DOI: 10.14457/CU.doc.2021.33

ผลของ optokinetic virtual reality ต่อการลุกขึ้น (the effects of optokinetic virtual reality on sit-to-stand movement)

ศรัณยู ณัฐวัลลภ
ศักนัน พงศ์พันธุ์ผู้ภักดี

บทนำ

การลุกยืน (sit-to-stand) เป็นการเคลื่อนไหวทั่วไปที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของคนปกติทุกคน ในปี ค.ศ. 2010 มีการศึกษาของ Dall และ Kerr พบว่าในผู้ใหญ่สุขภาพดี 1 ราย จะมีการลุกยืนเฉลี่ยอยู่ที่ 60 ครั้งต่อวันโดยประมาณ[3] การลุกยืนเป็นการเคลื่อนไหวของมนุษย์ที่มีความจำเป็นต่อการทรงตัวในโลกซึ่งมีลักษณะเป็น 3 มิติ และเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายในแนวที่มุ่งไปข้างหน้าพร้อมกับแนวต้านแรงโน้มถ่วง อาการผิดปกติที่มีผลทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถลุกยืนได้ด้วยตนเองจะก่อให้เกิดการจำกัดการทำงานของร่างกาย และนำไปสู่คุณภาพชีวิตที่แย่ลง[16] โดยการลุกยืนนั้นอาศัยการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางมวล (center of mass, COM) จากพื้นที่ฐานรองรับ (base of support, BOS) ขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นพื้นฐานของท่านั่ง ไปยังพื้นที่ฐานรองรับที่มีขนาดเล็กกว่าเดิม ซึ่งเป็นพื้นฐานของท่ายืน และสามารถทรงตัวอยู่ได้ในมิติด้วยท่ายืน

การที่มนุษย์จะทรงตัวอยู่ได้ด้วยท่ายืนนั้น จุดศูนย์กลางมวลจะต้องเคลื่อนไม่เกินจากพื้นที่ฐานรองรับ โดยในการลุกขึ้นยืนนั้นจะต้องอาศัยการทำงานจากกล้ามเนื้อหลายมัด หลัก ๆ แล้วจะอาศัยการออกแรงจากกล้ามเนื้อรยางค์ขาในการจะเคลื่อนร่างกายให้ไปอยู่ในท่ายืน ซึ่งนอกเหนือจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ขาแล้วยังต้องอาศัยการทำงานของระบบการควบคุมการทรงตัว (postural control) เพื่อการควบคุมการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางมวลให้สำเร็จ

โดยไม่สูญเสียการทรงตัว เนื่องจากการลุกขึ้นยืนแต่ละครั้งในชีวิตประจำวันนั้นมีปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น ความสูง พื้นผิว และความนุ่มของเก้าอี้ที่รับน้ำหนักในท่านั่ง ลักษณะของพื้นที่จะทำให้เกิดการทรงตัวในท่ายืน ช่องว่างในมิติที่ร่างกายจะเคลื่อนไหวผ่านในขณะที่เปลี่ยนจากท่านั่งเป็นท่ายืน รวมไปถึงข้อมูลประสาทสัมผัสที่ร่างกายรับเข้ามาประมวลผลโดยสมองชั้นสูงและสั่งการให้เกิดการลุกยืน ดังนั้นระบบประสาทที่มีหน้าที่ควบคุมการทรงตัวนั้นมีความสำคัญอย่างมากในควบคุมตำแหน่งของร่างกายให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมโดยรอบในระหว่างเกิดการลุกยืน[10,13,15] ในการศึกษาของผู้วิจัยครั้งนี้มีประเด็นหลักสำคัญที่จะมุ่งเน้นไปสนใจที่สิ่งแวดล้อมที่รับรู้จากระบบการมองเห็น (visual system) ว่าจะมีผลต่อการลุกยืนได้หรือไม่ อย่างไร

การควบคุมการทรงตัว (postural control) อาศัยการทำงานร่วมกันของระบบประสาทสัมผัสการรับรู้ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบรับความรู้สึกทางกาย (somatosensory system) ระบบหูชั้นในที่ควบคุมสมดุลของร่างกาย (vestibular system) และระบบการมองเห็น (visual system) ซึ่งล้วนเป็นระบบประสาทนอกส่วนกลาง (peripheral nervous system) ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาทสัมผัส จากนั้นจะมีการส่งกระแสประสาทจากระบบประสาทเหล่านี้ไปยังสมองเพื่อประมวลผลและวางแผนการเคลื่อนไหว ก่อนจะมีการสั่งการให้เกิดการเคลื่อนไหวไปยังกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องเพื่อควบคุมการทรงตัวต่อไป[4,13] มีการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ได้แสดงให้เห็นว่าตัวรับประสาทสัมผัสจะมีความไวต่อการควบคุมการรับรู้การวางแนวของร่างกาย (body orientation) ลดลงในผู้ใหญ่ที่มีอายุมากขึ้น ความไวที่ลดลงนี้มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการล้มที่มากขึ้น[5] ระบบประสาทสัมผัสแรกสุดที่เป็นตัวรับข้อมูลในการควบคุมทรงตัวคือระบบการมองเห็น (visual system)[5] ที่มีหน้าที่ในการรับรู้ตำแหน่งและระยะของสิ่งแวดล้อมในมิติให้เกิดความสอดคล้องกับตำแหน่งของร่างกาย เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ระบบประสาทสัมผัสข้างต้น พบว่าระบบการมองเห็นเป็นระบบมีผลในการควบคุมการทรงตัวในระหว่างการลุกยืนมากที่สุด[17] อีกทั้งยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับผลของการมองเห็นต่อการลุกยืนโดยตรง พบว่าการหลับตาซึ่งถือเป็นการตัดข้อมูลของระบบการมองเห็นทั้งหมดนั้นส่งผลต่อ weight transfer time และ center of gravity sway velocity ในขณะทำการลุกยืนได้อย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับการเปิดตามองเห็นในคนปกติ[14] อีกทั้งการตอบสนองต่อภาพจากระบบการมองเห็นที่มากเกินไปอาจส่งผลต่อการควบคุมการทรงตัวได้อย่างมาก เมื่อข้อมูลการมองเห็นที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่ไม่มั่นคงหรือไม่ปลอดภัย[5] ในช่วงหลายปีนี้ การศึกษาเกี่ยวกับการมองเห็นเชื่อมโยงกับการทรงตัวในมิติเริ่มมีความหลากหลายมากขึ้น เนื่องจากมีการคิดค้นอุปกรณ์ที่มีความทันสมัย เช่น การจำลองภาพเสมือนจริง

ภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือน (virtual reality, VR) เป็นเทคโนโลยีการจำลองสภาพ

แวดล้อม โดยสิ่งแวดล้อมที่ฉายนั้นจะเป็นได้ทั้งสิ่งแวดล้อมจริงจากภาพถ่ายหรือคลิปวิดีโอ หรือสิ่งแวดล้อมที่ถูกสร้างขึ้นจากซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ก็เป็นได้ ภาพสิ่งแวดล้อมที่ฉายขึ้นในอุปกรณ์ที่รองรับก็สามารถฉายได้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมจำลองนั้นได้จากการมองเห็นได้หลายรูปแบบ โดยที่เป็นที่นิยมอย่างมากในขณะนี้คือ อุปกรณ์สวมใส่คล้ายแว่นตา (VR headset หรือ head mounted display) ซึ่งมีข้อดีคือภาพที่ฉายนั้นจะครอบคลุมทั่วทั้งลานสายตา (visual field) และตัวอุปกรณ์มีเซนเซอร์ที่จะตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวของศีรษะของผู้สวมใส่ทำให้ผู้ส่วมใส่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมนั้นได้ เสมือนว่าผู้สวมใส่อยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้นจริง[6,8,11,12] โดยเทคโนโลยีนี้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการป้อนข้อมูลด้านการมองเห็นในงานวิจัยได้ เช่น การจำลองสิ่งแวดล้อมในรูปแบบของเกมส์หรือจำลองสถานการณ์ของการเดินเพื่อใช้ในการฝึกการทรงตัวของผู้ป่วยทางระบบประสาท[1,2] ข้อดีของการใช้อุปกรณ์ VR headset นี้คือ ผู้วิจัยสามารถวางแบบแผนของภาพที่ฉายขึ้นให้ผู้ใช้งานเห็นได้ด้วยการเขียนโปรแกรม ภาพที่ถูกฉายขึ้นจะทำให้ระบบการมองเห็นของผู้ใช้งานตอบสนองได้เทียบเท่ากับสิ่งกระตุ้นที่มีในชีวิตประจำวันจริง

ออปโทไคเนติกรีเฟล็กซ์ (optokinetic reflex) เป็นปฏิกิริยาตอบสนองของระบบการมองเห็น ซึ่งเป็นการตอบสนองที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของจิตใจ (involuntary response) จากการทำงานของสมองส่วน frontal eye field (เขตสมองที่อยู่ในส่วน prefrontal มีบทบาทสำคัญในการควบคุมความสนใจในการมองวัตถุ และการเคลื่อนไหวของตา) ที่จะทำงานตอบสนองต่อการเคลื่อนที่ของภาพที่เกิดบนลานสายตาผ่านจอประสาทตา (retina) ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของลูกตา (eyeball) สลับไปมา 2 แบบ คือ ก. ลูกตาเคลื่อนไปตามความเร็วเดียวกับภาพหรือวัตถุที่มีการเคลื่อนไหว และ ข. เมื่อลูกตาเคลื่อนไปตามแนวจนถึงขอบอีกด้านหนึ่งจะเกิดตากระตุก (nystagmus) กลับมาจ้องมองที่จุดตั้งต้น[9] โดยจะเรียกภาพที่ทำให้เกิดออปโทไคเนติกรีเฟล็กซ์ว่าสิ่งกระตุ้นออปโทไคเนติก (optokinetic stimulus) ตัวอย่างของการเกิดออปโทไคเนติกรีเฟล็กซ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การนั่งรถแล้วมองออกไปนอกหน้าต่างมีเสาไฟเคลื่อนผ่านหน้าต่างไปเรื่อย ๆ ตาจะมองตาเสาไฟต้นแรกและเมื่อเสาไฟต้นแรกที่มองตามนั้นถึงขอบของลานสายตา ลูกตาจะกระตุกกลับมาเพื่อมองเสาไฟต้นถัดไปที่กำลังเคลื่อนมาในลานสายตา ส่วนการนำไปใช้ในทางคลินิกจะเป็นแถบขาวสลับดำ หรือแถบแสงไฟเคลื่อนที่ โดยจากการศึกษาก่อนหน้าได้มีการศึกษาผลของสิ่งกระตุ้นออปโทไคเนติกต่อการทรงตัวในท่ายืน โดยให้สิ่งกระตุ้นออปโทไคเนติกในรูปแบบของภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือน (optokinetic virtual reality) พบว่าการรบกวนการมองเห็นด้วยภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติกนี้ มีผลทำให้การควบคุมการทรงตัวในท่ายืนนิ่งแย่ลงเมื่อเทียบกับไม่มีการกระตุ้น ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติกสามารถใช้รบกวนการทรงตัวในท่ายืนได้ดี [7,11] อย่างไร

ก็ตามยังไม่มีการศึกษาใดที่ศึกษาเกี่ยวกับการรบกวนการทรงตัวจากภาพจำลอง สภาพแวดล้อมเสมือนในการทรงตัวชนิดอื่น ๆ รวมถึงการรบกวนการลุกยืน

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงดำเนินการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลของภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติกต่อการทรงตัวในขณะลุกยืน โดยใช้ภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติกทั้งหมด 4 เงื่อนไข ซึ่งล้วนกระตุ้นให้เกิดออปโทไคเนติกรีเฟล็กซ์ได้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ แถบแนวตั้งเคลื่อนจากซ้ายไปขวา (rightward VR) แถบแนวตั้งเคลื่อนจากขวาไปซ้าย (leftward VR) แถบแนวนอนเคลื่อนจากล่างขึ้นบน (upward VR) และแถบแนวนอนเคลื่อนจากบนลงล่าง (downward VR) เปรียบเทียบกับการลุกยืนในขณะลืมตา

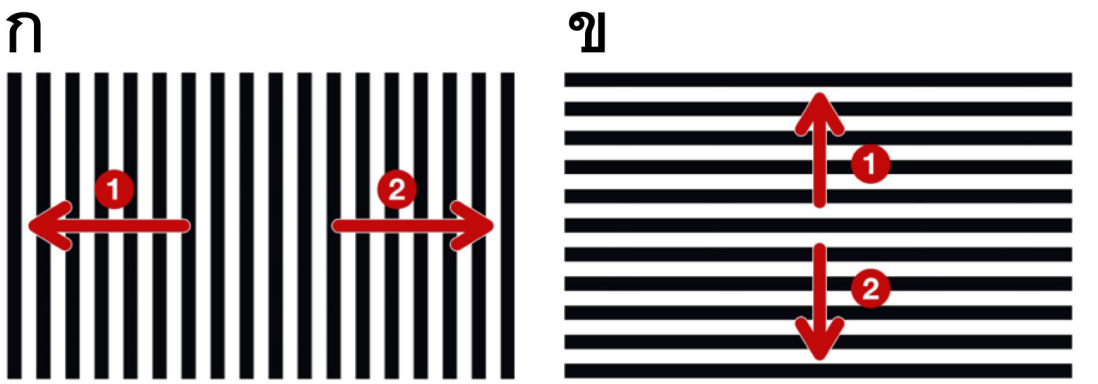
ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติกต่อการทรงตัวในขณะลุกยืน โดยใช้ภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติกทั้งหมด 4 เงื่อนไข (รูปที่ 1) ได้แก่ แถบแนวตั้งเคลื่อนจากซ้ายไปขวา (rightward VR), แถบแนวตั้งเคลื่อนจากขวาไปซ้าย (leftward VR) แถบแนวนอนเคลื่อนจากล่างขึ้นบน (upward VR) และแถบแนวนอนเคลื่อนจากบนลงล่าง (downward VR) เปรียบเทียบกับการลุกยืนในขณะลืมตา โดยกลุ่มประชากรเป้าหมาย คือ ประชากรเพศชายและหญิง จำนวนรวม 8 ราย โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า ได้แก่

1. มีอายุระหว่าง 18-25 ปี
2. ไม่เคยใช้เครื่องจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนมาก่อน
3. มีลานสายตาปกติ
4. ไม่มีประวัติความผิดปกติทางการได้ยิน
5. ไม่เคยมีประวัติการสูญเสียความสามารถในการทรงตัว
6. ไม่มีประวัติความผิดปกติของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ
7. ไม่มีปัญหาทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อการลุกขึ้นยืน
8. ไม่มีปัญหาทางระบบประสาทที่ส่งผลต่อการลุกขึ้นยืน

เกณฑ์การคัดออก ได้แก่

1. มีการสูญเสียการทรงตัวขณะทำการทดลอง
2. มีอาการวิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน มวนท้อง ปวดท้อง เสียวบริเวณหน้าท้อง หรือมีความรู้สึกกระวนกระวายไม่สบายใจ ในระหว่างการทดลอง
3. มีการใช้ยาที่ส่งผลข้างเคียงที่ทำให้ง่วงซึมหรือเวียนศีรษะก่อนการทดลอง 24 ชั่วโมง
4. ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนหรือแอลกอฮอล์ก่อนการทดลอง 24 ชั่วโมง

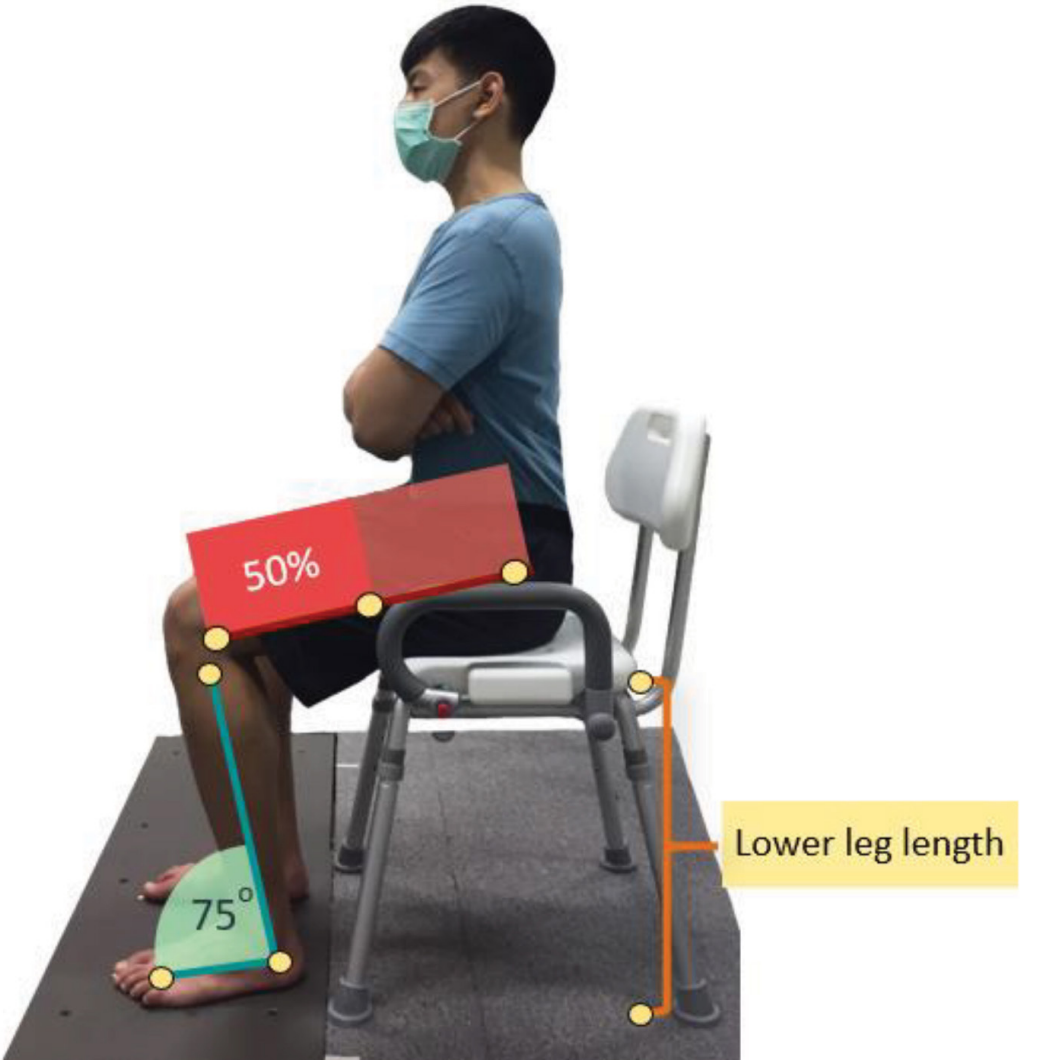
ผู้เข้าร่วมงานวิจัยกรอกแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปและเกณฑ์การคัดเข้า เพื่อคัดกรองผู้เข้าร่วมงานวิจัย หลังจากนั้นผู้วิจัยจะอธิบายวัตถุประสงค์ ประโยชน์และขั้นตอนการปฏิบัติโดยละเอียด หลังจากนั้นผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะต้องลงชื่อในหนังสือแสดงความยินยอมเพื่อยืนยันการเข้าร่วมงานวิจัย ถัดมาจะมีการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความยาวขาท่อนบนและความยาวขาท่อนล่าง ของผู้เข้าร่วมงานวิจัย จากนั้นผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับการสุ่มลำดับของเงื่อนไขการมองเห็น 5 ลำดับ ประกอบด้วยการเปิดตามองเห็นปกติและภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติกท 4 เงื่อนไข โดยผู้วิจัยจะทำการเตรียมสลากลำดับของเงื่อนไขการมองเห็นที่ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะต้องเข้ารับการทดลองด้วยวิธีการสุ่ม ซึ่งจะไม่ซ้ำกันได้ทั้งหมด 120 การเรียงลำดับ และให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้สุ่มหยิบสลากลำดับของเงื่อนไขการมองเห็นด้วยตนเอง



รูปที่ 1. ภาพสิ่งกระตุ้นออปโทไคเนติกที่ใช้ในการศึกษานี้ทั้งหมด 4 เงื่อนไข
รูป ก.1: แถบแนวตั้งเคลื่อนจากขวาไปซ้าย [leftward visual reality (VR)]
รูป ก.2: แถบแนวตั้งเคลื่อนจากซ้ายไปขวา (rightward VR)
รูป ข.1: แถบแนวนอนเคลื่อนจากล่างขึ้นบน (upward VR)
รูป ข.2: แถบแนวนอนเคลื่อนจากบนลงล่าง (downward VR)

เมื่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้ลำดับของเงื่อนไขการมองเห็นที่ต้องเข้ารับการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งที่เก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ เพื่อทำการปรับระดับความสูงของเก้าอี้ ความลึกในการนั่ง และตำแหน่งการวางเท้าบนแผ่นรองรับแรง (force plate) ให้เหมาะสม ซึ่งเก้าอี้จะถูกปรับให้สูงเท่ากับร้อยละ 100 ของความยาวขาท่อนล่าง (ทำการวัดจาก lateral epicondyle of femur ถึงพื้น) ส่วนความลึกในการนั่งจะอยู่ที่ร้อยละ 50 ของความยาวต้นขา (ทำการวัดจาก greater trochanter of the femur ไปจนถึง lateral knee joint line) และวางเท้าราบอยู่กับพื้น ไม่สวมถุงเท้าและรองเท้า เท้าแต่ละข้างอยู่ในแนวเดียวกันกับ anterior superior iliac spine ข้างเดียวกัน ตำแหน่งของข้อเท้าอยู่หลังต่อข้อเข่าและอยู่ในท่า dorsiflexion โดยมุม

ระหว่างแนวกึ่งกลางของขาท่อนล่าง (เส้นสมมติที่ลากจาก head of fibula ถึง lateral malleolus) กับเส้นสมมติ ที่ขนานกับ fifth metatarsal เท่ากับ 75 องศา และแขนของผู้เข้าร่วมการวิจัยจะอยู่ในท่ากอดอกตลอดการทดสอบ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2. การจัดความสูงของเก้าอี้และตำแหน่งในการนั่ง

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามผังงานที่ได้จัดวางไว้ (รูปที่ 3) เริ่มจากการที่ผู้วิจัยอธิบาย และสาธิตวิธีการปฏิบัติ ซึ่งผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้ฝึกซ้อมก่อนทำการทดลองจริง เมื่อเริ่มการทดลอง หากเป็นเงื่อนไขภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติก ผู้วิจัยจะทำการสวมอุปกรณ์ VR headset (รูปที่ 4) ให้กับผู้เข้าร่วมงานวิจัย แต่ถ้าเป็นเงื่อนไขเปิดตามองเห็นปกติ จะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยลืมตา และมองตรงไปด้านหน้า ส่วนคำสั่งในการลุกยืน คือ “เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณ ให้ลุกยืนให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ และยืนทรงตัวค้างไว้จนกว่าผู้วิจัยจะบอกให้นั่งลง”

โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละเงื่อนไขจะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยพัก 1 นาที ก่อนทำการทดลองในเงื่อนไขถัดไปจนครบ 5 เงื่อนไข ซึ่งในแต่ละเงื่อนไข ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องลุกยืนทั้งหมด 3 ครั้ง ขณะทำการทดลองข้อมูลจุดศูนย์กลางแรงกด (center of pressure) และแรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction force) จะถูกบันทึกด้วยแผ่นรองรับแรง (รูปที่ 5) และเมื่อทำการทดสอบครบทุกเงื่อนไขผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปคำนวณทางชีวกลศาสตร์และวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

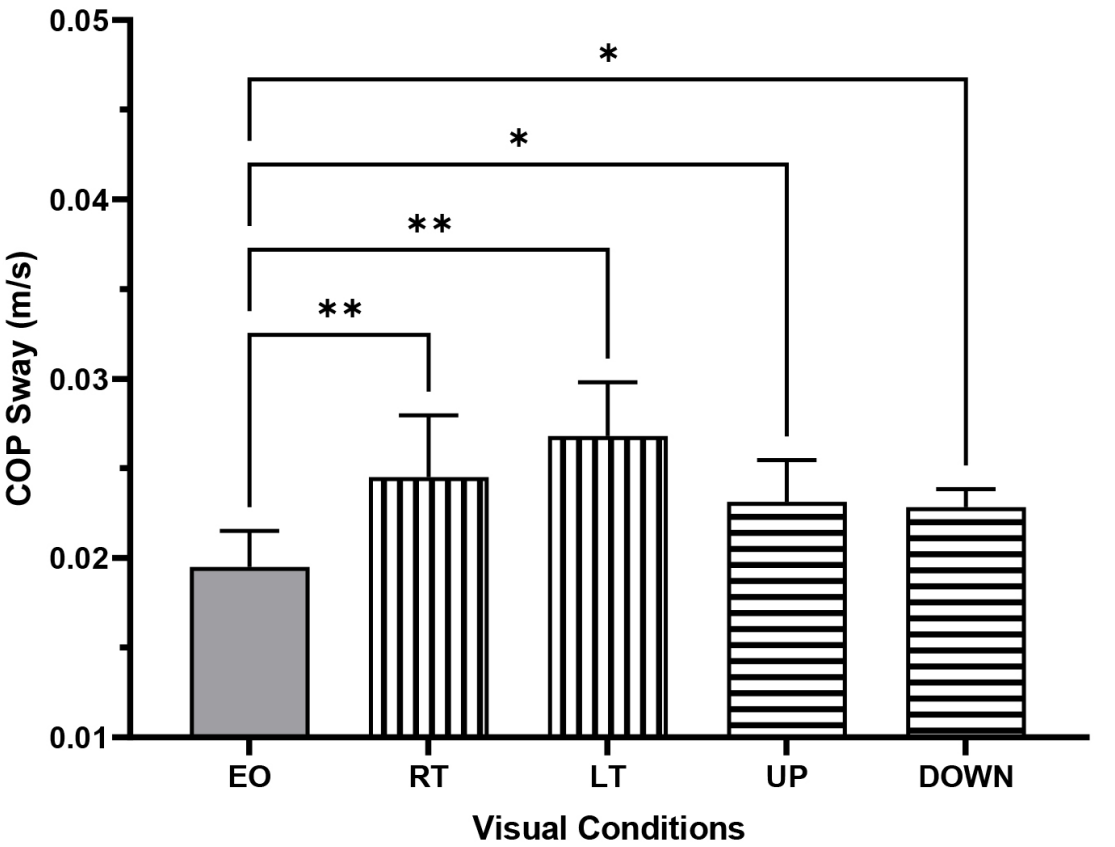
รูปที่ 3. แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

รูปที่ 4. อุปกรณ์ visual reality headset ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

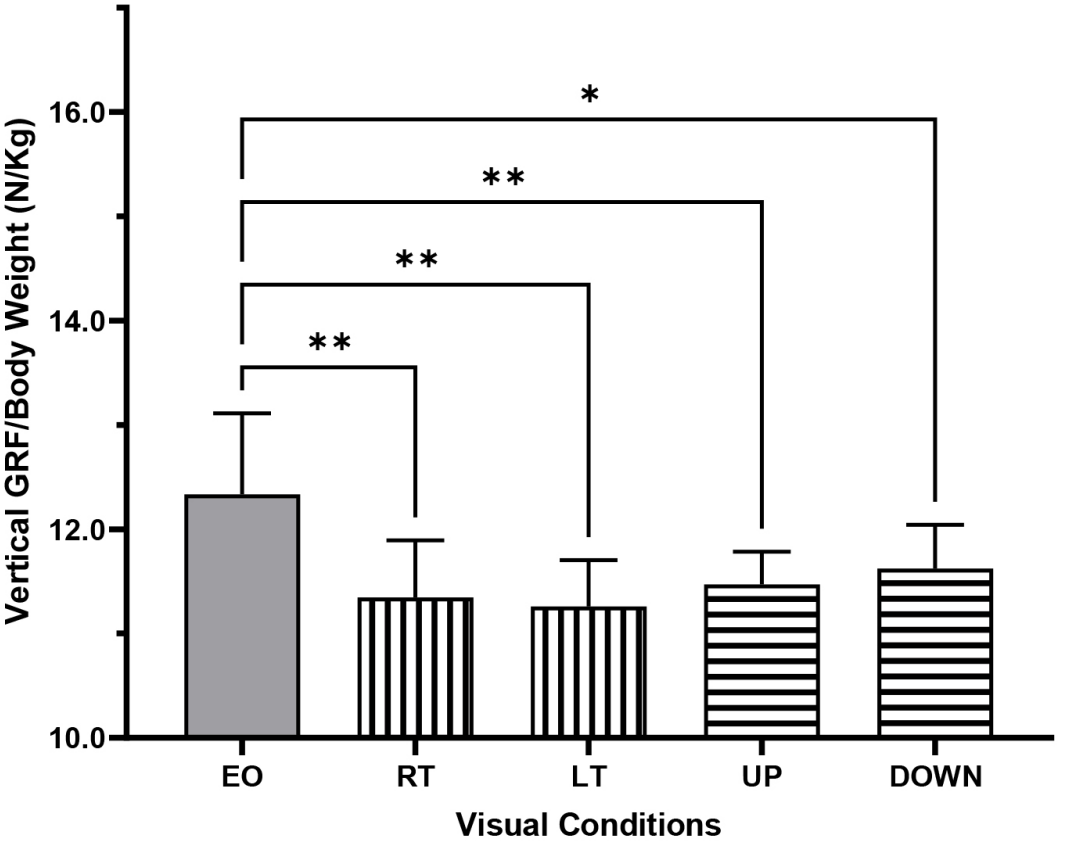
รูปที่ 5. แสดงอุปกรณ์แผ่นรองรับแรง (force plate) ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เมื่อนำตำแหน่ง center of pressure (COP) มาคำนวณเทียบกับเวลา จะทำให้ได้ตัวแปร COP sway (m/s) ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการทรงตัว โดยค่า COP sway ที่มากจะแสดงถึงการทรงตัวที่ไม่มั่นคง ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของ COP sway ในเงื่อนไขภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติกทุกเงื่อนไข มีค่ามากกว่าค่า COP sway ในเงื่อนไขเปิดตามองเห็นปกติอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 6)

ในส่วนของค่า vertical ground reaction force จะนำมาคำนวณโดยเทียบกับน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยจะแสดงถึงผลรวมของแรงที่กดลงโดยขาทั้งสองข้างที่กระทำต่อพื้นเพื่อยกร่างกายขึ้นไปในท่ายืน ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของ vertical ground reaction force ในเงื่อนไขภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติกทุกเงื่อนไข มีค่าน้อยกว่าค่า vertical ground reaction force ในเงื่อนไขเปิดตามองเห็นปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 7)



รูปที่ 6. แสดงค่าเฉลี่ยของ center of pressure sway velocity ในแต่ละเงื่อนไข (*p<0.05 **p<0.01)



รูปที่ 7. แสดงค่าเฉลี่ยของ vertical ground reaction force ในแต่ละเงื่อนไข (*p<0.05 **p<0.01)

สรุป

ค่า COP sway ที่เพิ่มสูงขึ้น และค่า vertical ground reaction force ที่ลดลง ในเงื่อนไขภาพจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนแบบออปโทไคเนติกทั้งหมด 4 เงื่อนไข เมื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไขเปิดตามองเห็นปกตินั้นแสดงให้เห็นว่าสิ่งกระตุ้นออปโทไคเนติกกระตุ้นให้เกิดความไม่มั่นคงมากขึ้นขณะที่การควบคุมการทรงตัวเกิดขึ้นในการลุกยืน เนื่องจากสิ่งกระตุ้นออปโทไคเนติกในการศึกษานี้ทำให้เกิดการตอบสนองออปโทไคเนติกรีเฟล็กซ์ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวสลับไปมาของลูกตาเพื่อติดตามภาพเคลื่อนที่ร่วมกับตากระตุก การเคลื่อนของลูกตาในลักษณะนี้จะส่งผลให้การนำเข้าข้อมูลทางด้านการมองเห็นนั้นเกิดความคลาดเคลื่อนไปมากเมื่อเทียบกับการลุกยืนที่เกิดขึ้นจริง โดยทำให้เกิดการรบกวนข้อมูลในแง่ของระยะและมิติ ส่งผลให้ในการประมวลผลที่ higher brain center นั้น เมื่อสมองเปรียบเทียบข้อมูลระบบการมองเห็นกับระบบประสาทสัมผัสที่รับความรู้สึกที่เหลือ ซึ่งได้แก่ ระบบรับความรู้สึกทางกายและระบบหูชั้นในที่ควบคุมสมดุลของร่างกาย ทำให้เกิดการประมวลผลที่ไม่ตรงกับการวางแผนการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับการลุกยืนใน ทำให้การทรงตัวในขณะการลุกยืนนั้นเกิดความไม่มั่นคง

จากผลการทดลองพบว่าสิ่งกระตุ้นออปโทไคเนติกสามารถที่จะกระตุ้นให้เกิดความไม่มั่นคงในขณะที่ทำการเคลื่อนไหวในท่าลุกยืนได้ และเมื่อเกิดความไม่มั่นคงในการทรงตัวขึ้น ระบบควบคุมการทรงตัวจะต้องทำการตอบสนองเพื่อให้ร่างกายสามารถทรงตัวภายใต้สิ่งแวดล้อมดังกล่าวได้โดยไม่ล้มหรือเสียการทรงตัว ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้อาจนำไปสู่การพัฒนาทางเลือกในการฝึกการทรงตัวด้วยวิธีใหม่ ๆ ได้ดังนี้

1. การนำไปใช้กับนักกีฬา เพื่อพัฒนาเป็นโจทย์ให้นักกีฬาได้ฝึกซ้อมการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นออปโทไคเนติกซึ่งเป็นภาพรบกวนที่จะมองเห็นในระหว่างการเคลื่อนไหวได้ดีขึ้น ทำให้การเคลื่อนไหวโดยรวมขณะเล่นกีฬามีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

2. การนำไปใช้ในกลุ่มคนปกติ เพื่อให้เกิดความเคยชินต่อภาพเคลื่อนไหวที่เป็นสิ่งกระตุ้นออปโทไคเนติก ทำให้มีความทนทานต่อการเกิดอาการที่ไม่พึงประสงค์ที่เชื่อมโยงกับการมองเห็นในขณะการเดินทางด้วยยานพาหนะต่าง ๆ เช่น การเมารถ เมาเรือ หรือเมาเครื่องบิน โดยไม่ต้องพึ่งการกินยาแก้เมา

3. การนำไปใช้ในกลุ่มผู้สูงอายุ ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติทางการทรงตัวหรือกลุ่มผู้ป่วยทางระบบประสาท เพื่อเป็นการฟื้นฟูสมรรถภาพทางความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการทำงานของระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการทรงตัว

ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้ทำการทดลองเฉพาะในกลุ่มที่มีสุขภาพดีและอยู่ในช่วงอายุที่น้อย การนำไปใช้ในกลุ่มที่มีความผิดปกติทางการทรงตัว รวมถึงการนำไปใช้ในทางคลินิกยังคงต้องการการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาให้เหมาะสมกับการใช้งานได้จริง ซึ่งจะเป็นประเด็นสำคัญของการศึกษาต่อยอดในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Cano Porras D, Siemonsma P, Inzelberg R, Zeilig G, Plotnik M. Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait: Systematic review. Neurology. 2018 May 29;90(22):1017–25.
2. Chen L, Lo WLA, Mao YR, Ding MH, Lin Q, Li H, et al. Effect of Virtual Reality on Postural and Balance Control in Patients with Stroke: A Systematic Literature Review. BioMed Research International. 2016;2016:1–8.
3. Dall PM, Kerr A. Frequency of the sit to stand task: An observational study of free-living adults. Applied Ergonomics. 2010 Jan;41(1):58–61.
4. Grace Gaerlan M, Alpert PT, Cross C, Louis M, Kowalski S. Postural balance in young adults: The role of visual, vestibular and somatosensory systems: Postural balance in young adults. Journal of the American Academy of Nurse Practitioners. 2012 Jun;24(6):375–81.
5. Guerraz M, Thilo KV, Bronstein AM, Gresty MA. Influence of action and expectation on visual control of posture. Cognitive Brain Research. 2001 Apr;11(2):259–66.
6. Kizony R, Katz N, (Tamar) Weiss PL. Adapting an immersive virtual reality system for rehabilitation. J Visual Comput Animat. 2003 Dec;14(5):261–8.
7. Luo H, Wang X, Fan M, Deng L, Jian C, Wei M, et al. The Effect of Visual Stimuli on Stability and Complexity of Postural Control. Front Neurol. 2018 Feb 8;9:48.
8. Mandal S. Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges. 2013;4(4):6.
9. Mastropasqua A, Dowsett J, Dieterich M, Taylor PCJ. Right frontal eye field has perceptual and oculomotor functions during optokinetic stimulation and nystagmus. Journal of Neurophysiology. 2020 Feb 1;123(2):571–86.
10. MazzÃ C, Benvenuti F, Bimbi C, Stanhope SJ. Association Between Subject Functional Status, Seat Height, and Movement Strategy in Sit-to-Stand Performance: SIT-TO-STAND DETERMINANTS. Journal of the American Geriatrics Society. 2004 Oct;52(10):1750–4.
11. Robert MT, Ballaz L, Lemay M. The effect of viewing a virtual environment through a head-mounted display on balance. Gait & Posture. 2016 Jul;48:261–6.
12. Schultheis M, Rizzo A. The application of virtual reality technology in rehabilitation. Rehabilitation Psychology. 2001 Aug 1;46:296–311.
13. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2012. 641 p.

14. Siriphorn A, Chamonchant D, Boonyong S. The effects of vision on sit-to-stand movement. J Phys Ther Sci. 2015;27(1):83–6.
15. Sousa ASP, Silva A, Tavares JMRS. Biomechanical and neurophysiological mechanisms related to postural control and efficiency of movement: A review. Somatosensory & Motor Research. 2012 Dec;29(4):131–43.
16. Yamada T, Demura S. Relationships between ground reaction force parameters during a sit-to-stand movement and physical activity and falling risk of the elderly and a comparison of the movement characteristics between the young and the elderly. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2009 Jan;48(1):73–7.
17. Yeh TT, Cluff T, Balasubramaniam R. Visual Reliance for Balance Control in Older Adults Persists When Visual Information Is Disrupted by Artificial Feedback Delays. Lappe M, editor. PLoS ONE. 2014 Mar 10;9(3):e91554.