การศึกษาเปรียบเทียบตำแหน่งของหลังส่วนบนขณะทำงานของนิสิตทันตแพทย์ที่ใช้และไม่ใช้ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ

A Comparative Study on Position of Upper Back among Dental Students with and without the Intelligent Posture Trainer System during Work

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

พรสวรรค์ ธนธรวงศ์*

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

* **ติดต่อผู้นิพนธ์:** ppeetakul@hotmail.com

วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ 2557;9(3):137-144

Bhornsawan Thanathornwong*

Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

* **Corresponding author:** ppeetakul@hotmail.com

Thai Pharmaceutical and Health Science Journal 2014;9(3):137-144

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตำแหน่งของหลังส่วนบนขณะทำงานของนิสิตทันตแพทย์ที่ใช้และไม่ใช้ “ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ” **วิธีการศึกษา:** งานวิจัยเชิงทดลองแบบ 2×2 Crossover design มีตัวอย่างเป็นนิสิตทันตแพทย์ 16 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน แต่ละกลุ่มได้เข้าทั้งการทดลองที่มีและที่ไม่มีการใช้ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานฯ นั่นคือมีการให้กับไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งท่าทางการทำงาน (ขูดหินน้ำลายโดยใช้ ultrasonic scaler) มี washout period 7 วัน บันทึกข้อมูลองศาตำแหน่งของหลังส่วนบนทั้ง 2 แกนการเคลื่อนไหวคือแกนก้ม-เงย และแกนซ้าย-ขวา ในช่วงที่ใช้ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยฯ นั้น ตัวอย่างถูกติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ที่กระดูกสันหลังส่วนอกชิ้นที่ 4 แล้วบันทึกข้อมูลสู่โปรแกรมทุก 5 วินาที ระบบฯ จะแจ้งเตือนตัวอย่างทันทีที่ตรวจพบท่าการทำงานที่เสี่ยงบาดเจ็บ โดยสั่นเตือนเป็นระยะ พร้อมบันทึกข้อมูลตำแหน่งของหลังส่วนบน ส่วนการทดลองช่วงไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับนั้น ระบบเพียงแต่บันทึกข้อมูลโดยไม่แจ้งเตือน ระบบบันทึกข้อมูลจนการขูดหินน้ำลายเสร็จทั้งปาก จากนั้นนำข้อมูลองศาการเคลื่อนไหวของตำแหน่งหลังส่วนบนตลอดการทำงานที่ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10, 50 และ 90 มาเปรียบเทียบระหว่างสองกลุ่ม **ผลการศึกษา:** ค่าองศาการก้มหลังส่วนบนที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10, 50 และ 90 ของตัวอย่างกลุ่มที่ใช้ feedback เท่ากับ 11.31 ± 7.89, 18.68 ± 9.34 และ 23.87 ± 9.9 องศาตามลำดับ ส่วนในกลุ่มที่ไม่ใช้ feedback เท่ากับ 19.20 ± 8.9, 25.22 ± 9.32 และ 29.57 ± 9.83 องศา ค่าองศาการเอียงศีรษะที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10, 50 และ 90 ของตัวอย่างในกลุ่มที่ใช้ feedback เท่ากับ เอียงศีรษะทางขวา 2.84 ± 2.77, 5.72 ± 3.87 และ 8.17 ± 3.89 องศาตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ไม่มี feedback เท่ากับ 5.58 ± 4.24, 10.39 ± 6.58 และ 15.01 ± 8.44 องศาตามลำดับ ค่าองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนบนของมุมก้ม-เงยและเอียงศีรษะทั้งที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10, 50 และ 90 ของ 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$, paired t-test) **สรุป:** ค่าองศาที่ได้จากการก้มและเอียงหลังส่วนบนเมื่อมีการป้อนกลับข้อมูลโดยใช้ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะมีค่าน้อยกว่าเมื่อไม่ป้อนกลับข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ความผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ, การให้ข้อมูลป้อนกลับชนิดสั่น, เซ็นเซอร์วัดความเร่ง, ระบบเฉพาะส่วนบุคคล

Abstract

Objective: To compare position of upper back among dental students with and without the intelligent posture trainer system during work. **Methods:** In this 2x2 crossover experimental design, 16 dental students were randomized to either of the two groups (with feedback = 8 and with no-feedback = 8) separated by a washout period of 7 days. Personalized notification signal of working position was transmitted to the database while working (scaling with ultrasonic scaler). The intelligent posture trainer system recorded measurement on 2 axis direction of the upper back in bend (flexion) and tilt (lateral flexion). Subjects were attached by an accelerometer sensor at 4th thoracic spine. While the information was downloaded every 5 seconds, the system gave feedback to the user by vibrotactile signal as soon as an improper position with injury risk was detected. In no-feedback group, no vibrotactile signal notification was provided. Data were collected from the system until finishing the whole mouth, and compared for mean values of 10th, 50th, and 90th percentiles of upper back bend and tilt were compared between feedback and no-feedback groups. **Results**: The degree of bending upper back of 10th, 50th, and 90th percentile in the feedback group were 11.31 ± 7.89, 18.68 ± 9.34, and 23.87 ± 9.9, respectively. The degree of bending in no-feedback group were 19.20 ± 8.9, 25.22 ± 9.32, and 29.57 ± 9.83 degree. The degree of tilting direction of the upper back of 10th, 50th, and 90th percentile, in the feedback group, were 2.84 ± 2.77, 5.72 ± 3.87, and, 8.17 ± 3.89, respectively. In no-feedback group, they were 5.58 ± 4.24, 10.39 ± 6.58, and 15.01 ± 8.44 degree. Degree of movement the upper back of the bend and tilt direction in the 2 groups was significantly different ($P < 0.05$, paired t-test) at 10th, 50th, and 90th percentiles. **Conclusion:** The degrees of bending and tilting in upper back of the feedback from the intelligent posture trainer group were significantly smaller when compared with no-feedback.

Keywords: musculoskeletal disorders, Vibrotactile biofeedback, accelerometer sensor, personalization

บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษาอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในกลุ่มทันตแพทย์และทันตบุคลากรกันอย่างมากมาย แต่การศึกษาอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในกลุ่มนิสิตทันตแพทย์ยังมีจำนวนไม่มาก มีรายงานว่านิสิตทันตแพทย์ที่เริ่มปฏิบัติงานในระดับคลินิกมีปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อมากขึ้น โดย

ร้อยละ 46 ของนักศึกษาทันตแพทยศาสตร์มีอาการปวดบริเวณส่วนบนของลำตัว (upper extremity pain) และจะมีอาการเพิ่มมากขึ้นเมื่อฝึกปฏิบัติในชั้นปีที่สูงขึ้น[1,2] ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Barry และคณะ[3] ที่พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน เนื่องจากมีท่าทางที่ไม่สมดุลมากขึ้นในการฝึกปฏิบัติระดับคลินิกในช่วงสองปีแรก

Valachi[4] ได้กล่าวถึงลักษณะของศีรษะในขณะทำงานของทันตแพทย์ไว้ว่า ท่าทางขณะทำงานที่เหมาะสมโดยที่สามารถมองเห็นบริเวณทำงานได้อย่างชัดเจนคือ ศีรษะจะอยู่ในลักษณะก้มมาทางด้านหน้า (Forward head position) เพียงเล็กน้อยไม่เกิน 20 องศา ลำตัวตั้งตรง แต่การศึกษาของ Sanders และ Michalak[5] พบว่าทันตแพทย์มักทำงานในท่าที่ก้มหลังส่วนบนมากกว่า 30 องศา พร้อมกับการเอียงและบิดลำตัว และมีการยกแขนในองศาที่มากกว่า 45 องศาร่วมด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ Marklin and Cherney[6] ที่ศึกษาในทันตแพทย์ 10 คน และผู้ช่วยทันตแพทย์ 10 คน พบว่ามีการก้มหลังส่วนบนอย่างน้อย 30 องศาคิดเป็นเวลาร้อยละ 85 ของการทำงานในแต่ละครั้ง พร้อมกับการยกแขนอย่างน้อย 30 องศา คิดเป็นเวลาร้อยละ 45 ในข้างซ้าย และร้อยละ 34 ในข้างขวาของการทำงานในแต่ละครั้ง รวมถึงยังคงสภาพอยู่ในท่าเหล่านี้เป็นเวลานาน ส่งผลให้กล้ามเนื้อบริเวณดังกล่าวเกิดอาการเมื่อยล้า

มีการสำรวจความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงานในนิสิตทันตแพทย์ของ 2 มหาวิทยาลัยในประเทศบราซิล โดยสุ่มตัวอย่างประชากรจำนวน 227 คน จากภาคการศึกษาที่ 5 - 9 (ชั้นคลินิก) ซึ่งเป็นระดับชั้นที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงานมากที่สุด เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ซึ่งเป็นคำถามปลายปิดจำนวน 20 ข้อ เกี่ยวกับอาการเจ็บปวดของนิสิตทันตแพทย์ โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งระดับความเจ็บปวดตามการศึกษาของ Oliveira[7] ทำการสัมภาษณ์ 2 ครั้ง ระยะเวลาห่างกัน 1 เดือน และใช้คำถามเดิม ผลการวิจัยพบว่านิสิตทันตแพทย์ร้อยละ 77.5 ไม่ตระหนักถึงอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน มีเพียงร้อยละ 18.5 ที่ตระหนักถึงอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน มีจำนวนไม่น้อยระบุว่าไม่เคยเรียนเกี่ยวกับลักษณะท่าทางการทำงานที่เหมาะสมในหลักสูตรโดยตรง (ร้อยละ 54.2) แต่ส่วนมากเคยได้รับการแนะนำถึงลักษณะท่าทางการทำงานที่เหมาะสม (ร้อยละ 85) ทั้งนี้พบว่าร้อยละ 18.5 ได้รับการวินิจฉัยว่ามีอาการของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน และร้อยละ 64.3 มีการป้องกันตัวเองเพื่อไม่ให้เกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน โดยแบ่งมีลักษณะท่าทางการทำงานที่เหมาะสม (ร้อยละ 14.1) ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม (ร้อยละ 3.1) มีการหยุดพักขณะทำงานเมื่อต้องทำงานเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน (ร้อยละ 2.2) มีการผ่อนคลายกล้ามเนื้อเป็นระยะขณะทำงาน (ร้อยละ 1.8) และมีการป้องกันในลักษณะเหล่านี้มากกว่า 1 อย่างขึ้นไป (ร้อยละ 41) และจากงานวิจัยนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการออกกำลังกายต่อภาวะความเจ็บปวดขณะทำงานทางทันตกรรม[8]

การประเมินความเสี่ยงการเกิดอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากการทำงานต้องอาศัยการวิเคราะห์งาน เครื่องมือที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์งานมีหลายอย่าง การวิเคราะห์งานทางกายภาพ ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดความเร่ง (Accelerometer sensor) เซ็นเซอร์วัดความเอียง (Inclinometer sensor) เครื่องมือวัดมุม (Goniometer) เป็นต้น เซ็นเซอร์วัดความเร่งสามารถใช้วัดว่าวัตถุนั้นอยู่ในสถานะนิ่งเฉย เคลื่อนไหวทันทีทันใด หรือหยุดทันทีทันใด ทำให้เครื่องวัดความเร่งเป็นตัวจับสัญญาณสำหรับบอกสถานะการเอียงได้เป็นอย่างดี มีหลายการศึกษาที่นำตัวจับสัญญาณความเร่งมาใช้วัดการเคลื่อนไหวของร่างกาย ซึ่งสามารถวัดได้สามมิติและครบทุกตำแหน่งของการเคลื่อนที่ และในช่วงหลายปีที่ผ่านมา พบว่าตัวจับสัญญาณความเร่งได้รับความนิยมสูงในการทำงานวิจัยในหลายประเทศ เพราะสามารถใช้วัดได้ทุกบริเวณของร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพและมีความผิดพลาดค่อนข้างน้อยไม่ว่าจะวัดด้วยเทคนิคใดก็ตาม การเก็บข้อมูลจากเครื่องมือนี้มักใช้สำหรับตรวจสอบการเคลื่อนไหวของร่างกายขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ ปัจจุบันมีงานวิจัยทางการแพทย์นำเครื่องมือนี้มาเป็นดัชนีในการวัดสุขภาพ ประเมินคุณภาพชีวิตและป้องกันปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อกล้ามเนื้อได้ ข้อดีของการเลือกใช้เครื่องมือนี้ในการวิเคราะห์งาน คือ มีความถูกต้อง แม่นยำ ให้ผลดีและประยุกต์ใช้งานได้ง่าย[9,10]

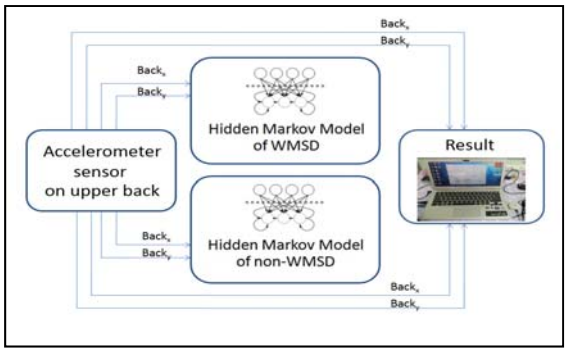
เนื่องจากนิสิตทันตแพทย์ยังมีประสบการณ์ในการทำงานน้อย ขาดทักษะความชำนาญและใช้เวลาในการทำงานที่ค่อนข้างนาน รวมทั้งยังมีการจัดตำแหน่งของผู้ป่วย ตำแหน่งการเข้าทำงานและการวางเครื่องมือไม่เหมาะสม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเก็บข้อมูลท่าทางการทำงานของนิสิตทันตแพทย์โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความเร่งที่นำมาประยุกต์ให้สามารถให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) หรือที่ในการศึกษานี้เรียกว่า “ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ” การศึกษานี้มี**วัตถุประสงค์**เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตำแหน่งของหลังส่วนบนขณะทำงานของนิสิตทันตแพทย์ที่ใช้และไม่ใช้ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ

ทั้งนี้ **การก้มหลังส่วนบน** หมายถึง มีระนาบการเคลื่อนไหวของหลังส่วนบน (บริเวณกระดูกสันหลังส่วนอกชิ้นที่ 4) ในแนวก้ม-เงยเมื่อเทียบกับแนวดิ่ง ตั้งแต่ 0.01 องศาเป็นต้นไป (Instrument flexion) และการ**การเอียงหลังส่วนบน** หมายถึง มีระนาบการเคลื่อนไหวของหลังส่วนบน (บริเวณกระดูกสันหลังส่วนอกชิ้นที่ 4) ในแนวเอียงซ้าย-ขวาเมื่อเทียบกับแนวดิ่ง ตั้งแต่ 0.01 องศาเป็นต้นไป (Instrument lateral flexion)

วิธีการศึกษา

วัสดุอุปกรณ์

1. ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ (Patent Applied: 1303000814) โดยภาพรวมของระบบดังภาพที่ 1 โดยมีส่วนประกอบ คือ ส่วนฮาร์ดแวร์ (ภาพที่ 2) และส่วนซอฟท์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 1 ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ

ภาพที่ 2 ส่วนฮาร์ดแวร์

ภาพที่ 3 ส่วนซอฟท์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์

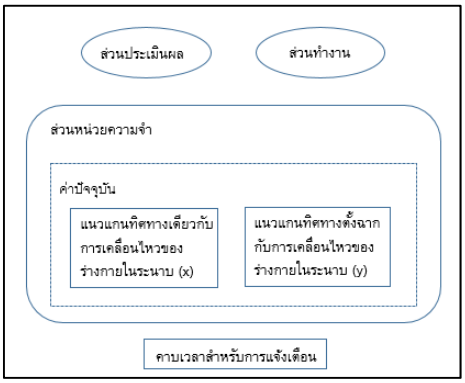
2. เครื่องคอมพิวเตอร์ Laptop ของ Sony (ภาพที่ 4) เพื่อเชื่อมต่อส่วนฮาร์ดแวร์

3. เครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิค (Ultrasonic scaler) รุ่น EMS ผลิตในประเทศสวิสเซอร์แลนด์ โดยให้ตัวอย่างนิสิตทันตแพทย์ทำงานขูดหินน้ำตาล จากนั้นข้อมูลท่าทางการทำงานของตัวอย่างนิสิตทันตแพทย์แต่ละรายถูกบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อไว้ใช้อ้างอิงเพื่อป้อนกลับเป็นสัญญาณเตือนถึงการเคลื่อนไหวถึงองศาที่เริ่มเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

ภาพที่ 4 เครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อส่วนฮาร์ดแวร์

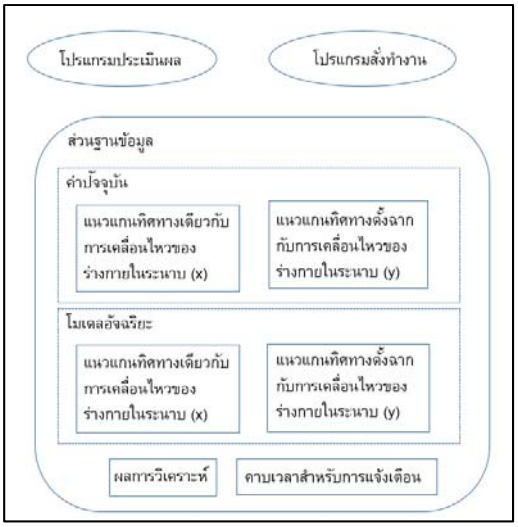
ทฤษฎีและการออกแบบ

งานวิจัยนี้ส่วนหนึ่งเป็นงานวิจัยเชิงนวัตกรรมในการพัฒนาระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ โดยมีส่วนประกอบดังนี้ ส่วนแรก คือ ส่วนฮาร์ดแวร์ (ภาพที่ 2) ประกอบด้วยสมองกล (Microcontroller) ที่ทำงานร่วมกับตัวเซ็นเซอร์วัดความเร่ง และอุปกรณ์สำหรับสั่นซึ่งมีขาอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ (ภาพที่ 4) อีกส่วนคือส่วนซอฟท์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ภาพที่ 3) ทั้งนี้ ส่วนสมองกล ประกอบด้วยส่วนประมวลผลที่ทำงานร่วมกับส่วนสั่งทำงาน และส่วนหน่วยความจำที่แบ่งเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บค่าปัจจุบัน ที่มีข้อมูลค่ามุมในแนวแกนทิศทางเดียวกับการเคลื่อนไหวของร่างกายในระนาบ (x) พร้อมกับมุมในแนวแกนทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนไหวของร่างกายในระนาบ (y) และหน่วยความจำอีกส่วนหนึ่งจะเก็บคาบเวลาสำหรับแจ้งเตือนผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 5



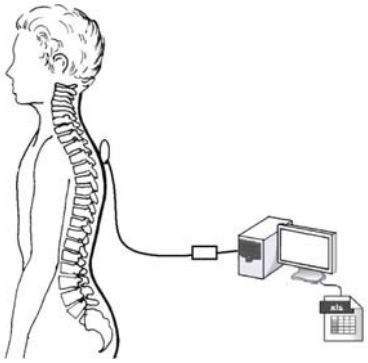
ภาพที่ 5 ส่วนสมองกล

ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยส่วนโปรแกรมประมวลผลที่ทำงานร่วมกับโปรแกรมสั่งทำงาน และส่วนฐานข้อมูลที่แบ่งเป็นฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าปัจจุบัน ที่มีข้อมูลค่ามุมในแนวแกนทิศทางเดียวกับการเคลื่อนไหวของร่างกายในระนาบ (x) พร้อมกับมุมในแนวแกนทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนไหวของร่างกายในระนาบ (y) โดยมีฐานข้อมูลโมเดลอัจฉริยะ สำหรับอ้างอิงการวางท่าทางที่เหมาะสมในการทำงาน ซึ่งมีฐานข้อมูลผลการวิเคราะห์ สำหรับเก็บผลการวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งข้อมูลคาบเวลาสำหรับแจ้งเตือน ผู้ใช้งานให้ปรับปรุงท่าทางให้เหมาะสม เพื่อลดอาการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นได้[11] ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในกระบวนการทำงานของระบบ เมื่อผู้ใช้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดดังรูปที่ 7 เรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่มเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจจับท่าทาง ผู้ใช้ต้องตั้งค่าคาบเวลาสำหรับแจ้งเตือน 3 - 15 วินาที หลังจากนั้นกดปุ่มเริ่มทำงาน ส่วนประมวลผลจะอ่านค่าข้อมูลคาบเวลาสำหรับแจ้งเตือนเข้ามาไว้ในหน่วยความจำสำหรับเก็บคาบเวลาสำหรับแจ้งเตือน ต่อจากนั้นจะเริ่มอ่านค่าท่าทางการเคลื่อนไหวจากตัวเซนเซอร์เข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำค่าปัจจุบัน แล้วส่งต่อไปยังฐานข้อมูลค่าปัจจุบัน แล้วส่วนโปรแกรมประมวลผลเปรียบเทียบค่าปัจจุบันกับค่าในฐานข้อมูลที่ผ่านมา หากค่าดังกล่าวมีค่ามากกว่าข้อมูลในฐานข้อมูล โปรแกรมประมวลผลจะส่งสัญญาณไปยังส่วนสั่งทำงาน เพื่อให้แจ้งเตือนโดยการสั่นอุปกรณ์ตรวจจับท่าทางตามคาบเวลาแจ้งเตือน แล้วแจ้งเตือนผู้ใช้งานให้ปรับท่าทางให้เหมาะสม แต่ในกรณีที่ผู้ใช้งานอยู่ในการทดลองช่วงที่ไม่ป้อนกลับตำแหน่งท่าทางการทำงานเพื่อแจ้งเตือน ระบบจะไม่สั่นแจ้งเตือนผู้ใช้งาน แต่จะบันทึกผลการวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด

ผู้เข้าร่วมงานวิจัย

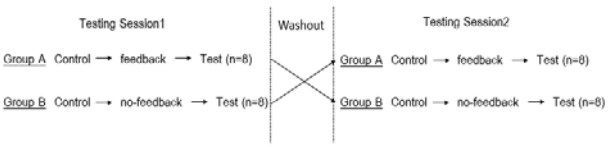
ผู้เข้าร่วมงานวิจัยคือนิสิตทันตแพทย์ ชั้นปีที่ 5 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 16 คน โดยตัวอย่างนิสิตทันตแพทย์ทุกรายให้ความยินยอมเข้าร่วมในงานวิจัย โดยการศึกษานี้ได้รับอนุมัติทางจริยธรรมการศึกษาในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วันที่ 15 พฤศจิกายน 2555 (เลขที่ 21/2555)

วิธีการทดลอง

การเก็บข้อมูลข้อมูลตำแหน่งของหลังส่วนบนทั้ง 2 แกนการเคลื่อนไหวคือแกนก้ม-เงย และแกนซ้าย-ขวา หน่วยเป็นองศา โดยใช้ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม A คือ กลุ่มที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งของท่าทางการทำงาน (feedback) และกลุ่ม B คือกลุ่มที่ไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งของท่าทางการทำงาน (no-feedback) กลุ่มละ 8 คน รูปแบบการทดลองคือ 2 x 2 Crossover design โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกสุ่ม (Randomized allocation) ให้ได้รับลำดับเป็น AB หรือ BA และมีช่วงเวลาหยุดพักก่อนเปลี่ยนวิธีการรักษาเรียกว่า “Washout period” ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ 1 สัปดาห์ เพื่อให้กล้ามเนื้อได้พักและคลายอาการเมื่อยล้า[12] (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 รูปแบบการทดลอง 2 x 2 crossover design

ข้อมูลที่เก็บในการศึกษานี้ คือ ค่ามุมก้ม-เงยและเอียงซ้าย-ขวาของตำแหน่งหลังส่วนบนของกลุ่มผู้ร่วมวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งของท่าทางการทำงาน และกลุ่มที่ไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งของท่าทางการทำงาน

โดยข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งของท่าทางการทำงานที่ให้ เป็นตำแหน่งการกัมเงยที่มากที่สุดที่ไม่ทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยขณะทำงานเฉพาะบุคคล โดยจะบันทึกค่านี้ไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งของท่าทางการทำงาน เครื่องคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณเตือนเพื่อให้ผู้ร่วมวิจัยปรับตำแหน่งใหม่ ในขณะเดียวกันกลุ่มที่ไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งของท่าทางการทำงาน ระบบจะยอมให้ทำงานต่อไปได้ โดยระบบไม่ส่งสัญญาณเตือนใด ๆ แต่จะบันทึกผลการวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว เมื่อได้ข้อมูลจากทั้ง 2 กลุ่มแล้วจะนำค่ามุมก้ม-เงยและเอียงซ้าย-ขวาของตำแหน่งหลังส่วนบนที่ได้ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน

ผู้เข้าร่วมวิจัยติดเซ็นเซอร์วัดความเร่งไว้ที่ตำแหน่งกลางหลังส่วนบนบริเวณกระดูกสันหลังส่วนอกชิ้นที่ 4 เพื่อเก็บข้อมูลค่าองศาการเคลื่อนไหว โดยจัดตำแหน่งของผู้เข้าร่วมวิจัย ดังนี้ Frankfort horizontal plane ขนานแนวระนาบ นั่งหลังตรง ขาตั้งฉาก วางเท้าบนพื้นระนาบ แขนอยู่ข้างลำตัว มือขวาจับเครื่องมือ

ทั้งนี้ “การทำงาน” ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้นิสิตทันตแพทย์ที่ร่วมการวิจัยทำการรักษาทางทันตกรรมโดยการขูดหินน้ำลาย ในผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเหงือกอักเสบเล็กน้อย ดังภาพที่ 9

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนบนตลอดการทำงานของผู้เข้าร่วมวิจัยแล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล

ภาพที่ 9 ผู้ร่วมวิจัยทำงานรักษาทางทันตกรรมโดยการขูดหินน้ำลาย

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองศาของตำแหน่งหลังส่วนบนระหว่างกลุ่มที่ได้รับ feedback และกลุ่มที่ไม่ได้รับ feedback ด้วยสถิติ paired t-test โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS version 11.5 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้เก็บข้อมูลในนิสิตทันตแพทย์จำนวน 16 คน แบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งของท่าทางการทำงานและกลุ่มที่ไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งของท่าทางการทำงาน กลุ่มละ 8 คน รูปแบบการทดลองคือ 2x2 crossover design ข้อมูลที่เก็บรวบรวมและนำมาวิเคราะห์ คือ ค่าองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนบนของนิสิตทันตแพทย์ที่ได้จากโปรแกรม ดังภาพที่ 10 และได้แสดงข้อมูลค่ามุมเอียง (ตารางที่ 1) และมุมก้ม (ตารางที่ 2) ของตำแหน่งหลังส่วนบนที่ได้จากระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะของนิสิตร่วมวิจัยแต่ละรายด้วย

ภาพที่ 10 ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ตารางที่ 1 ค่า**มุมเอียง** (องศา) ของตำแหน่งหลังส่วนบนที่ได้จากระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ

คนที่	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ มุมเอียง (องศา)					
	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10		เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50		เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90	
	no-feedback	feedback	no-feedback	feedback	no-feedback	feedback
1	3.7	0	8	1.3	11.3	3.5
2	4.1	3.5	5.5	5.5	8	8.6
3	4.7	1.6	8.5	8	10	9
4	3.7	1	6	1.5	8.3	5
5	7	0.7	15.5	3.5	20	7.6
6	0	0	1	0	2	2
7	3.7	6	6	10	11	12
8	5	8	6	13.5	9	16.5
9	0	4.7	4	9	11	10.3
10	5	1	14	2.3	23	2.6
11	16	8.7	25	10.5	26	12.5
12	6	3	10.5	9	19	11.3
13	3	1	12	4.5	19	8.3
14	13	0	15.5	3.5	19	9
15	10	3.4	22	5.5	35	6.3
16	4.38	2.87	6.74	3.98	8.56	6.35
เฉลี่ย	5.58±4.24	2.84±2.77	10.39±6.58	5.72±3.87	15.01±8.44	8.17±3.89

ตารางที่ 2 ค่า**มุมก้ม** (องศา) ของตำแหน่งหลังส่วนบนที่ได้จากระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ

คนที่	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ มุมก้ม (องศา)					
	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10		เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50		เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90	
	no-feedback	feedback	no-feedback	feedback	no-feedback	feedback
1	3.8	14.2	36	20	36.3	22.6
2	22.4	19.3	27.5	29.5	43.3	33.9
3	15	12.9	19	15.5	21	16
4	10	29.4	13.5	33.5	18	38.7
5	9.7	9.1	13.5	11.5	18.6	16
6	20.1	10	22	29	29	29.3
7	14.1	2	22	4.5	31	10
8	15.7	3	17.5	15	20.3	17
9	24.8	15	36.5	28.5	40.5	32
10	25	10	27	25.5	31.9	33
11	22.7	5	23	7.5	26	11
12	27.8	2	32.5	6.5	37	18
13	37.7	24	39	26.5	39.3	32
14	24.4	13	35	21.5	38.1	28
15	26.4	4	31	15	33.9	35
16	7.63	8.12	8.47	9.31	8.99	9.48
เฉลี่ย	19.20 ± 8.9	11.31 ± 7.89	25.22 ± 9.32	18.68 ± 9.34	29.57 ± 9.83	23.87 ± 9.9

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองศาของตำแหน่งหลังส่วนบนที่ได้จากจากระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ โดย paired t-test

เปอร์เซ็นต์ไทล์	กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	
		มุมก้ม (องศา)	มุมเอียง (องศา)
10	feedback	11.31 ± 7.89	2.84 ± 2.77
	no-feedback	19.20 ± 8.9	5.58 ± 4.24
	P-value	0.016	0.024
50	feedback	18.68 ± 9.34	5.72 ± 3.87
	no-feedback	25.22 ± 9.32	10.39 ± 6.58
	P-value	0.036	0.021
90	feedback	23.87 ± 9.9	8.17 ± 3.89
	no-feedback	29.57 ± 9.83	15.01 ± 8.44
	P-value	0.037	0.009

การศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบท่าทางในขณะทำงานของนิสิตทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ใช้และไม่ใช้ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ ดังตารางที่ 3 พบว่าท่าทางในการทำงานของนิสิตทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒในกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งท่าทางทั้งในแนวระนาบ (มุมเอียง) และแนวดิ่ง (มุมก้ม) มีค่าเฉลี่ยองศาการทำงานน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งท่าทาง ทั้งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10, 50 และ 90 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ทุกการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 3) เช่น สำหรับมุมก้มนั้นกลุ่มที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับจะมีองศาที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10, 50 และ 90 เท่ากับ 11.31 ± 7.89, 18.68 ± 9.34 และ 23.87 ± 9.9 องศาตามลำดับ ส่วนในกลุ่มที่ไม่ได้ข้อมูลป้อนกลับเท่ากับ 19.20 ± 8.9, 25.22 ± 9.32 และ 29.57 ± 9.83 องศาตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่ามุมองศาในกลุ่มที่มีการป้อนกลับนั้น มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ป้อนกลับทุกเปอร์เซ็นต์ไทล์ และเมื่อพิจารณาค่าองศาการเอียงศีรษะ (แนวระนาบ) ก็พบว่ากลุ่มที่ได้รับการป้อนกลับข้อมูลมีค่ามุมองศาที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10, 50 และ 90 เท่ากับ 2.84 ± 2.77, 5.72 ± 3.87 และ 8.17 ± 3.89 องศาตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าในกลุ่มที่ไม่มีการป้อนกลับข้อมูล ซึ่งเท่ากับ 5.58 ± 4.24, 10.39 ± 6.58 และ 15.01 ± 8.44 องศาตามลำดับ

อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาพบว่าวิชาชีพทันตแพทย์มีความผิดปกติของระบบโครงกระดูกและกล้ามเนื้อมาก ความผิดปกติเหล่านี้มาจากหลายปัจจัย เช่น ลักษณะเครื่องมือในการทำงาน วิธีการทำงานและท่าทางในขณะทำงาน การทำงานของทันตแพทย์จะมีลักษณะท่าทางในการทำงานที่โน้มตัวไปด้านหน้าร่วมกับการเอียงตัวไปด้านข้าง ทำให้มีการตึงตัวของกล้ามเนื้อมากกว่าการโน้มตัวไปด้านหน้าเพียงอย่างเดียว และยังทำให้เกิดแรงลงมากที่บริเวณกระดูกสันหลัง (Cervical spine) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมอาการปวดบริเวณคอและหลังส่วนบน[13-15]

องค์กรด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของประเทศสหรัฐอเมริกา (NIOSH)[16] รายงานถึงความสัมพันธ์อย่างมากระหว่างความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้อและท่าทางในการทำงานที่เกินขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อหลังส่วนบน การศึกษาของ Åkesson และคณะ[17] พบว่าท่าทางการทำงานของทันตแพทย์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกบริเวณหลังส่วนบน และทันตแพทย์ส่วนใหญ่จะอยู่ในท่ากัมหลังส่วนบนที่เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 50 คือมากกว่า 39 องศา ทั้งนี้ค่าดังกล่าวมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยนี้ อาจเป็นเพราะมีตำแหน่งอ้างอิงที่แตกต่างกัน และในการศึกษานี้มีข้อสังเกตว่าค่าองศาตำแหน่งของหลังส่วนบนมีค่าน้อยกว่าในการศึกษาอื่น ๆ อาจมีสาเหตุจากขณะทำการขูดหินน้ำลายนิสิตทันตแพทย์ผู้เข้าร่วมวิจัยมีการกัมศีรษะร่วมด้วย

งานวิจัยนี้ส่วนหนึ่งเป็นการพัฒนาระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ ประกอบด้วยส่วนฮาร์ดแวร์ ซึ่งประกอบด้วย สมองกล (Microcontroller) ที่ทำงานร่วมกับตัวเซ็นเซอร์วัดความเร่ง (Accelerometer) และอุปกรณ์สำหรับสั่น และส่วนซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเก็บข้อมูลค่าองศาของตำแหน่งหลังส่วนบนทั้งแนวกัม-เงยและเอียงซ้าย-ขวา ผลการศึกษาพบว่าค่าองศาการทำงานทั้งในแนวราบและแนวดิ่งของกลุ่มที่ไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งท่าทาง และกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งท่าทางการทำงานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P < 0.05$

มีหลายงานวิจัยที่ได้ทดลองนำเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับมาใช้ Wong และคณะ[18] ได้ศึกษาการใช้เครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือน (Audio feedback) ในการฝึกการควบคุมท่าทางของ

ร่างกายในผู้ป่วยวัยรุ่นที่มีอาการหลังเอียงแต่กำเนิดโดยไม่ทราบสาเหตุ (Adolescent idiopathic scoliosis; AIS) โดยนำเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือนมาใช้กับผู้ป่วยวัยรุ่นที่มีอาการหลังเอียงแต่กำเนิดโดยไม่ทราบสาเหตุจำนวน 16 คน เป็นเวลา 18 เดือน พบว่าผู้ป่วยจำนวน 5 คน มีการเจริญเติบโตได้อย่างปกติและสามารถป้องกันการเพิ่มความโค้งของกระดูกสันหลังได้ มีผู้ป่วยจำนวน 4 คนยังคงต้องใช้เครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือนต่อไปเนื่องจากยังมีการเจริญเติบโตของร่างกายอยู่ พบว่าผู้ป่วยกลุ่มนี้มีความโค้งของกระดูกสันหลังเพิ่มขึ้นแต่ไม่มากเท่าที่ควร มีผู้ป่วยจำนวน 4 คนที่พบว่ามีการคดของกระดูกสันหลังเพิ่มขึ้น โดยจำนวน 2 คนจากทั้งหมดจะต้องใช้กายอุปกรณ์เสริมชนิดแข็ง (Rigid orthoses) และ 2 คนที่เหลือต้องเข้ารับการผ่าตัด ผู้ป่วยที่เหลือได้ออกจากการศึกษานี้ เนื่องจากผู้ป่วยส่วนหนึ่งไม่สามารถติดตามผลได้และอีกส่วนหนึ่งไม่ให้ความร่วมมือในการศึกษา เช่น การใส่เครื่องมือไม่สม่ำเสมอ เป็นต้น จะเห็นว่าเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือนให้ผลสำเร็จในการควบคุมท่าทางของร่างกายได้คิดเป็นร้อยละ 69 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการใช้กายอุปกรณ์เสริมชนิดแข็งร้อยละ 72 ข้อดีของเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือนเมื่อเทียบกับการใส่กายอุปกรณ์เสริมชนิดแข็งคือ สามารถเก็บบันทึกข้อมูลการใช้งานของเครื่องได้ ทำให้สามารถทราบความร่วมมือของผู้ป่วยว่าได้ใส่เครื่องมือนี้หรือไม่ อีกทั้งเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือนยังเป็นที่พึงพอใจของผู้ป่วยเนื่องจากเครื่องมือมีขนาดเล็กกว่ากายอุปกรณ์เสริมชนิดแข็ง ช่วยลดผลกระทบต่อการเข้าสังคม นอกจากนี้ ยังไม่ทำให้กล้ามเนื้อกระดูกสันหลังฝ่อลีบ กระดูกซี่โครงผิดรูป ผิวหนังลอก และความผิดปกติของทางเดินอาหาร

Wu[19] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับทันที (Real-time visual feedback) มาใช้ในการบอกจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายเพื่อใช้ในการฝึกการทรงตัวของผู้ป่วยสูงอายุที่เป็นโรคชาบริเวณเส้นประสาทส่วนปลาย (Peripheral neuropathy) โดยจะประเมินการทรงตัวของผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนได้รับการฝึก วันแรกทุกสัปดาห์ของการฝึก และหลังจากได้รับการฝึก ข้อมูลที่ได้ก่อนเริ่มการฝึก พบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยจะล้มลงใน 8 - 20 วิธีทดสอบจาก 30 วิธีทดสอบ และมีแรงล้มสูงสุดที่ร้อยละ 40 – 80 ของน้ำหนักตัว และเวลาน้อยสุดที่ทรงตัวอยู่ได้คือ 1 วินาที หลังจากเริ่มการทดสอบ จากนั้นเมื่อได้รับการฝึกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนสามารถทรงตัวได้นานขึ้น มีจำนวนครั้งของการล้มและแรงจากการล้มที่ลดลง จึงกล่าวได้ว่าการฝึกการทรงตัวของผู้ป่วยสูงอายุที่เป็นโรคชาบริเวณเส้นประสาทส่วนปลาย โดยนำเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีมาใช้บอกจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายทำให้สามารถให้ผลการฝึกที่ดีกว่า นอกจากนี้ ยังทำให้ผู้ป่วยมีความมั่นใจการทรงตัวมากขึ้น โดยการศึกษาก่อนหน้านี้เคยมีรายงานความสำเร็จของการใช้เครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก (Hemiplegia) และผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของระบบการทรงตัว (Vestibular disorders) และจากงานวิจัยของ Aruni และคณะ[20] ที่ใช้โปรแกรมวัดองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวโดยมีการใช้ระบบให้ข้อมูลป้อนกลับ (Real-time system with assistive feedback) เพื่อประเมินความสามารถในการทรงตัว โดยแบ่งผู้ร่วมวิจัยออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่มองไม่เห็นขณะทดสอบ และกลุ่มที่มองเห็นขณะทดสอบ โดยทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับการทดสอบโดยการติดเซ็นเซอร์วัดองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวไว้ที่ด้านหลัง ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่มองไม่เห็นขณะทดลองนั้นมีการเคลื่อนไหวของลำตัวมากกว่าทั้งส่วนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับและส่วนที่ไม่ให้ข้อมูลป้อนกลับ คือ 0.86 ± 0.23 องศา และ 1.92 ± 0.88 องศา ตามลำดับและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่กลุ่มที่มองเห็นขณะทดลองนั้นมีการเคลื่อนไหวของลำตัวในส่วนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับและส่วนที่ไม่ให้ข้อมูลป้อนกลับ คือ 0.78 ± 0.24 องศา และ 0.92 ± 0.33 องศา ตามลำดับและมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสรุปได้ว่าการได้รับข้อมูลป้อนกลับสามารถควบคุมตำแหน่งการทำงานและความสมดุลของร่างกายได้ดีกว่า โปรแกรมนี้สามารถนำไปพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น เครื่องฝึกการทรงตัว เครื่องฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย เครื่องปรับปรุงท่าทางในการทำงาน เป็นต้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Alahakone และ Senanayake[21] พบว่าเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับชนิดสั่น (Vibrotactile biofeedback) จะช่วยพัฒนาลักษณะการเดินของผู้ป่วยที่มีอาการเดินต่อเท้าในแนวเส้นตรงไม่ได้ เนื่องจากมีพยาธิสภาพข้างใดข้างข้างหนึ่ง (Tandem gait) ซึ่งดีกว่าปล่อยให้คนไข้ฝึกปฏิบัติเพียงอย่างเดียว

มีหลายการศึกษาได้ทำการทดลองโดยใช้เครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือน (Auditory biofeedback) ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ยืนบนแผ่นโฟมพร้อมทั้งติดเครื่องมือที่ใช้ในการวัดการเคลื่อนไหวและการทรงตัวของร่างกาย พบว่าเมื่อให้ข้อมูลป้อนกลับ ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจะมีการเคลื่อนไหวของร่างกายในแนวหน้าหลังและแนวซ้ายขวาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือมีการทรงตัวที่ดีขึ้น[22,23]

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาของ Gopalai และ Senanayake[24] เกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับชนิดสั่น ในกลุ่มทดลองจำนวน 12 คน โดยแบ่งเป็นเพศชาย 6 คนและหญิง 6 คน โดยกลุ่มทดลองติดเครื่องมือบริเวณหลังส่วนล่างและยืนทรงตัวบนเครื่อง ซึ่งผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองมีการเคลื่อนไหวของร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือมีการทรงตัวที่ดีขึ้นเมื่อให้ข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองในนิสิตทันตแพทย์เมื่อให้ข้อมูลป้อนกลับเช่นเดียวกัน คือค่าองศาในแนวที่ก้มไปด้านหน้าและเอียงตัวไปด้านข้างของนิสิตทันตแพทย์จะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 10, 50 และ 90

จากการศึกษาครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าการปฏิบัติงานทันตกรรมมีแนวโน้มสูงที่จะเกิดอาการปวดของกล้ามเนื้อและกระดูก งานวิจัยนี้คาดหวังให้นิสิตทันตแพทย์ได้เพิ่มความตระหนักในท่าทางการทำงาน ฝึกการปฏิบัติงานทางคลินิกในท่าทางที่ถูกต้องเพื่อให้เกิดการจดจำของกล้ามเนื้อต่าง ๆ การใช้ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการ

เจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้นิสิตทันตแพทย์ปรับท่าการทำงานให้ร่างกายส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะหลังส่วนบนอยู่ในสภาวะปกติและสมดุล เพื่อการป้องกันการเกิดอาการปวดของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการประกอบวิชาชีพและคุณภาพชีวิตในการประกอบวิชาชีพในอนาคต

สรุปผลการทดลอง

เนื่องจากนิสิตทันตแพทย์ ยังมีประสบการณ์ในการทำงานน้อย ขาดทักษะความชำนาญและใช้ระยะเวลาในการทำงานที่ค่อนข้างนาน รวมถึงมีการจัดตำแหน่งของผู้ป่วย ตำแหน่งการทำงานและการวางเครื่องมือที่ไม่เหมาะสม มีแนวโน้มสูงที่จะเกิดอาการปวดของกล้ามเนื้อและกระดูก การนำระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะมาใช้ในการจัดท่าทางการทำงานของนิสิตทันตแพทย์ สามารถช่วยให้นิสิตทันตแพทย์จดจำท่าทางและองศาการทำงานที่ถูกต้อง ซึ่งส่งผลให้มีท่าทางการทำงานที่ถูกต้องในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการพัฒนาระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ

References

1. Melis M, Abou-Atme YS, Cottogno L, Pittau R. Upper body musculoskeletal symptoms in Sardinian dental students. *J Can Dent Assoc* 2004;70(5):306-310.
2. Morse T, Bruneau H, Michalak-Turcotte C, et al. Musculoskeletal disorders of the neck and shoulder in dental hygienists and dental hygiene students. *J Dent Hyg* 2007;81(1):10.
3. Barry R, Woodall W, Mahan J. Postural changes in dental hygienists. Four-year longitudinal study. *J Dent Hyg* 1992;66(3):147-150.
4. Valachi B, Valachi K. Preventing musculoskeletal disorders in clinical dentistry; Stratedies to address the mechanisms leading to musculoskeletal disorders. *J Am Dent Assoc* 2003;134:1604-1612.
5. Sanders M, Michalak TC. Preventing work-related MSDs in dental hygienists. . In: Sanders M (ed.). Ergonomics and the management of musculoskeletal disorders, 2nd ed. St. Louis, MO. Butterworth Heinemann, 2004: pp.448-469.
6. Marklin R, Cherney K. Working postures of dentists and dental hygienists. *J Calif Dent Assoc* 2005;33(2):133-136.
7. Oliveira C, Renata P, Simone G, et al. Risk and protection: Looking for an equilibrium that provides resilience. *Psicologia* 2004;20:135–143.
8. de Carvalho MV, Soriano EP, de França Caldas A Jr, et al. Work-related musculoskeletal disorders among Brazilian dental students. *J Dent Educ* 2009;73(5):624-630.
9. Gietzelt M, Schnabel S, Wolf KH, et al. A method to align the coordinate system of accelerometers to the axes of a human body: The depitch algorithm. *Comput Methods Programs Biomed* 2012; 106(2):97-103.
10. Kemp B, Janssen AJ, van der Kamp B. Body position can be monitored in 3D using miniature accelerometers and earth-magnetic field sensors. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1998;109(6):484-488.
11. Thanathornwong B, Suebnukarn S, Songpaisan Y, et al. A system for predicting and preventing work related musculoskeletal disorders among dentists. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2014; 17(2):177-185.
12. de Brito Vieira WH, Bezerra RM, Queiroz RA, et.al. Use of low-level laser therapy (808 nm) to muscle fatigue resistance: A randomized double-blind crossover trial. *Photomed Laser Surg* 2014;32(12):678-85.
13. Valachi E, Valachi K. Mechanism leading to musculoskeletal disorders in dentistry. *JADA* 2003;134:1344-1350.
14. Milerad E, Ekenvall L. Symptoms of the neck and upper extremities in dentists. *Scand J Work Environ Health* 1990;16:129-134.
15. Alexopoulos EC, Stathi LC, Charizani F. Prevalence of musculoskeletal disorders in dentists. *BMC Musculoskelet Disord* 2004;5:16.
16. WHO. A review of "Identification and Control of Work-Related Diseases." WHO Technical Report Series 714. Geneva. WHO, 1985: p.174.
17. A°kesson I, Hansson G-A°, Balogh I, Moritz U, Skerfving S. Quantifying work load in neck, shoulders and wrists in female dentists. *Int Arch Occup Environ Health* 1997:69:461-474.
18. Wong MS, Mak AF, Luk KD, et al. Effectiveness of audio-biofeedback in postural training for adolescent idiopathic scoliosis patients. *Prosthet Orthot Int* 2001;25:60-70.
19. Wu G. Real-time feedback of body center of gravity for postural training of elderly patients with peripheral neuropathy. *IEEE Trans Rehabil Eng* 1997;5:399-402.
20. Alahakone AU, Senanayake SMNA. A real-time interactive biofeedback system for sport training and rehabilitation. *J Sports Eng Technol* 2010;224:181–190.
21. Alahakone AU, Senanayake SMNA. A real-time system with assistive feedback for postural control in rehabilitation. *Mechatronics* 2010; 15:226-233.
22. Horak B, Dozza M, Peterka R, et al. Vibrotactile biofeedback improves tandem gait in patients with unilateral vestibular loss. *Ann N Y Acad Sci* 2009:1164:279-281.
23. Dozza M, Chiari L, Horak FB. Audio-biofeedback improves balance in patients with bilateral vestibular loss. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86:1401-1403.
24. Gopalai AA, Senanayake SMNA. A wearable real-time intelligent posture corrective system using vibrotactile feedback. *Mechatronics* 2011;16:827-834.

Editorial note
Manuscript received in original form on February 19, 2014;
accepted in final form on December 26, 2014