

การพัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์มต้นแบบสำหรับผู้ป่วยกันตกกรรม ที่ใช้เก้าอี้ล้อเลื่อนและประเมินการใช้งานเบื้องต้น

ณัฐพล ชัยพิทักษ์ ประ.ด.*, กนกเวทย์ ตั้งพิมพ์รัตน์ วศ.ด.*, นิยม หนุเล็ก วศ.บ.*,
ประพนธ์ จิตรกริยาน วศ.ม.*, วีรณันท์ วิชาติไทย ก.บ.,อ.บ.***, บุษกร ไสหารชุน พ.บ.,ว.ว.,ว.ก.ม.***,
อุบลวรรณ วัฒนาดีลกกุล พ.บ.,ว.ว.,ว.ก.ม.***, สมศักดิ์ ศรีพนารัตนกุล ก.บ.**, สายทิพย์ สิวรณานต์ ก.บ.,ว.ก.**

*ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) 112 อุทยานวิทยาศาสตร์
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

**สถาบันทันตกรรม ถนนติวานนท์ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

***สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ ถนนติวานนท์ ตำบลตลาดขวัญ
อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

Abstract: The Development and Pre-Evaluation of Dental Platform Prototype for Wheelchair Patients

Chayopitak N*, Tungpimolrut K*, Nulek N*, Jitkreeyarn P*, Vichathai W**, Loharjun B***
Wathanadilokul U***, Sripanaratana Kul S**, Leevarakarn S**

*National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC), 112 Thailand Science Park,
Klong Luang, Pathum Thani, 12120

**Institute of Dentistry, Tiwanond Rd, Amphur Mueang, Nonthaburi, 11000

***Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute, Tiwanond Road, Amphur Muang, Nonthaburi, 11000
(E-mail: nattapon.chayopitak@nectec.or.th)

(Received: October 27, 2016; Revised: November 3, 2016; Accepted: January 20, 2019)

96

The physical and mobility impaired patients, who regularly use wheelchairs, have some levels of difficulties accessing dental care service when needed. In particular, the wheelchair patients usually have to transfer from their wheelchairs to regular dental unit, risking them to falls and injuries. The objective of research project is to design and develop a dental platform, which is equipment for reclining patients with wheelchairs without having to transfer the patients to regular dental unit. The project started from reviewing existing technologies for assisting patients with wheelchair for dental service. Then the research team derived the set of crucial specifications most suitable for the applications of dental service scenarios in Thailand. Risk assessments were taken before designing and developing the dental platform prototype. Finally, safety standard test and functional tests were conducted including: (1) functional performances, (2) Standard Test on Electromagnetic Compatibility (CISPR 11) and on Safety of Electrical Appliances (IEC 60335), and (3) clinical trials of regular patients with no disability for pre-evaluation. The prototype dental platform passed the requirements of its objective functions and the relating standard tests. The trial on the patients gave useful inputs for redesigning the consequent prototype development in consideration of more functional convenience for the wheelchair patient and the dentist.

Keywords: Dental Platform Development, Wheelchair Patients, Standard Testing

บทคัดย่อ

การให้บริการทันตกรรมแก่ผู้ป่วยที่นั่งเก้าอี้ล้อเลื่อนมีความยากลำบาก และมีความเสี่ยงจากการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังเก้าอี้ทำฟันปกติอาจทำให้พลัดตกและเกิดการบาดเจ็บ งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์ม ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเอียงเก้าอี้ล้อเลื่อนเพื่อให้บริการทางทันตกรรมโดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยมายังเก้าอี้ทำฟันปกติ งานวิจัยเริ่มจากการพิจารณาเทคโนโลยีที่ช่วยผู้ใช้งานเก้าอี้ล้อเลื่อนในการทำฟัน การพัฒนาคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย โดยมีขั้นตอนตามลำดับคือ การประเมินความเสี่ยงในการใช้งาน การออกแบบและการพัฒนาต้นแบบ การทดสอบมาตรฐานความปลอดภัย และทดสอบการใช้งานเบื้องต้นในส่วนการทดสอบประกอบด้วย (1) การทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ, (2) การทดสอบมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (CISPR 11) และมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้า (IEC 60335) และ (3) การทดสอบ

การใช้งานจริงกับผู้ป่วยปกติเพื่อประเมินการใช้เบื้องต้น ผลการทดสอบพบว่าเดินเท้าแพลตฟอร์มต้นแบบผ่านมาตรฐานข้างต้น และผลจากการใช้งานจริงในผู้ป่วยที่ไม่มีการแต่ใช้เก้าอี้ล้อเลื่อน ยังมีส่วนของงานออกแบบที่ยังต้องปรับปรุงเพื่อพัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์มตัวต่อไปให้มีความสะดวกสบายต่อผู้ป่วยและทันตแพทย์ในการใช้งานมากขึ้น

คำสำคัญ: การพัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์ม ผู้ป่วยที่ใช้เก้าอี้ล้อเลื่อน การทดสอบมาตรฐาน

บทนำ

การคาดการณ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2553-2583 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และประเทศไทยจะก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในปี 2564 ขณะนั้นจะมีผู้สูงอายุคิดเป็นร้อยละ 20 ของจำนวนประชากรทั้งหมด¹ ทั้งนี้ในปี 2560 มีผู้สูงอายุประมาณ 11 ล้านคน (ร้อยละ 16.5)

และมีคนพิการ 1.9 ล้านคน โดยมีความพิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกายมากที่สุด² ดังนั้นผู้ใช้เก้าอี้ล้อเลื่อนในกลุ่มผู้สูงอายุและกลุ่มคนพิการจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมีความลำบากในการรับบริการทันตกรรมเนื่องจากต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากเก้าอี้ล้อเลื่อนมายังเก้าอี้ทำฟันแบบปกติ (General Dental Unit) หากผู้ป่วยที่เป็นผู้สูงอายุหรือคนพิการนั้นไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ การเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยญาติหรือบุคลากรทันตกรรมที่ไม่มีความชำนาญหรือไม่ได้รับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสมมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุและบาดเจ็บ³

ปัจจุบันมีการพัฒนาอุปกรณ์เดินทลแพลตฟอร์มเพื่อช่วยลดความเสี่ยงในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยทันตกรรม โดยขณะนั่งอยู่บนเก้าอี้ล้อเลื่อนของตนเอง ผู้ป่วยสามารถเคลื่อนเก้าอี้ล้อเลื่อนไปบนเดินทลแพลตฟอร์ม จากนั้นอุปกรณ์เดินทลแพลตฟอร์มปรับเอนเก้าอี้ล้อเลื่อนที่ผู้ป่วยนั่งอยู่ลงเพื่อให้ทันตแพทย์สามารถทำฟันได้สะดวกมากขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วย ทั้งนี้ระบบประกันบริการสุขภาพของอังกฤษหรือ National Health Service (NHS) ให้การรับรองอุปกรณ์เดินทลแพลตฟอร์มของบริษัท Diaco โดยอนุญาตให้มีการใช้อย่างกว้างขวาง⁴ และในปี ค.ศ. 2008 สมาคมทันตแพทย์ออสเตรเลีย หรือ Australian Dental Association รัฐ Victoria ได้เสนอให้รัฐบาล Victoria จัดซื้อเดินทลแพลตฟอร์ม เพื่อนำไปใช้ในสถานบริการผู้สูงอายุ (Nursing Homes) และผู้ป่วยเรื้อรังที่มีความพิการ⁵ จากตัวอย่างแนวโน้มการใช้งาน

เดินทลแพลตฟอร์มที่มีมากขึ้นในต่างประเทศ และการที่เดินทลแพลตฟอร์มสามารถช่วยลดอุบัติเหตุจากการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย ที่มียุติเห็นความสำคัญและประโยชน์ของเดินทลแพลตฟอร์มต้องงานทันตกรรม จึงพัฒนาเดินทลแพลตฟอร์มต้นแบบขึ้นและคาดหวังให้มีการใช้ประโยชน์และขยายผลต่อไป ซึ่งการพัฒนาต้นแบบจำเป็นต้องมีการทดสอบมาตรฐานความปลอดภัย และทดสอบการใช้งานเบื้องต้น เพื่อให้มั่นใจว่าเดินทลแพลตฟอร์มที่ได้จากการพัฒนาจนไปสู่การใช้งานจริงในระบบบริการจะมีความปลอดภัยทั้งต่อผู้รับบริการและผู้ให้บริการ

เดินทลแพลตฟอร์มของต่างประเทศที่มีการผลิตและจำหน่ายดังแสดงในรูปที่ 1-3 จากการพิจารณาข้อมูลและทดสอบการใช้งานของที่มีวิจัยพบว่า เดินทลแพลตฟอร์มของบริษัท Design Specific รุ่น Full Function⁶ (รูปที่ 1) มีข้อดีคือ ใช้งานได้สะดวก ช่วยให้ทันตแพทย์สามารถทำงานในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับเก้าอี้ทำฟันปกติที่สามารถปรับระดับความสูงต่ำได้ แต่มีข้อเสียคือต้องเสียพื้นที่ให้กับการติดตั้งเดินทลแพลตฟอร์ม และต้องจัดเตรียมพื้นที่ให้เป็นร่องลงไปเพื่อให้เดินทลแพลตฟอร์มสามารถปรับขึ้น-ลงในแนวดิ่งได้ ส่วนเดินทลแพลตฟอร์มของบริษัท Design Specific รุ่น Economy Recliner⁷ (รูปที่ 2) มีข้อดีคือราคาไม่สูง การทำงานไม่ซับซ้อน สามารถเคลื่อนย้ายได้ แต่การใช้งานจำเป็นต้องใช้แรงคนในการปรับเอน และไม่มีพนักพิงหลัง

(a)



(b)



รูปที่ 1 เดินทลแพลตฟอร์มของบริษัท Design Specific รุ่น Full Function⁶

(a) ก่อนการเอนใช้งานโดยติดตั้งกับพื้นที่เจาะเป็นร่อง และ (b) ขณะเอนใช้งาน

(a)



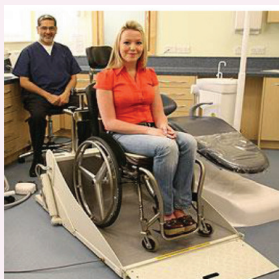
(b)



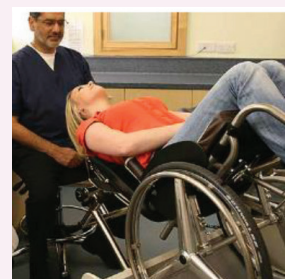
รูปที่ 2 เดินทลแพลตฟอร์มของบริษัท Design Specific รุ่น Economy Recliner⁷

(a) ก่อนการเอนใช้งาน และ (b) ขณะเอนใช้งาน

(a)



(b)



รูปที่ 3 เดินทลแพลตฟอร์มของบริษัท Diaco⁸

(a) ก่อนการเอนใช้งาน และ (b) ขณะเอนใช้งาน

เดินเท้าแพลตฟอร์มของบริษัท Diaco⁸ (รูปที่ 3) มีข้อดีคือใช้งานได้สะดวก สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยไม่ต้องเตรียมพื้นที่ให้เป็นช่องเพื่อติดตั้ง จากการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้พื้นที่ให้มีประโยชน์และลดค่าใช้จ่ายในการเตรียมพื้นที่ ทีมวิจัยได้เลือกพัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์มต้นแบบขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีแบบรูปที่ 3 เป็นพื้นฐานในการพัฒนาต้นแบบที่ต้องสอดคล้องกับสรีระของคนไทย มีค่าใช้จ่ายถูกลงกว่าราคาซื้อจากต่างประเทศ และสามารถเพิ่มระบบความปลอดภัยและมีความสะดวกในการใช้งาน

วัตถุประสงค์

การศึกษานี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์มต้นแบบและประเมินการใช้งานเบื้องต้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์มต้นแบบ โดยคำนึงถึงหลักความสะดวกในการใช้งาน (Ergonomic Design) หลักความปลอดภัยและหลักความทนทานและความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability)

2. ดำเนินการทดสอบ โดยแบ่งเป็น

- 2.1 การทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ เพื่อทดสอบการทำงานและแก้ไขปรับปรุงให้ต้นแบบมีคุณลักษณะครบถ้วนตามที่กำหนดไว้

- 2.2 การทดสอบมาตรฐานทางไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีความมั่นใจในการนำอุปกรณ์ต้นแบบไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ที่ได้ทดสอบมาตรฐานจากผู้ผลิตแล้ว ทั้งนี้ได้ดำเนินการทดสอบตามมาตรฐานสากล 2 ประเภทคือ

- 2.2.1 การทดสอบมาตรฐานด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility: EMC) - ทดสอบตามมาตรฐานของเครื่องมือแพทย์ที่ใช้ในโรงพยาบาล (CISPR 11)

การทดสอบมาตรฐานด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า หรือ การทดสอบมาตรฐานด้าน EMC⁹ เป็นการทดสอบสัญญาณรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าของอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การทดสอบการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Interference: EMI) และการทดสอบภูมิคุ้มกันสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Susceptibility: EMS) โดยการทดสอบ EMI นั้นเป็นการทดสอบว่าผลิตภัณฑ์นั้นๆ แพร่สัญญาณรบกวนในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานประเภทต่างๆ ต้องไม่สร้างสัญญาณรบกวนออกมาเกินขีดจำกัดที่มาตรฐานประเภทนั้นๆ กำหนดไว้ ส่วนการทดสอบ EMS นั้นเป็นการทดสอบว่าผลิตภัณฑ์นั้นๆ สามารถทนต่อสัญญาณรบกวน (ที่แพร่มาจากผลิตภัณฑ์อื่นๆ) ได้ตามที่มาตรฐานกำหนดหรือไม่ ทั้งนี้การทดสอบ EMI และการทดสอบ EMS เป็นการทดสอบที่มีความละเอียดอ่อน และใช้เวลาและจำนวนครั้งในการทดสอบจำนวนหลายครั้งจนได้ผลการทดสอบในระดับที่ยอมรับ

- 2.2.2 การทดสอบมาตรฐานด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้า - ทดสอบตามมาตรฐานของเครื่องมือเครื่องใช้ภายในบ้าน (IEC 60335)

การทดสอบด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้า¹⁰ คือ การทดสอบผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือการบาดเจ็บของผู้ใช้เครื่อง ผู้ซ่อมบำรุงเครื่อง และบุคคลทั่วไปที่อาจเข้ามาสัมผัสกับตัวอุปกรณ์ว่ามีความปลอดภัยตามที่มาตรฐานกำหนดหรือไม่ โดยมีหัวข้อการทดสอบหลายประเภท เช่น การทดสอบอันตรายจากไฟฟ้าช็อต (เช่น ประเภทของฉนวน สี สัญลักษณ์ คำเตือน ฯลฯ) การทดสอบอันตรายจากไฟ (เช่น ความไวต่อการติดไฟ ความร้อนที่ทนได้ก่อนการลุกไหม้ ฯลฯ) การทดสอบอันตรายทางกล (เช่น ความแน่นของจุดเชื่อมต่อเมื่อมีการกระชากหรือการกระแทก ฯลฯ)

- 2.3 การทดสอบการใช้งานเบื้องต้นกับผู้ป่วยปกติจำนวน 7 คน เป็นการประเมินในกลุ่มผู้ป่วยปกติโดยให้นั่งเก้าอี้ล้อเลื่อน 7 คน มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้งานและปรับปรุงแก้ไขต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นในเบื้องต้น โดยให้บริการชุดหินปูนทั้งปากแก่ผู้ป่วยปกติที่นั่งบนเก้าอี้ล้อเลื่อนเพื่อมารับบริการทันตกรรมเสมือนกับเป็นผู้พิการทางการเคลื่อนไหว

การกำหนดคุณลักษณะของเดินเท้าแพลตฟอร์มต้นแบบ (Features)

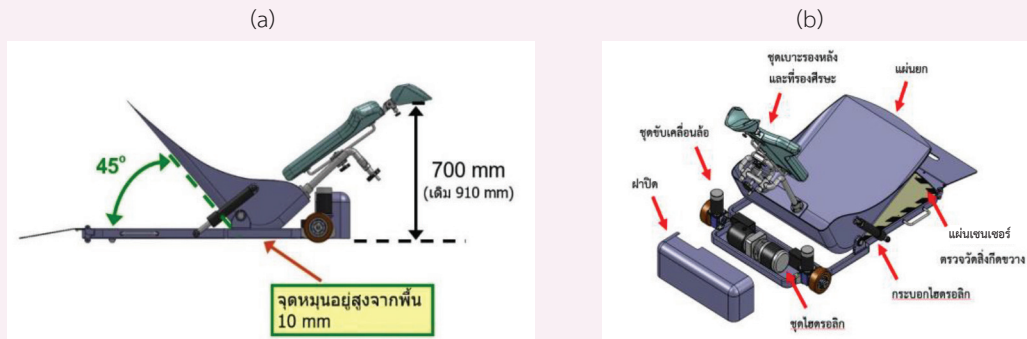
1. ระบบสามารถรองรับน้ำหนักรวมของผู้รับบริการและเก้าอี้ล้อเลื่อนได้ไม่น้อยกว่า 350 กิโลกรัม
2. ระบบยกสามารถทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกโดยใช้กระแสไฟฟ้า พิกัดแรงดัน 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์
3. มุมในการยกสูงสุด (maximum tilt) 45 องศา และจุดหมุนของระบบยก สูงจากพื้นไม่เกิน 10 เซนติเมตร
4. พนักพิงหลัง (backrest) มีความสูงและความกว้างที่เหมาะสมสำหรับรองรับบริเวณไหล่และหลัง
5. พนักพิงศีรษะ (headrest) สามารถปรับตำแหน่งเพื่อรองรับศีรษะผู้ป่วย
6. บริเวณทางลาด มีความชันที่เหมาะสมสำหรับเก้าอี้ล้อเลื่อนให้สามารถขึ้นและลงได้อย่างสะดวก
7. มีระบบช่วยยกทางกลแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าไปใช้ในสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
8. ระบบสามารถเคลื่อนย้ายได้โดยการใช้ชุดบังคับล้อเล็กทรอนิกส์ด้วยความเร็วสูงสุด 2.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ด้วยระบบไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ พิกัดแรงดัน 24 โวลต์ และมีระบบการปลดล๊อคเพื่อให้อาสาสมัครสามารถขึ้นได้ด้วยมือ
9. มีแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงาน สำหรับการเคลื่อนย้าย และมีสัญญาณไฟแจ้งระดับความจุของแบตเตอรี่ รวมทั้งมีเสียงเตือนเมื่อความจุแบตเตอรี่ไม่เพียงพอ โดยมีชุดประจุแบตเตอรี่ติดตั้งมาพร้อมกับระบบ
10. ผ่านการทดสอบทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและทางกลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ มาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (CISPR 11) มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้า (IEC 60335) รวมถึงความสามารถในการรับน้ำหนักกด
11. มีระบบความปลอดภัย สำหรับกรณีดังต่อไปนี้
 - เมื่อใช้งานระหว่างการเอนขึ้น-ลง ระบบขับเคลื่อนจะไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้
 - มีแผ่นเซนเซอร์ ป้องกันการบาดเจ็บ หากมีสิ่งกีดขวางหรือเท้าอยู่ด้านล่างระหว่างที่ระบบยกเคลื่อนที่ลง ระบบจะหยุดทำงาน
 - มีระบบการปรับลงแบบฉุกเฉิน กรณีที่ระบบไฟฟ้ามีการขัดข้อง หรือไฟฟ้าดับ
 - มีระบบป้องกันการเอนเกินมุมสูงสุด (45 องศา)
12. วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้สำหรับทำต้นแบบสามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ มีความทนทานและความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability)

การพัฒนาและสร้างเดินเท้าแพลตฟอร์มต้นแบบประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ดังนี้ (1) โครงสร้างทางกล (2) ระบบขับเคลื่อน (3) ระบบเอนขึ้น-ลง (4) เบาะรองหลังและที่รองศีรษะ และ (5) ระบบตรวจวัดสิ่งกีดขวางได้โดยตรงรับเก้าอี้ล้อเลื่อน หากมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านล่างระหว่างที่ระบบยกทำการเอนลง ระบบจะตัดการทำงานของระบบเอนลง

wa

การพัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์มสามารถพัฒนาได้ตามคุณลักษณะที่กำหนด (รูปที่ 4) และทดสอบการใช้งานเบื้องต้นในกลุ่มผู้ป่วยปกติพบว่าในการใช้งานทั่วไปอุปกรณ์สามารถใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ในการ

ออกแบบคือ ผู้ป่วยที่นั่งเก้าอี้ล้อเลื่อนสามารถรับบริการทางทันตกรรมได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายตัวผู้ป่วยออกจากเก้าอี้ล้อเลื่อน โดยมีคุณสมบัติในตารางที่ 1



รูปที่ 4 เต้นเท้าแพลตฟอร์มต้นแบบที่วิจัยพัฒนา (a) ขณะเอนนอน และ (b) ส่วนประกอบภายใน

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของต้นแบบรุ่นที่ 1

คุณสมบัติ	ค่า/การทำงาน	คุณสมบัติ	ค่า/การทำงาน
ความสามารถในการยกน้ำหนัก	350 กิโลกรัม	ความกว้างของรถเก้าอี้ล้อเลื่อนที่ใช้งานได้	700 มิลลิเมตร
มุมในการยกสูงสุด (Maximum tilt)	45 องศา	พิกัดแรงดันของระบบยกน้ำหนัก	220 โวลต์
ระยะเวลาในการยก	20 วินาที	พิกัดแรงดันของระบบขับเคลื่อน	24 โวลต์
ความชันของทางลาด	12 องศา	ความเร็วสูงสุดของระบบขับเคลื่อน	2.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
จุดต่ำสุดของที่พักศีรษะ (headrest) ขณะเอนลง	700 มิลลิเมตร	ระบบบลูทูธ	วางปล่อยแรงดันไฮดรอลิก

99

ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นผ่านการทดสอบ 3 ขั้นตอน คือ (1) การทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ (2) การทดสอบมาตรฐานทางไฟฟ้า และ (3) การทดสอบการใช้งานเบื้องต้น

1. การทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบความสามารถรองรับน้ำหนักรวมได้ไม่น้อยกว่า 350 กิโลกรัม ทีมวิจัยได้ทำการทดสอบยกน้ำหนัก 350 กิโลกรัม และน้ำหนัก 500 กิโลกรัม ทีม 45 องศา เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ไม่พบความเสียหายของเครื่องหรือระบบการทำงานของเครื่อง จากนั้นจึงทำการทดสอบคุณสมบัติอื่นๆ ที่ได้ออกแบบไว้ รวมถึงการทดสอบระบบความปลอดภัยต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ รวมถึงกรณีฉุกเฉิน

2. การทดสอบตามมาตรฐานทางไฟฟ้า

2.1 การทดสอบมาตรฐานด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility: EMC) - ทดสอบตามมาตรฐานของเครื่องมือแพทย์ที่ใช้ในโรงพยาบาล (CISPR 11)

ทีมวิจัยได้นำชุดต้นแบบขับเคลื่อนที่ได้พัฒนาขึ้นไปทดสอบที่ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (PTEC) และผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน

2.2 การทดสอบมาตรฐานด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้า - ทดสอบตามมาตรฐานของเครื่องมือเครื่องใช้ภายในบ้าน (IEC 60335) ดำเนินการทดสอบโดยศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (PTEC) และผ่านตามมาตรฐาน

3. การทดสอบการใช้งานเบื้องต้น

การทดสอบการใช้งานเบื้องต้น กลุ่มผู้ป่วยปกติโดยให้นั่งเก้าอี้ล้อเลื่อน 7 คน ซึ่งสรุปข้อเสนอแนะได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อเสนอแนะและการแก้ไขจากการทดสอบการใช้งานเบื้องต้นกับกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยปกติ

ข้อ	ข้อเสนอแนะ	การดำเนินการแก้ไข
1	ขณะขึ้นรถขึ้นล้อเลื่อนขึ้น-ลงเดินเท้าแพลตฟอร์มทางลาดมีความชันและสั่นมากเกินไป	เพิ่มความยาวของทางลาด เพื่อลดความชัน และเพิ่มแผ่นรองกันสั่นที่ทางลาด
2	พนักพิงหลังและพนักพิงศีรษะไม่รองรับศีรษะของผู้ป่วยและปรับลำบาก	แก้ไขปรับปรุงพนักพิงหลังและพนักพิงศีรษะให้รองรับกับศีรษะมากขึ้น และแก้ไขปุ่มควบคุมให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น
3	พนักพิงหลังไม่สบาย	แก้ไขวัสดุของพนักพิงหลังให้นุ่มขึ้น

วิจารณ์

การออกแบบคุณลักษณะของเดินเท้าแพลตฟอร์มต้นแบบที่จะพัฒนา ทีมวิจัยคำนึงถึงความเสี่ยง และความปลอดภัยเป็นสำคัญ ซึ่งระบบโครงสร้าง ความแข็งแรง ระบบความปลอดภัยทางไฟฟ้าเป็นระบบหลักที่สำคัญ จากนั้นทีมวิจัยยังได้คำนึงถึงความปลอดภัยอื่น ได้แก่ กรณีไฟฟ้าดับจะมีระบบสำรองที่สามารถนำผู้ป่วย เอนลงได้อย่างปลอดภัย มีระบบ sensor ป้องกันแผ่นยกเก้าอี้ล้อเลื่อนขณะเอนลงทับเท้าผู้ใช้งาน นอกจากนี้ยังคำนึงถึงความสะดวกสบายในการใช้งาน

หลังการพัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์ม ทีมวิจัยได้ทำการทดสอบเป็นลำดับขั้น เพื่อให้เกิดความปลอดภัยมากที่สุด เริ่มจากการทดสอบการทำงานเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ การทดสอบมาตรฐานความปลอดภัย เมื่อมั่นใจแล้วจึงนำไปทดสอบการใช้งานจริงในเบื้องต้นกับผู้ป่วยปกติ 7 คน สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบ

อุปกรณ์สามารถทำงานได้เป็นปกติตามการออกแบบ ไม่ได้รับสัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์อื่นๆ ในบริเวณใกล้เคียง รวมถึงไม่มีการส่งสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าแก่อุปกรณ์การแพทย์อื่นๆ ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงให้ได้รับความเสียหายหรือใช้งานไม่ได้

การทดสอบการใช้งาน ทันตแพทย์และผู้ป่วยให้ความเห็นว่า ขณะเข็นรถเข็นล้อเลื่อนขึ้น-ลงเดินเท้าแพลตฟอร์ม ทางลาดมีความชันและสั้นมากเกินไป อาจทำให้เสียการทรงตัวได้ การแก้ไขทีมวิจัยจึงได้เพิ่มความยาวของทางลาดเพื่อลดความชันและเพิ่มแผ่นรองกันลื่นที่ทางลาด¹¹⁻¹² แต่ทั้งนี้การแก้ไขไม่สามารถเพิ่มความยาวของทางลาดได้มากจนเกินไปเนื่องจากจะทำให้อุปกรณ์มีความยาวมากจนมีพื้นที่ใช้งานมากเกินไป แต่สามารถปรับแก้ไขได้ในการออกแบบเดินเท้าแพลตฟอร์ม รุ่นที่ 2 เช่น ออกแบบเพื่อลดความสูงของฐานเดินเท้าแพลตฟอร์ม ซึ่งจะทำให้ทางลาดมีความชันลดลง รวมถึงการแก้ไขแบบพนักพิงหลังและพนักพิงศีรษะที่ยังไม่รองรับศีรษะของผู้ป่วยและปรับลำปาก และควรมีการนำวัสดุที่นุ่มกว่าเดิมมาใช้ทำพนักพิงหลัง โดยเฉพาะให้สามารถรองรับไหล่และแผ่นหลังให้พอดีจะทำให้ผู้ป่วยรู้สึกสบายมากขึ้นเมื่อเอนนอนเพื่อรับบริการทันตกรรม

สรุป

การพัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์มสามารถพัฒนาได้ตามคุณลักษณะที่กำหนดและผ่านการทดสอบตามมาตรฐานทางไฟฟ้า หลังจากทดสอบการใช้งานเบื้องต้นในกลุ่มผู้ป่วยปกติพบว่า ในการใช้งานทั่วไปอุปกรณ์สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบคือ ผู้ป่วยที่นั่งเก้าอี้ล้อเลื่อนสามารถรับบริการทางทันตกรรมได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายตัวผู้ป่วยออกจากเก้าอี้ล้อเลื่อน และยังได้รับข้อมูลและข้อเสนอแนะที่จะนำไปใช้พัฒนาเดินเท้าแพลตฟอร์มในรุ่นถัดไปให้มีความปลอดภัยและสะดวกต่อการใช้งานทั้งต่อทันตแพทย์และผู้ป่วยที่ใช้เก้าอี้ล้อเลื่อนที่ต้องมารับบริการทันตกรรม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุคคลจากหลายฝ่ายที่ช่วยเหลือและสนับสนุนให้การพัฒนาต้นแบบนี้สำเร็จด้วยดี ทันตแพทย์สมชัย ชัยสุขมงคลลาภ แพทย์หญิงดารณี สุวพันธ์ ที่สนับสนุนการดำเนินงาน นักวิจัยจากเนคเทค นายภาสิต สมศรี ผู้ให้ความช่วยเหลือในการทดสอบมาตรฐาน นายเทอดเกียรติ ฉายจุง เจ้าหน้าที่สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ ผู้ให้คำแนะนำและร่วมทดสอบต้นแบบในระยะแรก ขอขอบคุณผู้บริหารศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ผู้บริหารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ผู้บริหารกระทรวงสาธารณสุข ผู้บริหารกรมการแพทย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุน ทั้งทางตรงและทางอ้อม

References

1. Ministry of Social Development and Human Security. Report on Social Situation and Human Security 2018 (January-March) Presented for Cabinet Meeting, Ministry of Social Development and Human Security; 2018.
2. Department of Empowerment of Persons with Disabilities. Ministry of Social Development and Human Security, Information of Disabilities with Official Personal Identifications for Disabilities; 2018.
3. Rashid-Kandvani F, Nicolau B, Bedos C. Access to dental services for people using a wheelchair. American Journal of Public Health 2015; 105: 2312-7.
4. Diaco dental chair. News and Links. [Internet] 2007. [cite 2018 Aug 3]. Available from: <http://diaco.co.uk/news-nhs.html>.
5. The University of Adelaide. The National Oral Health Promotion Clearinghouse. [Internet] 2016. [cite 2018 Aug 3]. Available from: <https://www.adelaide.edu.au/arcpoh/oral-health-promotion/resources/health-professionals/special-needs-people/>.
6. The Full Function Wheelchair Tilting Device. [Internet] 2014. [cite 2018 Aug 3]. Available from: <https://www.designspecific.co.uk/the-full-function-wheelchair-tilting-device>.
7. Design Specific. Bariatric Dental Chairs. Wheelchair Recliners and Accessories for Dentistry, Podiatry and Ophthalmology Clinics. [Internet]. [cite 2018 Dec 12]. Available from: <https://www.designspecific.co.uk/>.
8. Diaco dental chair. About Diaco. [Internet] 2012. [cite 2018 Aug 3]. Available from: <http://diaco.co.uk/about-diaco.html>.
9. EMC Testing. [Internet] 2019. [cite 2019 Jan 23]. Available from: http://ptec.or.th/Service/testing_emc.html.
10. Product Safety Testing. [Internet] 2019. [cite 2019 Jan 23]. Available from: http://ptec.or.th/Service/testing_safety.html.
11. Jarutach T. Environmental Design for Disabilities and All Ages, 4th ed., National Office of Empowerment of Persons with Disabilities, Ministry of Social Development and Human Security, Bangkok; 2015.
12. Jarutach T. Universal Design Guide Book, Bangkok; 2015.