



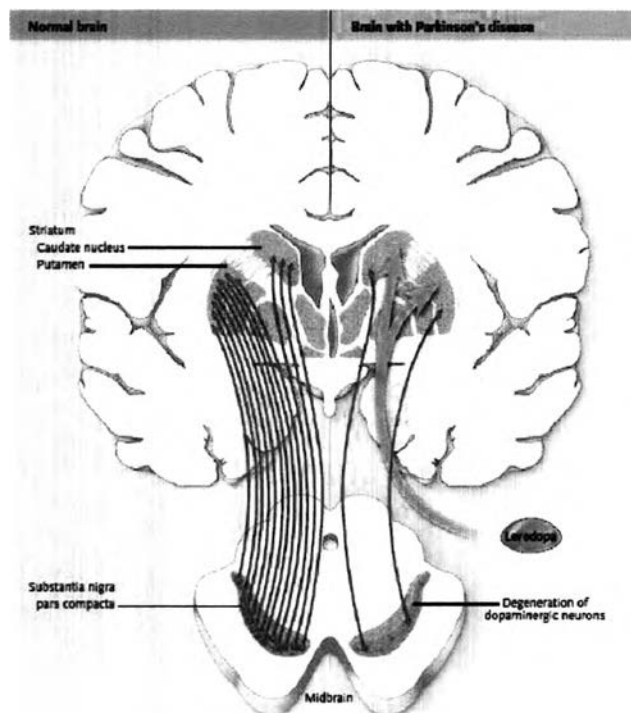
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

1. พยาธิสภาพและสาเหตุของโรคพาร์กินสัน

โรคพาร์กินสันเป็นโรคที่เกิดจากความเสื่อมของระบบประสาทในส่วนของเบซาลแกงเกลีย (Basal ganglia) โดยความเสื่อมนั้นจะเริ่มต้นจากส่วน ซับสแตนเชียไนกรา (Substantia Nigra) ส่งผลต่อเนื้อไปยังส่วนต่างๆใน เบซาลแกงเกลีย การเสื่อมในแต่ละส่วนของ เบซาลแกงเกลียจะส่งผลต่ออาการและการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน เซลล์ในส่วนของ ซับสแตนเชียไนกรานั้นมีหน้าที่สำคัญในการผลิตสารสื่อประสาทที่เรียกว่า โดปามีน (Dopamine) ซึ่งสารนี้มีหน้าที่สำคัญโดยเฉพาะในเรื่องการเคลื่อนไหว ดังนั้นเมื่อระดับโดปามีนลดลงเนื่องจากการเสื่อมของ ซับสแตนเชียไนกรา ดังรูปที่ 2.1 จึงส่งผลให้ผู้ป่วยพาร์กินสันมีปัญหาในเรื่องของ การสั่น (Tremor) , อาการแข็งเกร็ง (Rigidity), อาการเคลื่อนไหวช้า (Bradykinesia) หรือ อาการเคลื่อนไหวได้น้อย (Hypokinesia) และยังมีอาการทรงตัวไม่มั่นคง (Postural Instability) ร่วมด้วย [1]



รูปที่ 2.1 แสดงเปรียบเทียบการผลิตสาร dopamine ที่บริเวณ ซับสแตนเชีย ไนกรา ในคนปกติกับผู้ป่วยพาร์กินสัน [5]

2. ลักษณะอาการของโรคพาร์กินสัน [1]

อาการที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ของโรคพาร์กินสันจะเป็นผลมาจากการทำงานที่เสียไปของ เบซาลแกงเกลีย(Basal ganglia) และ ซับสแตนเชียไนกรา (Substantia Nigra) โดยจะเรียกอาการเหล่านี้ว่า Extrapyrimalidal syndrome ซึ่งได้แก่

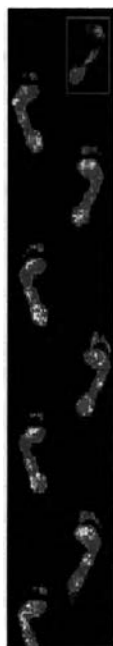
1. อาการสั่น (Tremor) มักเป็นอาการที่พบได้บ่อยที่สุดในผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน ประมาณร้อยละ 70 มักจะเป็นอาการแรกที่น่าผู้ป่วยมาพบแพทย์ โดยอาการสั่นจะเริ่มที่ด้านใดด้านหนึ่งของร่างกาย ซึ่งโดยส่วนใหญ่นั้นอาการสั่นจะเริ่มตอนที่มือหรือที่ปลายนิ้วก่อนในขณะที่มืออยู่เฉยๆ (Asymmetric Rest Tremor) และอาการสั่นจะลดลงเมื่อเริ่มใช้มือนั้นทำงาน

2. อาการเคลื่อนไหวช้า (Bradykinesia) หรือ อาการเคลื่อนไหวน้อย (Hypokinesia) ในช่วงแรกอาการเคลื่อนไหวช้ามักจะเกิดขึ้นพร้อมกับอาการสั่น โดยจะเริ่มที่ส่วนปลายนิ้วปลายเท้าก่อนแล้วค่อยๆมาที่กลางลำตัว มักจะใช้เวลานานก่อนจะเริ่มการเคลื่อนไหว

3. อาการแข็งเกร็ง (Rigidity) มักจะเกิดขึ้นพร้อมกับอาการสั่น อาการนี้มักจะทำให้เกิดความลำบากแก่ผู้ป่วยมากที่สุด ทำให้ผู้ป่วยเคลื่อนไหวได้ช้า

เนื่องจากอาการแข็งเกร็ง และ อาการเคลื่อนไหวได้ช้าในผู้ป่วยพาร์กินสัน ทำให้ส่งผลต่อลายมือของผู้ป่วย ผู้ป่วยจึงมีลักษณะลายมือที่เล็กลง (Micrographia)

4. อาการทรงตัวที่ไม่สมดุล (Postural Instability) มักจะไม่เกิดกับผู้ป่วยพาร์กินสันในระยะแรก ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้หกล้มได้



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะกานเดิน ขอยทำถี่ๆและก้าวสั้นๆ



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะ Stoop Posture

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ลักษณะการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน

ความผิดปกติในการเดินเป็นลักษณะที่สำคัญที่เป็นผลมาจากการทำงานที่เสียไปของ เบซาลแกงเกลีย(Basal ganglia) และ ซับสแตนเชียโนกรา (Substantia Nigra) สองลักษณะเด่นที่เป็นลักษณะการเดินเฉพาะในผู้ป่วยพาร์กินสันส่วนมากคือ อาการเคลื่อนไหวช้า (Bradykinesia) และการเดินที่ก้าวสั้นๆและชอยเท้าถี่ๆ (Short shuffling gait)(รูปที่ 2.2) เป็นผลทำให้ระยะการก้าวเดินสั้นลง เวลาเดินลำตัวมักจะโน้มไปข้างหน้า (Stoop posture)(รูปที่ 2.3)แขนไม่แกว่งหรือแกว่งน้อย (Reduced Arm Swing) ในบางครั้งผู้ป่วยอาจมีอาการก้าวขาไม่ออกเดินย่ำเท้าอยู่กับที่ เหมือนเท้าติดอยู่กับพื้น อาการนี้เรียกว่า Freezing of gait อาการนี้มักเกิดขึ้นตอนที่ผู้ป่วยเดินในที่แคบๆ หรือมีสิ่งกีดขวางในระหว่างที่เดิน อีกทั้งในขณะที่ผู้ป่วยต้องการจะกลับตัวขณะเดิน ผู้ป่วยจะทำการกลับตัวไปทั้งตัวรวมกับการชอยเท้าถี่ๆ (En bloc turn) นอกจากนี้ผู้ป่วยพาร์กินสันยังชอบเดินโดยการลากเท้า ไม่มีการวางส้นเท้าในช่วง Heel Strike และยกส้นเท้าในช่วง Toe Off [6]

ผู้ป่วยพาร์กินสันจะมีการเดินได้ดีขึ้นเมื่อได้ทานยา ซึ่งยานี้คือยาในกลุ่มDopamine หรือ Dopamine agonist เช่นยา Levodopa ยาในกลุ่มนี้จะช่วยให้ผู้ป่วยเคลื่อนไหวได้เร็วขึ้น และลดอาการแข็งเกร็ง [7] แต่ในช่วงที่ยาไม่ออกฤทธิ์ผู้ป่วยก็จะมีอาการเดินผิดปกติเหมือนเดิม

2. ผลของการใช้สิ่งกระตุ้นทางภายนอกต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน

สิ่งกระตุ้นทางภายนอกจะเป็นตัวช่วยเหลือผู้ป่วยพาร์กินสันในเรื่องของการเดิน จากการศึกษาพบว่าสิ่งกระตุ้นทางภายนอกนั้นช่วยเพิ่มความเร็วในการเดิน ระยะการก้าวเดิน และเพิ่มจำนวนก้าวในการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน[2-25] สิ่งกระตุ้นทางภายนอกที่นิยมใช้นั้นมีสิ่งกระตุ้นทางสายตา (Visual cue) สิ่งกระตุ้นทางการได้ยิน (Auditory cue) และสิ่งกระตุ้นทางสัมผัส (Somatosensory cue)

2.1 ผลของการใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตาต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน

สิ่งกระตุ้นทางสายตาหรือที่เรียกว่า Visual cue มีมากมายหลายรูปแบบเช่น การแปะเทปกาบบนพื้นในแนวขวางโดยที่สีเทปกาบนั้นตัดกับสีพื้นแล้วให้ผู้ป่วยเดินก้าวข้ามมัน เป็นที่นิยมใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นอย่างมากในอดีต

ในปี 1967 Martin และคณะ ได้ทำการทดสอบโดยใช้ลักษณะเส้นหลากหลายรูปแบบติดกับพื้นและให้ผู้ป่วยทำการเดินก้าวข้ามเพื่อต้องการจะดูว่า เส้นลักษณะใดจะเป็นสิ่งกระตุ้นทางสายตาเพื่อช่วยให้ผู้ป่วยเดินได้ดีที่สุด สิ่งที่ Martin ใช้ในการศึกษาคือ เส้นในแนวขวาง เส้นแนวซิกแซก เส้นคู่ขนาน ผลการศึกษาวิจัยพบว่า เส้นในแนวขวางที่มีสีตัดกับสีพื้นเป็นเส้นที่ดีที่สุด [8]

ในปี 1996 Azulay และคณะ ได้ทำการศึกษาผลของการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 13 คนในช่วงก่อนและหลังทานยา โดยศึกษาการเดินปกติไม่ใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตาเปรียบเทียบกับ การเดินก้าวข้ามเทปส์ที่ติดอยู่ที่พื้น ที่มีระยะห่างกันทุก 45 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องวิเคราะห์การ เคลื่อนไหว (Motion analysis) ในการเก็บข้อมูล ผลการศึกษาพบว่าเมื่อทานยาแล้ว ความเร็วในการ เดิน ระยะการก้าวเดินและเวลาที่ใช้เดินดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ป่วย จำนวน 7 ใน 13 ราย ความเร็วในการเดินและระยะการก้าวเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตา [9]

ต่อมาในปี 1999 Azulay และคณะได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน (H&Y stage II-III) ในช่วงยาออกฤทธิ์ เมื่อใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตา ในครั้งนี้ Azulay ต้องการจะ ศึกษาผลของการใช้แสงไฟธรรมดาและแสงไฟแบบกระพริบ ร่วมกับการติดเทปส์ที่พื้นที่มีความกว้าง 5 เซนติเมตรและระยะห่างกัน 45 เซนติเมตร และไม่ใช่เทปส์ติดที่พื้น การทดสอบครั้งนี้จะเดินบนทางเดิน ยาว 12 เมตร โดยใช้เครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion analysis) ในการเก็บข้อมูล และเงื่อนไข ในการทดสอบคือ

1. เดินโดยเปิดแสงไฟธรรมดาบนพื้นที่ไม่มีเทปส์
2. เดินโดยเปิดแสงไฟธรรมดาบนพื้นที่มีเทปส์กว้าง 5 เซนติเมตรและระยะห่างกัน 45 เซนติเมตร
3. เดินโดยเปิดไฟกระพริบ ที่จะกระพริบ 3 ครั้งต่อนาทีบนพื้นที่ไม่มีเทปส์
4. เดินโดยเปิดไฟกระพริบ ที่จะกระพริบ 3 ครั้งต่อนาทีบนพื้นที่มีเทปส์กว้าง 5 เซนติเมตร และระยะห่างกัน 45 เซนติเมตร

ผลการศึกษาพบว่า การเดินโดยเปิดแสงไฟธรรมดาบนพื้นที่มีเทปส์กว้าง 5 เซนติเมตรและ ระยะห่างกัน 45 เซนติเมตร ทำให้ความเร็วในการเดินและระยะการก้าวเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน เพิ่มขึ้น แต่เมื่อผู้ป่วยเดินโดยเปิดไฟกระพริบ ที่จะกระพริบ 3 ครั้งต่อนาทีบนพื้นที่ไม่มีเทปส์ ความสามารถในการเดินของผู้ป่วยลดลง แต่ถ้าเดินโดยเปิดไฟกระพริบ ที่จะกระพริบ 3 ครั้งต่อนาทีบน พื้นที่มีเทปส์กว้าง 5 เซนติเมตรและระยะห่างกัน 45 เซนติเมตร ผู้ป่วยจะสามารถเดินได้ดีขึ้น [10]

ในปี 2000 Lewis และคณะได้ทำการศึกษาผลของการเดินในกลุ่มผู้ป่วยพาร์กินสัน (H&Y stage I-IV) และกลุ่มคนปกติจำนวนกลุ่มละ 14 คน โดยการให้ทั้งสองกลุ่มเดินบนทางเดินยาว 10 เมตรไปกลับรวม 10 ครั้ง และเงื่อนไขในการทดสอบคือ

1. เดินปกติโดยไม่มีสิ่งกระตุ้น (Baseline condition)
2. เดินโดยมีเทปส์ติดอยู่กับพื้นที่มีขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร และยาว 50 เซนติเมตร โดยที่ ระยะห่าง ระหว่างเทป ที่ติด จะขึ้นกับช่วงการก้าวของผู้ป่วย

3. เดินโดยมีเครื่องฉายแสงเลเซอร์ติดอยู่ตรงหน้าอก (Subject-mounted light device: SMLD) โดยที่เครื่องนี้จะมีเลเซอร์พอยเตอร์ 2 ตัวติดอยู่ตรงหน้าอกฉายลำแสงในแนวขวางออกมา ห่างกันเท่ากับช่วงการก้าวของผู้ป่วย ขนาดความยาวของลำแสงจะยาวประมาณ 50 เซนติเมตรเท่ากับความยาวของเทปสี่

การศึกษานี้ใช้เครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion analysis) เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) และ foot switches ขนาด 1-2 เซนติเมตรใส่ในรองเท้าเพื่อใช้วัดหาจำนวนก้าวเดินและระยะเวลาในการเดิน ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยเดินดีขึ้นเมื่อใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตาทั้งแบบที่เป็นเทปขาวและแสงเลเซอร์ติดที่ตรงหน้าอก แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการใช้เทปขาวติดที่พื้นและแสงเลเซอร์ติดที่ตรงหน้าอก [11]

ในปีเดียวกัน Kompoliti และคณะได้ทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในการเดินและจำนวนก้าวที่ติดขัดในการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 28 คน เงื่อนไขในการทดสอบคือ

1. เดินโดยไม่ใช้ไม้เท้าและสิ่งกระตุ้นในการเดิน
2. เดินโดยใช้ไม้เท้าดัดแปลงที่มีแท่งยื่นออกมาที่ปลายไม้เท้า (Modified inverted stick: MIS)
3. เดินโดยใช้ไม้เท้าที่มีแสงเลเซอร์ฉายออกมา (Laser beam stick: LBS)

ผลการศึกษาพบว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการใช้ MIS และ LBS [12]

ในปี 2006 Chuen-Hian Lim และคณะได้ทำการศึกษาผลของการใช้ Laser-assisted device ในผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 3 คนที่มีปัญหาเรื่องการเดินติดขัด (H&Y stage II-III) โดยให้ผู้ป่วยเดินบนทางเดินยาว 10 เมตรและเงื่อนไขในการทดสอบคือ

1. เดินโดยไม่มีสิ่งกระตุ้นทางสายตา
2. เดินโดยมีเทปสี่กว้าง 6 นิ้วและระยะห่างกัน 10 เซนติเมตร
3. เดินโดยมี Laser-assisted device ช่วยในการเดิน โดยที่ผู้ป่วยจะถือเครื่องนี้ไว้ที่มือหนึ่ง เมื่อฉายลงบนพื้นจะมีแสงเลเซอร์ฉายที่พื้นในแนวขวางให้ก้าวข้าม

ผลการศึกษาพบว่า เวลาที่ใช้ในการเดินและจำนวนก้าวที่เดินเมื่อใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสองแบบนั้นลดลงเมื่อเทียบกับการเดินโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น แต่เมื่อเทียบระหว่างเทปสี่ที่ติดอยู่บนพื้นกับ laser-assisted device แล้ว พบว่าผู้ป่วยเดินได้ดีกว่าเมื่อเดินโดยมีเทปสี่บนพื้น [13]

2.2 ผลของการใช้สิ่งกระตุ้นทางการได้ยินต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน

สิ่งกระตุ้นทางการได้ยินหรือ Auditory cue ส่วนใหญ่จะนิยมใช้ เครื่องบอกจังหวะ (Metronome) หรือเสียงที่มีลักษณะเป็นจังหวะมาเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้ป่วยพาร์กินสันเดินตาม ส่วนความถี่หรือจังหวะที่ใช้ในการวิจัยจะแตกต่างกันไปตามแต่ผู้วิจัยกำหนด ส่วนมากจะหาความถี่หรือจังหวะจากการที่ให้ผู้ป่วยเดินปกติก่อน จากนั้นเวลาวิจัยก็ทำการปรับความถี่หรือจังหวะของเครื่องบอกจังหวะให้เร็วกว่าจังหวะการเดินปกติของผู้ป่วย บางรายงานวิจัยอาจจะใช้ความถี่ 10% ที่มากกว่าจังหวะการเดินปกติ หรือบางรายงานวิจัยอาจทำการกำหนดความถี่ไปเลยก็ได้

ในปี 1996 Thaut และคณะทำการศึกษาผลการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 15 คน เมื่อทำการฝึกเดินโดยการเดินตามเสียงที่เป็นจังหวะ ผู้ป่วยจะได้รับการตรวจคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram :EMG) และค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเดิน ก่อนและหลังระยะเวลา 3 สัปดาห์ที่ทำการฝึกเดินโดยใช้การเดินตามจังหวะเสียง ในการทดสอบครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เทปอัดเสียงจังหวะของเครื่องบอกจังหวะมาใช้ในการทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากฝึกการเดินโดยใช้เสียงที่เป็นจังหวะ [6]

ในปี 1997 McIntosh และคณะทำการศึกษาผลของการใช้เสียงที่เป็นจังหวะเป็นสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินเพื่อช่วยในการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน กลุ่มผู้ป่วยพาร์กินสันในช่วง on จำนวน 21 คน ช่วง off จำนวน 10 คน (H&Y stage II-IV) และกลุ่มคนปกติ 10 คน เข้าร่วมในการทดสอบครั้งนี้ โดยจะให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบเดินบนทางเดินยาว 15 เมตรไป-กลับ และเงื่อนไขในการทดสอบคือ

1. เดินโดยใช้ความเร็วสูงสุดในการเดินและไม่ใช้สิ่งกระตุ้นในการเดิน
2. เดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะให้ตรงกับจำนวนก้าวการเดินของผู้เข้าร่วมการทดสอบ
3. เดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะให้เร็วกว่าจำนวนก้าวการเดินปกติ 10%
4. เดินโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น เพื่อจะดูผลหลังจากเดินโดยใช้สิ่งกระตุ้น

ผลการศึกษาพบว่า การเดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะให้เร็วกว่าจำนวนก้าวการเดินปกติ 10% ช่วยเพิ่มความเร็วในการเดิน จำนวนก้าวในการเดินและระยะเวลาการก้าวในการเดินในทุกกลุ่มทดสอบ [14]

ในปี 2003 Howe และคณะทำการศึกษาผลของการใช้เสียงที่เป็นจังหวะในผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 11 คน (H&Y stage I-II) ผู้ป่วยจะเดินบนทางเดินระยะทาง 9 เมตรโยมี GaitRite ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้เก็บค่าพารามิเตอร์ในการเดินขนาด 4.57 เมตร อยู่ตรงกลางทางเดิน และเงื่อนไขในการทดสอบคือ

1. เดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะ 85% ของจำนวนก้าวเดินปกติ
2. เดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะ 92.5% ของจำนวนก้าวเดินปกติ
3. เดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะ 107.5% ของจำนวนก้าวเดินปกติ

4. เดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะ 115% ของจำนวนก้าวเดินปกติ

ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วในการเดินและจำนวนก้าวในการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันเพิ่มขึ้นเมื่อเดินตามเสียงที่เป็นจังหวะ 107.5% และ 115% ของจำนวนก้าวเดินปกติ และความเร็วในการเดินและจำนวนก้าวในการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันลดลงเมื่อเดินตามเสียงที่เป็นจังหวะ 85% ของจำนวนก้าวเดินปกติ [15]

ในปีเดียวกัน del Olmo และคณะทำการศึกษาผลของการใช้เสียงที่เป็นจังหวะในผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 6 คน (H&Y stage III-IV) ผู้ป่วยจะเดินบนทางเดินยาว 8.5 เมตร โดยที่ระหว่างเดิน จะติด EMG ไว้ที่กล้ามเนื้อ tibialis anterior และ gastrocnemius เพื่อวัดคลื่นไฟฟ้า กล้ามเนื้อ และเงื่อนไขในการทดสอบคือ เดินปกติโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น และเดินตามจังหวะเสียงที่ตั้งค่าไว้ที่ 100 ครั้ง ต่อนาที โดยที่ค่านี้คือจำนวนก้าวเดินมาตรฐานของผู้สูงอายุที่ต่างประเทศ [16] ผลการศึกษาพบว่า ค่า EMG เมื่อวัดตอนเดินโดยใช้สิ่งกระตุ้นดีกว่าตอนเดินโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น [17]

ในปี 2007 Hausdorff และคณะทำการศึกษาผลของการใช้เสียงที่เป็นจังหวะในกลุ่มผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 29 คน (H&Y stage II-III) และกลุ่มคนปกติจำนวน 26 คน ผู้เข้าทดสอบจะเดินบนทางเดินยาว 25 เมตร จำนวน 4 รอบ และเงื่อนไขในการทดสอบคือ

1. เดินด้วยความเร็วปกติโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น
2. เดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะ 100% ของจำนวนก้าวเดินปกติ
3. เดินด้วยความเร็วปกติโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น เพื่อจะดูผลหลังจากเดินโดยใช้สิ่งกระตุ้น
4. เดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะ 110% ของจำนวนก้าวเดินปกติ
5. เดินด้วยความเร็วปกติโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น เพื่อจะดูผลหลังจากเดินโดยใช้สิ่งกระตุ้น
6. เดินด้วยความเร็วปกติโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น หลังจากพักเป็นเวลา 15 นาทีเพื่อจะดูผลหลังจากเดินโดยใช้สิ่งกระตุ้น

ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยเดินได้ดีขึ้นเมื่อเดินโดยใช้สิ่งกระตุ้นเข้ามาช่วย [18]

ในปี 2008 Baker และคณะทำการศึกษาผลของการใช้เสียงที่เป็นจังหวะร่วมกับการใส่ความตั้งใจในการเดินเข้าไปด้วยในกลุ่มผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 14 คน (H&Y stage I-IV) และกลุ่มคนปกติจำนวน 12 คน ผู้เข้าทดสอบจะเดินบนทางเดินยาว 10 เมตร ทำการทดสอบแบบ single task คือเดินอย่างเดียว และแบบ dual task คือเดินพร้อมกับถือถาดที่มีแก้วน้ำวางอยู่ไปด้วย ทั้งสองการทดสอบนี้จะต้องทำตามเงื่อนไขในการทดสอบดังนี้

1. เดินด้วยความเร็วปกติโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น
2. เดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะต่ำกว่าจำนวนก้าวปกติ 10%
3. เดินอย่างตั้งใจตามคำแนะนำของผู้ทดสอบที่ว่า เวลาเดินให้ก้าวเท้ากว้างๆ

4. เดินตามจังหวะเสียงที่ถูกตั้งจังหวะต่ำกว่าจำนวนก้าวปกติ 10% พร้อมกับเดินอย่างตั้งใจตามคำแนะนำของผู้ทดสอบที่ว่า เวลาเดินให้ก้าวเท้ากว้างๆ
5. เดินโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้นด้วยความเร็วปกติ เพื่อดูผลการเดินหลังจากใช้สิ่งกระตุ้น

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเดินแบบ single task และ dual task ความหลากหลายในการเดิน (gait variability) เช่น เวลาที่ใช้ในการก้าวเดินที่มีหลากหลาย (step time variability) บางก้าวก็ใช้เวลานาน บางก้าวก็ใช้เวลาสั้นนั้นลดลงเมื่อผู้ป่วยเดินโดยใช้สิ่งกระตุ้นทุกแบบ นอกจากนี้ Double limb support time ก็ลดลงเช่นกันเมื่อเดินโดยใช้สิ่งกระตุ้นทุกรูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเดินโดยใส่ความตั้งใจในการเดินร่วมกับสิ่งกระตุ้นที่ใช้เสียงเป็นจังหวะ [19]

2.3 ผลของการใช้สิ่งกระตุ้นทางสัมผัสต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน

สิ่งกระตุ้นทางสัมผัส หรือ somatosensory cue หรืออีกชื่อหนึ่งคือ coetaneous cue มีหลากหลายรูปแบบ เช่น การใช้ การกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Electrical stimulation) [20] หรือ การสั่น (vibration) เป็นต้น แต่โดยส่วนใหญ่แล้วงานวิจัยจะใช้ การสั่นเป็นตัวแทนของสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสมากกว่า สิ่งกระตุ้นทางสัมผัสเป็นรูปแบบของสิ่งกระตุ้นที่ผู้วิจัยเพิ่งเริ่มให้ความสำคัญในการศึกษาดังนั้นงานวิจัยในเรื่องนี้จึงมีค่อนข้างน้อยกว่างานวิจัยที่ศึกษาการใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตาและทางการได้ยิน สาเหตุที่ผู้วิจัยหันมาให้ความสนใจในการศึกษาเรื่องนี้คือ สิ่งกระตุ้นทางสายตาหรือสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินนั้นมีข้อจำกัดเมื่อผู้ป่วยนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่มีแสงสว่างมาก แสงเลเซอร์ที่เป็นตัวแทนของสิ่งกระตุ้นทางสายตา ก็ไม่อาจมองเห็นได้ หรือไม่ก็ในกรณีที่มีเสียงดังมาก ผู้ป่วยก็ไม่สามารถได้ยินเสียงที่บอกจังหวะได้ ดังนั้นนักวิจัยจึงต้องการจะหาสิ่งที่จะมาทดแทนข้อจำกัดเหล่านี้ โดยการใช้สิ่งกระตุ้นทางสัมผัส การใช้สิ่งกระตุ้นทางสัมผัสส่วนใหญ่จะใช้หลักการเดียวกับการใช้สิ่งกระตุ้นทางการได้ยินคือ การให้การสั่นที่เป็นจังหวะ

ในปี 2006 Wegen และคณะทำการศึกษาผลของการใช้การสั่นที่เป็นจังหวะเป็นสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสในผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 17 คน (H&Y stage I-IV) การศึกษานี้จำกัดขอบโดยให้ผู้ป่วยเดินบนลู่วิ่ง (Treadmill) และเงื่อนไขในการทดสอบคือ

1. เดินโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้นและไม่มีภาพระเบียงเสมือนจริง (virtual corridor) ที่ฉายบนเครื่องฉาย (projector) ที่อยู่หน้าลู่วิ่ง โดยภาพเสมือนจริงจะเคลื่อนไหวเท่ากับความเร็วของลู่วิ่ง
 2. เดินโดยมีภาพระเบียงเสมือนจริง แต่ไม่มีสิ่งกระตุ้น
 3. เดินโดยมีการสั่นเป็นจังหวะเป็นสิ่งกระตุ้นแต่ไม่มีภาพเสมือนจริง
 4. เดินโดยมีการสั่นเป็นจังหวะเป็นสิ่งกระตุ้นและมีภาพเสมือนจริง
- จังหวะในการสั่นที่ใช้จะตั้งไว้ที่ 10% ต่ำกว่าจำนวนก้าวเดินเมื่อไม่ใช้สิ่งกระตุ้น

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเดินโดยมีสิ่งกระตุ้นทางสัมผัส จำนวนก้าวในการเดินลดลงตามจังหวะในการสั้นที่ตั้งค่าไว้ และพบว่าระยะในการก้าวเดินแต่ละก้าวนั้นเพิ่มขึ้นอีกด้วย [21]

ในปีเดียวกัน Novak และคณะ ได้ศึกษาผลของการใช้การสั้นที่ฝ่าเท้าในระหว่างเดินของกลุ่มผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 8 คน (H&Y stage II-III) และกลุ่มคนปกติจำนวน 8 คน การศึกษานี้จะใช้แผ่นรองรองเท้าที่มีมอเตอร์สั่นติดที่ส้นเท้าและด้านหน้าฝ่าเท้าสองจุดซ้ายและขวา และเงื่อนไขในการทดสอบคือ เดินโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น เปรียบเทียบกับ เดินโดยใช้การสั้นที่ฝ่าเท้า ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเดินโดยใช้การสั้นเป็นสิ่งกระตุ้น ความเร็วในการเดิน ระยะการก้าว เวลาที่ใช้ในการก้าว และจำนวนการก้าวเพิ่มขึ้น แต่ ความหลากหลายในการเดิน (stride variability) นั้นลดลง [22]

2.4 ผลของการใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตาพร้อมกับสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน

จากการศึกษาพบว่าทั้งสิ่งกระตุ้นทางสายตาหรือสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินช่วยเพิ่มความสามารถในการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน แต่การวิจัยเพื่อที่จะศึกษาผลของการใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตาและสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินร่วมกันยังมีไม่มาก ทำให้มีการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสองร่วมกันว่า การใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสองร่วมกันจะมีผลดีกว่าการใช้สิ่งกระตุ้นเพียงอย่างเดียวหรือไม่

ในปี 2004 Suteerawattananon และคณะทำการศึกษาผลของการใช้แสงและเสียงร่วมกันในผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 24 คน (H&Y stage II-III) โดยทำการเดินบนทางเดินยาว 7.62 เมตร ทำการทดสอบ 4 เงื่อนไข เงื่อนไขละ 2 ครั้ง เงื่อนไขการทดสอบคือ

1. เดินด้วยความเร็วสูงสุดโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น
2. เดินด้วยความเร็วสูงสุดโดยมีเทปสื่อดูดอยู่ที่พื้นที่มีระยะห่าง 40% ของความสูงของผู้ป่วย
3. เดินด้วยความเร็วสูงสุดตามจังหวะเสียงที่ความถี่มากกว่าความเร็วสูงสุดของผู้ป่วย 25%
4. เดินด้วยความเร็วสูงสุดโดยมีเทปสื่อดูดอยู่ที่พื้นที่มีระยะห่าง 40% ของความสูงของผู้ป่วย พร้อมกับเดินตามจังหวะเสียงที่ความถี่มากกว่าความเร็วสูงสุดของผู้ป่วย 25%

ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยเดินได้ดีขึ้นเมื่อใช้สิ่งกระตุ้นในการเดินเมื่อเทียบกับไม่ใช้สิ่งกระตุ้น สิ่งกระตุ้นทั้งสองอย่างให้ผลที่แตกต่างกัน โดยที่สิ่งกระตุ้นทางสายตาช่วยเพิ่มระยะการก้าว และสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินช่วยเพิ่มจำนวนก้าวและความเร็วในการเดิน ส่วนการใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสองอย่างร่วมกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการใช้สิ่งกระตุ้นเพียงอย่างเดียว [23]

ในปี 2006 Jiang และคณะทำการศึกษาผลของการใช้แสงและเสียงร่วมกันในการเริ่มต้นก้าวเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 14 คน โดยที่ 7 ใน 14 คน มีปัญหาการเดินติดขัด โดยทำการทดสอบเดินบนทางเดินยาว 3.66 เมตร ทำการทดสอบ 4 เงื่อนไข เงื่อนไขละ 10 ครั้ง เงื่อนไขการทดสอบคือ

1. เดินด้วยความเร็วปกติโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น
2. เดินด้วยความเร็วปกติโดยมีเทปสีติดอยู่ที่พื้นที่มีความกว้าง 1.9 เซนติเมตรและระยะห่าง 40% ของความสูงของผู้ป่วย
3. เดินด้วยความเร็วปกติตามจังหวะเสียงที่ความถี่ 0.04 สต่อครั้งและระยะห่างระหว่างเสียงแต่ละครั้งจะเท่ากับช่วงการก้าว 1 ก้าวของผู้ป่วย โดยที่แหล่งกำเนิดเสียงที่ใช้ในครั้งนี้คือ Piezo buzzer
4. เดินด้วยความเร็วปกติโดยมีเทปสีติดอยู่ที่พื้นที่มีความกว้าง 1.9 เซนติเมตรและระยะห่าง 40% ของความสูงของผู้ป่วยพร้อมกับเดินตามจังหวะเสียงที่ความถี่ 0.04 สต่อครั้งและระยะห่างระหว่างเสียงแต่ละครั้งจะเท่ากับช่วงการก้าว 1 ก้าวของผู้ป่วย โดยที่แหล่งกำเนิดเสียงที่ใช้ในครั้งนี้คือ Piezo buzzer

ผลการศึกษาพบว่าสิ่งกระตุ้นทางสายตาช่วยเพิ่มความเร็วในการเดิน ช่วงการก้าวเดินและเพิ่มแรงที่ใช้ในการ push off ส่วนสิ่งกระตุ้นในการได้ยินนั้น ในการทดสอบครั้งนี้ไม่พบว่าช่วยในการเดินแต่อย่างใด [24]

ในปี 2008 Arias และคณะทำการศึกษาผลของการใช้สิ่งกระตุ้นด้วยแสงและเสียงร่วมกันในการเดินของกลุ่มผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 25 คน (H&Y stage I-IV) และกลุ่มคนปกติจำนวน 10 คน โดยทำการทดสอบเดินบนทางเดินยาว 25 เมตร โดยที่สิ่งกระตุ้นด้วยแสงที่ใช้ในที่นี้จะเป็นในรูปของหลอด LED ขนาด 3 มิลลิเมตรติดไว้ที่ข้างแว่นตาทั้งสองข้าง รูปแบบของการกระตุ้นคือการกระพริบของแสงที่เป็นจังหวะแล้วให้ผู้เข้ารับการทดสอบเดินตามจังหวะ ส่วนของสิ่งกระตุ้นด้วยเสียงนั้นจะอยู่ในรูปที่ผู้เข้ารับการทดสอบต้องสวมหูฟังถึงจะได้ยินเสียงที่เป็นจังหวะ จังหวะของสิ่งกระตุ้นด้วยแสงและเสียงที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้คือ 70 80 90 100 และ 110 ครั้งต่อนาทีและเงื่อนไขในการทดสอบคือ

1. เดินด้วยความเร็วปกติโดยไม่มีสิ่งกระตุ้น
2. เดินด้วยความเร็วปกติโดยใช้สิ่งกระตุ้นด้วยแสงที่จังหวะ 70 80 90 100 110 ครั้งต่อนาที
3. เดินด้วยความเร็วปกติโดยใช้สิ่งกระตุ้นด้วยเสียงที่จังหวะ 70 80 90 100 110 ครั้งต่อนาที
4. เดินด้วยความเร็วปกติโดยใช้สิ่งกระตุ้นด้วยแสงและเสียงที่จังหวะ 70 80 90 100 110 ครั้งต่อนาที ซึ่งทั้งสิ่งกระตุ้นด้วยแสงและเสียงจะมีจังหวะที่พร้อมกัน

ผลการศึกษาพบว่า การใช้สิ่งกระตุ้นด้วยเสียงในการเดินที่ความเร็วปกติช่วยเพิ่มช่วงการก้าวเดินและลดความหลากหลายของระยะก้าวแต่ละก้าวได้ดีกว่าการใช้สิ่งกระตุ้นด้วยแสง [25]

ในปี 2009 วรรณนิภัทศ บัวเทศ และคณะ ได้ทำการทำการศึกษาค้นคว้าผลของการใช้สิ่งกระตุ้นด้วยแสงและเสียงร่วมกันในการเดินของกลุ่มผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 38 คน โดยผู้ป่วยจำนวน 30 คน ทดสอบเดินโดยการที่ใช้สิ่งกระตุ้นด้วยแสง 3 คน ทดสอบโดยการที่ใช้สิ่งกระตุ้นด้วยเสียง และ 5 คน ทดสอบโดยการที่ใช้สิ่งกระตุ้น ทั้ง สองอย่างร่วมกัน การทดลองในครั้งนี้ต้องการจะศึกษาผลเปรียบเทียบของการใช้ไม้เท้าทั่วไปเทียบกับการใช้ไม้เท้าช่วยเดินในช่วงยาออกฤทธิ์และยาไม่ออกฤทธิ์ ในผู้ป่วยพาร์กินสันที่มีปัญหาการเดินติดขัด และเงื่อนไขในการทดสอบคือ

1. เดินโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น
2. เดินโดยใช้สิ่งกระตุ้นด้วยแสงที่ฉายลงพื้นเป็นเส้นในแนวขวาง
3. เดินโดยใช้สิ่งกระตุ้นด้วยเสียงที่มีจังหวะ 60 ครั้งต่อนาที
4. เดินโดยใช้สิ่งกระตุ้นด้วยแสงที่ฉายลงพื้นเป็นเส้นในแนวขวางและเสียงที่มีจังหวะ 60 ครั้งต่อนาที

ทำการทดสอบทั้ง 4 เงื่อนไขทั้งในช่วงยาออกฤทธิ์และยาไม่ออกฤทธิ์ ไม้เท้าช่วยเดิน ที่ใช้ประกอบ ไปด้วย แสงเลเซอร์ที่ฉายออกมาเป็นเส้นในแนวขวางและเสียงจากเครื่องบอกจังหวะที่อัดไว้ด้วย ISD1700 ผลการศึกษาพบว่าเมื่อผู้ป่วยเดินโดยใช้สิ่งกระตุ้นด้วยแสงจำนวนก้าวที่ติดขัดและเวลาของก้าวที่ติดขัดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [26]

2.5 ผลของการใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตาร่วมกับสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ พบว่ายังไม่เคยมีใครทดสอบเรื่องการใช้แสงเลเซอร์ที่ฉายแสงเป็นเส้นในแนวขวางเป็นสิ่งกระตุ้นทางสายตาร่วมกับการใช้การสั่นที่เป็นจังหวะเป็นสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันมาก่อน ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจสำหรับผู้วิจัยที่จะศึกษาผลการใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสองอย่างนี้ร่วมกัน เพื่อที่จะดูว่าเมื่อใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสองร่วมกันแล้วจะช่วยเพิ่มความสามารถในการเดินของผู้ป่วยได้ดีกว่าการใช้สิ่งกระตุ้นเพียงอย่างเดียวหรือไม่

2.6 ผลของการใช้สิ่งกระตุ้นทางการได้ยินร่วมกับสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ พบว่างานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินร่วมกับสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันมีน้อยมาก สิ่งกระตุ้นทางสัมผัสที่ใช้ร่วมกับสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินที่ใช้คือการเคาะไหล่ แต่ยังไม่ปรากฏงานวิจัยที่ใช้การสั่นเป็นจังหวะเป็นสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสร่วมกับการใช้เสียงที่เป็นจังหวะเป็นสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินร่วมกันมาก่อน

ในปี 1997 Enzensberger และคณะได้ทำการศึกษาค้นคว้าผลของการใช้เสียงจากเครื่องบอกจังหวะเพลงมาร์ช และการเคาะไหล่เป็นสิ่งกระตุ้นในการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 10 คน (H&Y stage

III-IV) และผู้ป่วยที่มีลักษณะคล้ายโรคพาร์กินสันจำนวน 12 คน โดยจังหวะของเสียงของเครื่องบอกจังหวะตั้งไว้ที่ 95 ครั้งต่อนาที และเงื่อนไขในการทดสอบคือ

1. เดินโดยไม่ใช้สิ่งกระตุ้น
2. เดินตามจังหวะเพลงมาร์ช Hohenenfriedberger
3. เดินตามจังหวะเพลงมาร์ช Prokofiev
4. เดินตามจังหวะเสียงที่ตั้งไว้ 95 ครั้งต่อนาที
5. เดินตามการเคาะไหล่ที่เป็นจังหวะ

โดยผู้เข้าร่วมการทดสอบจะทำการเดินบนทางเดินยาว 10 เมตรจำนวน 4 รอบ ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วในการเดิน และจำนวนก้าวในการเดินของผู้ป่วยเพิ่มขึ้น เมื่อเดินตามจังหวะเสียงกระตุ้น และจำนวนการติดขัดในการเดินยังลดลงอีกด้วย แต่การเดินตามจังหวะการเคาะไหล่กลับได้ผลตรงกันข้ามคือผู้ป่วยเดินแยงลงจากเดิม [27]

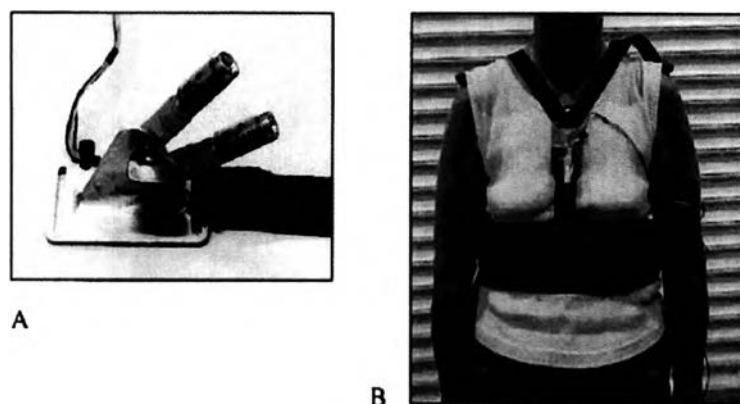
2.7 ผลของการใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตา สิ่งกระตุ้นทางการได้ยินและสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสร่วมกันต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสัน

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ พบว่ายังไม่เคยมีใครทดสอบการใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตา สิ่งกระตุ้นทางการได้ยินและสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสร่วมกันมาก่อน จะมีก็แต่การใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสามสิ่งมาเปรียบเทียบกันเพื่อดูว่าสิ่งกระตุ้นใดช่วยในเรื่องการเดินในผู้ป่วยพาร์กินสันดีกว่ากัน ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจสำหรับผู้วิจัยที่จะศึกษาผลการใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสามอย่างนี้ร่วมกัน เพื่อที่จะดูว่าเมื่อใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสามร่วมกันแล้วจะช่วยเพิ่มความสามารถในการเดินของผู้ป่วยได้ดีกว่าการใช้สิ่งกระตุ้นเพียงอย่างเดียวหรือสิ่งกระตุ้นร่วมกันสองอย่างหรือไม่

2.8 อุปกรณ์ช่วยนำทางในการเดินรูปแบบต่างๆที่ใช้ในการวิจัย

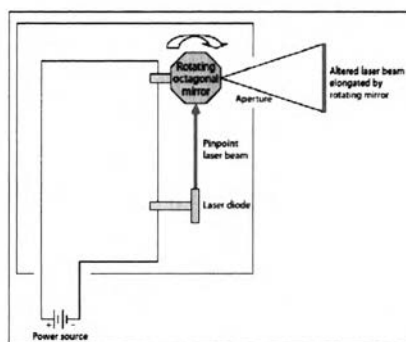
ในการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับเรื่องสิ่งกระตุ้นภายนอกที่มีผลต่อการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันนั้น ผู้วิจัยแต่ละท่านก็ใช้อุปกรณ์ในการทดสอบแตกต่างกันไป

Lewis และคณะได้ทำการประดิษฐ์เครื่องฉายแสงเลเซอร์ติดอยู่ตรงหน้าอก (Subject-mounted light device: SMLD) มาใช้เป็นสิ่งกระตุ้นทางสายตา เครื่องนี้มีเลเซอร์พอยเตอร์สองตัวซึ่งจะฉายแสงที่มีระยะห่างกัน 50 เซนติเมตร [11] ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงเครื่องฉายแสงเลเซอร์ติดอยู่ตรงหน้าอก (Subject-mounted light device:SMLD)

Chuen-Hian Lim และคณะได้ทำการประดิษฐ์ Laser-assisted device มาใช้เป็นส่วนกระตุ้นทางสายตา เครื่องนี้ดัดแปลงมาจากสแกนเนอร์มือถือที่มีลำแสงเลเซอร์ฉายมาที่พื้น ลำแสงจากเลเซอร์ไดโอด (Laser diode) จะทำการฉายมาที่กระจกรูปแปดเหลี่ยมที่หมุนได้ กระจกนี้จะทำการขยายลำแสงให้เป็นเส้นยาวไปที่พื้น [13] ดังรูปที่ 2.5 และ 2.6



รูปที่ 2.5 แสดงการทำงานของเครื่อง LAD



รูปที่ 2.6 แสดงเครื่อง LAD

มหาวิทยาลัยในยุโรปได้ร่วมมือกันประดิษฐ์อุปกรณ์ช่วยนำทางที่มีสิ่งกระตุ้นทั้งสามแบบคือ สิ่งกระตุ้นทางสายตา สิ่งกระตุ้นทางการได้ยินและสิ่งกระตุ้นทางสัมผัส ภายใต้โครงการ RESCUE project โดยในเครื่องนี้สิ่งกระตุ้นทางสายตาที่ใช้จะเป็น หลอด LED ที่ติดอยู่กับแว่นตาและจะกระพริบเป็นจังหวะ ให้ผู้ป่วยเดินตาม สิ่งกระตุ้นทางการได้ยินที่ใช้จะเป็นเสียงจากเครื่องบอกจังหวะ

ส่วนสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสที่ใช้จะเป็น มอเตอร์สั่นอันเล็กๆที่จะติดอยู่ตรงข้อมือของผู้ป่วย โดยที่อุปกรณ์นี้สามารถปรับจังหวะได้ ผู้วิจัยที่ใช้เครื่องนี้ในการวิจัยมีมากเช่น Wegen , Baker และ Nieuwboer เป็นต้น [2],[3],[19],[21] ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงอุปกรณ์ช่วยนำทาง ภายใต้โครงการ RESCUE project

วรรณนิภัทศ บัวเทศ และคณะได้ทำการประดิษฐ์ไม้เท้าช่วยเดินที่มีสิ่งกระตุ้นสองอย่างคือ สิ่งกระตุ้นทางสายตาและสิ่งกระตุ้นทางการได้ยิน โดยสิ่งกระตุ้นทางสายตาได้ใช้เส้นไฟเบอร์ออฟติกติดกับเลเซอร์เพื่อทำให้แสงเลเซอร์ฉายออกมาเป็นเส้นในแนวขวาง ส่วนสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินได้ใช้ ISD 1700 เป็นวงจรที่ใช้ในการอัดเสียงจากเครื่องบอกจังหวะที่มีจังหวะอยู่ที่ 60 ครั้งต่อนาที [26] ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงไม้เท้าช่วยเดิน

จากการศึกษางานวิจัยทั้งหมดพบว่า การใช้สิ่งกระตุ้นทางสายตาโดยใช้แสงเลเซอร์ฉายเป็นแนวขวางที่พื้นร่วมกับสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสที่มีการสั่นที่เป็นจังหวะ และการใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสามอย่างร่วมกันเพื่อศึกษาผลในการเดินของผู้ป่วยพาร์กินสันยังไม่เคยมีมาก่อน อีกทั้งยังไม่เคยมีงานวิจัยใดที่ศึกษาเปรียบเทียบผลของการไม่ใช้สิ่งกระตุ้นเปรียบเทียบกับการใช้สิ่งกระตุ้นทั้งสามอย่างเพียงอย่างเดียวพร้อมกับการใช้สิ่งกระตุ้นร่วมกันทั้งสองอย่างระหว่างสิ่งกระตุ้นทางสายตากับทางการได้ยิน สิ่งกระตุ้นทางสายตากับทางสัมผัสและสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินกับสิ่งกระตุ้นทางสัมผัส รวมทั้งสิ่งกระตุ้นทั้งสามอย่างร่วมกัน อุปกรณ์ช่วยนำทางที่ใช้ในการทดสอบที่มีสิ่งกระตุ้นทั้งสามอย่างที่มีแสงเลเซอร์ฉายเป็นแนวขวางเป็นสิ่งกระตุ้นทางสายตา เสียงที่เป็นจังหวะที่เป็นสิ่งกระตุ้นทางการได้ยินและ สั่นที่เป็นจังหวะที่เป็นสิ่งกระตุ้นทางสัมผัสรวมกันอยู่ในเครื่องเดียวยังไม่เคยมีมาก่อน ผู้วิจัยจึงได้คิดประดิษฐ์อุปกรณ์ที่มีสิ่งกระตุ้นทั้งสามแบบนี้ขึ้นมา เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยและเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้ป่วยที่สามารถเลือกรูปแบบของสิ่งกระตุ้นที่ตนเองต้องการจะใช้ได้