

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการใช้สิ่งกระตุ้นเพื่อช่วยในการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันพบว่า ส่วนใหญ่จะศึกษาผลการใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตา การใช้สิ่งกระตุ้นทางการได้ยิน การใช้สิ่งกระตุ้นทางสัมผัสเพียงอย่างเดียว หรือไม่ก็ศึกษาสิ่งกระตุ้นทางสายตาร่วมกับสิ่งกระตุ้นทางการได้ยิน การศึกษาผลการใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตาร่วมกับสิ่งกระตุ้นทางสัมผัส การศึกษาผลการใช้สิ่งกระตุ้นทางการได้ยินร่วมกับสิ่งกระตุ้นทางสัมผัส หรือ การศึกษาผลการใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสามอย่างร่วมกัน ยังไม่มีใครศึกษามาก่อน

อีกทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องมือที่มีสิ่งกระตุ้นเพียงอย่างเดียว อย่างหนึ่ง หรือไม่ก็สิ่งกระตุ้นเพียงสองอย่างร่วมกัน จากการศึกษางานวิจัยต่างๆพบว่า เครื่องมือที่มีสิ่งกระตุ้นครบทั้งสามอย่างที่มีสิ่งกระตุ้นทางสายตา โดยใช้แสงเลเซอร์ที่ให้ลำแสงในแนวขวาง สิ่งกระตุ้นทางการได้ยิน โดยการให้เสียงที่เป็นจังหวะ และสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสโดยให้การสั่นที่เป็นจังหวะยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อนมาก่อน

งานวิทยานิพนธ์นี้จึงมุ่งเน้นศึกษาออกแบบ และประดิษฐ์ อุปกรณ์เพื่อช่วยกระตุ้นการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน โดยเครื่องมือดังกล่าวจะมีสิ่งกระตุ้นสามอย่างคือ สิ่งกระตุ้นทางสายตา สิ่งกระตุ้นทางการได้ยินและสิ่งกระตุ้นทางสัมผัส โดยในส่วนของสิ่งกระตุ้นทางสายตาจะอาศัยหลักการทำงานของแสงจากเลเซอร์พอยเตอร์ร่วมด้วยเส้นใยนำแสงไฟเบอร์ ออปติก ส่วนในส่วนของสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินจะใช้ตัวบัสเซอร์ร่วมกับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการให้เสียงที่เป็นจังหวะ นอกจากนี้ในส่วนของสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสนั้น จะใช้ตัวมอเตอร์ร่วมกับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการให้การสั่นที่เป็นจังหวะ จุดเด่นของอุปกรณ์นี้คือ เป็นอุปกรณ์ที่รวมสิ่งกระตุ้นทั้ง 3 แบบไว้ด้วยกันซึ่งไม่มีใครประดิษฐ์มาก่อน ผู้ป่วยพาร์กินสันสามารถเลือกใช้สิ่งกระตุ้นที่ตนเองต้องการได้ อีกทั้งยังสามารถใช้อุปกรณ์นี้เป็นเครื่องมือฝึกกายภาพหรือการเดินเบื้องต้นเมื่ออยู่ที่บ้านได้ ค่าใช้จ่ายในการประดิษฐ์น้อยและขั้นตอนในการทำก็ไม่ยากอีกด้วย

คำถามของการวิจัย

คำถามหลัก

การใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตา ทางการได้ยิน หรือทางสัมผัสโดยใช้แสงเลเซอร์ เสียง หรือการสั่น จะสามารถช่วยเพิ่ม ระยะการก้าว (Stride length) ความเร็วในการเดิน (Walking speed) และลด จำนวนก้าว (Cadence) ของผู้ป่วยพาร์กินสันในกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการก้าวสั้นและชอยเท้าถี่ และเพิ่มจำนวนก้าวในกรณีที่ผู้ป่วยเดินช้าเมื่อเทียบกับการเดินโดยไม่ได้ใช้อุปกรณ์ได้หรือไม่

คำถามรอง

การใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตา ทางการได้ยิน หรือทางสัมผัสโดยใช้แสงเลเซอร์ เสียง หรือการสั่น จะสามารถช่วยลดจำนวนการเดินที่ติดขัด (Freezing of gait) และระยะเวลาที่เท้าทั้งสองข้างแตะพื้นพร้อมกัน (Double support time) ของผู้ป่วยพาร์กินสันได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาออกแบบและประดิษฐ์ อุปกรณ์ช่วยกระตุ้นการเดิน (Cueing device) โดยใช้แสง เลเซอร์ เสียงและการสั่นเป็นสัญญาณทางสายตา ทางการได้ยินและทางสัมผัสเพื่อช่วยในการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน

2. ทดสอบประสิทธิผลของอุปกรณ์ช่วยกระตุ้นทางการเดินว่าสามารถช่วยเพิ่ม ระยะการก้าวเดิน (Stride length) ความเร็วในการเดิน (Walking speed) เพิ่มจำนวนก้าวในการเดิน (Cadence) ลดอาการติดขัดในการเดิน (Freezing of gait) และระยะเวลาที่เท้าทั้งสองข้างแตะพื้นพร้อมกัน (Double support time) ของผู้ป่วยพาร์กินสัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการประดิษฐ์อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดิน โดยอาศัยหลักการของสัญญาณทางสายตา (Visual cue) สัญญาณทางการได้ยิน (Auditory cue) และสัญญาณทางสัมผัส (Somatosensory cue) โดยใช้แสงเลเซอร์ เสียงและการสั่นที่ออกมาจากตัวเครื่องเป็นตัวกระตุ้นเพื่อช่วยให้ผู้ป่วยเดินได้ดีขึ้น

2. ศึกษาผลของการใช้อุปกรณ์ที่มีสัญญาณทางสายตา (Visual cue) สัญญาณทางการได้ยิน (Auditory cue) และสัญญาณทางสัมผัส (Somatosensory cue) โดยศึกษาผลต่อตัวแปรในการเดิน (Spatiotemporal parameters) โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบกับ การเดินโดยไม่ใช้สัญญาณ

3. ตัวแปรเกี่ยวกับการเดินที่จะศึกษาในครั้งนี้ได้แก่

- ระยะการก้าว (Stride length)
- ความเร็วในการเดิน (Walking speed)
- จำนวนก้าว (Cadence)
- ช่วงเวลาที่ทั้งสองเท้าแตะพื้นเวลาเดียวกัน (Double support)
- จำนวนก้าวติดขัด (Number of freezes)

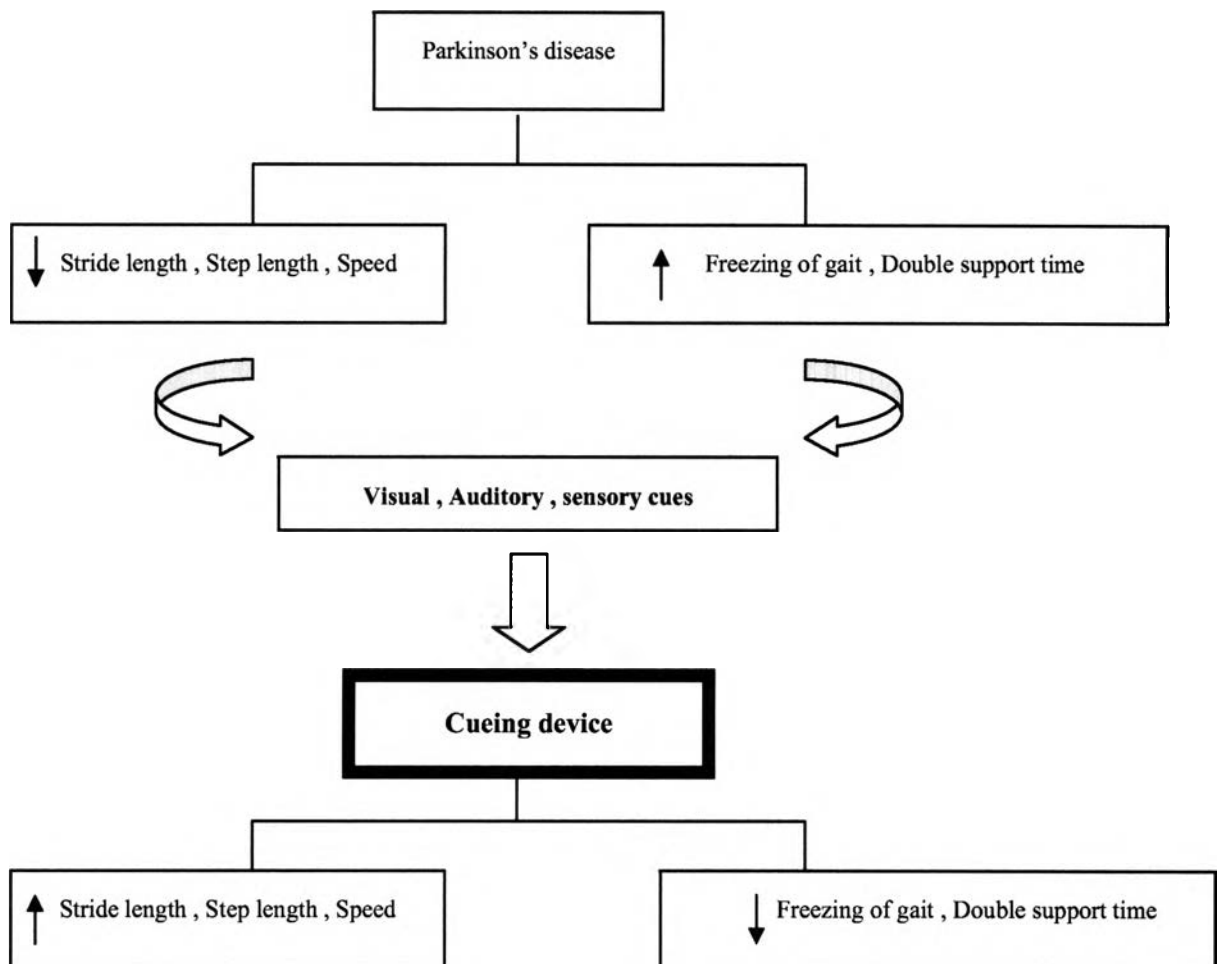
ข้อตกลงเบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่างที่มีอาการทางคลินิกที่บ่งว่าเป็นโรคพาร์กินสัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาการเคลื่อนไหวช้า (Bradykinesia) มีลักษณะการเดินก้าวเล็กๆและชอยเท้าถี่ๆ (Shuffle and hesitation) หรือมีปัญหาในเรื่องของการเดินติดขัด (Freezing of gait)

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. กรณีที่ผู้ป่วยออกจากกรงการวิจัยกลางครัน ทำให้ทำการเก็บข้อมูลต่อไม่ได้
2. ผู้ป่วยพาร์กินสันมีอาการไม่แน่นอน บางรายต้องออกจากกรงการวิจัยกลางครันเพราะมีอาการที่ส่งผลต่อการวิจัย ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลต่อได้
3. ผู้ป่วยไม่ผ่านเกณฑ์ในการคัดเลือกเข้าในการศึกษา
4. ผู้ป่วยบางรายเป็นโรคพาร์กินสันเทียม

กรอบความคิดของการวิจัย



สมมติฐานของการวิจัย

1. การใช้อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดิน (Cueing device) ในผู้ป่วยพาร์กินสันสามารถช่วยผู้ป่วยเดินได้ดีขึ้นโดยสามารถเพิ่ม ระยะการก้าวเดิน (Stride length) ความเร็วในการเดิน (Walking speed) และเพิ่มจำนวนก้าวในการเดิน (Cadence) ในกรณีที่ผู้ป่วยเดินช้าเมื่อเทียบกับการเดินโดยไม่ได้ใช้อุปกรณ์

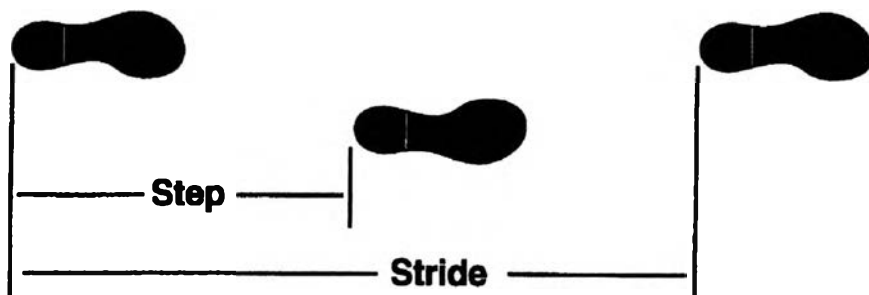
2. การใช้อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดิน (Cueing device) ในผู้ป่วยพาร์กินสันสามารถช่วยผู้ป่วยเดินได้ดีขึ้นโดยสามารถลดอาการติดขัดในการเดิน (Freezing of gait) ลดช่วงเวลาที่เท้าทั้งสองแตะพื้นพร้อมกันในระหว่างเดิน (Double support time) ของผู้ป่วยพาร์กินสันเมื่อเทียบกับการเดินโดยไม่ได้ใช้อุปกรณ์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

“Walking speed” หมายถึง ความเร็วในการเดิน โดยคำนวณจาก

$$\text{ความเร็วในการเดิน} = \text{ระยะทาง} / \text{เวลาที่ใช้ในการเดินทั้งหมด}$$

“Step length” หมายถึง ระยะทางระหว่างปลายส้นเท้าข้างหนึ่งถึงปลายส้นเท้าอีกข้างหนึ่ง (รูปที่ 1.1)



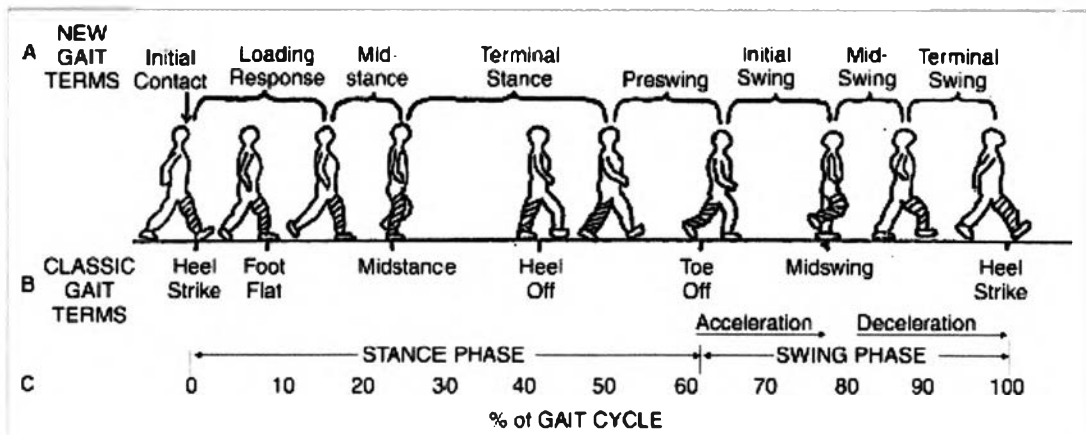
รูปที่ 1.1 แสดง Step length และ Stride length

“Stride length” หมายถึง ระยะทางระหว่างปลายส้นเท้าข้างหนึ่งถึงปลายส้นเท้าข้างเดียวกัน (รูปที่ 1.1)

“Cadence” หมายถึง จำนวนก้าวการเดินภายใน 1 นาที โดยคำนวณจาก

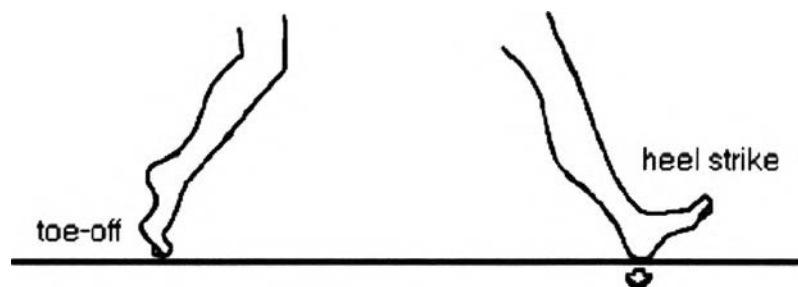
$$\text{จำนวนก้าวในการเดิน} = 120 / \text{เวลาที่ใช้ของระยะก้าวในการเดิน} [4]$$

“Gait cycle” หมายถึง วงจรในการเดิน ประกอบด้วย 2 ช่วงคือ ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (Stance phase) และช่วงที่เท้าลอยขึ้นจากพื้น (Swing phase) ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (Stance phase) ประกอบด้วย ช่วงที่ส้นเท้าแตะพื้น (Heel Strike: HS), ช่วงที่ฝ่าเท้าวางบนพื้น (Foot Flat: FF), ช่วงที่ทิ้งน้ำหนักตัวลงไปบนเท้า (Mid Stance: MS), ช่วงที่ส้นเท้ายกเหนือพื้น (Heel Off: HO) และช่วงที่นิ้วเท้ายกจากพื้น (Toe Off: TO) ส่วนช่วงที่เท้าลอยขึ้นจากพื้น (Swing phase) ประกอบด้วย ช่วงที่เท้าลอยพ้นพื้น (Acceleration) ช่วงที่เท้าลอยเหนือพื้นสูงสุด (Mid Swing) และช่วงที่เท้าเตรียมจะวางลงบนพื้น (Deceleration) แสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงการเดินใน 1 วงจรการเดิน

“Double support” หมายถึง ช่วงเวลาที่เท้าทั้งสองแตะพื้นเวลาเดียวกัน โดยที่เท้าข้างหนึ่งอยู่ในระหว่าง push-off และ toe-off ส่วนเท้าอีกข้างอยู่ในระหว่าง heel strike และ foot flat ซึ่งจะพบช่วง double support นี้ในการเดิน แต่จะไม่พบในการวิ่ง แสดงดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 แสดงช่วงเวลาที่เท้าทั้งสองแตะพื้นพร้อมกัน (Double support)

“Freezing of gait” หมายถึง ลักษณะการเดินของผู้ป่วยที่มีอาการติดขัด ก้าวขาไม่ออก มักจะเกิดเมื่อผู้ป่วยจะเริ่มทำการก้าวเดินหรือเดินมาได้ระยะหนึ่งแล้ว จะมีอาการก้าวขาไม่ออก ยกเท้าไม่ขึ้น พบมากในผู้ป่วยที่มีอาการไม่ตอบสนองต่อยาหรือมีอาการของโรคมานาน

“Number of freezes” หมายถึง จำนวนครั้งที่ผู้ป่วยมีอาการเดินติดขัด ยืนอยู่กับที่ ก้าวขาไม่ออก ไม่สามารถยกขาขึ้นก้าวออกไปได้ตามต้องการตั้งแต่ช่วง Heel off, Toe off และ Push off.

“Time of freezes” หมายถึง ระยะเวลาที่ผู้ป่วยเดินติดขัด ยืนนิ่งอยู่กับที่ เป็นช่วงที่ เท้าติดอยู่ในช่วง Foot flat, Heel off, Push off, Toe off ก่อนที่จะสามารถยกเท้าก้าวเดินต่อไปได้

“Hoehn and Yahr Staging of Parkinson's disease” หมายถึง การจัดลำดับความรุนแรงของอาการในโรคพาร์กินสัน โดยจะมี stages ตั้งแต่ 0-5 เพื่อใช้เป็นข้อบ่งชี้ดังนี้

- H&Y stage 0 : ยังไม่มีอาการแสดงของโรค
- H&Y stage 1 : มีอาการเพียงด้านใดด้านหนึ่งของร่างกาย
- H&Y stage 1.5 : มีอาการเพียงด้านใดด้านหนึ่ง ร่วมกับแกนกลางของร่างกาย
- H&Y stage 2 : มีอาการทั้งสองด้านของร่างกาย โดยที่ไม่มีปัญหาเรื่องการทรงตัว
- H&Y stage 2.5 : มีอาการทั้งสองด้าน ร่วมกับแกนกลางของร่างกาย
- H&Y stage 3 : มีอาการทั้งสองด้าน ร่วมกับปัญหาการทรงตัว ยังช่วยเหลือตนเองได้
- H&Y stage 4 : มีอาการมากทั้งสองด้าน แต่ยังสามารถยืนและเดินได้โดยอาศัยคนช่วยเหลือ
- H&Y stage 5 : มีอาการรุนแรง ไม่สามารถเคลื่อนไหวเองได้ ต้องนั่งอยู่บนรถเข็น หรือนอนอยู่บนเตียง

“Cueing Device” หมายถึง อุปกรณ์ที่ช่วยนำทางในการเดิน ประกอบด้วยสิ่งกระตุ้นสามอย่างได้แก่ การกระตุ้นด้วยแสง (สิ่งกระตุ้นทางสายตา) การกระตุ้นด้วยเสียง (สิ่งกระตุ้นทางการได้ยิน) และการกระตุ้นด้วยสัมผัส (สิ่งกระตุ้นทางสัมผัส) ซึ่งผู้ป่วยสามารถเลือกใช้สิ่งกระตุ้นได้ตามที่ตนเองต้องการ แต่ละสิ่งกระตุ้นจะมีปมกตแยกออกจากกัน อุปกรณ์ที่ช่วยนำทางในการเดินจะมีรูปแบบการทำงานให้เลือกได้ถึง 8 รูปแบบด้วยกันได้แก่

1. การกระตุ้นด้วยแสง
2. การกระตุ้นด้วยเสียง
3. การกระตุ้นด้วยสัมผัส
4. การกระตุ้นด้วยแสงร่วมกับเสียง

5. การกระตุ้นด้วยแสงรวมกับสั่น
6. การกระตุ้นด้วยเสียงรวมกับสั่น
7. การกระตุ้นด้วย แสง เสียงและสั่น ร่วมกัน
8. ไม่มีการกระตุ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดินแก่ผู้ป่วยพาร์กินสัน ที่มีการใช้สิ่งกระตุ้น 3 แบบแต่มีรูปแบบการทำงานรวมถึง 8 แบบด้วยกัน
2. ผู้ป่วยสามารถเลือกการใช้สิ่งกระตุ้นเองตามความต้องการได้
3. อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดินใช้ช่วยในการฝึกเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน ช่วยทำให้ผู้ป่วยมีการเดินที่เร็วขึ้น ระยะการก้าวเดินเพิ่มมากขึ้น
4. อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดินมีขนาดเล็ก พกพาสะดวก ผู้ป่วยสามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้
5. ช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย ลดการเสี่ยงต่อการล้มของผู้ป่วย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ

1. ช่วงการประดิษฐ์อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดิน

ก่อนการทดสอบจริงกับผู้ป่วย ผู้วิจัยทำการค้นคว้าหาข้อมูลที่จำเป็นต่อการประดิษฐ์อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดิน จากนั้นได้ทำการประดิษฐ์อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดินขึ้น และได้นำอุปกรณ์ไปลองทดสอบนำร่องกับผู้ป่วย เพื่อหาข้อบกพร่องของเครื่องมือ เพื่อนำมาแก้ไขและพัฒนา ก่อนการทดสอบจริง

2. ช่วงการฝึกและการคัดกรองผู้ป่วยก่อนการทดสอบ

ผู้ป่วยที่เข้าร่วมการทดสอบจะต้องได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน จากนั้นผู้วิจัยจะทำเก็บข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยเช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ระยะเวลาที่เป็นโรค ช่วงเวลาในการรับประทานยา อาการของโรคว่าเป็นข้างซ้ายหรือขวามากกว่ากัน เป็นต้น ผู้วิจัยจะทำการบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มตามภาคผนวก ก.

ผู้ป่วยที่เข้าร่วมการทดสอบจะได้รับคำแนะนำและวิธีการใช้อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดิน จากนั้นผู้ป่วยจะต้องทำการฝึกใช้อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดิน โดยทำการฝึกเดินบนทางเดินที่มีระยะทาง 10 เมตร ถ้าผู้ป่วยไม่สามารถทำได้จะทำการคัดออกทันที

3. ช่วงการทดสอบจริง

เมื่อผู้ป่วยผ่านช่วงการฝึกและการคัดกรองผู้ป่วยแล้ว ผู้วิจัยจะให้ผู้ป่วยทำการพักเป็นเวลา 15 นาทีจากนั้นจึงทำการทดสอบจริง การทดสอบในครั้งนี้จะทำการทดสอบก่อนผู้ป่วยรับประทานยาในครั้งต่อไปประมาณ 60 – 90 นาที โดยจะทำการศึกษาเปรียบเทียบการเดินของผู้ป่วยเมื่อเดินโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดิน กับการเดินโดยใช้อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดิน ดังรูปที่ 1.4 ผู้ป่วยจะเดินบนทางเดินระยะทาง 10 เมตรโดยมีเครื่อง RS scan ยาว 2 เมตร อยู่ตรงปลายทางเดินเป็นตัวเก็บข้อมูลในการเดินของผู้ป่วย ผู้ป่วยจะทำการทดสอบเดิน 8 เส้นไขว้ด้วยกัน เส้นไขว้ละ 3 รอบ



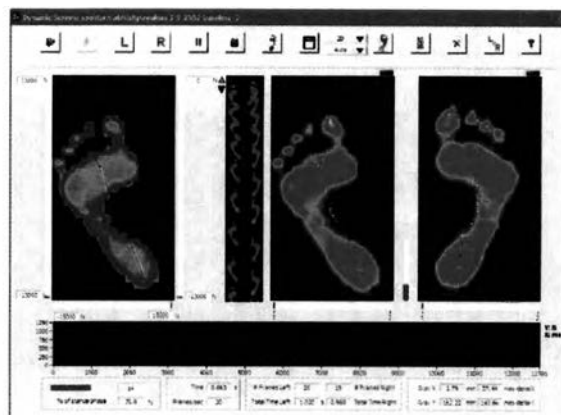
รูปที่ 1.4 แสดงการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดิน

การเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่อง RS scan

1. ทำการถามข้อมูลผู้ป่วยที่จำเป็นที่จะต้องกรอกข้อมูลเข้าไปในเครื่อง เช่น ชื่อ นามสกุล วันเดือนปีเกิด น้ำหนัก และเบอร์รองเท้าที่ผู้ป่วยใส่
2. ทำการเก็บข้อมูล โดยให้ผู้ป่วยเดินด้วยความเร็วปกติบนทางเดินที่มีเครื่อง RS scan อยู่ตรงกลาง จะเก็บข้อมูลจำนวน 3 รอบต่อการทดสอบ 1 สถานการณ์ ดังรูปที่ 1.5
3. ถ้าในระหว่างที่ผู้ป่วยทำการทดสอบและมีอาการเดินไม่เป็นธรรมชาติ เช่นก่อนที่จะเดินมาถึงเครื่องเดินปกติ แต่พอเดินมาถึงเครื่องแล้วเดินช้าลงผิดปกติ ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลใหม่
4. นำผลที่ได้จากเครื่อง RS scan ดังรูปที่ 1.6 ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ



รูปที่ 1.5 แสดงการทดสอบโดยใช้เครื่อง RS scan



รูปที่ 1.6 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

1. ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. ทำการออกแบบ และประดิษฐ์เครื่องช่วยนำทางในการเดิน
3. นำเครื่องช่วยนำทางในการเดินไปทดสอบเบื้องต้นกับผู้ป่วยพาร์กินสัน
4. ทำการพัฒนาเครื่องช่วยนำทางในการเดิน
5. นำเครื่องช่วยนำทางในการเดินไปทดสอบกับผู้ป่วยพาร์กินสัน
6. ทำการเก็บข้อมูลที่จะใช้ในการศึกษาวิจัย
7. นำผลการศึกษาวิจัยที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ
8. สรุปผลการศึกษาวิจัย