wolf, 1981; Stephen, *et al*., 1987; Mitropoulos, 1985b)

4. เลเซอร์ ฟลูออเรสเซนส์ (Laser fluorescence)

เลเซอร์ ฟลูออเรสเซนส์เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการตรวจฟันผุทั้งด้านเรียบและด้านบดเคี้ยวของฟัน เริ่มมีการทดลองใช้ในการตรวจฟันผุครั้งแรกในปี 1982 (Bjelkhagen, *et al*., 1982) โดยเมื่อแสงเลเซอร์กระทบต่อวัตถุจะเกิดกระบวนการดังต่อไปนี้

1) การกระเจิงของแสง (scattering) เป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนทิศทางของโฟตอน (photon) โดยไม่มีการสูญเสียพลังงาน ซึ่งกระบวนการนี้จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- การสะท้อนกลับของแสง (back scatter หรือ volume reflection) หมายถึง กระบวนการที่เมื่อโฟตอนตกกระทบผิวฟันแล้วจะมีการสะท้อนกลับในทิศทางเดิม

- การส่งผ่านของแสงแบบแพร่กระจาย (diffuse transmission) หมายถึง กระบวนการที่เมื่อโฟตอนตกกระทบผิวฟันแล้วมีการเคลื่อนที่ออกจากผิวฟันในทิศทางอื่น

2) การดูดกลืนของแสง (absorption) เป็นกระบวนการที่โฟตอนมีการเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานอื่นๆ โดยส่วนมากจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

หลักการทำงานของเลเซอร์ ฟลูออเรสเซนส์ คือการให้แสงที่มีความยาวคลื่นที่เฉพาะเจาะจงเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นกระบวนการ (excitation wavelength) แก่วัตถุ แสงที่กระทบวัตถุนั้นบางส่วนจะถูกดูดกลืนโดยวัตถุ แล้วสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน ในขณะที่แสงบางส่วนที่เหลือจะถูกส่งผ่านวัตถุและสะท้อนออกมาในลักษณะของคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่นมากขึ้น ซึ่งจะถูกจับและแปลผลโดยตัวรับแสง (detector) โดยอาจแปลผลออกมาในลักษณะของตัวเลข (DIAGNOdent®) หรือในลักษณะภาพเงาที่มีความเข้มของแสงที่แตกต่างกัน (Quantitative Laser Fluorescence) (Featherstone, 2000)

เลเซอร์ ฟลูออเรสเซนส์สามารถตรวจฟันผุได้โดยอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพของรอยโรคฟันผุเป็นพื้นฐานในการตรวจหาปริมาณรอยผุ (Angmar-Månsson, *et al*., 1996) เพราะในรอยผุจะมีน้ำมากกว่าในเคลือบฟันหรือเนื้อฟันปกติ และมีความโปร่งใสน้อยกว่าฟันปกติ จึงมีเส้นทางอิสระของโฟตอนสั้นกว่า ดังนั้นในฟันที่มีรอยผุจึงมีการกระเจิงของแสงสูง ทำให้สามารถใช้ตรวจรอยผุในระยะเริ่มแรกได้ แม้ว่ารอยผุนั้นจะมีขนาดเล็กเท่ากับ 5 - 10 ไมโครเมตร (de Josselin de Jong, *et al*., 1992)

การนำเลเซอร์ ฟลูออเรสเซนส์มาใช้ในการตรวจหาฟันผุมี 2 รูปแบบ คือ Quantitative Laser Fluorescence (QLF) และ DIAGNOdent®

4.1 Quantitative Laser Fluorescence (QLF)

หลักการทำงานของ QLF คือ การใช้คลื่นแสงสีน้ำเงินช่วงความยาวคลื่น 488 นาโนเมตร จากแหล่งกำเนิดแสงอาร์กอนเลเซอร์ (argon laser) เป็นตัวกระตุ้น แล้วรับแสงช่วงความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรเพื่อนำมาแปลผล เครื่องมือนี้ใช้ได้ดีกับรอยผุทางด้านเรียบ แต่ยังใช้กับรอยผุด้านบดเคี้ยวและด้านประชิดได้ไม่ดีนัก (Hall, *et al*., 1997) แสงสีน้ำเงินจะถูกปล่อยไปที่ผิวฟัน และเกิดการกระเจิงของแสง ซึ่ง QLF จะมีตัวกรองแสง (filter) เพื่อกำจัดคลื่นแสงรบกวนอื่นที่ถูกปล่อยออกมา โดยให้มีเฉพาะแสงฟลูออเรสเซนส์เท่านั้นที่ถูกตรวจจับได้ แสงฟลูออเรสเซนส์จะถูกแปลง

โดยคอมพิวเตอร์ ลักษณะของรอยผุจะปรากฏเป็นภาพเงาที่ตกกระทบบนพื้นหลังที่เป็นฟลูออเรสเซนส์ของเคลือบฟันปกติ ซึ่งภาพนี้สามารถนำมาวัดและหาปริมาณของรอยผุได้ (Featherstone, 2000)

QLF จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อใช้ในการตรวจรอยผุที่มีความลึกไม่เกิน 300-400 ไมโครเมตร (Emami, *et al*., 1996) นั่นคือสามารถตรวจฟันผุระดับชั้นผิวเคลือบฟันได้ดี เนื่องจากสามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแสงฟลูออเรสเซนส์กับระดับของการเกิดการละลายแร่ธาตุในชั้นผิวเคลือบฟัน โดยพบว่าแสงฟลูออเรสเซนส์จากผิวเคลือบฟันที่มีการละลายของแร่ธาตุจะลดลงเมื่อเทียบกับผิวเคลือบฟันปกติ (Al-Khateeb, *et al*., 1997a; Hafström-Bjorkman, *et al*., 1992) และ QLF ไม่เพียงแต่ตรวจหาฟันผุได้ แต่ยังบอกถึงความรุนแรงของรอยโรค โดยสามารถแสดงถึงขนาดและความลึกของรอยผุได้อีกด้วย (Al-Khateeb, *et al*., 1997b; Angmar-Månsson and ten Bosch, 1987; Eggertsson, *et al*., 1999) จากการศึกษาทางห้องปฏิบัติการของ Ando และคณะ (2001) พบว่า QLF สามารถหาปริมาณการสูญเสียแร่ธาตุของรอยผุระยะเริ่มแรกทางด้านเรียบทั้งในฟันน้ำนมและฟันแท้ และมีค่าความไวในการตรวจรอยผุระยะเริ่มแรกทางด้านเรียบสูง (0.94 – 0.98) (Ando, *et al*., 1997) ดังนั้นจึงใช้ในการติดตามการลุกลามของรอยผุในระยะเริ่มแรกบนผิวฟันด้านเรียบ (Emami, *et al*., 1996; Al-Khateeb, *et al*., 1997a; Hall, *et al*., 1997) อย่างไรก็ตาม มีบางการศึกษาที่พบว่า QLF ไม่สามารถตรวจฟันผุในชั้นเนื้อฟันได้ เนื่องจากแสงฟลูออเรสเซนส์ที่ตรวจได้จากฟันผุในชั้นเนื้อฟันไม่มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียแร่ธาตุที่เกิดขึ้น โดยจะมีความแตกต่างของแสงฟลูออเรสเซนส์ระหว่างรอยผุกับโครงสร้างของฟันปกติในชั้นเนื้อฟันน้อย (Banerjee and Boyde, 1998; Angmar-Månsson and ten Bosch, 1987; McComb and Tam, 2001b) นอกจากนี้ QLF ยังมีข้อจำกัดคือ มีความไวมากเกินไปต่อสภาวะเปียกและแห้งของฟัน (Ando, *et al*., 2000) คราบจุลินทรีย์ หรือคราบสี และยังไม่สามารถใช้แยกความแตกต่างระหว่างฟันผุกับฟันที่มีการสะสมของแร่ธาตุผิดปกติ (hypoplasia) ได้ (Al-Khateeb, *et al*., 1997a; Hall, *et al*., 1997; Angmar-Månsson and ten Bosch,1987) อีกทั้งยังไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างฟันผุที่มีการดำเนินโรคอยู่ (active caries) กับฟันผุที่หยุดการลุกลามแล้ว (arrested caries) (Angmar-Månsson and ten Bosch,1987)

4.2 DIAGNOdent ®

ภาพประกอบ 1 แสดงเครื่อง DIAGNOdent ® และหัววัด (probe)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจฟันผุที่ผลิตโดยบริษัท KaVo ประเทศ Germany ซึ่งเริ่มมีการใช้ในหลายประเทศในทวีปยุโรป และประเทศบราซิล และเริ่มมีการใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี 2000 (Featherstone, 2000) โดยมีหลักการทำงานดังนี้

1) แหล่งกำเนิดแสง คือ เลเซอร์ไดโอดที่ให้กำเนิดแสงสีแดงความยาวคลื่น 655 นาโนเมตร ซึ่งจะถูกปล่อยออกมาจากไฟเบอร์ออพติคซึ่งเป็นศูนย์กลาง (central fiber optic) ในหัววัดที่กำเนิดแสง (light probe) ของเครื่อง

2) วัตถุรับแสง คือ ฟัน ฟันประกอบด้วยผิวเคลือบฟันและเนื้อฟัน ซึ่งทั้งผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันจะประกอบด้วย คาร์บอเนต ไฮดรอกซีอะปาไทต์ (carbonate hydroxyapatite) เหมือนกัน แต่เนื้อฟันจะมีองค์ประกอบนี้น้อยกว่า ในขณะที่เนื้อฟันมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 25% โดยปริมาตร มากกว่าผิวเคลือบฟันซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 12% โดยปริมาตร จากสัดส่วนขององค์ประกอบที่แตกต่างกันนี้ จึงส่งผลต่อการดูดกลืนแสงและการกระเจิงของแสงที่แตกต่างกัน โดยเนื้อฟันจะสามารถดูดกลืนและกระเจิงแสงได้มากกว่าผิวเคลือบฟัน ซึ่งเมื่อฟันได้รับแสงเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่น 655 นาโนเมตร ความยาวคลื่นนี้จะถูกดูดกลืนโดยส่วนประกอบของฟันที่เป็นอินทรียสารและอนินทรียสาร แล้วบางส่วนของแสงจะถูกปล่อยออกมาโดยมีความยาวคลื่นใกล้เคียงกับแสงอินฟราเรด ในฟันที่มีการผุอย่างลุกลาม ส่วนประกอบของฟันจะมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีปริมาณของน้ำเพิ่มขึ้น จึงมีผลให้ค่าการกระเจิงของแสงมากกว่าฟันที่ไม่ผุ ทำให้เกิดการสะท้อนกลับของแสงฟลูออเรสเซนส์ในทิศทางเดิมเข้าสู่หัววัดเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้แสงฟลูออเรสเซนส์ที่เพิ่มมากขึ้นอาจเกิดจากสารพอร์ไฟริน (porphyrin) ซึ่งเกิดจากขบวนการ เมตาโบ

ไลท์ (metabolite) ของแบคทีเรีย (Hibst and Paulus, 2000) ดังนั้นค่าที่อ่านได้จาก DIAGNOdent® ในฟันที่ผุจึงเป็นค่าตัวเลขที่สูงกว่าฟันปกติ

3) ตัวรับคลื่นแสงและการแปลผล เมื่อฟันรับแสงแล้วจะดูดกลืนและส่งผ่านแสงออกมาในลักษณะที่มีความยาวคลื่นมากขึ้น (emission wavelength) โดยในการรับและการแปลผลเครื่อง DIAGNOdent® มีความสามารถในการกำจัดคลื่นแสงรบกวนอื่นๆและแปลผลเฉพาะค่าของความยาวคลื่นมากกว่า 680 นาโนเมตร ซึ่งจะถูกรับโดยเส้นใยที่อยู่รอบๆไฟเบอร์ออพติคศูนย์กลางในหัววัดที่กำเนิดแสง เพื่อแปลผลเป็นระบบตัวเลข ค่าที่อ่านได้จาก DIAGNOdent® จะมีค่าตั้งแต่ 0-99 โดยค่าต่ำแสดงถึงฟันปกติ และค่าสูงแสดงถึงมีขบวนการเกิดฟันผุ (Lussi, *et al*., 1999; Hibst and Paulus, 2000)

แม้ DIAGNOdent® จะเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพแต่ก็ยังมีข้อจำกัดในหลายด้านด้วยกัน กล่าวคือ การศึกษาเกี่ยวกับ DIAGNOdent® มีไม่แพร่หลายนักและยังจำกัดอยู่ในห้องทดลองเท่านั้น และส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจรอยผุทางด้านบดเคี้ยวและด้านเรียบในฟันแท้ อีกทั้ง DIAGNOdent® ยังไม่มีค่าจุดตัด (cut-off point) ที่แน่นอนในการบ่งชี้การลุกลามของรอยโรค รวมทั้งปัจจุบันยังไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างตัวเลขที่วัดได้กับปริมาณการละลายของแร่ธาตุ ถึงแม้จะมีการศึกษาหลายการศึกษาที่พยายามหาค่าจุดตัดที่เหมาะสม (Francescut and Lussi, 2003; Attrill and Ashley, 2001; Baseren and Gokalp, 2003; Lussi, *et al*., 2001; Shi, *et al*., 2000; Côrtes, *et al*., 2003; Heinrich-Weltzien, *et al*., 2003) แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันนั้น พบว่ายังมีความแปรปรวนของข้อมูลสูง ทำให้ไม่สามารถแยกความแตกต่างของความรุนแรงของรอยโรคได้ และถึงแม้ DIAGNOdent® และ QLF จะมีหลักการคล้ายคลึงกัน แต่เนื่องจาก QLF และ DIAGNOdent® มีการใช้แสงที่ความยาวคลื่นแตกต่างกัน ดังนั้นจึงไม่สามารถนำผลการศึกษาของ QLF มาเทียบเคียงกับ DIAGNOdent® ได้ อย่างไรก็ตามมีการแนะนำถึงประโยชน์ของ DIAGNOdent® ในการติดตามรอยโรคฟันผุเช่นเดียวกับ QLF (McComb and Tam, 2001b).

<u>การตรวจเอกสาร</u>

ปัจจุบันการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการตรวจฟันผุด้วย DIAGNOdent® ยังมีไม่มากนักและมักจะจำกัดอยู่ในห้องทดลอง โดยส่วนใหญ่จะศึกษาถึงความสามารถของ DIAGNOdent® ในการตรวจฟันผุทางด้านบดเคี้ยวและด้านเรียบของฟันแท้ เพื่อทดสอบความเที่ยงหรือความน่าเชื่อถือ (reliability) ความถูกต้อง (validity) ความไวและความจำเพาะของ DIAGNOdent® เปรียบเทียบกับการตรวจด้วยวิธีอื่นๆเช่น การตรวจด้วยตา หรือการตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงคุณสมบัติของ DIAGNOdent® ในการตรวจหารอยผุภายใต้วัสดุอุดชนิดต่างๆ รวมถึงในสภาวะต่างๆที่มีผลต่อค่า DIAGNOdent® เช่น สภาวะแห้งและเปียก การมีหินปูน คราบสี ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เครื่อง DIAGNOdent® ในการตรวจรอยผุทางด้านเรียบและด้านประชิดมีดังนี้

1) ด้านเรียบ (ด้านข้างแก้ม ด้านข้างลิ้น หรือด้านประชิดที่ไม่มีฟันสัมผัส) ของฟันแท้ในห้องทดลอง

<u>Shi และคณะ (2001a)</u> ศึกษาการใช้ DIAGNOdent® ตรวจรอยผุทางด้านประชิดของฟันแท้ที่ไม่มีฟันสัมผัสจำนวน 40 ซี่ เปรียบเทียบกับ QLF โดยใช้การตรวจทางจุลกายวิภาคและไมโคร-เรดิโอกราฟฟีเป็นการตรวจมาตรฐาน ในการหาความลึกของรอยผุ (lesion depth) พบว่าค่า Spearman's rank correlation coefficient ระหว่าง QLF และ DIAGNOdent® กับการตรวจมาตรฐานมีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.85 แต่ในการหาการสูญเสียแร่ธาตุในชั้นผิวเคลือบฟัน ค่า Spearman's rank correlation coefficient ระหว่าง QLF กับการตรวจมาตรฐานจะมีค่ามากกว่า DIAGNOdent® กับการตรวจมาตรฐาน (r_{QLF} = 0.76, $r_{DIAGNOdent®}$ = 0.67) นอกจากนี้ยังพบว่า DIAGNOdent® มีค่าความไวและความจำเพาะในการตรวจฟันผุทางด้านเรียบที่ระดับชั้นเนื้อฟันเท่ากับ 0.75 และ 0.96 ตามลำดับ

<u>Shi และคณะ (2001b)</u> ศึกษาเกี่ยวกับความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของการตรวจฟันผุทางด้านประชิดที่ไม่มีฟันสัมผัสด้วย DIAGNOdent® ในฟันกรามน้อยจำนวน 40 ซี่ รวมถึงผลของสารที่ใช้ในการเก็บฟันตัวอย่าง (storage media) 2 ชนิดได้แก่ สารไธมอลที่อิ่มตัวในน้ำเกลือ (thymol saturated saline) และสารฟอร์มาลิน (formalin) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 ต่อค่า DIAGNOdent® โดยใช้การตรวจทางจุลกายวิภาคและไมโครเรดิโอกราฟฟีเป็นการตรวจมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า ค่าจุดตัดที่เหมาะสมของ DIAGNOdent® ที่ฟันผุระดับชั้นเนื้อฟันเท่ากับ 7 ในสารไธมอลที่อิ่มตัวในน้ำเกลือ และเท่ากับ 9 ในฟอร์มาลิน อีกทั้งพบว่าความน่าเชื่อถือของการตรวจด้วย DIAGNOdent® มีค่าสูงทั้งภายในผู้ตรวจคนเดียว (intra-examiner reliability) และ

ระหว่างผู้ตรวจ (inter-examiner reliability) โดยค่า intraclass correlation coefficient (ICC) อยู่ในช่วง 0.94 - 0.95 ค่า Spearman's rank correlation coefficient ระหว่างความลึกของรอยผุและค่า DIAGNOdent® คือ 0.78 – 0.83 และ 0.85 ในฟันที่แช่ในสารไธมอลที่อิ่มตัวในน้ำเกลือและในฟอร์มาลินตามลำดับ โดยพบว่าค่า DIAGNOdent® ที่อ่านได้จากฟันที่แช่ในฟอร์มาลินมีค่าสูงกว่าฟันที่แช่ในสารไธมอลที่อิ่มตัวในน้ำเกลือ 1.5 เท่า เนื่องจากฟอร์มาลินจะทำให้เกิดการย่อยสลายของโปรตีน จึงมีสารประกอบอินทรีย์ในโครงสร้างฟันเพิ่มขึ้น ทำให้ DIAGNOdent® ซึ่งอ่านค่าการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบอินทรีย์ได้ดีมีค่าสูงขึ้น ส่วนค่าความไวและความจำเพาะของการตรวจฟันผุที่ระดับชั้นเนื้อฟันด้วย DIAGNOdent® ในฟันที่แช่ในสารไธมอลที่อิ่มตัวในน้ำเกลือและฟอร์มาลินมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าความไวและความจำเพาะสำหรับฟันที่แช่ในสารไธมอลที่อิ่มตัวในน้ำเกลือเท่ากับ 0.63 - 0.75 และ 0.84 – 0.98 ตามลำดับ และค่าความไวและความจำเพาะสำหรับฟันที่แช่ในฟอร์มาลินเท่ากับ 0.75 และ 0.95 ตามลำดับ

Wagner และคณะ (1999) ศึกษาการใช้เครื่อง DIAGNOdent® และภาพถ่ายรังสีไบท์วิงในการตรวจฟันผุทางด้านประชิดที่ไม่มีฟันสัมผัสในฟันแท้ โดยใช้การตรวจด้วยตาที่รอยผุโดยตรงเป็นการตรวจมาตรฐาน วิธีการตรวจทำโดยใช้หัววัด B วางที่รอยผุโดยตรงพบว่า ที่ฟันผุระดับชั้นเนื้อฟัน ค่าความไวและความจำเพาะของ DIAGNOdent® มีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.89 ตามลำดับ ส่วนค่าความไวและความจำเพาะของภาพถ่ายรังสีไบท์วิงเท่ากับ 0.63 และ 0.96 ตามลำดับ สรุปได้ว่า DIAGNOdent® มีค่าความไวสูงกว่าการตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิง แต่มีค่าความจำเพาะที่ต่ำกว่า

2) ด้านเรียบ (ด้านข้างแก้ม ด้านข้างลิ้น หรือด้านประชิดที่ไม่มีฟันสัมผัส) ของฟันแท้ทางคลินิก

Pinelli และคณะ (2002) ศึกษาเกี่ยวกับความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของการตรวจรอยผุระยะเริ่มแรกที่กำลังดำเนินอยู่และรอยผุที่หยุดการลุกลามแล้วในด้านเรียบของฟันหลังแท้ด้วยเครื่อง DIAGNOdent® โดยใช้การตรวจด้วยตาเป็นการตรวจมาตรฐาน ในการเลือกฟันที่มีรอยผุที่หยุดการลุกลามแล้วจะพิจารณาเฉพาะฟันที่มีรอยผุเป็นสีขาวขุ่นและไม่มีคราบสีอื่นๆ เนื่องจากรอยผุซึ่งหยุดการลุกลามแล้วที่มีคราบสีอาจทำให้เกิดผลบวกลวงได้ ผลการทดลองพบว่า DIAGNOdent® เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจรอยผุระยะเริ่มแรกบนผิวด้านเรียบของฟันแท้ที่ไม่มีฟันสัมผัสได้ดี โดยมีค่าความไวเท่ากับ 0.72 และค่าความจำเพาะเท่ากับ 0.73 ความน่าเชื่อถือของการตรวจภายในผู้ตรวจคนเดียวและระหว่างผู้ตรวจมีค่า kappa เท่ากับ 0.71 – 0.79 และ 0.77 ตามลำดับ

3) ด้านประชิดของฟันแท้ที่มีฟันสัมผัสทางห้องทดลอง

Longbottom และคณะ (1999) ศึกษาเปรียบเทียบการตรวจฟันผุทางด้านประชิดในฟันแท้ด้วย DIAGNOdent® และภาพถ่ายรังสีไบท์วิง โดยใช้การตรวจด้วยตาที่รอยผุโดยตรงเป็นการตรวจมาตรฐาน การตรวจด้วย DIAGNOdent® จะใช้หัววัด A วางที่ช่องระหว่างคอฟัน ผลการศึกษาพบว่า DIAGNOdent® มีค่าความไวสูงกว่าการตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิง แต่มีค่าความจำเพาะที่ต่ำกว่าทั้งที่ฟันผุระดับชั้นผิวเคลือบฟันและชั้นเนื้อฟัน โดยที่ฟันผุระดับชั้นผิวเคลือบฟัน ค่าความไวและความจำเพาะของ DIAGNOdent® มีค่าเท่ากับ 0.55 และ 0.90 ตามลำดับ และค่าความไวและความจำเพาะของภาพถ่ายรังสีไบท์วิงเท่ากับ 0.35 และ 0.95 ตามลำดับ ส่วนที่ฟันผุระดับชั้นเนื้อฟัน ค่าความไวและความจำเพาะของ DIAGNOdent® มีค่าเท่ากับ 0.76 และ 0.92 ตามลำดับและค่าความไวและความจำเพาะของภาพถ่ายรังสีไบท์วิงเท่ากับ 0.64 และ 0.96 ตามลำดับ

Forgie และคณะ (1999) ศึกษาการใช้ DIAGNOdent® ในการตรวจฟันผุด้านประชิดของฟันกรามแท้ที่มีฟันสัมผัส โดยใช้การตรวจทางจุลกายวิภาคเป็นการตรวจมาตรฐานพบว่า DIAGNOdent® สามารถตรวจรอยผุทางด้านประชิดของฟันแท้ได้ดี โดยที่ระดับการผุถึงชั้นเนื้อฟันมีค่าความไวเท่ากับ 0.615 และค่าความจำเพาะเท่ากับ 0.905 ส่วนความน่าเชื่อถือของการตรวจภายในผู้ตรวจคนเดียวมีค่า kappa เท่ากับ 0.81

จากผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปคุณสมบัติของเครื่อง DIAGNOdent® ในการตรวจฟันผุทางด้านเรียบและด้านประชิดของฟันแท้ได้ดังนี้ คือ

1. DIAGNOdent® มีค่าความน่าเชื่อถือในการตรวจซ้ำสูงทั้งภายในผู้ตรวจคนเดียวและระหว่างผู้ตรวจ กล่าวคือค่า kappa อยู่ในช่วงระหว่าง 0.71 – 0.81 หรือมีค่า ICC อยู่ในช่วง 0.94 – 0.95
2. การศึกษาเกี่ยวกับความถูกต้องหรือค่าความไวและความจำเพาะของ DIAGNOdent® มีการเปรียบเทียบโดยใช้การตรวจมาตรฐานที่แตกต่างกันเช่น การตรวจทางจุลกายวิภาค การตรวจโดยไมโครเรดิโอกราฟฟี การตรวจด้วยตาที่รอยผุโดยตรง แต่การตรวจมาตรฐานที่น่าเชื่อถือที่สุดคือการตรวจทางจุลกายวิภาค อย่างไรก็ตาม การตรวจทางจุลกายวิภาคนี้ไม่สามารถทำได้ในทางคลินิก ในบางการศึกษาจึงใช้การตรวจมาตรฐานเป็นการตรวจด้วยตาโดยตรงแทน ดังนั้นจากการตรวจเอกสารที่ผ่านมาสามารถนำมาสรุปได้ดังนี้

2.1 DIAGNOdent® มีค่าความไวและความจำเพาะสูงทั้งในการตรวจฟันผุทางด้านประชิด (เมื่อมีและไม่มีฟันสัมผัส) และทางด้านเรียบในฟันแท้ (ทั้งการผุระดับชั้นผิวเคลือบฟันและชั้นเนื้อฟัน) โดยค่าความไวจะอยู่ในช่วง 0.55 – 0.90 และค่าความจำเพาะจะอยู่ในช่วง 0.73 - 0.98

2.2 ค่าความไวและความจำเพาะของการตรวจด้วยเครื่อง DIAGNOdent® ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ระดับของการลุกลามของรอยโรคในตำแหน่งที่วัด สภาวะของฟันที่ตรวจซึ่งได้แก่ การมีคราบสี ชนิดของการศึกษาว่าเป็นการศึกษาในทางคลินิกหรือในห้องทดลอง เป็นต้น

2.3 เมื่อเปรียบเทียบค่าของความไวและความจำเพาะของการตรวจด้วยเครื่อง DIAGNOdent® กับการตรวจด้วยวิธีอื่นๆพบว่า DIAGNOdent® มีค่าความไวในการตรวจฟันผุด้านเรียบและด้านประชิดของฟันแท้สูงกว่า แต่มีค่าความจำเพาะต่ำกว่าการตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิง

3. ยังไม่มีข้อสรุปถึงค่าจุดตัดที่เหมาะสมของ DIAGNOdent® ที่แสดงถึงความสัมพันธ์กับระดับการลุกลามของโรคที่ชัดเจน เนื่องจากค่าจุดตัดที่ได้จากผลการวิจัยในแต่ละการศึกษาเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันยังมีความแตกต่างกันอยู่

4. ยังไม่มีข้อสรุปถึงสาเหตุที่ทำให้ค่า DIAGNOdent® แตกต่างกันเมื่อใช้สารที่ใช้ในการเก็บฟันตัวอย่างที่ต่างกัน ดังนั้นจึงควรจะมีการศึกษาที่มากขึ้นเพื่อหาข้อสรุปที่ชัดเจนในประเด็นนี้ต่อไป

จากการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า ยังไม่มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของ DIAGNOdent® ในการตรวจฟันผุทางด้านประชิดในฟันน้ำนม ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาการใช้ DIAGNOdent® ในการตรวจฟันผุทางด้านประชิดในฟันแท้ แต่ก็มีจำนวนน้อย ซึ่งการลุกลามของฟันผุในฟันน้ำนมเกิดได้ง่ายและเร็วกว่าฟันแท้ รวมทั้งการตรวจหารอยผุทางด้านประชิดของฟันน้ำนมด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิงก็ยังมีข้อจำกัดดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาการใช้ DIAGNOdent® ในการตรวจฟันผุทางด้านประชิดในฟันน้ำนม โดยหวังว่าการศึกษานี้อาจใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการตรวจฟันผุทางด้านประชิดโดยเฉพาะในฟันน้ำนมต่อไปในอนาคต

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อประเมินค่าความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของการตรวจรอยผุทางด้านประชิดของฟันน้ำนมด้วยเครื่อง DIAGNOdent® ในห้องปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ การตรวจด้วยตาและภาพถ่ายรังสีไบท์วิง โดยใช้การตรวจทางจุลกายวิภาคเป็นการตรวจมาตรฐาน

2. วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.1. เพื่อศึกษาความน่าเชื่อถือของเครื่อง DIAGNOdent® ในการตรวจรอยผุทางด้านประชิดของฟันน้ำนม

2.2. เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการตรวจหารอยผุทางด้านประชิดในฟันน้ำนมด้วยการตรวจด้วยตา ภาพถ่ายรังสีไบท์วิง DIAGNOdent® และการตรวจทางจุลกายวิภาค

2.3. เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่าง DIAGNOdent® กับความลึกและตำแหน่งของรอยผุในการตรวจรอยผุทางด้านประชิดของฟันน้ำนม

2.4. เพื่อเปรียบเทียบความไวและความจำเพาะของการตรวจรอยผุทางด้านประชิดของฟันน้ำนมโดยการตรวจด้วยเครื่อง DIAGNOdent® การตรวจด้วยตา และภาพถ่ายรังสีไบท์วิงในห้องปฏิบัติการ โดยใช้การตรวจทางจุลกายวิภาคเป็นการตรวจมาตรฐาน