การศึกษาเปรียบเทียบมุมการเคลื่อนไหวของศีรษะและแขนส่วนบนของนักศึกษาทันตแพทย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในขณะฝึกปฏิบัติงานทันตกรรมด้วยอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะที่มีและไม่มีการป้อนกลับ

พรสวรรค์ ธนธรวงศ์* ณัฐวดี เองสมบุญ**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาเปรียบเทียบมุมการเคลื่อนไหวของศีรษะและแขนส่วนบนในการฝึกปฏิบัติงานทันตกรรมของนักศึกษาทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒชั้นปีที่ 6 กลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวกับกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวและได้รับข้อมูลป้อนกลับโดยใช้อุปกรณ์การฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ (Intelligent Ergonomic Trainer: IET)

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: การศึกษานี้เป็นการทดลองทางคลินิกแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม โดยแบ่งนักศึกษาทันตแพทย์ปีที่ 6 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒจำนวน 16 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คนด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย คือ กลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวและกลุ่มที่บันทึกการเคลื่อนไหวและได้ข้อมูลป้อนกลับ ผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับการติดเซ็นเซอร์จำนวน 4 ตัว ไว้ที่ ข้างแว่นตา กึ่งกลางแขนส่วนบนด้านขวา เก้าอี้ทันตแพทย์ และที่รองศีรษะผู้ป่วย ขณะทำการเตรียมโพรงฟันสำหรับอมัลกัมแบบที่ 1 ในฟันกรามใหญ่ซี่ที่หนึ่งบนด้านขวา โดยทำการวิจัยจำนวน 3 วัน ข้อมูลจะถูกส่งจากเซ็นเซอร์เข้าสู่ระบบวิเคราะห์ทางการยศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์องศาการเคลื่อนไหว คือ การก้มและเงยศีรษะ และการกางและหุบแขน จากนั้นนำไปวิเคราะห์สถิติด้วย paired t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมุมองศาการเคลื่อนไหวระหว่างการฝึกและหลังการฝึกกับข้อมูลพื้นฐาน

ผลการทดลอง: พบว่าเมื่อเปรียบเทียบทั้งกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะโดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ (with feedback) และกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว (without feedback) นั้น ค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของศีรษะของกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะโดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับมีองศาการเคลื่อนไหวลดลงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของแขนส่วนบนของกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ โดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ มีการพัฒนาที่ดีขึ้นทั้งระหว่างการฝึกและหลังการฝึก คือองศาการเคลื่อนไหวลดลงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว ค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของแขนระหว่างการฝึกและหลังการฝึกเมื่อเทียบกับข้อมูลพื้นฐาน พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทสรุป: การใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะและได้ข้อมูลป้อนกลับ ช่วยลดการเคลื่อนไหวของแขนส่วนบนเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว การใช้อุปกรณ์นี้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาท่าทางการทำงานให้เหมาะสม

คำสำคัญ : อาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ การให้ข้อมูลป้อนกลับ ระบบเฉพาะส่วนบุคคล อุปกรณ์การยศาสตร์

**รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่ 114 สุขุมวิท 23 คลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110*

***อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่ 114 สุขุมวิท 23 คลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110*

A comparative study of head and upper arm movement angle among Srinakharinwirot University dental students during the Intelligent Ergonomics Trainer with or without feedback

Bhornsawan Thanathornwong* Nutthawadee Engsomboon**

Abstract

Objective: This study aims to compare the dental working posture with and without feedback from the Intelligent Ergonomic Trainer (IET) in the 6th year dental students of Srinakharinwirot University.

Materials and Methods: The present study was randomized control trial 16 Srinakharinwirot University dental students were divided into 2 groups (n=8), the IET with feedback group and the IET without feedback group by simple random sampling. Both group's body position angles; head flexion-extension, arm adduction-abduction; were analyzed while preparing a class I Amalgam cavity, by connecting sensors to 4 areas; the dentist's eyeglasses, right upper arm, the patient's headrest, and dental stool. Each subject was experimented for 3 days. The collected data were compared head and upper arm angles during and after practice with the baseline values and the statistical data were obtained using the paired t-test.

Results: The results found that when comparing both groups of participants, (with feedback group and without feedback group), the a mean of head movement angles of with feedback groups had a lower degree of movement relative to the mean of the basic movement degrees with statistically significant. The mean of upper arms movement degree of the with feedback group showed improvement in both during and after training i.e., the degrees of mobility were significantly lower at the 95% confidence interval ($p < 0.05$). On the other hand, the mean degree of arm movement of the without feedback group showed no statistically significant at the 95% confidence interval ($p < 0.05$) in both during and after training compared to baseline.

Conclusion: Using intelligent ergonomic training with feedback can reduces the movement of the upper arms, compared to a group without feedback. As an alternative, one that can be used to promote the proper position in participants.

Key words: Musculoskeletal disorders, feedback, Personalization, Intelligent Ergonomics Trainer

**Associate professor, Department of General Dentistry, Faculty of dentistry, Srinakharinwirot University Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110*

***Lecturer, Department of General Dentistry, Faculty of dentistry, Srinakharinwirot University Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110*

บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษาอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในกลุ่มทันตแพทย์และทันตบุคลากรมากมาย แต่การศึกษาอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในกลุ่มนักศึกษาทันตแพทย์ยังมีจำนวนไม่มาก มีรายงานว่านักศึกษาทันตแพทย์ที่เริ่มปฏิบัติงานในระดับคลินิกพบว่ามีปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อมากขึ้น โดยร้อยละ 46 ของนักศึกษาทันตแพทยศาสตร์มีอาการปวดบริเวณหลังส่วนบน (upper back pain) และจะมีอาการเพิ่มมากขึ้นเมื่อฝึกปฏิบัติในชั้นปีที่สูงขึ้น [1, 2] ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานของ Barry และคณะ [3] ที่พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงานในนักศึกษาทันตแพทย์ เนื่องจากมีท่าทางที่ไม่สมดุลในการฝึกปฏิบัติระดับคลินิกช่วงสองปีแรก

Valachi และ Valachi [4] ได้กล่าวถึงท่าทางในขณะทำงานที่เหมาะสมของทันตแพทย์ไว้ว่า ตำแหน่งศีรษะขณะทำงานควรอยู่ในลักษณะก้มมาทางด้านหน้า (forward head position) ไม่เกิน 20 องศาเพื่อมองเห็นบริเวณทำงานได้อย่างชัดเจน แต่จากการศึกษาของ Sanders และ Michalak [5] พบว่า ทันตแพทย์มักจะทำงานในท่าที่ก้มศีรษะมากกว่า 30 องศา พร้อมๆ กับการเอียงศีรษะและหันศีรษะ และมีการกางแขนมากกว่า 45 องศาร่วมด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ Marklin และ Cherney [6] ได้ทำการศึกษาท่าทางขณะทำงานของทันตแพทย์ พบว่า มีการก้มศีรษะอย่างน้อย 30 องศา คิดเป็นเวลาร้อยละ 85 ของการทำงานในแต่ละครั้ง พร้อมกับการกางแขนอย่างน้อย 30 องศา คิดเป็นเวลาร้อยละ 45 ในข้างซ้าย และร้อยละ 34 ในข้างขวาของการทำงานในแต่ละครั้ง รวมถึงยังคงสภาพอยู่ในท่าเหล่านี้เป็นเวลานานทำให้กล้ามเนื้อเกิดอาการเมื่อยล้า

มีหลายการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์งานตามหลักการยศาสตร์เพื่อทราบถึงท่าทางในการปฏิบัติงาน เช่น วิธี RULA (Rapid Upper Limb Assessment) [7] วิธี OWAS (Ovako Working Posture Analysis) [8] และระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ (Intelligent Posture Trainer) (Patent No: 8548) [9] เครื่องมือดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการบาดเจ็บจากการทำงานและได้ถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงท่าทางการทำงาน

ระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ [9] มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เซ็นเซอร์วัดความเร่ง (accelerometer sensor) เพื่อใช้วัดสถานะของวัตถุว่าอยู่ในสถานะนิ่งเฉย เคลื่อนไหวทันทีทันใด หรือ หยุดทันทีทันใด ทำให้สามารถจับสัญญาณการเคลื่อนไหวของร่างกายใน 3 แกน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแม่นยำซึ่งได้รับความนิยมอย่างมากในหลายปีที่ผ่านมา โดยสามารถใช้เก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวของร่างกายขณะทำกิจกรรมต่างๆ [10] นอกจากนี้เคยมีการศึกษาการใช้เซ็นเซอร์วัดความเร่งในการเปรียบเทียบตำแหน่งของหลังส่วนบน รวมถึงการเคลื่อนไหวของศีรษะขณะทำงานเพื่อเก็บข้อมูลองศาการเคลื่อนไหวขณะปฏิบัติงานทางทันตกรรมในนักศึกษาทันตแพทย์ [9]

เนื่องจากนักศึกษาทันตแพทย์ยังมีประสบการณ์ในการทำงานน้อย ขาดทักษะความชำนาญและใช้เวลาในการทำงานที่ค่อนข้างนาน รวมทั้งยังมีการจัดตำแหน่งของผู้ป่วย ตำแหน่งการเข้าทำงานและการวางเครื่องมือไม่เหมาะสมดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ โดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ เพื่อเปรียบเทียบมุมของศีรษะและแขนส่วนบนของนักศึกษาทันตแพทย์ขณะปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบมุมการเคลื่อนไหวของศีรษะและแขนส่วนบนในการฝึกปฏิบัติงานทันตกรรมของนักศึกษาทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ชั้นปีที่ 6 กลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวกับกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวและได้รับข้อมูลป้อนกลับโดยใช้อุปกรณ์การฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1.1 อัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ (ultrasonic sensor) รุ่น XL-MaxSonar-EZ MB1260 2 ตัว

1.2 เซ็นเซอร์วัดความเร่ง (accelerometer sensor) รุ่น MMA7361L 2 ตัว

1.3 โมดูลไร้สาย (wireless RF module) รุ่น XBee Series1 4 ตัว

1.4 คอมพิวเตอร์ หรือ วินโดวส์แท็บเล็ต 1 เครื่อง

2. ยูนิตทันตกรรม พร้อมเก้าอี้สำหรับทันตแพทย์ 1 ตัว

3. แว่นตาสำหรับติดเซ็นเซอร์วัดความเร่ง 1 ชิ้น

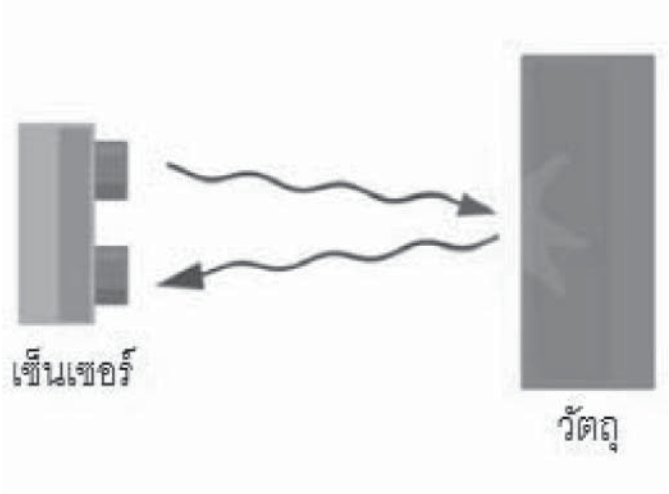
4. สายรัดต้นแขนสำหรับติดเซ็นเซอร์วัดความเร่ง 1 ชิ้น

5. หัวหุ่นจำลอง (Phantom head) และโมเดลซี่ฟัน บริษัท Nissin ประเทศญี่ปุ่น

6. อุปกรณ์การกรอฟันพลาสติก ได้แก่ ด้ามกรอความเร็วสูง (airotor) หัวเข็มกรอฟันชนิดเพชรลักษณะทรงกระบอก (diamond straight fissure bur)

ทฤษฎีและการออกแบบ

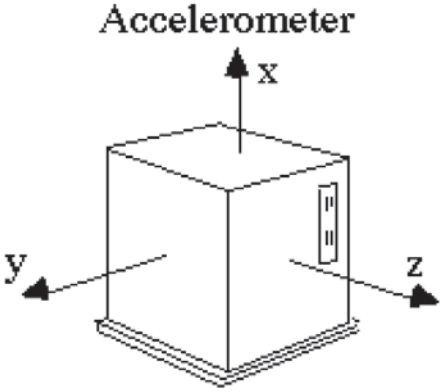
ในงานวิจัยนี้ส่วนหนึ่งเป็นงานวิจัยเชิงนวัตกรรมในการพัฒนาอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถนั่งทำงานได้อย่างถูกต้องตามหลักสรีระศาสตร์ โดยมีส่วนประกอบดังนี้ สมองกล (micro-controller) ที่ทำงานร่วมกับตัวเซ็นเซอร์วัดความเร่งและอัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ อีกส่วนคือส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ถูกเขียนขึ้นมาจากภาษาซีพลัสพลัส (C++) ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (windows) นั้นประกอบด้วยสองส่วนหลักๆ ได้แก่ Clinical setting และ Posture monitoring โดยที่อัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ (รูปที่ 1) จะใช้ในการตรวจวัดระยะของจุดติดตั้งเทียบกับพื้นห้อง มีหลักการทำงานโดยการปล่อยคลื่นเสียงความถี่สูงไปกระทบกับพื้นผิวของวัตถุ คลื่นเสียงความถี่สูงนี้จะสะท้อนกลับมายังตัวรับสัญญาณ ทำให้สามารถคำนวณหาระยะทางระหว่างวัตถุกับเซ็นเซอร์ได้โดยการเปรียบเทียบระยะทางกับช่วงเวลาของการสะท้อนกลับของคลื่นเสียง



รูปที่ 1 อัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์

Fig 1. Ultrasonic sensors

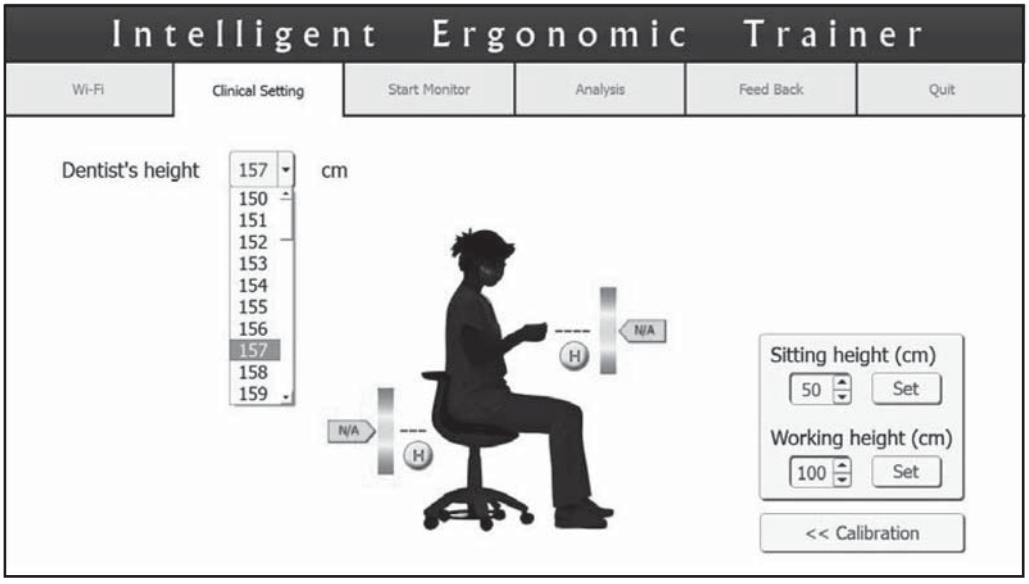
เซ็นเซอร์วัดความเร่ง (รูปที่ 2) จะใช้ในการตรวจวัดมุมของจุดติดตั้งเทียบกับมุมอ้างอิงใดๆ ซึ่งประกอบด้วยสปริงและลูกตุ้มน้ำหนัก เมื่อมีแรงกระทำใดๆ และลูกตุ้มน้ำหนักมีการเคลื่อนที่แล้ว เซ็นเซอร์จะนำการเคลื่อนที่ดังกล่าวมาคำนวณหาความเร่งที่มีต่อเซ็นเซอร์ได้ จึงนำมาใช้วัดมุมของวัตถุในขณะหยุดนิ่งได้โดยคำนวณหามุมของเซ็นเซอร์เทียบกับระนาบของโลก ซึ่งจะคำนวณได้จากความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อแกน x-y-z ของเซ็นเซอร์



รูปที่ 2 เซ็นเซอร์วัดความเร่ง

Fig 2. Accelerometer sensors

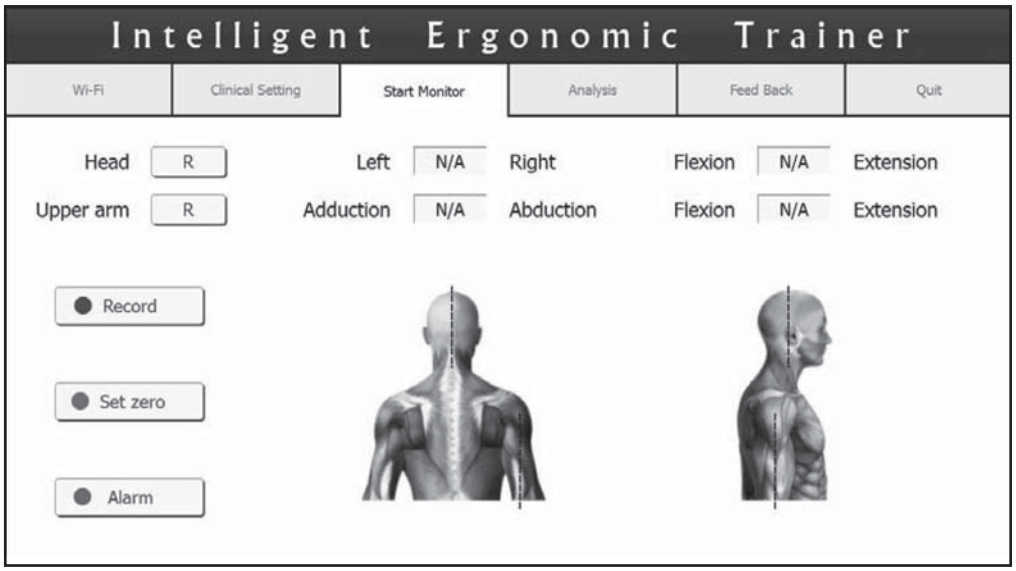
และโมดูลไร้สายจะใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเซ็นเซอร์แต่ละตัวกับคอมพิวเตอร์ ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในส่วนของ Clinical setting ผู้ใช้งานสามารถดูค่าความสูงปัจจุบันและช่วงความสูงที่เหมาะสมของระดับเก้าอี้และระดับที่มือทำงานได้ โดยความสูงที่เหมาะสมจะคำนวณจากส่วนสูงของผู้ใช้งาน ในขณะที่ความสูงปัจจุบันจะได้มาจากการวัดค่าจากอัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 หน้า Clinical Setting

Fig 3. Clinical Setting Page

ในส่วนของ Posture monitoring ผู้ใช้งานสามารถดูค่าความเอียงของศีรษะและแขนส่วนบนโดยเทียบกับแกนตั้งของโลกได้ ซึ่งค่าความเอียงนี้จะได้มาจากการวัดค่าจากเซ็นเซอร์วัดความเร่ง (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 หน้า Posture Monitoring

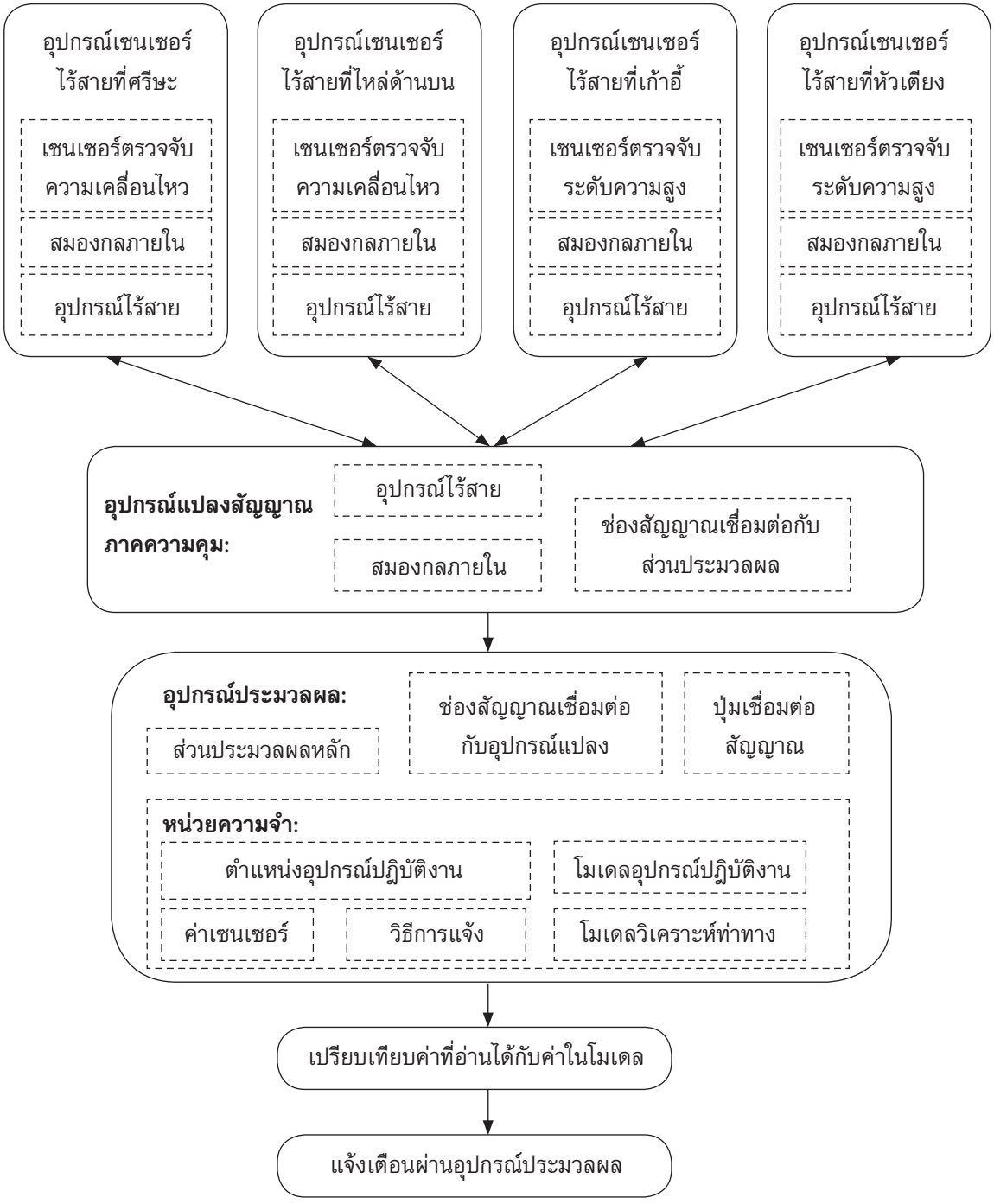
Fig 4. Posture Monitoring Page

ระบบจะแสดงค่าที่วัดได้ในช่องสี่เหลี่ยมด้านบน (หากขึ้น N/A แสดงว่าระบบไม่สามารถเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ได้) โดยที่ค่าเป็นลบหมายถึงค่าความเอียงตามคำอธิบายด้านซ้าย และค่าเป็นบวกหมายถึงค่าความเอียงตามคำอธิบายด้านขวา ก่อนทำการเก็บข้อมูลผู้ใช้งานสามารถ Calibrate เซ็นเซอร์ได้โดยการวัดมุมที่ได้จากอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ เทียบกับเครื่องวัดมุมของข้อต่อ (goniometer) นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถตั้งค่าให้ระบบเตือนหากผู้ใช้งานกำลังนั่งทำงานในท่าทางที่ไม่เหมาะสม และทำการบันทึกค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ทั้งหมดไปยังไฟล์ MS Excel

หลักการทำงาน

เมื่อมีการกดปุ่มเปิด ส่วนประมวลผลหลัก จะสั่งการให้หน้าจอแบบสัมผัสได้สว่างขึ้น แล้วทำการกดที่ปุ่มเชื่อมต่อสัญญาณ ซึ่งส่งผลให้สัญญาณเริ่มผ่านไปยังอุปกรณ์แปลงสัญญาณภาคประมวลผลทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายทั้ง 4 ตำแหน่ง แล้วหน้าจอจะปรากฏระดับพลังงานแบตเตอรี่ของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายของแต่ละตำแหน่งพร้อมทั้งแสดงสัญญาณไฟสีแดงเป็นกระพริบในอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตำแหน่งที่เชื่อมต่อสำเร็จ หลังจากนั้นให้เลือกการตั้งค่าความสูงของผู้ใช้งาน ซึ่งส่วนประมวลผลหลักจะทำการคำนวณระดับความสูงของเก้าอี้และตำแหน่งความสูงของตำแหน่งฐานรองศีรษะผู้ป่วยที่เหมาะสมตามโมเดลอุปกรณ์ปฏิบัติงาน [11] เพื่อให้ผู้ใช้ปรับระดับอุปกรณ์ดังกล่าวตามค่าที่แสดงที่หน้าจอ โดยข้อมูลใหม่นี้จะถูกบันทึกเป็นค่าเริ่มต้นในหน่วยความจำตำแหน่งอุปกรณ์ปฏิบัติงาน แล้วหน้าจอจะเปลี่ยนไปเลือกโมเดลสำหรับการวิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์ด้วยการตั้งค่าองศา โดยองศาการเคลื่อนไหวของศีรษะตั้งค่าไว้ที่ 20 องศา การเคลื่อนไหวของแขนส่วนบนตั้งค่าไว้ที่ 30 องศา [4-6] เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วจะถูกนำไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำโมเดลวิเคราะห์ท่าทาง และหน่วยความจำวิธีการแจ้งเตือนตามลำดับ แล้วหน้าจอจะเข้าสู่โหมดการทำงานทันที ซึ่งผู้ใช้สามารถดูค่าที่วัดได้แบบเวลาจริงที่หน้าจอเริ่มแสดงผล (start monitor) ซึ่งจะแสดงค่าจากอุปกรณ์

เซ็นเซอร์ไร้สายที่ติดตั้งที่ศีรษะด้านบน และที่แขนส่วนบนค่าที่วัดได้จะถูกบันทึกที่หน่วยความจำค่าเซ็นเซอร์ ต่อจากนั้นส่วนประมวลผลหลัก จะนำค่าดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับหน่วยความจำหากค่าดังกล่าวมากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ ส่วนประมวลผลหลักจะทำการแจ้งเตือนทันที โดยให้เป็นเสียงเตือน (audio feedback) (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 หลักการทำงานของอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ

Fig 5. Principles of Intelligence Ergonomic Trainer

ผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยคือนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 16 คน อาสาสมัครทุกคนไม่มีอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อ (myofascial pain) บริเวณต้นคอและไหล่ และให้ความยินยอมเข้าร่วมในงานวิจัย โดยการศึกษานี้ได้รับอนุมัติทางจริยธรรมการศึกษาในมนุษย์ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

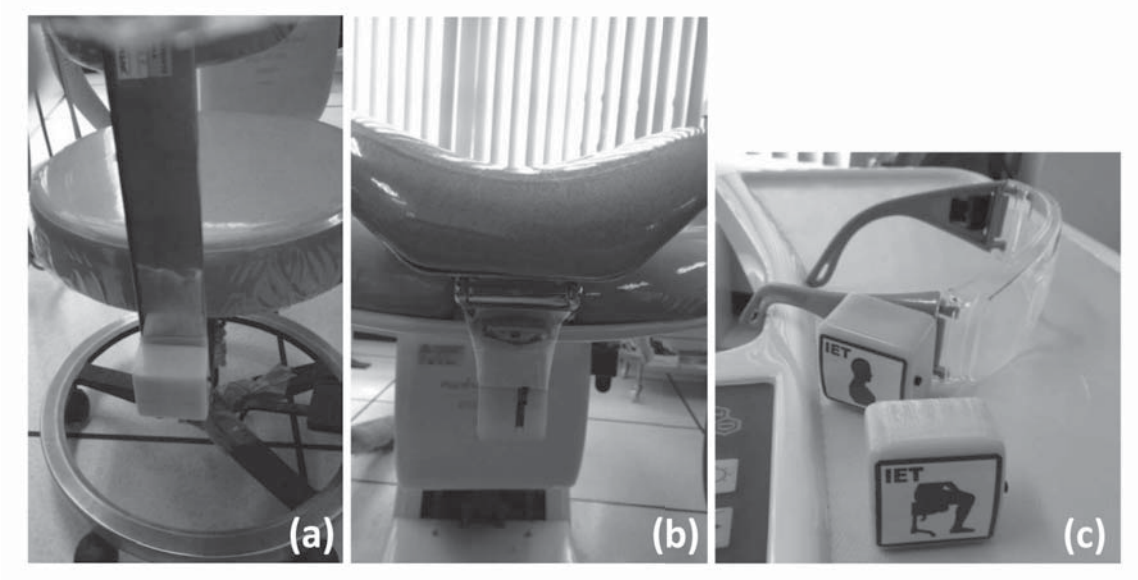
การออกแบบงานวิจัย การศึกษานี้เป็นการทดลองทางคลินิกแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (randomized controlled trial) จากการคำนวณโดยใช้วิธีการสุ่มและอำนาจการทดสอบ (จาก http://ps-power-and-sample-size-calculation.software.informer.com) จะได้จำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 16 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 8 คน อาสาสมัครจะถูกสุ่มเลือกแบบใช้ความน่าจะเป็น (probability sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก กลุ่มแรกมีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ โดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ (IET with feedback) อีกกลุ่มหนึ่งมีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวหรือกลุ่มควบคุม (IET without feedback)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน คือ กลุ่มที่มีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับจากอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ และกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว

2. ข้อมูลที่เก็บในการศึกษานี้ คือ ค่ามุมของศีรษะ แขนส่วนบนของกลุ่มผู้ร่วมวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม

3. เริ่มทำการทดลองโดยติดเซ็นเซอร์ 4 ตำแหน่ง ดังนี้ อัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ ติดที่ตำแหน่งเก้าอี้ทันตแพทย์ และที่รองศีรษะผู้ป่วย ส่วนเซ็นเซอร์วัดความเร่ง ติดที่แว่นตา และกึ่งกลางของแขนส่วนบนโดยใช้สายรัดแขน (รูปที่ 6)



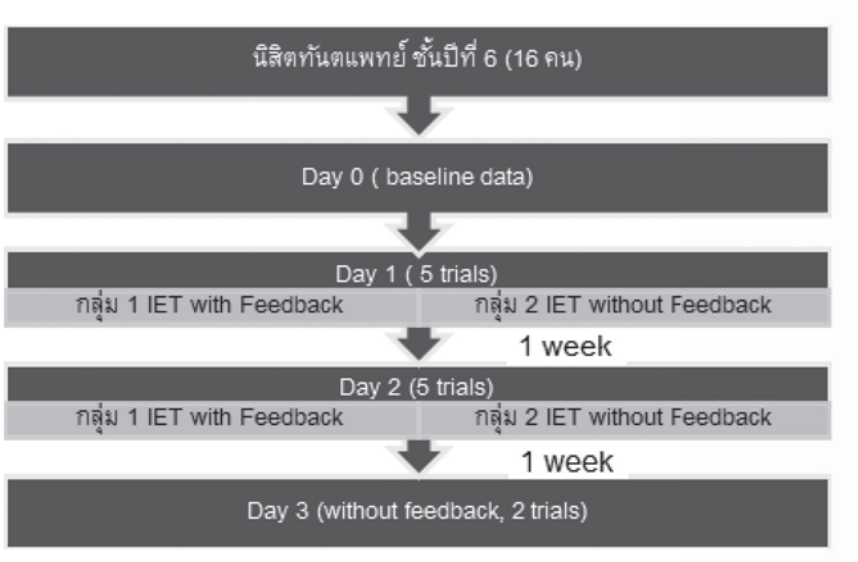
รูปที่ 6 การติดเซ็นเซอร์ (a) เก้าอี้ทันตแพทย์ (b) ที่รองศีรษะผู้ป่วย (c) แว่นตา

Fig 6. Mounting sensors (a) Dentist chair (b) Head rest (c) Protective glasses

4. ผู้ร่วมการวิจัยนั่งบนเก้าอี้ทันตแพทย์ ทำการปรับตำแหน่งความสูงของเก้าอี้ของทันตแพทย์และยูนิตทันตกรรมให้เหมาะสมกับผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละคน จัดตำแหน่งของผู้เข้าร่วมวิจัยดังนี้ Frankfort horizontal plane ขนานแนวระนาบ เพื่อแสดงถึงตำแหน่งศีรษะธรรมชาติและสามารถจัดให้เป็นมาตรฐานและทำซ้ำได้ นั่งหลังตรง ขาตั้งฉาก วางเท้าบนพื้นระนาบ แขนอยู่ข้างลำตัว มือขวาจับเครื่องมือ จากนั้นสวมปลอกแขนซึ่งติดเซ็นเซอร์ไว้ที่กึ่งกลางระหว่างหัวไหล่และข้อศอก และสวมแว่นตาซึ่งติดเซ็นเซอร์แล้วจึงทำการกด Calibration ในหน้า Clinical Setting ของซอฟแวร์

5. ให้ผู้ร่วมวิจัยทำการเตรียมโพรงฟันแบบคลาส I อมัลกัม (Amalgam class I) บนฟันพลาสติกซี่ 16 ในหัวหุ่นจำลอง โดยกำหนดให้ทำการวิจัย 3 วัน โดยแต่ละวันกรอฟัน 5 ซี่

6. เก็บข้อมูลองศาการเคลื่อนไหวตลอดการทำงานของผู้เข้าร่วมวิจัย (รูปที่ 7) ดังนี้



รูปที่ 7 แผนภูมิขั้นตอนการเก็บข้อมูล

Fig 7. Flowchart of participants through trials

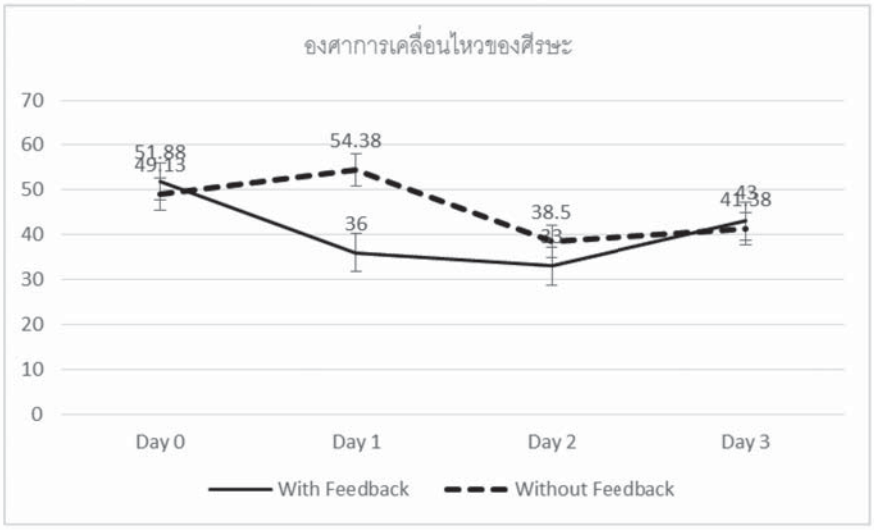
ในวันแรกทำการบันทึกการเคลื่อนไหวของทั้ง 2 กลุ่มเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน จากนั้นกลุ่มแรกมีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะโดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ อีกกลุ่มหนึ่งมีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว ทำการทำการเตรียมโพรงฟันแบบคลาส I อมัลกัม บนฟันพลาสติกซี่ 16 ในหัวหุ่นจำลองจนเสร็จ จำนวน 5 ครั้ง [12, 13] เก็บข้อมูลทั้ง 5 ครั้ง ตลอดการทำงาน จากนั้นพัก 1 สัปดาห์

ในวันที่ 2 ของการฝึก ทำเช่นเดิม โดยกลุ่มแรกมีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ โดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ อีกกลุ่มหนึ่งมีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว ทำการทำการเตรียมโพรงฟันแบบคลาส I อมัลกัม บนฟันพลาสติกซี่ 16 ในหัวหุ่นจำลองจนเสร็จ จำนวน 5 ครั้ง เก็บข้อมูลทั้ง 5 ครั้ง ตลอดการทำงาน จากนั้นพัก 1 สัปดาห์

ในวันที่ 3 ทำการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวทั้งสองกลุ่ม 2 ครั้ง นำข้อมูลการเคลื่อนไหวของทั้ง 2 กลุ่ม คือที่เป็นข้อมูลพื้นฐาน (Day0) เปรียบเทียบกับข้อมูลระหว่างการฝึก (Day1 และ Day2) และข้อมูลหลังการฝึก (Day3) เปรียบเทียบทีละคู่โดยใช้สถิติ t-test

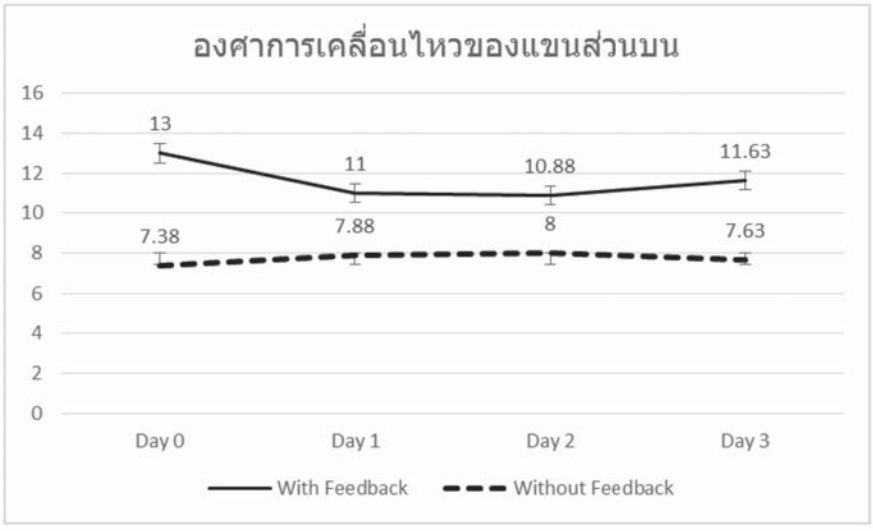
ผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมงานวิจัย เป็นนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 16 คน เป็นชาย 2 คน หญิง 6 คนทั้ง 2 กลุ่ม ผลการวิจัยได้ถูกแบ่งเป็นชุดข้อมูลของกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ โดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ กับกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว (รูปที่ 8 และ 9)



รูปที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของการก้มและเงยศีรษะของกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ โดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ กับกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว

Fig 8. The mean of head movements, comparing between IET with feedback and IET without feedback group



รูปที่ 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของการกางแขนและหุบแขนของกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะโดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ กับกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว

Fig 9. The mean of upper arm movements, comparing between IET with feedback and IET without feedback group

จากข้อมูลที่ได้จากผู้เข้าร่วมการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของศีรษะของทั้ง 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะโดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ และกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวนั้นมีการพัฒนาที่ดีขึ้นทั้งระหว่างการฝึกและหลังการฝึก คือองศาการเคลื่อนไหวลดลงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวพื้นฐาน และเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติด้วย paired t-test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 1)

ส่วนค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของแขนของกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ โดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับ มีการพัฒนาที่ดีขึ้นทั้งระหว่างการฝึกและหลังการฝึก คือองศาการเคลื่อนไหวลดลงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวพื้นฐาน และเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติด้วย paired t-test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนกลุ่มที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว ค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของแขนระหว่างการฝึกและหลังการฝึกเมื่อเทียบกับข้อมูลพื้นฐาน พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างองศาการเคลื่อนไหวของศีรษะโดยใช้สถิติ paired และ unpaired t-test

Table 1. The paired and unpaired t-test are used to compare means difference of head movement

องศาการเคลื่อนไหวของศีรษะ (n=8)	Mean difference	SD	sig
คู่ที่ 1 เปรียบเทียบกลุ่มมี feedback ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลระหว่างการฝึก	12.25	10.22	.000*
คู่ที่ 2 เปรียบเทียบกลุ่มมี feedback ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลหลังการฝึก	17.69	12.54	.000*
คู่ที่ 3 เปรียบเทียบกลุ่มไม่มี feedback ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลระหว่างการฝึก	13.31	10.76	.000*
คู่ที่ 4 เปรียบเทียบกลุ่มไม่มี feedback ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลหลังการฝึก	22.13	9.29	.000*
คู่ที่ 5 เปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐาน กลุ่มมี feedback และกลุ่มไม่มี feedback	1.69	2.99	.577
คู่ที่ 6 เปรียบเทียบข้อมูลหลังการฝึก กลุ่มมี feedback และกลุ่มไม่มี feedback	2.75	2.98	.363

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างองศาการเคลื่อนไหวของแขนส่วนบนโดยใช้สถิติ paired และ unpaired t-test

Table 2. The paired and unpaired t-test are used to compare means difference of upper arm movement

องศาการเคลื่อนไหวของแขนส่วนบน	Mean difference	SD	sig
คู่ที่ 1 เปรียบเทียบกลุ่มมี feedback ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลระหว่างการฝึก	3.50	6.00	.034*
คู่ที่ 2 เปรียบเทียบกลุ่มมี feedback ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลหลังการฝึก	8.37	8.35	.001*
คู่ที่ 3 เปรียบเทียบกลุ่มไม่มี feedback ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลระหว่างการฝึก	0.19	6.9	.915
คู่ที่ 4 เปรียบเทียบกลุ่มไม่มี feedback ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลหลังการฝึก	0.00	8.16	1.000
คู่ที่ 5 เปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐาน กลุ่มมี feedback และกลุ่มไม่มี feedback	4.56	1.53	.727
คู่ที่ 6 เปรียบเทียบข้อมูลหลังการฝึก กลุ่มมี feedback และกลุ่มไม่มี feedback	3.81	2.93	.204

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทวิจารณ์

วิชาชีพทันตกรรมนั้นมีความเสี่ยงที่จะเกิดความผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อมาก ซึ่งเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น การจัดสถานีงาน วิธีการทำงานและท่าทางในขณะทำงาน การศึกษาของ Åkesson และคณะ [14] รายงานว่าท่าทางการทำงานของทันตแพทย์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกบริเวณหลังส่วนบนและทันตแพทย์ส่วนใหญ่จะอยู่ในท่าก้มหลังส่วนบนที่เปอร์เซนต์ไทล์ 50 คือ ตำแหน่งมุมก้มมากกว่า 39 องศา สอดคล้องกับการศึกษาของ Sanders และ Michalak [5] นอกจากนี้ Marklin และ Cherney [6] ที่พบว่า ท่าทางขณะทำงานของทันตแพทย์มีการก้มศีรษะอย่างน้อย 30 องศา พร้อมกับการกางแขนอย่างน้อย 30 องศา คิดเป็นเวลาร้อยละ 45 ในข้างซ้าย และร้อยละ 34 รวมถึงยังคงสภาพอยู่ในท่าเหล่านี้เป็นเวลานานทำให้กล้ามเนื้อเกิดอาการเมื่อยล้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการเลือกมุมในการศึกษาคือมุมองศาการเคลื่อนไหวของศีรษะและแขนเนื่องจากอยู่ในมุมการทำงานของทันตแพทย์ที่มีการคงสภาพเป็นเวลานาน

การวิเคราะห์งานตามหลักการยศาสตร์ในปัจจุบันที่ใช้กันอย่างแพร่หลายนั้น ไม่ว่าจะเป็นวิธี RULA วิธี OWAS หรือระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะต่างมีข้อจำกัดในการใช้แทบทั้งสิ้น ตัวอย่างเช่น การใช้ RULA นั้น เป็นการประเมินโดยการใช้การคาดคะเนจากสายตาผู้สังเกตการณ์ ปัจจัยที่นำมาเกี่ยวข้องมี 3 ปัจจัย คือ ท่าทางการทำงาน ปริมาณแรงที่ใช้ และลักษณะความถี่ในการใช้งาน ถึงแม้ปัจจุบันจะมีการพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ RULA เพื่อสะดวกในการงาน คะแนนที่ได้จากการประเมินยังเป็นเพียงความเสี่ยงในการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของผู้ปฏิบัติงาน [7, 8] ไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับในทันทีต่อผู้ปฏิบัติงาน

การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานโดยวิธี OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) ใช้ประเมินท่าทางการทำงานตลอดช่วงการทำงาน อาจจะมีการบันทึกวิดีโอ (VDO) เพื่อใช้ในการประเมินรายละเอียดได้มากขึ้น ช่วยให้ผู้ประเมินสามารถย้อนกลับเพื่อสังเกตท่าทางที่ประเมินได้ และทำให้มองเห็นรายละเอียดได้อย่างครบถ้วน ซึ่งจะทำให้สามารถประเมินได้อย่างถูกต้องมากขึ้น แต่มีข้อจำกัดคือ ไม่มีการนำปัจจัยปริมาณแรงมาคิด ทำให้เป็นการประเมินเพื่อบอกระดับความเสี่ยงอย่างคร่าวๆ เหมาะในการเฝ้าระวัง [8] เช่นเดียวกับวิธี RULA ที่มีการพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้ว แต่ก็ยังไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับในทันทีกับผู้ปฏิบัติงาน แตกต่างกับอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะที่มีการบันทึกการเคลื่อนไหว และมีการป้อนข้อมูลกลับทันทีทำให้สามารถฝึกการทำงานได้ไม่ใช่เพียงประเมินและบอกความเสี่ยงเพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากมีการใช้เซ็นเซอร์เป็นตำแหน่งจึงสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะตำแหน่งที่ติดเซ็นเซอร์เท่านั้นยังไม่สามารถประเมินในภาพรวมได้

การศึกษาก่อนหน้านี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ ซึ่งประกอบด้วยเซ็นเซอร์ที่สามารถวัดองศาการเคลื่อนไหวของศีรษะและหลังส่วนบนทั้ง 3 แนวแกนขณะที่ผู้ใช้ปฏิบัติงานและซอฟแวร์ที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบทันทีกับผู้ใช้เมื่อทำงานในท่าทางที่ไม่ถูกต้อง [9] ผู้วิจัยพบว่าเป็นการประเมินแต่การเคลื่อนไหวของศีรษะและหลังส่วนบนในการทำงานเท่านั้น ซึ่งในการการประเมินด้านการยศาสตร์จำเป็นที่จะต้องอาศัยข้อมูลหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการจัดเตรียมสถานีงานให้เหมาะกับผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ ความสูงของเก้าอี้ทันตแพทย์ ระยะของพื้นที่ทำงาน ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีสัมพันธ์กับความสูงของผู้ปฏิบัติงาน [11] นอกจากนี้ยังต้องมีการประเมินท่าทางที่เกี่ยวข้องในส่วนอื่นๆ ของร่างกาย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ จุดเด่นของอุปกรณ์นี้คือ เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถให้ข้อมูลป้อนกลับในทันที ช่วยในการปรับท่าทางการปฏิบัติงานให้แก่ผู้ใช้ โดยนำปัจจัยความสูงของเก้าอี้ทันตแพทย์ ระยะของพื้นที่ทำงานมาพิจารณาร่วมด้วย สามารถช่วยให้นิสิตทันตแพทย์จัดเตรียมสถานีงานในตำแหน่งที่เหมาะสม และเข้าพื้นที่ทำงานได้ง่าย ซึ่งส่งผลให้มีท่าทางการทำงานที่ถูกต้อง จากสมมติฐาน

ที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยคาดว่าเมื่อกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ โดยมีการบันทึกและให้ข้อมูลป้อนกลับนี้จะมีการปรับเปลี่ยนท่าทางให้เหมาะสม ช่วยลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดอาการบาดเจ็บของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ เนื่องจากเป็นการคงสรีระส่วนโค้งของกระดูกสันหลังตามธรรมชาติไว้ [15]

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเมื่อให้ผู้ร่วมวิจัยใช้อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ ซึ่งมีการวิเคราะห์องศาการเคลื่อนไหวของศีรษะและแขนส่วนบนแล้วส่งสัญญาณไปยังแท็บเล็ตให้มีการให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือนเมื่อผู้ใช้อยู่ในท่าทางนอกเหนือจากช่วงที่กำหนด จะสามารถทำให้ผู้ใช้ปฏิบัติงานทางทันตกรรมในช่วงการเคลื่อนไหวที่เหมาะสม เกิดการเรียนรู้ การจดจำของกล้ามเนื้อ (muscle memory) ถึงแม้ว่าต่อมาผู้ใช้จะไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับจากอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ ค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวลดลงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวพื้นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการเคลื่อนไหวของแขนส่วนบน ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของแขนส่วนบน ในกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับจะแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในการศึกษานี้พบว่าค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของศีรษะทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวลดลงเมื่อเทียบกับข้อมูลเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดเตรียมสถานีงานในตำแหน่งที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาทันตแพทย์ไม่ต้องก้มศีรษะมากขณะปฏิบัติงาน นอกจากนี้การติดตั้งอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะซึ่งเปรียบเสมือนการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ทำให้นักศึกษาทันตแพทย์ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีความเกร็ง และพยายามทำงานในท่าศีรษะตรงเพราะกังวลในผลการศึกษา จึงทำให้ทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของศีรษะลดลงเมื่อเทียบกับข้อมูลเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อุปกรณ์ให้ข้อมูลป้อนกลับในปัจจุบันได้มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งระบบการป้อนกลับมีหลายประเภทด้วยกัน เช่น การสั่น (vibration) เสียง (audio) และการดูภาพจากจอคอมพิวเตอร์ (visual) เป็นต้น ดังการศึกษาของ Alakahone และคณะ [16] ซึ่งออกแบบโปรแกรมวัดองศาการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยให้มีระบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบทันทีแบบสั่น โดยทำการทดลองในกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มองเห็น และมองไม่เห็น โดยทั้ง 2 กลุ่มจะมีการติดเซ็นเซอร์ที่บริเวณหลังและได้รับการทดสอบทั้งแบบมีและไม่มีข้อมูลป้อนกลับ พบว่า กลุ่มที่มองเห็นจะมีการเคลื่อนไหวของลำตัวน้อยกว่าทั้งขณะมีและไม่มีข้อมูลป้อนกลับ จึงเป็นไปได้ว่าการการติดเซ็นเซอร์ที่บริเวณหลังอาจทำให้ได้ข้อมูลจากผู้ร่วมวิจัยที่ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ

มีหลายงานวิจัยที่ได้นำเครื่องให้ข้อมูลแบบสั่นมาใช้และพบว่ามีประสิทธิภาพสูง ดังการศึกษาของ Gopalai และ Senanayake [17] ซึ่งทำการทดลองในกลุ่มทดลอง จำนวน 12 คน เพศชาย 6 คน และ หญิง 6 คน โดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับชนิดสั่นไปที่เซ็นเซอร์ซึ่งติดอยู่ที่หลังขณะการยืนทรงตัว พบว่ากลุ่มที่ได้รับการป้อนข้อมูลกลับจะมีการทรงตัวที่ดีกว่า โดยการขยับร่างกายที่น้อยกว่า เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Alahakone และ Senanayake [18] พบว่าเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับชนิดสั่น จะช่วยพัฒนาลักษณะการเดินของผู้ป่วยที่มีอาการเดินต่อเท้าในแนวเส้นตรงไม่ได้ เนื่องจากมีพยาธิสภาพข้างใดข้างข้างหนึ่ง (tandem gait) ซึ่งดีกว่าการปล่อยให้ผู้ป่วยฝึกปฏิบัติเพียงอย่างเดียว Wong และคณะ [19] ได้ศึกษาการใช้เครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือน ในการฝึกการควบคุมท่าทางของร่างกายในผู้ป่วยวัยรุ่นที่มีอาการหลังเอียงแต่กำเนิดโดยไม่ทราบสาเหตุ (Adolescent Idiopathic Scoliosis; AIS) พบว่าเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือน ให้ผลสำเร็จในการควบคุมท่าทางของร่างกายมีค่าใกล้เคียงกับการใช้กายอุปกรณ์เสริมชนิดแข็ง แต่มีข้อดีกว่ากายอุปกรณ์เสริมชนิดแข็งคือ สามารถเก็บบันทึกข้อมูลการใช้งานของเครื่องได้ ทำให้สามารถทราบว่าผู้ป่วยได้ใส่เครื่องมือนี้หรือไม่ เครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือนยังเป็นที่พึงพอใจของผู้ป่วยเนื่องจากเครื่องมือมีขนาดเล็กกว่ากายอุปกรณ์เสริมชนิดแข็ง ทำให้ลดผลกระทบต่อการเข้าสังคม นอกจากนี้ยังไม่ทำให้เกิดการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อกระดูกสันหลัง กระดูกซี่โครงผิดรูป ผิวหนังลอก และความผิดปกติของทางเดินอาหาร จากการศึกษาของ Dozza และคณะ [20, 21] ได้ทำการ

ทดลองโดยใช้เครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับโดยให้เสียงเตือน พบว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับมีการเคลื่อนไหวของร่างกายในแนวหน้าหลังและแนวซ้ายขวาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือมีการทรงตัวที่ดีขึ้น Wu [22] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำเครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีแบบดูภาพจากจอคอมพิวเตอร์มาใช้ในการบอกจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายเพื่อใช้ในการฝึกการทรงตัวของผู้ป่วยสูงอายุที่เป็นโรคชาบริเวณ เส้นประสาทส่วนปลาย (peripheral neuropathy) โดยจะประเมินผลจากการทรงตัว พบว่าการใช้เครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับทันที สามารถให้ผลการฝึกการทรงตัวที่ดีกว่า และยังทำให้ผู้ป่วยมีความมั่นใจการทรงตัวมากขึ้น โดยก่อนหน้านี้เคยมีรายงานความสำเร็จของการใช้เครื่องให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก (hemiplegia)และผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของระบบการทรงตัว (vestibular disorder)

งานวิจัยของ Milosevic [23] ที่ได้ทำการทดลองนำการให้ข้อมูลป้อนกลับทางเสียงและภาพ (Audio-visual feedback) มาใช้ควบคุมท่าทางในการทำงานให้กลับคืนท่าทางที่เหมาะสมเมื่อออกจากตำแหน่งสมดุลที่กำหนดไว้ พบว่าเมื่อกลุ่มทดลองได้รับข้อมูลป้อนกลับจะช่วยในการกำหนดท่าทางที่ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

อุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ เป็นระบบการป้อนกลับแบบเสียงเตือน และในการศึกษานี้มีการติดเซ็นเซอร์วัดการเคลื่อนไหว 2 ตำแหน่ง อาจทำให้ผู้ใช้งานมีความสับสนว่าเป็นเสียงเตือนที่ตำแหน่งใด ส่งผลให้ผลการศึกษามีความคลาดเคลื่อนได้ ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าในการพัฒนาระบบป้อนกลับแบบสั่นน่าจะเป็นการต่อยอดเครื่องมือที่จะลดความคลาดเคลื่อนนี้ได้

บทสรุป

เนื่องจากนักศึกษาทันตแพทย์ ยังมีประสบการณ์ในการทำงานน้อย ขาดทักษะความชำนาญและใช้ระยะเวลาในการทำงานที่ค่อนข้างนาน รวมถึงมีการจัดตำแหน่งของผู้ป่วย ตำแหน่งการทำงานและการวางเครื่องมือที่ไม่เหมาะสม การให้ข้อมูลป้อนกลับตำแหน่งของท่าทางการทำงานจากอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดท่าทางการทำงานให้เหมาะสม

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงนวัตกรรม เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ฝึกการยศาสตร์อัจฉริยะ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นเพียงการศึกษานำร่อง ถ้าต้องการให้ผลการศึกษาให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ควรมีการเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และหาความสัมพันธ์ของปัจจัยอื่นๆ เช่น เพศ อายุ ประสบการณ์ในการทำงาน ที่มีผลต่อองศาการเคลื่อนไหวในการปฏิบัติงานทางทันตกรรม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการพัฒนาระบบวิเคราะห์แนวโน้มการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน และปรับปรุงท่าทางการทำงานอัจฉริยะ

เอกสารอ้างอิง

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, Sanders M, Warren N, Dussetschleger J, et al. Musculoskeletal disorders of the neck and shoulder in dental hygienists and dental hygiene students. J Dent Hyg 2007; 81(1): 10-26.

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; Strategies to address the mechanisms leading to musculoskeletal disorders. J Am Dent Assoc 2003; 134(12): 1604-1612.

5. Sanders M, Michalak TC. Preventing work-related MSDs in dental hygienists. In: Sanders M., editor. Ergonomics and the management of musculoskeletal disorders. (2nd ed). St. Louis, MO: Butterworth Heinemann; 2004. p448-469.

6. Marklin R, Cherney K. Working postures of dentists and dental hygienists. J Calif Dent Assoc 2005; 33(2): 133-136.

7. Mcatamney L, Corlett E. N. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Appl Ergon 1993; 24(2): 91-99.

8. Petromilli Nordi Sasso Garcia P, Polli GS, Campos JA. Working postures of dental students: ergonomic analysis using the Ovako Working Analysis System and rapid upper limb assessment. Med Lav 2013; 104(6): 440-447.

9. Thanathornwong B. A comparative study on position of upper back among dental students with and without the Intelligent posture trainer system during work. Thai Pharm Health Sci J 2014; 9(3): 137-44.

10. Gietzelt M, Schnabel S, Wolf KH, Busching F, Song B, Rust S, 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.

11. Hokwerda OO, Wouters J, de Ruijter R, Zijlstra-Shaw S. Ergonomic requirements for dental equipment. Guidelines and recommendations for designing, constructing and selecting dental equipment. Cited 2016 July 27. Available from: URL http://www.optergo.com/images/Ergonomic_req_april2007.pdf

12. Suebnukarn S, Haddawy P, Rhienmora P, Jittimanee P, Viratket P. Augmented Kinematic Feedback from Haptic Virtual Reality for Dental Skill Acquisition. J Dent Edu 2010; 12: 1357-1366.

13. Young DE, Schmidt RA. Augmented kinematic feedback for motor learning. J Mot Behav 1992; 24(3): 261–273.

14. Akesson 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(6): 461-474.

15. Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work-2: neck and shoulder kinematics. Man Ther 2005; 10(4): 281-291.

16. Alahakone AU, Senanayake SMNA. A real-time system with assistive feedback for postural control in rehabilitation. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics 2010; 15(2): 226-233.

17. Gopalai AA, Senanayake SMNA. A wearable real-time intelligent posture corrective system using vibrotactile feedback. IEEE Trans Mechatronics 2011; 16(5): 827–834.

18. Alahakone AU, Senanayake SMNA. A real-time interactive biofeedback system for sport training and rehabilitation. Proc. Inst. Mech. Eng., Part PJ. Sports Eng Technol 2009; 224: 181–190.

19. 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(1): 60-70.

20. Horak FB, Dozza M, Peterka R, Chiari L, Wall C. Vibrotactile biofeedback improves tandem gait in patients with unilateral vestibular loss. Ann N Y Acad Sci 2009; 1164: 279-281.

21. Dozza M, Chiari L, Horak FB. Audio-biofeedback improves balance in patients with bilateral vestibular loss. Arch Phys Med Rehabil 2005; 86(7): 1401-1403.

22. 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(4): 399-402.

23. Milosevic M, McConville K. Audio-visual biofeedback system for postural control. Int J Disabil Hum Dev 2011; 10(4): 321-324.

ติดต่อบทความ:
รศ.ดร.ทพญ.พรสวรรค์ ธนธรวงศ์
ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มศว.
114 ซ.สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ10110
โทรศัพท์ 02-6495000 ต่อ15090-3
จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: ppeetakul@hotmail.com

Corresponding author:
Assoc.Prof.Dr.Bhornsawan Thanathornwong
Department of general dentistry, Faculty of dentistry, Srinakharinwirot University
114 Sukhumvit 23 Wattana Bangkok10110
Tel: 02-6495000 ext.15090-3
E-mail: ppeetakul@hotmail.com