

การเปรียบเทียบความสามารถในการคงแนวศูนย์กลางคลองรากฟันของเครื่องมือวันเซฟและเรซิโปรคในคลองรากฟันจำลองที่โค้งมาก

A Comparison of Centering Ability of One Shape and Reciproc in Simulated Severely Curved Canals

ถelligศักดิ์ สมัครสมาน¹, ปัทมา ชัยเลิศวานิชกุล¹, สุนทรี บุญนาดี², พีรณัฐ จงรัก²

Thalerngsak Samaksaman¹, Pattama Chailertvanitkul¹, Soontaree Boonnadee², Phiranat Chongrak²

¹ภาควิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น

¹Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, KhonKaen University, Muang, KhonKaen

²คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น

²Faculty of Dentistry, KhonKaen University, Muang, KhonKaen

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคงแนวศูนย์กลางคลองรากฟันภายหลังการเตรียมคลองรากฟันด้วยเครื่องมือแบบหมุน ในระบบการใช้เครื่องมือตัวเดียวชนิดวันเซฟ (Oneshape[®]) และ เรซิโปรค (Reciproc[®]) ที่มีการหมุนต่างกัน โดยวันเซฟหมุนตามเข็มนาฬิกา และเรซิโปรคหมุนตามและทวนเข็มนาฬิกาไปในระยะที่ไม่เท่ากัน การศึกษาทำในแท่งเรซินใสที่จำลองลักษณะคลองรากที่มีความโค้ง 40 องศา รัศมีความโค้ง 6 มิลลิเมตร จำนวน 34 คลองราก ศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังการขยายโดยการซ้อนทับภาพก่อนและหลังการขยาย ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Adobe Photoshop C 2.0 ฉีดสีหมึกอินเดีย และเมทิลีนบลู ให้เห็นความแตกต่างของคลองรากก่อนและหลังขยาย และเห็นขอบชัดเจน วัดระยะจากขอบของคลองรากก่อนขยายไปถึงขอบของคลองรากหลังขยาย ทั้งสองด้านของคลองราก ในแนวตั้งฉากกับแกนกลางของแท่งเรซิน วัดในทุกระยะ 1 มม. จากปลายรากเป็นระยะ 10 มม. นำค่าที่ได้มาหาสัดส่วน เพื่อประเมินการคงแนวศูนย์กลางคลองรากฟัน วิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติโดยใช้สถิติการทดสอบที (*T*-test) เมื่อข้อมูลมีการกระจายปกติ และใช้การทดสอบแมนน์-วิทนีย ยู (Mann-Whitney U test) เมื่อข้อมูลมีการกระจายไม่ปกติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าค่าเฉลี่ยสัดส่วนการคงแนวศูนย์กลางในแต่ละระดับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.998$) สรุปได้ว่า เครื่องมือแบบหมุน ชนิดวันเซฟ และเรซิโปรค มีความสามารถในการคงแนวศูนย์กลางคลองรากฟันไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: การคงแนวศูนย์กลางคลองรากฟัน, คลองรากฟันจำลองที่โค้งมาก, เครื่องมือแบบหมุน, เรซิโปรค, วันเซฟ

Abstract

The aim of this *in vitro* study was to compare the centering ability of 2 single file systems; One Shape and Reciproc after root canal preparation in 34 acrylic resin simulated severely curved canals. These two instruments use different motions, One Shape uses continuous rotation while Reciproc uses reciprocating motion. Indian ink and methylene blue dye were used to stain the canals before and after root canal preparation. Photographs were

taken by dental operating microscope and the pictures superimposed using Adobe Photoshop CS2.0. Canal transportation was defined as the distance (in millimeters) from the pre- to the post-instrumented canal wall measured on both the outer and inner curve of the simulated canal. Measurement of the distances was done in a perpendicular plane to the resin block's long axis at 10 positions with 1 millimeter increment. Statistical analysis was performed using T-test and Mann-Whitney U test at the 95 % confidence interval. Results found no statistically significant difference in the mean centering ratio at any level ($p=0.998$). In conclusion, the centering ability of One Shape and Reciproc were not different.

Keywords: Centering ability, Severely curved canals, Rotary instrument, Reciproc, One shape

Received Date: Jan 16,2017

Accepted Date: Feb 13,2018

doi: 10.14456/jdat.2018.26

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

เถลิงศักดิ์ สมัครสมาน ภาควิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 ประเทศไทย โทรศัพท์: 0815542161

โทรสาร: 043203862 อีเมล: thalerngsaks@yahoo.com

Correspondence to:

Thalerngsak Samaksaman. Department of Restorative, Faculty of Dentistry, KhonKaen University, AmphurMuang, KhonKaen 40002

Thailand. Tele: 0815542161 Fax: 043203862 E-mail: thalerngsaks@yahoo.com

บทนำ

การเตรียมคลองรากฟันที่แคบและโค้ง มีโอกาสเสี่ยงสูงที่จะขยายออกนอกแนวโค้งเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในคลองรากที่โค้งมาก เป็นผลให้ความสำเร็จในการรักษาลดลง¹⁻⁴ การใช้เครื่องมือที่ผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิมร่วมกับการใช้มือหมุน พบว่าทำให้เกิดปัญหาได้บ่อยครั้ง^{1-3,5,6} เครื่องมือนิกเกิลไททาเนียมจึงถูกพัฒนาขึ้น⁷ โดยมีคุณสมบัติยืดหยุ่น (flexibility) คืนกลับสภาพเดิมได้ หรือ “shape memory effect” สามารถอ่อนตัวไปตามความโค้งของคลองราก ทำให้การเตรียมแต่งคลองรากฟันที่แคบและโค้งไม่ออกนอกแนวโค้งเดิม^{1,3,8-9} และยังมีการพัฒนาต่อไปเป็นการหมุนด้วยเครื่อง ซึ่งในระยะแรกยังเป็นการหมุนตามเข็มนาฬิกาอย่างต่อเนื่อง และมีการศึกษาเปรียบเทียบเป็นจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพในการเตรียมแต่งคลองรากฟันที่แคบและโค้งได้ดี^{1,10-13} และมีการพัฒนานิกเกิลไททาเนียมให้สามารถเตรียมรากโค้งให้ดียิ่งขึ้น¹⁴

ปัญหาสำคัญของนิกเกิลไททาเนียมคือการหัก^{5,6,15} และระบบการใช้งานที่ยังต้องใช้เครื่องมือที่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิมนำทางก่อน (glide path) ทำให้ยังคงมีโอกาสผิดพลาดได้⁶ และยังคงต้องใช้เครื่องมือหลายตัวอยู่ ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิด

ข้อผิดพลาดในทุกครั้งของการใช้เครื่องมือแต่ละตัว จึงมีความพยายามพัฒนาเป็นระบบที่ไม่ต้องมีตัวนำทาง และลดจำนวนใช้ของเครื่องมือลงเหลือเพียงตัวเดียว^{6,16} เรซิโปรค (Reciproc[®], VDW, Munich, Germany)¹⁷⁻¹⁹ เป็นระบบไฟล์ตัวเดียวที่ทำงานโดยหมุนตามเข็มนาฬิกาสลับกันด้วยระยะทางที่ไม่เท่ากัน ผลิตจากวัสดุเอ็มไวร์ (M-wire) ซึ่งเป็นนิกเกิลไททาเนียมชนิดเดิมที่ถูกนำไปผ่านกระบวนการปรับด้วยการเพิ่มอุณหภูมิ (thermal-treatment process) เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและความต้านทานต่อการหัก หน้าตัดของเครื่องมือเป็นรูปตัวเอสที่มีคม มีความเร็วสอบ (taper) ต่างกันในแต่ละระดับ โดยที่ส่วนปลาย 3 มิลลิเมตร (มม) มีค่า 0.08 ในส่วนกลางและส่วนใกล้ด้ามจับ เป็น 4.3 และ 5.5 ตามลำดับ มี 3 ขนาด คือหน้าตัดที่ส่วนปลายสุดและความเร็วสอบ 25/08, 40/06, 50/05

วันเซพ (OneShape[®], Micro Mega, Besancon, France)¹⁸⁻²⁰ เป็นระบบไฟล์ตัวเดียวที่ทำงานโดยหมุนตามเข็มนาฬิกา ผลิตจากวัสดุนิกเกิลไททาเนียมชนิดเดิม หน้าตัดของเครื่องมือจะแตกต่างกัน โดยส่วนปลายจะมี 3 ขอบคมตัดที่สมดุลงัน (symmetrical cutting edges) ส่วนกลางมี 2 ขอบคมตัดที่ไม่

สมมูลกัน (asymmetrical cutting edges) และส่วนใกล้ด้ามจับ มี 2 ขอบคมตัด และเป็นรูปตัวเอสเหมือนเรซิโปรค มีความห่างระหว่างเกลียว (pitch length) ที่ไม่เท่ากันเพื่อลดการตูดติดของเครื่องมือขณะหมุนเข้าคลองราก ขนาดหน้าตัดที่ส่วนปลายสุด 25 และความเร็วรอบ 0.05 ตลอดความยาว

เครื่องมือทั้งสองเป็นระบบไฟล์ตัวเดียวที่มีความแตกต่างกันในวัสดุที่ใช้ผลิต การหมุนขณะทำงาน การออกแบบหน้าตัด ความเร็วรอบ ที่อาจจะส่งผลต่อรูปร่างคลองรากหลังการขยาย จึงเป็นที่น่าสนใจว่าจะมีความสามารถในการคงแนวศูนย์กลางคลองรากฟันหลังขยายได้ดีต่างกันหรือไม่

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการคงแนวศูนย์กลางคลองรากฟันหลังเตรียมคลองรากด้วยเรซิโปรค ขนาด 25/08 กับ วันเซพขนาด 25/05 โดยศึกษาในแบบจำลองคลองรากฟันด้วยเรซินใส

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) ในห้องปฏิบัติการ ใช้แบบจำลองคลองรากฟันด้วยเรซินใส ที่มีความโค้ง 40 องศา รัศมีความโค้ง 6 มม. จัดเป็นความโค้งระดับมาก²¹ ความยาวคลองรากจำลอง 17 มม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลายสุดจะพอดีกับเครื่องมือขนาด 15/02 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 17 แห่ง การศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังการขยายจะใช้การซ้อนทับภาพก่อนและหลังการขยาย²² ทุกคลองรากจะถูกถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ สำหรับงานทันตกรรม (Dental Operating Microscope, Carl Zeiss, Germany) ที่กำลังขยาย 60x โดยทำแท่นยึดให้สามารถนำกลับมาถ่ายซ้ำได้เหมือนกันทั้งก่อนและหลังขยาย ฉีดหมึกอินเดีย (India ink) ในคลองรากก่อนขยาย และฉีดสีเมทิลีนบลู (Methelene blue) ในคลองรากหลังขยาย เพื่อช่วยให้เห็นขอบภาพคลองรากได้ชัดเจน และอ่านการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ตามรูปที่ 1 ทุกแห่งจะมีเครื่องหมายเพื่อเพิ่มการซ้อนทับให้พอดีกัน

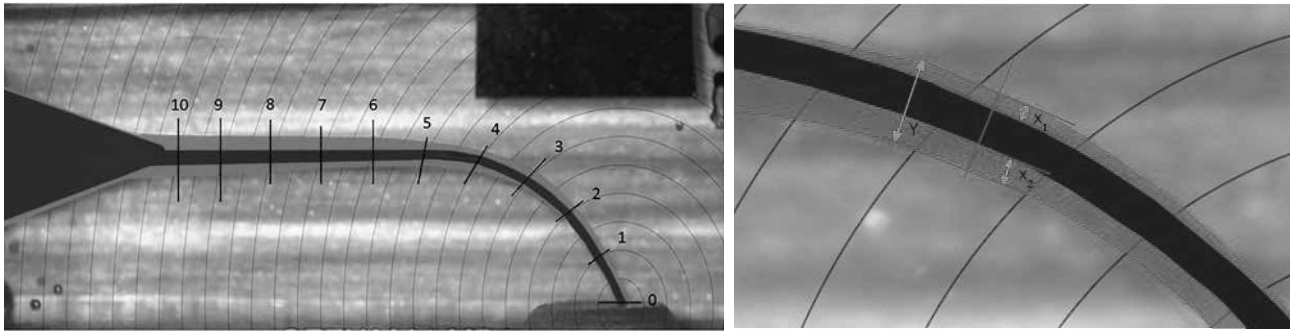
การเตรียมคลองรากด้วยเรซิโปรคและวันเซพ จะทำตามคำแนะนำของบริษัท^{16,20} โดยมีผู้ทำการ ทดลองเพียงคนเดียว เป็นผู้ไม่มีประสบการณ์การใช้เครื่องมือ निकเกลไททาเนียม และจะได้รับการฝึกฝนจากผู้เชี่ยวชาญให้ใช้เครื่องมือทั้ง 2 ระบบเตรียมคลองรากในแท่งเรซินใสระบบละ 5 แห่ง ในการทดลองจะหุ้มแท่งเรซินใสไว้ด้วยแผ่นฟรอยด์อะลูมิเนียมไม่ให้เห็นคลองราก ให้รู้แต่

ความยาวทำงาน (working length) ที่ 16 มม. ใช้เครื่องมือ 1 ขึ้นต่อแท่งเรซิน 1 แท่ง ขณะขยายจะยึดจับแท่งเรซินไว้ด้วยมือผู้ทำการทดลอง

เครื่องมือเรซิโปรค ใช้กับเครื่องมือรอบด้วยไฟฟ้าที่ควบคุมจำนวนรอบและแรงบิดได้ (Torque limited electric motor) Silver Reciproc (VDW, Munich, Germany) ตั้งค่าไปที่ reciproc all ใช้เครื่องมือ ขนาดหน้าตัดที่ส่วนปลายสุด 25 และความเร็วยรอบที่ส่วนปลาย 3 มม. มีค่า 0.08 ป้ายส่วนปลายของเครื่องมือด้วยสารหล่อลื่น Glyde File Prep (Dentsply Tulsa Dental Specialties) แล้วใส่เข้าคลองรากโดยใช้แรงกดเล็กน้อย จนรู้สึกติดไม่แน่นมาก ลากขึ้นระยะสั้น ๆ ซ้ำ ๆ เหมือนการจิกติดแล้วถอยขึ้น (slow in and out pecking motion) ทำซ้ำ 2 ถึง 3 ครั้ง ให้ค่อยค่อยลึกลงในคลองรากครั้งละ 1-2 มม. นำเครื่องมือออกมาเช็ดเศษเรซินที่ติด ล้างคลองรากด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 2 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกฉีดยาพลาสติกและเข็มขนาด 30 ร่วมกับการใช้เครื่องมือขนาด 10/02 ช่วยกำจัดเศษเรซิน ทำซ้ำเช่นเดิมจนถึงความยาวทำงานที่ 16 มม.

เครื่องมือวันเซพ ใช้กับเครื่องมือรอบด้วยไฟฟ้าที่ควบคุมจำนวนรอบและแรงบิดได้ X-smart (Dentsply Maillefer Ballaigues, Switzerland) ตั้งค่ารอบ 400 รอบต่อนาที แรงบิด 4 Ncm ใช้เครื่องมือขนาดหน้าตัดที่ส่วนปลายสุด 25 และความเร็วยรอบ 0.05 ป้ายส่วนปลายของเครื่องมือด้วยสารหล่อลื่น Glyde File Prep ใส่เข้าคลองรากโดยไม่ออกแรงกดมาก ดึงขึ้นลงในระยะสั้น ๆ 2 ถึง 3 ครั้ง ให้ค่อยค่อยลึกลงในคลองราก ครั้งละ 1-2 มม. นำเครื่องมือออกมาเช็ดเศษเรซินที่ติด ล้างคลองรากด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 2 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกฉีดยาพลาสติกและเข็มขนาด 30 ร่วมกับการใช้เครื่องมือขนาด 10/02 ช่วยกำจัดเศษเรซิน ทำซ้ำเช่นเดิมจนถึงความยาวทำงานที่ 16 มม.

ทุกคลองรากเมื่อขยายเสร็จจะล้างคลองรากครั้งสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 2 มิลลิลิตร ซับคลองรากให้แห้ง นำภาพคลองรากก่อนและหลังขยายที่ฉีดสีแล้วมาซ้อนทับด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Adobe Photoshop CS2.0 (Adobe systems, San Jose, California) อ่านการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ที่แสดงถึงการเบี่ยงเบนออกจากศูนย์กลางคลองรากฟันโดยวัดระยะจากขอบของคลองรากก่อนขยาย ไปถึงขอบของคลองรากหลังขยาย ทั้งสองด้านของคลองราก ในแนวตั้งฉากกับแกนกลางของแท่งเรซิน วัดในทุกระยะ 1 มม. จากปลายรากเป็นระยะ 10 มม. นำค่าที่ได้มาหาสัดส่วน ตามรูปที่ 1 ผลการวัดแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 1 ภาพซ้อนทับกันของคลองรากก่อนขยาย (สีน้ำตาลเข้ม) และหลังขยาย (สีน้ำเงิน) วัดใน 10 ตำแหน่ง ห่างกัน 1 มม. X_1 และ X_2 เป็นระยะห่างระหว่างขอบของคลองรากก่อนขยาย และหลังขยายที่ด้านนอกและด้านในของส่วนโค้ง Y เป็นค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของคลองราก ณ ระดับที่วัด X_1 และ X_2 เพื่อนำไปคำนวณหา ค่าสัดส่วน = $(X_1 - X_2)/Y$

Figure 1 Superimposed image of the pre-instrumented (dark brown) and postinstrumented canal (blue). Measurement done in 10 positions of 1mm increment.

X_1 and X_2 represents the distance (in millimeters) from the pre- to the postinstrumented canal wall at the outer and inner curvature. Y represents the diameter of the postinstrumented canal at the site of the calculated ratio = $(X_1 - X_2)/Y$

ตารางที่ 1 แสดงค่าระยะห่างระหว่างขอบของคลองรากก่อนขยาย และหลังขยายที่ด้านนอกและด้านในของส่วนโค้งที่วัดได้ ใน 10 ตำแหน่งและค่าสัดส่วนของการเบี่ยงเบนที่คำนวณจาก $(X_1 - X_2)/Y$

Table 1 The distance (in millimeters) from the pre- to the post instrumented canal wall at the outer and inner curvature, measure at 10 positions of 1mm increment and the ratio of deviation calculated from $(X_1 - X_2)/Y$.

Instrument		The distance (in millimeters): from the pre- to the postinstrumented canal wall X_1 at the outer and X_2 at the inner curvature, measure at 10 positions of 1mm. increment									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
One Shape®	X_1	1.286	2.856	3.343	2.308	2.006	3.215	3.848	4.462	4.724	4.952
	X_2	0.792	1.146	1.140	2.020	2.779	2.591	2.736	3.586	3.556	4.267
	$X_1 - X_2$	0.495	1.710	2.202	0.288	-0.773	0.624	1.112	0.0876	1.168	0.685
	Y	4.840	6.853	7.780	7.738	8.547	9.534	10.556	11.871	13.051	14.771
	$(X_1 - X_2)/Y$	0.102	0.249	0.283	0.037	-0.090	0.065	0.105	0.073	0.089	0.046
Reciprocal®	X_1	1.287	2.802	2.627	2.307	2.006	3.215	3.847	4.462	4.725	4.953
	X_2	0.792	1.416	1.140	2.019	2.777	2.591	2.735	3.084	3.558	3.559
	$X_1 - X_2$	0.495	1.386	1.488	0.288	-0.772	0.624	1.112	1.379	1.166	1.394
	Y	4.841	6.854	7.067	7.737	8.547	9.535	10.556	11.871	13.054	14.064
	$(X_1 - X_2)/Y$	0.102	0.202	0.210	0.037	-0.090	0.064	0.105	0.116	0.089	0.098

การทดสอบทางสถิติ

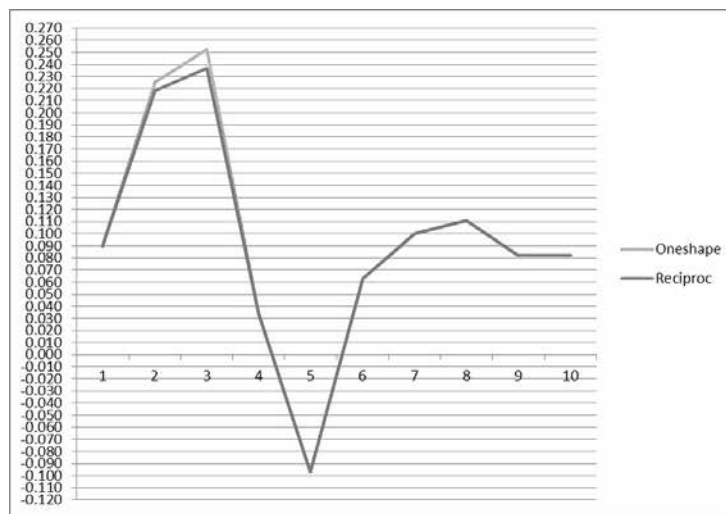
นำค่าเฉลี่ยสัดส่วนการเบี่ยงเบนจากแนวจุดศูนย์กลางคลองรากฟันในแต่ละระดับ มาทดสอบทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS version 11.5 หากพบว่ามีผลการแจกแจงแบบปกติจะเลือกใช้สถิติที่ (t-test for independent Samples) และถ้ามีการแจกแจงไม่ปกติจะเลือกใช้สถิติแมนน์-วิทนี ยู (Mann-Whitney

U test) ในการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P -value>0.05) การเปรียบเทียบจำนวนข้อผิดพลาดอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นภายหลังการเตรียมคลองรากฟันโดยใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนทั้งสองชนิด จะใช้การทดสอบฟิชเชอร์ เอ็กแซ็กต์ (Fisher Exact test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

ค่าเฉลี่ยสัดส่วนการเบี่ยงเบนจากแนวศูนย์กลางคลอง รากฟันในแต่ละระดับคลองรากฟันของทั้งสองกลุ่ม (ตารางที่ 1) และเมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าที่ระยะ 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 มม. จากรูปเปิดปลายรากฟัน มีการกระจายตัวของ ข้อมูลแบบปกติ จึงทดสอบด้วยสถิติที พบว่าที่ระดับดังกล่าวทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยสัดส่วนการเบี่ยงเบนจากแนวศูนย์กลางคลองรากฟัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ

95 ($P=0.998$) ส่วนที่ระยะ 3 มม. และ 10 มม. จากรูปเปิด ปลายรากฟัน มีการกระจายตัวของข้อมูลแบบไม่ปกติ จึงทดสอบ ด้วยสถิติแมนน์-วิตนีย์ ยู พบว่าที่ระดับดังกล่าวทั้งสองกลุ่มมีค่า เฉลี่ยสัดส่วนการเบี่ยงเบนจากแนวศูนย์กลางคลองรากฟันไม่แตก ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P=0.998$) เช่นเดียวกัน (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ค่าสัดส่วนของการเบี่ยงเบนที่คำนวณจาก $(X_1-X_2)/Y$
Figure 2 The ratio of deviation calculated from $(X_1-X_2)/Y$

บทวิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบรูปร่างคลอง รากหลังจากขยายด้วยเครื่องมือในระบบไฟล์ตัว เดียวที่มีวงรอบ การหมุนแตกต่างกัน ระหว่างเครื่องมือวันเซฟที่มีการหมุนตามเข็มนาฬิกา กับเครื่องมือเรซิโปรค ที่มีการหมุนตามและทวนเข็มนาฬิกาด้วยระยะที่ไม่เท่ากัน โดยศึกษาความสามารถในการเตรียม ได้ตามแนวศูนย์กลางเดิมของคลองรากฟัน ผลการศึกษาพบว่า เครื่องมือทั้งสองมีค่าสัดส่วนการเบี่ยงเบนจากศูนย์กลาง คลอง รากฟันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาของ Burklein S, Benton S และ Schafer E ในปี 2013¹⁸ ที่ศึกษาเปรียบเทียบเครื่องมือเรซิโปรค วันเซฟ เอฟ360 (F360) ที่เป็นระบบไฟล์ตัวเดียว และ เอ็มทู (Mtwo) ที่เป็นระบบไฟล์มากกว่า 1 ตัว วันเซฟ เอฟ360 และ เอ็มทู จะเป็น กลุ่มหมุนตามเข็มนาฬิกาเหมือนกัน การศึกษาทำในฟันธรรมชาติ ที่มีความโค้งอยู่ระหว่าง 25-35 องศา รัศมีความโค้งอยู่ระหว่าง

2.5-10.1 มม. ผลการศึกษาพบว่า เครื่องมือทั้ง 4 สามารถคงความ โค้งของคลองรากฟันธรรมชาติได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ และเรซิโปรคและวันเซฟจะใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า ส่วนการศึกษาของ Saber SEDM, Nagy, MM และ Schafer E¹⁷ ได้ผลแตกต่างออกไป โดยเปรียบเทียบเครื่องมือระบบไฟล์ตัวเดียว วันเซฟ เรซิโปรค และ เวฟวัน (WaveOne) พบว่าวันเซฟทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวโค้งไปมากกว่า เรซิโปรค และเวฟวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เรซิโปรคและเวฟวัน จะมีการหมุนใกล้เคียงกัน การศึกษาทำในฟันธรรมชาติที่มีความโค้งอยู่ระหว่าง 25-35 องศา รัศมีความโค้งอยู่ระหว่าง 4-9 มม. การศึกษานี้ทุก กลุ่มจะใช้เครื่องมือซ้ำ 4 คลองราก และพบว่าเครื่องมือทุกตัวในกลุ่มวันเซฟจะมีการเปลี่ยนรูปร่างหลังจากการใช้ไป 4 คลองราก ซึ่งแตกต่างจากการศึกษานี้ที่ไม่มีการใช้เครื่องมือซ้ำ จะใช้เพียง 1 คลองราก แต่การศึกษานี้พบการหักของเครื่องมือทั้งในกลุ่มวันเซฟ

และเรซีปรอค โดยพบในกลุ่มวันเซพมากกว่าเรซีปรอค ซึ่งอาจเป็นเหตุผลจากวันเซพเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเครื่องมือ และด้วยวันเซพทำด้วยนิกเกิลไทเทเนียมชนิดเดิม ไม่ใช่เอ็มไวร์เหมือนเรซีปรอค ที่มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการหักของเครื่องมือได้ดีกว่า¹⁹ แม้ว่าการหมุนขณะขยายของวันเซพและเรซีปรอคจะแตกต่างกัน แต่ความสามารถในการคงแนวศูนย์กลางของคลองรากฟันไม่แตกต่างกัน เหตุผลอาจเป็นเพราะเครื่องมือทั้งสอง ทำด้วยนิกเกิลไทเทเนียมที่แม้จะต่างชนิดกัน แต่มีคุณสมบัติในการอ่อนตัวไปตามความโค้งของคลองราก^{1,3,8-9} และลักษณะที่เหมือนกันอีกที่ช่วยให้ลื่นไปตามความโค้งได้คือการไม่มีคมที่ปลายสุดของเครื่องมือ

Agarwal RS, Agarwal J, Jain P และ Chandra A เปรียบเทียบความสามารถในการคงแนว ศูนย์กลางของคลองรากฟัน ของวันเซพ เวฟวัน และโปรเทเพอร์ (Protaper)²² ที่เป็นระบบไฟล์มากกว่า 1 ตัว ศึกษาในรากฟันธรรมชาติแนวตัดขวาง โดยใช้ Cone Beam Computed Tomography (CBCT) พบว่าที่ระดับห่างจากปลายราก 3 และ 6 มม. ทั้งสามกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนที่ระดับ 9 มม. โปรเทเพอร์จะมีการเบี่ยงเบนมากกว่า โดยเบี่ยงเบนออกไปในแนวตรงข้ามกับง่ามรากฟัน ซึ่งอธิบายได้ว่าลักษณะการใช้โปรเทเพอร์ เป็นการเตรียมคลองรากด้วยไฟล์มากกว่า 1 ตัว โดยจะมีเครื่องมือที่ออกแบบมาให้กรัดตัดส่วน 9 มม. นั้นก่อนการเตรียมส่วนปลายราก

ในการศึกษานี้พบว่าในทุกระดับทั้งเรซีปรอคและวันเซพ จะมีการตัดในส่วน outer curve (X_1) มากกว่า inner curve (X_2) ยกเว้นที่ระดับ 5 มิลลิเมตรห่างจากปลายรากฟัน จะมีการตัดในส่วน inner curve มากกว่า outer curve ทั้งเรซีปรอคและวันเซพ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Yoo, Young-Sil, Yong-Bum Cho เปรียบเทียบความสามารถในการคงแนวศูนย์กลางคลองรากฟัน ของเรซีปรอค เวฟวัน โปรเทเพอร์ โปรไฟล์ และเคไฟล์ ศึกษาในคลองรากฟันจำลองด้วยเรซินใส²³ พบว่า ที่ระดับจากปลายรากฟัน 5 และ 6 มิลลิเมตร พบการตัดในส่วน inner curve มากกว่า outer curve ทั้งใน เรซีปรอค เวฟวัน และโปรเทเพอร์ เนื่องมาจากที่ระดับ 5 มิลลิเมตร จะเป็นจุดเริ่มต้นความโค้งของคลองรากฟันเป็นส่วนที่โค้งและแคบ

ในการศึกษานี้พบว่าที่ระดับ 6 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน จนถึงระดับ 10 มิลลิเมตรจากปลายราก เป็นส่วนต้นของคลองรากฟัน พบการตัดในส่วน outer curve มากกว่า inner curve ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งในเรซีปรอค และวันเซพ ส่วนที่ระดับ 5 และ 4 มิลลิเมตรจากปลายรากเป็นระดับที่เริ่มจุดโค้งคลองรากฟัน มีการตัดส่วน inner curve มากกว่า outer curve

ทั้งในเรซีปรอคและวันเซพ ที่ระดับ 3 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน จนถึงระดับ 1 มิลลิเมตรจากปลายราก มีการตัดส่วน outer curve มากกว่า inner curve ค่อนข้างมาก เกิดการเบี่ยงเบนแนวความโค้งมากกว่าที่ระดับต่าง ๆ เนื่องจากที่ระดับ 3 มิลลิเมตร จนถึง 1 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน เป็นส่วนปลายที่แคบและอยู่ถัดมาจากส่วนโค้งคลองรากฟัน (apical part)

การศึกษาทำในแบบจำลองคลองรากฟันด้วยเรซินใส เพื่อลดความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบจำลองนี้จะมีขนาด ความยาว และความโค้ง ที่เท่ากัน เป็นผลให้เมื่อถ่ายภาพคลองรากก่อนและหลังการขยายแล้วนำภาพมาซ้อนทับกัน จะสามารถศึกษาการเบี่ยงเบนออกไปจากแนวเดิมได้ การศึกษานี้ใช้กล้องจุลทรรศน์บันทึกภาพ ร่วมกับการฉีดสีเข้าไปในคลองรากให้เห็นชัดเจนมากขึ้น ใช้สีก่อนและหลังขยายต่างกัน (รูปที่ 1) และวัดในทุกระดับ 1 มิลลิเมตร จากปลายรากขึ้นมาเป็นระยะ 10 มิลลิเมตร (รูปที่ 1) วัดตำแหน่งละ 3 ครั้ง โดยผู้วัดคนเดียว ช่วยให้การวัดความแตกต่างมีความแม่นยำเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Burroughs²⁴

การศึกษาที่ผ่านมาของ Wu MK²⁵ และ Schafer E²⁶ บันทึกภาพคลองรากฟันก่อนและหลังขยายด้วยวิธีการบันทึกภาพด้วยกล้องดิจิทัลผ่านกล้องจุลทรรศน์และเครื่องสแกนเนอร์ และ Versümer J²⁷ ใช้วิธีการซ้อนทับกันของภาพถ่ายรังสีในการศึกษานี้ใช้กล้องจุลทรรศน์ในการบันทึกภาพ เพื่อลดข้อจำกัดกำลังขยายของกล้องดิจิทัล และลดขอบเขตความไม่ชัดเจนภาพคลองรากฟันที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์ โดยทำการย้อมสีด้วยหมึกอินเดียนและสีเมทิลีนบลู ก่อนและหลังถ่ายภาพภายในคลองรากฟันเพื่อให้เห็นขอบเขตคลองรากฟันได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์ในโปรแกรม Adobe Photoshop CS2.0 (Adobe systems, San Jose, CA) ซึ่งมีความละเอียด ส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการอ่านผลการทดลอง สามารถกำหนดขนาดขยายและความละเอียดของภาพได้เท่ากันทุกครั้ง สามารถวัดมุมเบี่ยงเบนแนวความโค้งคลองรากฟันส่วนปลายได้สะดวก ทั้งยังมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ

วิธีการถ่ายภาพขั้นสูง เช่น Micro computed tomography (μ CT) และ Cone Beam Computed Tomography (CBCT) สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์การเตรียมคลองรากฟัน ซึ่งภาพรังสีที่ได้สามารถแสดงความสัมพันธ์ของโครงสร้างที่ต้องการศึกษาได้ในทั้ง 3 มิติและช่วยในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างการเตรียมคลองรากฟันได้อย่างแม่นยำ เช่นการศึกษาของ Ismail Davut Capar²⁸ เปรียบเทียบความสามารถในการคงแนวศูนย์กลางคลองรากฟันของ วันเซพ เวฟวัน

โปรแทเปอร์ (Protaper) โปรแทเปอร์ เน็กซ์ (Protaper next) เรซิโปรค และทวิส อะแดพทีฟ ศึกษาในรากฟันธรรมชาติที่โค้งมาก โดยใช้ Cone Beam Computed Tomography (CBCT) ถ่ายภาพก่อนและหลังการเตรียมคลองรากฟัน แต่ปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นกว่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีทั่วไปและมีค่าใช้จ่ายที่สูง

เอกสารอ้างอิง

1. Bürklein S, Schäfer E. Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. *Endod Topics* 2013;29:110-24.
2. Lambrianidis T. Ledging and blockage of root canals during canal preparation: causes, recognition, prevention, management and outcomes. *Endod Topics* 2009;15:56-74.
3. Pettiette MT, Metzger Z, Phillips C, Trope M. Endodontic complications of root canal therapy performed by dental students with stainless-steel K-files and Nickel-titanium hand files. *J Endod* 1999;25:230-4.
4. Pettiette MT, Delano EO, Trope M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and Nickel-titanium hand files. *J Endod* 2001;27:124-7.
5. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *J Endod* 2004;30:559-67.
6. Yared G. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: A new concept. *Int Dent* 2012;2:78-87.
7. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988;14:346-51.
8. Bergmans L, Cleynebreugel JV, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments. *Am J Dent* 2001;14:324-33.
9. Bryant ST, Thompson SA, al-Omari MA, Dummer PM. Shaping ability of Pro le rotary nickel titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J* 1998;31:275-81.
10. Peters OA, Paque F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: A review. *Quintessence Int* 2010;41:479-88.
11. Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2006;39:196-202.
12. Schafer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2003;36:199-207.
13. Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA, et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2004;37:832-9.
14. Gutmann JL, Gao Y Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickeltitanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focussed review. *Int Endod J* 2012;45:113-28.
15. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod* 2006;32:1031-43.
16. Alsilani R, Jadu F, Dania F, Bogari DF, Jan AM, Alhazzazi TY. Single file reciprocating systems: A systematic review and meta-analysis of the literature: Comparison of Reciproc and WaveOne. *J Int Soc Prevent Communit Dent* 2016;6:402-9.
17. VDW GmbH, Inc. RECIPROC Instrument. Cited 2018 May 17. Available from: <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/reciprocinstruments/>
18. Saber SE, Nagy MM, Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2015;48:109-14.
19. Bürklein S, Benten S, Schafer E. Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2013;46:590-7.
20. Micro Mega, Inc. OneShape Instruments. Cited 2018 May 17. Available from: <http://micro-mega.com/en/one-shape-newgeneration/>
21. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77-85.
22. Agarwal RS, Agarwal J, Jain P, Chandra A. Comparative analysis of canal centering ability of different single file systems using cone beam computed tomography- An *in-vitro* study. *J Clin Diagn Res* 2015;9:6-10.
23. Yoo, Young-Sil, Yong-Bum Cho. A comparison of the shaping ability of reciprocating NiTi instruments in simulated curved canals. *Restor Dent Endod* 2012;37:220-7.
24. Burroughs JR, Bergeron BE, Roberts MD, Hagan JL, Himel VT. Shaping ability of three nickeltitanium endodontic file systems in simulated S-shaped root canals. *J Endod* 2012;38:1618-2.
25. Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int Endod J* 2003;36:218-24.
26. Schäfer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2003;36:199-207.
27. Versümer J, Hülsmann M, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation using ProFile. 04 and Lightspeed rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2002;35:37-46.
28. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod* 2014;40: 852-6.