การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบและร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอลทีสแกนทรี

THE RELATIONSHIP BETWEEN ARTICULATING PAPER MARKING SIZES AND PERCENTAGES OF OCCLUSAL FORCE MEASURED BY T-SCAN III DIGITAL OCCLUSAL ANALYSIS SYSTEM

พรสวรรค์ ธนธรวงศ์[1] *ปรมาภรณ์ จิ๋วพัฒนกุล แก้วมณี[2] เบญญาดา ธีระอรรถเวช[1]*

Bhornsawan Thanathornwong[1]*, *Paramaporn Chiewpattanakul Kaewmanee[2], Benyada Theeraut-Thavate[1]*

[1]ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[1]Department of General Dentistry, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University.

[2]ภาควิชาโอษฐวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[2]Department of Stomatology, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University.

****Corresponding author, e-mail:*** *pornsawa@swu.ac.th*

Received: *May 21, 2019****; Revised:*** *July 26, 2019; **Accepted:** June 14, 2019*

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันวิธีทั่วไปที่ทันตแพทย์นิยมใช้ในการนำมาวิเคราะห์การสบฟัน ได้แก่ การใช้กระดาษกัดสบ ซึ่งให้ผู้ป่วยกัดสบและดูสีที่ติดอยู่บนตัวฟัน แต่สีที่ติดนั้นไม่สามารถบอกได้เสมอไปว่าแรงที่กัดสบนั้นมากหรือน้อย ทำให้มีการนำระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอล (T-Scan system) มาใช้ โดยใช้เทคโนโลยีแผงตาข่ายเซ็นเซอร์ดิจิตอล (Grid-based sensor) ซึ่งจะทำหน้าที่บันทึกจุดต่าง ๆ ของการสบฟันและแรงของการสบฟัน โดยสามารถวิเคราะห์ผลออกมาเป็นค่าร้อยละของแรงในแต่ละจุดสบ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบและร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอล งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลจากอาสาสมัคร 12 คน โดยให้อาสาสมัครกัดกระดาษกัดสบในตำแหน่งสบสนิท 3 ครั้ง ทำการถ่ายรูปฟันในขากรรไกรบนเพื่อนำมาหาขนาดของการติดสี โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อะโดบี โฟโตชอป (Adobe Photoshop) จากนั้นให้อาสาสมัครกัดแผงตาข่ายเซ็นเซอร์ดิจิตอล แล้วเก็บค่าแรงกัดสบผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทีสแกนทรี (T-Scan III) โดยจะเลือกค่าแรงกัดสบที่มากที่สุดจาก 3 ครั้ง นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่า ขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบและร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอลทีสแกนทรีมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งแสดงได้ในสมการ $Y = 10.282 + 0.001X$ (Y คือ ร้อยละของแรงกัดสบ และ X คือ ขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบ หน่วยคือพิกเซล) อย่างไรก็ตาม สมการนี้สามารถพยากรณ์ร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทีสแกนทรีได้เพียงร้อยละ 10.6 สรุป จากการศึกษานี้พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบและร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอลทีสแกนทรีมีความสัมพันธ์กัน ถึงแม้ว่าจะมีความสามารถในการ

ทำนายค่อนข้างต่ำ

คำสำคัญ: กระดาษกัดสบ แรงกัดสบ ระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอล ขนาดสีของกระดาษกัดสบ

Abstract

Nowadays, the most common method used by dentists in occlusal analysis is the use of articulating papers. The patient is biting down in maximum intercuspal position and looking at the color on the teeth. But the color cannot always tell that the force of the bite is more or less. So that the T-Scan III system was used by the Grid-based sensor technology to record the occlusal force of the teeth. The results can be analyses as a percentage of the force at each area. Objective of this study was to study the relationship between articulating paper marking sizes and percentages of occlusal force measured by T-Scan system. Data was collected from 12 subjects. Intraoral photographs of upper arch were taken after the subjects had bitten on articulating papers in maximum intercuspal positions 3 times. The areas of marking sizes were measured in pixel by Adobe Photoshop program. Then percentages of occlusal force were recorded by T-Scan III system after the subjects had bitten on sensor in maximum intercuspal positions 3 times. The relationship between articulating paper marking sizes and percentages of occlusal force were analyzed by simple linear regression analysis at the 95% confidence level. The result showed there was positive relationship between articulating paper marking sizes and percentages of occlusal force measured by T-Scan III system ($p<0.05$). This relationship was shown in equation; $Y = 10.282 + 0.001X$ (Y is percentages of occlusal force, and X is articulating paper marking sizes). However, this equation could predict percentages of occlusal force measured by T-Scan III system only 10.6%. The result suggested the relationship between articulating paper marking sizes and percentages of occlusal force measured by T-Scan system. Although the result was significant, the relationship was too low to be predicted.

Keywords: Articulating paper, Occlusal force, T-Scan system, Marking size

บทนำ

ในปัจจุบันมีวัสดุมากมายที่ใช้ในการวิเคราะห์จุดสบของฟัน ซึ่งการสบฟันในแต่ละคนมักมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอในทุก ๆ ครั้ง ที่มีการถอนฟัน การใส่ฟันปลอม หรือการบูรณะฟันโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการอุดฟัน ถ้าวัสดุอุดฟันสูงเกินไปทำให้การสบฟันเกิดการกระแทกทำให้เกิดอาการปวดได้ หลายปีที่ผ่านมาได้มีการคิดค้นวัสดุเพื่อใช้ในการบันทึกการสบฟัน เช่น อัลจิเนต (Alginate) ขี้ผึ้ง (Wax) แต่ก็มีข้อเสียคือมีความแม่นยำน้อย และยุ่งยากต่อการใช้งาน ภายหลังจึงมีขี้ผึ้งชี้จุดสบ (Occlusal indicator wax) กระดาษกัดสบ (Articulating paper) แผ่นชิมสต็อก (Shim stock film) เป็นต้น เพื่อใช้หาตำแหน่งของการสบฟันให้ได้ประสิทธิภาพมากขึ้น [1] ซึ่งการตรวจสอบการสบฟันนั้นเริ่มต้นด้วยการตีความจากทันตแพทย์เอง โดยเป็นการตีความจากคุณภาพของรอยขาดหรือสีที่ติดอยู่ที่ฟัน เช่น การใช้อัลจิเนตโดยสังเกตจากรอยทะลุ [2] การใช้แผ่นชิมสต็อก โดยสังเกตจากสีที่ติดอยู่ที่ฟัน ทำให้สามารถระบุจุดสบสูงได้ [3] หรือการสังเกตรอยกัดของพอลิอีเทอซิลิโคน (Polyether silicon impression bites) ในการตรวจการสบฟันในการรักษาจัดฟัน ซึ่งเป็นวิธีที่มีความแม่นยำที่ดีและใช้ง่าย

จนใช้เป็นตัวมาตรฐานในการบันทึกการสบฟัน [4] ในการศึกษาของ Ziebert และ Donegan [5] ได้ทำการบันทึกการสบฟันในผู้ป่วยที่ได้รับการปรับแต่งการสบฟันโดยให้ผู้ป่วยกัดซิลิโคนชนิดปั้น (Putty silicon) จากนั้นทำการถ่ายโอนการสบฟันไปสู่แบบจำลองฟัน โดยในจุดที่มีการสบฟันจะเกิดการทะลุของซิลิโคนชนิดปั้น เมื่อทาสีลงบนซิลิโคนสีจะผ่านรูทะลุแล้วเกิดจุดสบฟันในแบบจำลองฟัน นอกจากนี้ Ehrlich และ Taicher [6] ทำการบันทึกการสบฟันโดยวางแผ่นขี้ผึ้งในด้านบดเคี้ยวของฟันหลังบนแล้วให้ผู้ป่วยกัด จากนั้นนำขี้ผึ้งไปตรวจสอบตำแหน่งการสบฟันโดยส่องผ่านแสง อย่างไรก็ตามวิธีการต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้มีความแม่นยำที่น้อยเนื่องจากการวิเคราะห์ตำแหน่งการสบฟันนี้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของแต่ละคนซึ่งอาจไม่เหมือนกันและการใช้งานมีความยุ่งยาก [7]

ส่วนวัสดุที่ใช้บ่อยในทางทันตกรรมคือกระดาษกัดสบ โดยใช้ในการหาจุดสบสูงซึ่งจะสังเกตได้จากสีที่ติดบนตัวฟันในตำแหน่งที่มีจุดสบสูงจะเกิดสีเข้มกว่า สีที่เคลือบอยู่ในกระดาษกัดสบประกอบไปด้วย ขี้ผึ้ง น้ำมัน และเม็ดสี แต่ข้อเสียของกระดาษกัดสบคือสีที่ติดบนฟันอาจถูกลบออกได้ด้วยน้ำลาย นอกจากนั้นแผ่นกระดาษยังมีความหนาและไม่ยืดหยุ่น ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดสีในตำแหน่งที่ไม่สบสูงได้ มีการศึกษาเปรียบเทียบผลของความหนาของแผ่นบันทึกการสบฟันที่มีความหนาแตกต่างกันกับแรงที่แตกต่างกัน โดยใช้กระดาษกัดสบที่มีความหนา 60 ไมครอน เทียบกับแผ่นแอคคูฟิล์ม (Accufilm) ที่มีความหนา 25 ไมครอน พบว่าในวัสดุที่มีความหนากว่าจะทำให้มีจุดสบที่จำนวนมากกว่าและให้ขนาดของจุดสบที่ใหญ่กว่า แต่ทั้งนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับของแรงที่เพิ่มมากขึ้น [8] นอกจากการตีความด้วยการคาดคะเนของทันตแพทย์แล้วได้มีการทำการวิเคราะห์การสบฟันด้วยการดูจากปริมาณการสบฟันอย่างแท้จริงโดยเริ่มจากโฟโตออคคลูชัน (Photo-occlusion) ในระบบโฟโตออคคลูชันจะมีแผ่นฟิล์มบาง ๆ ใช้วางบนด้านบดเคี้ยวของฟัน แล้วให้กัดไว้ 10-20 วินาที จากนั้นนำแผ่นฟิล์มที่ได้ส่องผ่านแสงโพลาริสโคป (Polariscope) เพื่อดูการสบฟัน ส่วนฟิล์มที่ไวต่อแรงกัด (Pressure sensitive films) เป็นเครื่องมือบันทึกการสบฟันที่ใหม่ที่สุด หลักการทำงานคล้ายกับเครื่องทีสแกน (T-Scan) และผลที่ได้จะสามารถบันทึกเป็นค่าแรงกับตำแหน่งได้ แต่ข้อเสียของเครื่องมือชนิดนี้คือความหนาของแผ่นเซ็นเซอร์ ทำให้ค่าแรงที่ได้ในฟันหลังมากกว่าฟันหน้า นอกจากนี้ความหนายังขัดขวางในการกัดฟันเข้าสู่ตำแหน่งการสบสับหว่างปุ่มฟันอีกด้วย [9]

ในงานวิจัยนี้มีการใช้ระบบวิเคราะห์การสบฟันด้วยระบบดิจิตอล (Computerized digital occlusal analysis) ระบบนี้มีการพัฒนามาตั้งแต่ในปี ค.ศ. 1987 โดยประธานคณะทันตกรรมประดิษฐ์จากมหาวิทยาลัยบอสตันซึ่งประกอบด้วย เครื่องทีสแกน แผงตาข่ายเซ็นเซอร์ดิจิตอลใช้วัดแรงกด มีลักษณะแบนรูปร่างโค้งเป็นตัวยู และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งรุ่นล่าสุดของเทคโนโลยีนี้คือทีสแกนทรี เวอร์ชัน 8.0 โดยแผ่นเซ็นเซอร์เป็นรูปตัวยู จะมีความหนา 60 ไมครอน ประกอบด้วยระบบพิกัด XY และจุดรับข้อมูลที่มีความไว (Sensitive receptor points) จำนวน 1,500 จุด ที่ทำจากหมึกนำไฟฟ้า แผ่นเซ็นเซอร์มีความยืดหยุ่น สามารถม้วนงอได้ โดยหากเทียบรูปร่างของแผ่นเซ็นเซอร์ของเครื่องทีสแกนกับรูปร่างของกระดาษกัดสบนั้นจะมีรูปร่างคล้ายกัน แต่กระดาษกัดสบยังมีข้อเสียอื่น ๆ ที่อาจทำให้ตีความผิดไป เช่น จุดสีถูกละลายได้จากน้ำลายหรือความหนาของกระดาษที่มากทำให้บางตำแหน่งที่แรงบดเคี้ยวไม่มากแต่ก็อาจติดสีเข้มได้ แต่อย่างไรก็ตามก็ยังคงเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากราคาถูก และใช้งานง่าย ดังนั้นการใช้งานจึงถูกจำกัดลงไป [10] มีการศึกษาหาความแม่นยำของทันตแพทย์ในการตีความจุดสีของกระดาษกัดสบ มีการทดลองโดยให้อาสาสมัครทันตแพทย์มาทำแบบทดสอบเกี่ยวกับการเลือกจุดสีของกระดาษกัดสบ โดยให้เลือกว่าจุดใดแรงบดเคี้ยวมากที่สุดและจุดใดที่แรงบดเคี้ยวน้อยที่สุด พบว่าร้อยละ 77-95 เลือกคำตอบผิดโดยเปรียบเทียบค่าแรงจากเครื่องทีสแกน [11] จากรายงานพบว่าทันตแพทย์ส่วนใหญ่มักมีหลักในการตัดสินใจโดยดูจากขนาดและรูปร่างของจุดสีจากกระดาษกัดสบซึ่งหลักการตีความแบบนี้ยังไม่มีการทดสอบที่แน่นอนตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความผิดพลาดเหล่านี้ก็อาจส่งผลต่อการใช้งานทางคลินิกด้วย [12] มีการศึกษาขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบในแต่ละแรงกัดที่ต่างกันนั้น

พบว่า มากกว่าร้อยละ 80 ไม่มีความสัมพันธ์กันกับแรงที่เพิ่มมากขึ้น [13] โดยขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบที่ใหญ่ที่สุด มีความสัมพันธ์กับแรงที่มากที่สุดเพียงแค่ร้อยละ 38 และเมื่อให้ทันตแพทย์เลือกตำแหน่งจากการติดสีของกระดาษกัดสบที่สัมพันธ์กับแรงกัดสบพบว่า ทำการเลือกผิดตำแหน่งมากถึงร้อยละ 62 [14]

ในส่วนของเครื่องทีสแกนนั้นมีการประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้หน้าตากราฟิกคล้ายกับไอคอนแถบเครื่องมือของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) เพื่อแสดงผลที่ได้จากแผงตาข่ายเซ็นเซอร์ดิจิตอล ซึ่งแผงตาข่ายเซ็นเซอร์ดิจิตอลที่วางขายในท้องตลาดมีสองขนาดคือขนาดเล็กกับขนาดใหญ่ เซ็นเซอร์ที่มีขนาดเล็กสามารถรองรับส่วนโค้งที่กว้าง 58 มิลลิเมตร และลึก 51 มิลลิเมตร ในขณะที่เซ็นเซอร์ขนาดใหญ่สามารถรองรับส่วนโค้งที่กว้าง 66 มิลลิเมตร และลึก 56 มิลลิเมตร อุปกรณ์ที่เป็นฮาร์ดแวร์จะเชื่อมต่อกับระบบเซ็นเซอร์มีรูปตัวยูที่เหมาะสมกับปากของผู้ป่วยซึ่งจะอยู่ระหว่างด้านบดเคี้ยวของฟันบนและล่าง [15] โดยรุ่นล่าสุดในปัจจุบันคือทีสแกนทรี ระบบจะวัดผลที่อัตรา 100 เฮิร์ซ แสดงเป็นภาพแบบเฟรมต่อเฟรม (Frame-by-frame) โดยแต่ละภาพห่างกัน 0.01 วินาที ระบบจะแสดงผลออกมาเป็นภาพสีที่มีทั้งสามมิติและสองมิติ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบตำแหน่งและปริมาณของแรงบดเคี้ยวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ในขณะเดียวกันสามารถขยายเข้าดูแรงบดเคี้ยวในแต่ละตำแหน่งได้ [16] เครื่องทีสแกนถูกออกแบบมาให้สามารถทำการบันทึกโดยสามารถบอกได้ทั้งตำแหน่งและเวลาของการแตะของฟัน ได้มีการศึกษาถึงความถูกต้องและความสามารถในการวัดซ้ำของการสัมผัสของฟัน โดยการใช้เครื่องทีสแกนในกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ประเมินผลในเรื่องความถูกต้องและความสามารถในการทำซ้ำ ผลที่ได้คือร้อยละ 100 นั้นถูกต้องในการบันทึกการสบฟันในทุก ๆ จุดสัมผัส และยังสามารถที่จะวิเคราะห์เวลาและแรงในการสบฟันของแต่ละจุดสัมผัสได้ด้วย [17] แต่ข้อจำกัดของทีสแกนนั้นคือยังไม่สามารถที่จะวัดปริมาณของแรงของแต่ละซี่ฟันได้จริง ๆ อีกทั้งยังต้องการเวลาข้างยูนิตทำฟันมากขึ้น ต้องการทักษะในการใช้งานและต้องมีการปรับความไวของเซ็นเซอร์ให้เหมาะสมด้วย ทั้งยังต้องชักนำให้ผู้ป่วยกัดอย่างเหมาะสม ซึ่งถ้าหากทำได้ก็จะทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาดี และยังให้ผลการรักษาที่สามารถทำนายผลได้ดีขึ้นด้วย [18]

Olivieri และคณะ [19] ได้นำระบบทีสแกนทู (T-Scan II) มาใช้ในการวิเคราะห์การกระจายตัวของแรงในผู้ป่วยฟันเทียมทั้งปาก การศึกษานี้สรุปได้ว่า การวิเคราะห์การสบฟันโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการหาศูนย์กลางของแรงนั้นได้ให้ข้อมูลที่ไม่เคยมีปรากฏมาก่อนในการประเมินการปรับแก้ให้ได้การกระจายแรงจากการสบฟันของฟันเทียมทั้งปากอย่างสมดุล ซึ่งนี่เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับผู้ปฏิบัติงานในคลินิกที่จะเพิ่มเสถียรภาพของฟันปลอม สอดคล้องกับ Kerstein และคณะ [20] ได้นำระบบทีสแกนทรีมาใช้ในการแก้ไขการสบฟันของฟันเทียมทั้งปาก ซึ่งการบันทึกเป็นภาพเคลื่อนไหวของแรง กราฟระหว่างแรงและเวลาและการวิเคราะห์ศูนย์กลางของแรงทำให้ทันตแพทย์สามารถสังเกตแรงการสบฟันที่กระจายไป และสามารถระบุตำแหน่งการสบฟันที่จะแก้ไขสามารถแก้ไขให้แรงอยู่ตรงกลางและมีการกระจายของแรงอย่างสมดุล ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้สามารถทำให้จุดศูนย์กลางของแรงอยู่ที่กึ่งกลางเพดานปาก และการกระจายแรงเกือบเท่ากับร้อยละ 50 ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา การกระจายแรงอย่างสมดุลนี้ได้ทำให้ฟันเทียมเข้าสู่ตำแหน่งที่เหมาะสม และเมื่อมีการบดเคี้ยวฟันเทียมเข้าสู่ตำแหน่งที่มีการสนับสนุนของเนื้อเยื่อที่มากที่สุด Majithia และคณะ [21] ได้เปรียบเทียบการใช้กระดาษกัดสบกับระบบทีสแกนทรี ในการประเมินแรงสบฟันในคนปกติ และผู้ป่วยที่ได้รับการฟื้นฟูสภาพช่องปากจากภยันอันตรายกลุ่มละ 15 คน ผลลัพธ์ได้แสดงให้เห็นว่า รอยกระดาษกัดสบที่ใหญ่ที่สุดจะคู่กับฟันที่รับแรงที่สุด นอกจากนี้ Jain และคณะ [22] ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ระบบทีสแกนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การเกิดแอ็บแฟรกชัน (Abfraction) และความวิการของการร่นบริเวณราก (Root recession defects) การยึดติดของงานทันตกรรมประดิษฐ์ และการบูรณะเพื่อความสวยงาม การบูรณะฟันทั้งปาก (Full mouth reconstruction) ทันตกรรมประดิษฐ์ด้านรากเทียม การใช้งานการบดเคี้ยวของฟันธรรมชาติ การจัดฟัน เฝือกสบฟัน (Splint) ซึ่งทำให้การวินิจฉัยโรคดีขึ้น เพิ่มคุณภาพและลดระยะเวลาการรักษา ลดความเสี่ยงของการล้มเหลวของงานทันตกรรมประดิษฐ์

และการทำรากเทียม เพิ่มการเรียนรู้ของผู้ป่วย นอกจากนี้ มีการศึกษาเพื่อดูความไว (Sensitivity) และความน่าเชื่อถือของวัสดุตรวจเช็คการกัดสบ ได้แก่ กระดาษกัดสบ ฟอยล์ แถบซิลค์ และระบบทีสแกน ทั้งนี้มีการศึกษาถึงผลของน้ำลายด้วยว่ามีผลต่อวัสดุที่ใช้เช็คการกัดสบหรือไม่ ผลที่ได้สรุปได้ว่าทั้งกระดาษกัดสบ ฟอยล์ แถบซิลค์ และระบบทีสแกนนั้น ถ้าใช้มากกว่า 1 ครั้ง จะทำให้จำนวนจุดสบที่ได้ลดลงนั่นคือมีความไวลดลง แต่ในภาวะที่มีน้ำลายนั้นจะไม่มีผลต่อระบบทีสแกน ส่วนวัสดุอื่น ๆ นั้นในภาวะที่มีน้ำลายจะทำให้ได้จุดสบที่ลดลง ดังนั้นจึงควรที่จะทำให้ฟันและบริเวณที่จะตรวจแห้งก่อนจึงจะให้ค่าที่แม่นยำ [10]

ในปัจจุบันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น โปรแกรมอะโดบี โฟโตชอป เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่มีความสามารถในการวัดขนาดของความละเอียดของภาพจากภาพถ่ายดิจิตอลได้แม่นยำ มีหน่วยเป็นพิกเซล ในงานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรมดังกล่าวในการหาขนาดของภาพเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบ และร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอลทีสแกนทรี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบและร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอล

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

กระดาษกัดสบ (Articulating paper) เครื่องหมายการค้า HANEL 80 ไมครอน ประเทศเยอรมนี

ระบบวิเคราะห์การสบฟันด้วยระบบดิจิตอล (Computerized digital occlusal analysis) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องทีสแกน (T-Scan) และแผงตาข่ายเซ็นเซอร์ดิจิตอลที่มีความหนา 60 ไมครอน

คอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทีสแกนทรี เวอร์ชัน 8.0 (T-Scan III version 8.0)

กล้องดีเอสแอลอาร์ (Digital single-lens reflex: DSLR) เครื่องหมายการค้า Canon รุ่น 550D ประเทศญี่ปุ่น และเลนส์ซูม Tamron SP 17-50F2.8XR Di II VC ประเทศญี่ปุ่น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์อะโดบี โฟโตชอป เวอร์ชัน CS6

ยูนิตทำฟัน และชุดตรวจฟัน

ผู้เข้าร่วมวิจัย

การคาดคะเนจำนวนกลุ่มตัวอย่าง คำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษาโดยกำหนดค่าความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐาน null เท่ากับ 0.80 และความน่าจะเป็นที่จะเกิด Type I error เท่ากับ 0.05 คำนวณโดยใช้ Power and Sampling Methods (จาก http://ps-power-and-sample-size-calculation.software.informer.com) จะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 12 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้จากนิสิตทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาสาสมัครทุกคนมีการสบฟันปกติแบบแองเกิลประเภท 1 (Angle class I) ไม่ใส่เครื่องมือจัดฟัน ไม่มีฟันซ้อนเกของฟันกรามน้อยและฟันกราม ไม่มีอาการของข้อต่อขากรรไกร ไม่มีนิสัยนอนกัดฟันแบบเรื้อรัง ไม่มีฟันหน้าสบเปิด (Anterior open occlusion) และไม่มีภาวะสบลึก (Deep overbite) อาสาสมัครทุกคนให้ความยินยอมเข้าร่วมในงานวิจัย โดยการศึกษานี้ได้รับอนุมัติทางจริยธรรมการศึกษาในมนุษย์ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (เลขที่ No. DENTSWU-EC 03/2560) อาสาสมัครสามารถถอนตัวจากการศึกษานี้ได้เมื่อไม่ต้องการให้ข้อมูล หรือกรณีได้รับอุบัติเหตุเป็นแผลบริเวณมุมปาก

การเก็บรวบรวมข้อมูล

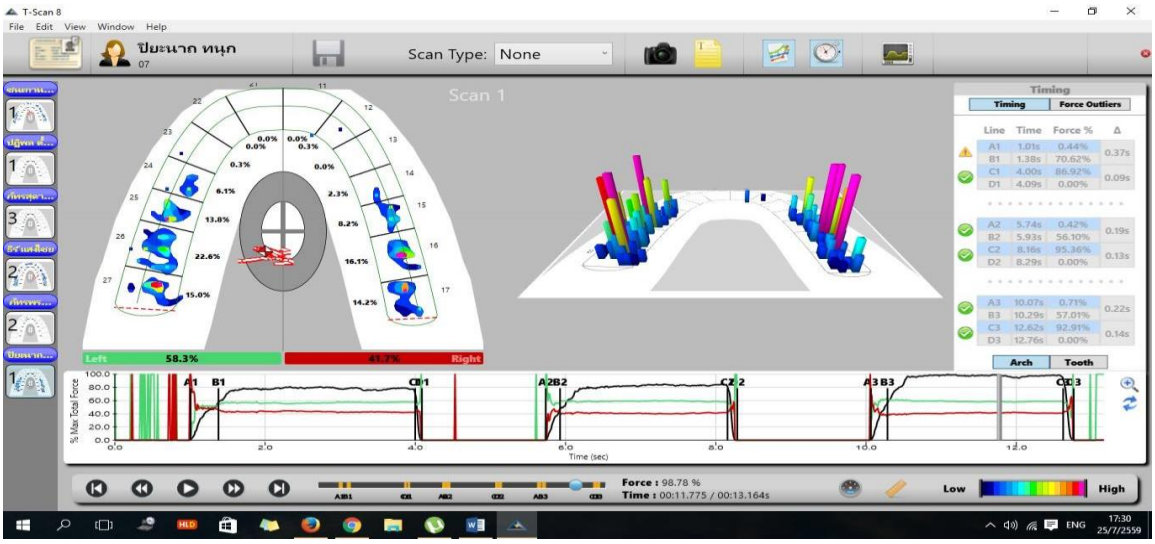
การเก็บข้อมูลจากกระดาษกัดสบและวิเคราะห์การสบฟันด้วยระบบดิจิตอล

1. ให้กลุ่มตัวอย่างกัดกระดาษกัดสบโดยหันแถบสีน้ำเงินเข้าสู่ฟันบนซึ่งกระดาษกัดสบจะวางขนานกับแนวการสบฟันและอยู่กึ่งกลาง โดยผู้ทดลองจะต้องกัดในตำแหน่งสบสนิท (maximum intercuspation: MIP) เป็นจำนวน 3 ครั้ง แล้วถ่ายรูปฟันในขากรรไกรบนด้วยกล้องกล้องดีเอสแอลอาร์ Canon รุ่น 550D ที่ระยะ 50 มิลลิเมตร F14 ความเร็วชัตเตอร์ 1/125 ถ่ายภาพ 3 ภาพผ่านกระจก ใช้มาร์คเกอร์เป็นขนาดอ้างอิงเพื่อให้ทุกภาพที่ถ่ายมาได้ขนาดเท่ากันทุกภาพ และเพื่อป้องกันการบิดเบือนของภาพ

2. ถ่ายภาพในช่องปากผู้ทดลองคนละ 3 ภาพ เพื่อนำมาเฉลี่ยคิดขนาดของจุดสบ

3. นำภาพที่ได้มาคำนวณขนาดของแถบสีจุดสบที่ติดบนตัวฟัน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์อะโดบี โฟโตชอป หน่วยเป็นพิกเซล

4. ให้กลุ่มตัวอย่างกัดแผงตาข่ายเซ็นเซอร์ดิจิตอลซึ่งวางขนานกับแนวการสบฟันและอยู่กึ่งกลาง โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องกัดในตำแหน่งสบสนิท เป็นจำนวน 3 ครั้ง แล้วเก็บค่าแรงกัดสบผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทีสแกนทรี (ภาพที่ 1) โดยเลือกค่าแรงกัดสบที่มากที่สุดและเสถียรที่สุดเพียงครั้งเดียวจากใน 3 ครั้ง ทั้งนี้เนื่องจาก T-Scan ใช้เพื่อวัดแรงในการสบฟันสูงสุดในตำแหน่งที่ฟันมีการสบสนิท



ภาพที่ 1 ผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทีสแกนทรี โดยการเลือกค่าแรงจากค่าแรงกัดสบที่มากที่สุดซึ่งตรงกับการกัดครั้งที่ 3

5. นำค่าพิกเซลของแถบสี และร้อยละของแรงกัดสบมาคำนวณหาความสัมพันธ์ทางสถิติ

เกณฑ์การเลือกแถบสีกระดาษกัดสบ

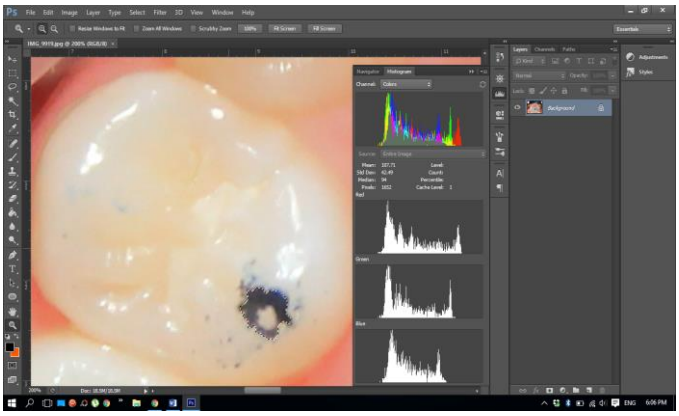
เลือกตำแหน่งฟันที่ติดสีกระดาษกัดสบ และมีค่าแรงในระบบวิเคราะห์การสบฟันด้วยระบบดิจิตอล โดยเลือกเฉพาะแถบสีที่สามารถกำหนดขอบเขตได้ชัดเจน ในกรณีแถบสีที่เป็นจุดไข่ดาวจะคำนวนขอบเขตที่ติดสีทั้งหมดรวมทั้งตำแหน่งที่ไม่ติดสีตรงกลางด้วย ในการเก็บข้อมูลนี้ให้ผู้เลือกแถบสีเป็นคนเดียวกันเพื่อป้องกันความเอนเอียงในการวัดข้อมูล

วิธีการคำนวณพิกเซลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์อะโดบี โฟโตชอป

นำภาพที่ได้ส่งเข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์อะโดบี โฟโตชอป (ภาพที่ 2) แล้วใช้เครื่องมือ Magic wand เลือกแถบสีตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น

ภาพที่ 2 การนำภาพเข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์อะโดบี โฟโตชอป

เมื่อได้ขอบเขตแถบสีที่ต้องการแล้ว ทำการคำนวนขนาดของแถบสีโดยอ่านค่าจากแผนภูมิฮิสโตแกรม (Histogram) ซึ่งจะได้ค่าเป็นหน่วยพิกเซล (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ค่าของแถบสีจากแผนภูมิฮิสโตแกรมในหน่วยพิกเซล

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าพิกเซลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของในแต่ละตัวอย่าง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพิกเซลและค่าร้อยละของแรงกัดสบ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression)

ผลการวิจัย

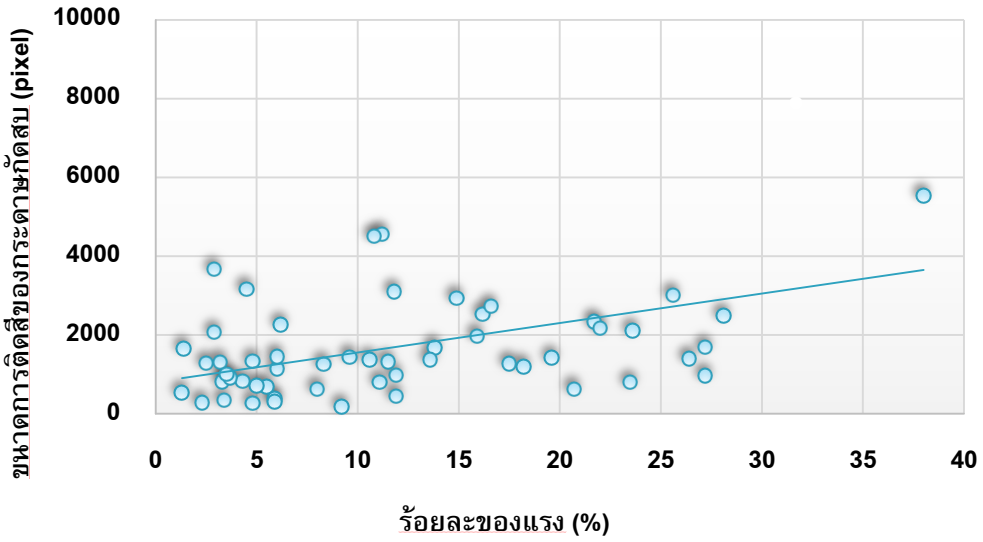
จากการเก็บข้อมูลจากอาสาสมัครทั้งหมด 12 คน โดยในงานวิจัยนี้ได้ให้อาสาสมัครกัดสบในตำแหน่งสบสนิท ได้ข้อมูลขนาดพิกเซลของแถบสีจากกระดาษกัดสบที่เข้าตามเกณฑ์ที่ต้องการทั้งหมด 56 แถบสี คือ มีการติดสีของกระดาษกัดสบบนฟันเทียบเคียงกับการมีค่าแรงในระบบวิเคราะห์การสบฟันด้วยระบบดิจิตอล และผู้วิจัยเลือกเฉพาะแถบสีที่สามารถกำหนดขอบเขตได้ชัดเจน ข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติจึงนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบกับร้อยละของแรงเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอลทีสแกนทรี

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation analysis)

ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพิกเซลของแถบสีจากกระดาษกัดสบและร้อยละของแรงกัดสบมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r^2 = -0.326; p-value = 0.007) โดยมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ที่ระดับน้อย (r^2 = 0.326) แสดงว่าเมื่อขนาดของแถบสีจากกระดาษกัดสบใหญ่ขึ้นร้อยละของแรงกัดสบก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis)

1. ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างขนาดพิกเซลของแถบสีจากกระดาษกัดสบและร้อยละของแรง กัดสบ พบว่า ขนาดพิกเซลของแถบสีจากกระดาษกัดสบและร้อยละของแรง กัดสบมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r^2 = -0.326; p-value = 0.007) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของขนาดการติดสีของกระดาษกัดสบกับร้อยละของแรง

2. สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Coefficient of determinant)

พบว่า ขนาดพิกเซลของแถบสีจากกระดาษกัดสบเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อร้อยละของแรงกัดสบ ซึ่งจะใช้คาดการณ์ได้ร้อยละ 10.6

3. การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อพยากรณ์ร้อยละของแรงจากขนาดพิกเซลของแถบสีกระดาษกัดสบ

เมื่อพิจารณาค่าร้อยละของแรงกัดสบกับขนาดพิกเซลของแถบสีจากกระดาษกัดสบ พบว่าจะได้สมการความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น ดังนี้ Y = 10.282 + 0.001X (Y คือ ค่าร้อยละของแรงกัดสบ

X คือ ขนาดพิกเซลของแถบสีจากกระดาษกัดสบมีหน่วยเป็นพิกเซล) โดยความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของแรงกัดกับขนาดพิกเซลของแถบสีจากกระดาษกัดสบมีความสัมพันธ์ในทิศทางบวก ค่า X สามารถพยากรณ์ค่าร้อยละของแรงกัดได้ร้อยละ 10.6 และมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ร้อยละ 8.50

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบและร้อยละของแรงกัดสบเมื่อทำการวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอล พบว่า สามารถทำนายผลของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบและร้อยละของแรงกัดสบเมื่อทำการวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอล ได้เพียงร้อยละ 10.6 ส่วนที่เหลือนั้นเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ จึงสรุปได้ว่าหากต้องการวิเคราะห์แรงกัดสบไม่ควรตัดสินจากขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบเท่านั้น ควรนำปัจจัยอื่นมาตัดสินร่วมด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Carey และคณะ [13] ที่ได้ศึกษาถึงขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบในแต่ละแรงกัดสบที่เพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่ามากกว่าร้อยละ 80 ไม่มีความสัมพันธ์กันกับแรงที่เพิ่มมากขึ้น และสรุปผลว่าไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงของขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบกับแรงกัดสบที่เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งมีการศึกษาของ Qadeer และคณะ [14] โดยมีการดูความสัมพันธ์ของขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบที่ใหญ่ที่สุดเทียบกับร้อยละของแรงกัดสบที่มากที่สุด พบว่ามีความสัมพันธ์กับแรงกัดสบที่มากที่สุดเพียงแค่ร้อยละ 38 และขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบสามารถอธิบายด้วยแรงได้เพียงประมาณร้อยละ 7 เท่านั้น นอกจากนี้ยังให้ทันตแพทย์เลือกตำแหน่งจากการติดสีของกระดาษกัดสบที่คิดว่าเป็นตำแหน่งที่มีแรงกัดสบมากที่สุดโดยประเมินจากขนาดจุดสีของกระดาษกัดสบ พบว่าเลือกผิดตำแหน่งมากถึงร้อยละ 62 จะเห็นได้ว่าขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบนั้นมีความสัมพันธ์กับร้อยละของแรงกัดสบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในงานวิจัยนี้

จากผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัยนี้ จะเห็นได้ว่าการแปลผลจากการดูด้วยสายตาของทันตแพทย์จากสีที่ติดของกระดาษกัดสบอาจไม่ได้แสดงถึงแรงของการสบฟัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Dimova [11] ให้ทันตแพทย์ได้ลองทายตำแหน่งของการติดสีเปรียบเทียบกับแรงกัดสบ พบว่า ร้อยละ 77-95 เลือกคำตอบผิด โดยเปรียบเทียบค่าแรงกัดสบจากทีสแกน [11] ทั้งนี้พบว่าทันตแพทย์ส่วนใหญ่มักมีหลักในการตัดสินใจโดยดูจากขนาดและรูปร่างของจุดสีจากกระดาษกัดสบซึ่งหลักการตีความแบบนี้ยังไม่มีการทดสอบที่แน่นอนตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความผิดพลาดเหล่านี้อาจส่งผลให้เกิดความบกพร่องต่อการใช้งานในทางคลินิกด้วย [12]

ถึงแม้ว่าขนาดจุดสีของกระดาษกัดสบจะสามารถคาดการณ์ร้อยละของแรงได้ในสัดส่วนที่น้อย เนื่องจากงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในหลาย ๆ เรื่อง เช่น ในการติดสีของกระดาษกัดสบนั้น ปัจจัยรอบข้างคือน้ำลาย อาจทำให้สีของกระดาษกัดสบนั้นติดได้น้อยหรืออาจหลุดไปในบางตำแหน่ง มุมของปุ่มฟันและมุมของกระจกอาจทำให้ภาพถ่ายที่ได้มาเกิดความบิดเบือนไป ผลจากความหนาของกระดาษกัดสบอาจทำให้เกิดการติดสีในบางตำแหน่งที่ฟันอาจจะไม่มีการสัมผัสกัน [10] นอกจากนี้ ประชากรที่เลือกศึกษาเป็นคนที่มีการสบฟันปกติ ผลที่ได้จึงไม่ได้เห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจน อย่างไรก็ตามขนาดจุดสีของกระดาษกัดสบก็ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อกับร้อยละของแรงกัดสบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นแนวทางเพื่อทำการศึกษาหาปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อแรงกัดสบต่อไปในอนาคต เพื่อให้ได้ปัจจัยทั้งหมดที่สามารถนำมาคาดการณ์หาร้อยละของแรงกัดสบได้อย่างแม่นยำ

สรุปผลการวิจัยพบว่า ขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบกับร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอล มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสามารถพยากรณ์ร้อยละของแรงกัดสบ เมื่อทราบขนาดพิกเซลของแถบสีจากกระดาษกัดสบ เป็นสมการ คือ $Y = 10.282 + 0.001X$ (Y คือ ร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอล และ X คือ ขนาดของการติดสีของ

กระดาษกัดสบ) ซึ่งความสัมพันธ์นี้การพยากรณ์ได้เพียงร้อยละ 10.6 ทั้งนี้ขนาดของการติดสีของกระดาษกัดสบสามารถคาดการณ์ร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอลได้ในสัดส่วนที่น้อย แต่ปัจจัยนี้ก็ยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและส่งผลต่อร้อยละของแรงกัดสบเมื่อวัดด้วยระบบวิเคราะห์การสบฟันดิจิตอล อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กรณีที่ทันตแพทย์ต้องการทราบแรงกัดสบเบื้องต้นโดยใช้กระดาษกัดสบได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะทันตแพทยศาสตร์ สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Takai A, Nakano M, Bando E, Hewlett ER. (1993). Evaluation of three occlusal examination methods used to record tooth contacts in lateral excursive movements. *J Prosthet Dent. 70*(6), 500-505.

[2] Korioth TW. (1990). Number and location of occlusal contacts in intercuspal position. *J Prosthet Dent. 64*(2), 206-210.

[3] Anderson GC, Schulte JK, Aeppli DM. (1993). Reliability of the evaluation of occlusal contacts in the intercuspal position. *J Prosthet Dent. 70*(4), 320-323.

[4] Durbin DS, Sadowsky C. (1986). Changes in tooth contacts following orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop. 90*(5), 375-382.

[5] Ziebert GJ, Donegan SJ. (1979). Tooth contacts and stability before and after occlusal adjustment. *J Prosthe Dent. 42*(3), 276-281.

[6] Ehrlich J, Taicher S. (1981). Intercuspal contacts of the natural dentition in centric occlusion. *J Prosthet Dent. 45*(4), 419-421.

[7] Murray MC, Smith PW, Watts DC, Wilson NF. (1999). Occlusal registration: science or art?. *Int Dent J. 49*(1), 41-46.

[8] Saad MN, Weiner G, Ehrenberg D, Weiner S. (2008). Effects load and indicator type upon occlusal contact markings. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 85*(1), 18-22.

[9] Sharma A, Rahul GR, Poduval ST, Shetty K, Gupta B, Rajora V. (2013). History of materials used for recording static and dynamic occlusal contact marks: a literature review. *J Clin Exp Dent. 5*(1), e48-e53.

[10] Saracoglu A, Ozpinar B. (2002). In vivo and in vitro evaluation of occlusal indicator sensitivity. *J Prosthet Dent. 88*(5), 522-526.

[11] Dimova M. (2014). Registration of centric occlusion in patients with bruxism and bruxomania through articulating paper and the system T-Scan – comparative analysis. *J of IMAB. 20*(1), 520-525.

[12] Kerstein RB, Radke J. (2014). Clinician accuracy when subjectively interpreting articulating paper markings. *Cranio. 32*(1), 13-23.

[13] Carey JP, Craig M, Kerstein RB, Radke J. (2007). Determining a relationship between applied occlusal load and articulating paper mark area. *Open Dent J.* 1, 1-7.

[14] Qadeer S, Kim RJY, Huh JB, Shin SW. (2012). Relationship between articulation paper mark size and percentage of force measured with computerized occlusal analysis. *J Adv Prosthodont. 4*(1), 7-12.

[15] Kerstein RB, Lowe M, Harty M, Radke J. (2006). A force reproduction analysis of two recording sensors of a computerized occlusal analysis system. *Cranio. 24*(1), 15-24.

[16] Kerstein RB. (2004). Combining technologies: a computerized occlusal analysis system synchronized with a computerized electromyography system. *Cranio. 22*(2), 96-109.

[17] Pyakurel U, Long H, Jian F, Sun J, Zhu Y, Jha H, Lai W. (2013). Mechanism, accuracy and application of T-Scan system in dentistry-A review. *JNDA. 13*(1), 1-5.

[18] Afrashtehfar KI, Qadeer S. (2016). Computerized occlusal analysis as an alternative occlusal indicator. *Cranio. 34*(1), 52–57.

[19] Olivieri F, Kang K, Hirayama H, Maness WL. (1998). New method for analyzing complete denture occlusion using the center of force concept: A clinical report. *J Prosthet Dent. 80*(5), 519-523.

[20] Kerstein RB, Thumati P, Padmaja S. (2013). Force finishing and centering to balance a removable complete denture prosthesis using the T-Scan III computerized occlusal analysis system. *J Indian Prosthodont Soc. 13*(3), 184-188.

[21] Majithia IP, Arora V, Anil Kumar S, Saxena V, Mittal M. (2015). Comparison of articulating paper markings and T Scan III recordings to evaluate occlusal force in normal and rehabilitated maxillofacial trauma patients. *Med J Armed Forces India. 71*(Suppl 2), S382-S388.

[22] Jain R, Jabbal R, Bindra S, Aggarwal S. (2015). T-Scan a digital pathway to occlusal perfection: a review. *Ann Prosthodon Restor Dent. 1*(1), 32-35.