บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง “การทรงตัวในขณะอยู่กับที่และเคลื่อนที่ในผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำ 6 สัปดาห์” ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในเรื่องต่างๆ คือ

1. ผู้สูงอายุ
2. ภาวะล้ม
3. ทฤษฎีการทรงตัว
4. การควบคุมการทรงตัว
5. การประเมินความสามารถในการทรงตัว
6. การออกกำลังกายในน้ำ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้สูงอายุ

คำจำกัดความของผู้สูงอายุ

องค์การสหประชาชาติได้จัดประชุมสมัชชาโลกเกี่ยวกับผู้สูงอายุ เมื่อปี พ.ศ. 2525 ณ กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรเลีย ได้ให้ความหมายของคำว่าผู้สูงอายุไว้ว่า “ผู้สูงอายุ” หมายถึงบุคคลทั้งเพศชายและเพศหญิงที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป และองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้แบ่งผู้สูงอายุออกเป็น 3 ช่วงอายุ คือ

1. วัยสูงอายุ (Elder) อายุระหว่าง 60 – 74 ปี
2. วัยชรา (Old) อายุระหว่าง 75 – 90 ปี
3. วัยชรามาก (Very old) อายุมากกว่า 90 ปีขึ้นไป

ลักษณะสำคัญ 4 ประการของความชราภาพในผู้สูงอายุ ได้แก่

1. เกิดกับทุกคนทุกเผ่าพันธุ์ (Universal)
2. เป็นกลไกต่อเนื่องที่ค่อยๆเพิ่มขึ้นช้าๆ (Progression)
3. เป็นการเปลี่ยนแปลงภายในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด (Intrinsic)
4. มีการเสื่อมถอย (Degenerate)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายเริ่มเสื่อมลงทำให้เกิดปัญหาโรคภัยไข้เจ็บต่างๆตามมาได้ง่าย ไม่เพียงความเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรัง เช่น ความดันโลหิตสูงโรคหัวใจหรือเบาหวานเท่านั้นแต่การเกิดอุบัติเหตุก็พบมากขึ้นด้วยโดยพบว่าผู้สูงอายุมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุมากเป็น 5 เท่าของคนที่มีอายุน้อยกว่า (บุญตา กิริยานันต์, 2004 [ระบบออนไลน์])

ภาวะล้ม (Falling)

ภาวะล้มในผู้สูงอายุคือภาวะที่ผู้สูงอายุสูญเสียความสามารถในการทรงตัว ภาวะล้มจึงเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญในประชากรผู้สูงอายุซึ่งอาจเกิดขึ้นจากหลายๆสาเหตุ โดยประมาณ 30%ของประชากรผู้สูงอายุ ที่มีอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป โดยเฉลี่ยในแต่ละปีจะมีภาวะล้มอย่างน้อย 1 ครั้ง ความถี่ของการเกิดภาวะล้มจะเพิ่มขึ้นในผู้สูงอายุที่มีความบกพร่องทางระบบประสาท ระบบโครงร่างและระบบกล้ามเนื้อ ประมาณ 31-48% ของผู้ที่เคยมีประสบการณ์การล้มจะมีลักษณะที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อสภาพจิตใจ ทำให้เกิดภาวะกลัวการล้ม (Fear of falling) ประมาณ 19-26% มีการทำกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวันลดลง ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงและมีการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อตามมา และพบว่า 2.2% เสียชีวิตจากการล้ม

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการล้ม แบ่งออกเป็น 2 ประการ ได้แก่

1. ปัจจัยภายในของผู้สูงอายุ เป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านร่างกายและจิตสังคมที่เกิดขึ้นในวัยสูงอายุคือ

1. การเปลี่ยนแปลงด้านร่างกาย ได้แก่ กล้ามเนื้อและกระดูก ผู้สูงอายุจะมีกำลังกล้ามเนื้อลดลง กระดูกและข้อเสื่อม มีอาการเจ็บปวด ทำให้ข้อติดขัดเคลื่อนไหวไม่สะดวก การได้ยินและการได้กลิ่นลดลง ทำให้ความตื่นตัวต่อสัญญาณเตือนภัยลดลง การรับรู้ของสมองและประสาทสัมผัสช้าลงทำให้การรับรู้ต่อสัมผัสที่มากระทบร่างกายลดลง และปฏิกิริยาของร่างกายในการเตรียมตัวรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างกะทันหันก็ช้าลงด้วย นอกจากนี้เนื่องจากการมองเห็นไม่ชัดเจนจึงทำให้คาดคะเนความตื้นลึกของพื้นทางเดินไม่แม่นยำ และจากการที่ลานสายตาแคบลงทำให้มองเห็นสิ่งต่างๆ ไม่ว่องไวเหมือนเดิมจึงเป็นเหตุให้ร่างกายเตรียมความพร้อมได้ไม่ทันท่วงที ประกอบกับในขณะเดินมักยกเท้าไม่สูงพอจึงมีผลให้เกิดการสะดุดล้มได้ง่าย รวมทั้งการปรับตัวของร่างกายในขณะเปลี่ยนอิริยาบถต่างๆ ไม่ดีจึงเกิดอาการหน้ามืดหรือการทรงตัวไม่ดีทำให้เซเสียหลักล้มได้ง่าย

2. การเปลี่ยนแปลงด้านจิตสังคม นอกจากการเปลี่ยนแปลงด้านร่างกายผู้สูงอายุยังต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงด้านจิตใจและสังคมด้วย เช่น การเกษียณอายุการทำงาน การมีรายได้ลดลง บุตรหลานแยกจากไปเพราะหน้าที่การงานหรือมีครอบครัว สิ่งเหล่านี้ทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้ความมั่นคงด้านจิตใจสั่นคลอน มีผลให้ผู้สูงอายุรู้สึกเครียดและกังวลใจ รวมทั้งผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่เพียงลำพังคนเดียวมักจะเกิดอุบัติเหตุง่ายกว่าผู้ที่มีคู่สมรสและดำรงชีวิตอยู่ร่วมกัน เนื่องจากคู่ครองมีโอกาสดูแลช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้

2. ปัจจัยภายนอกคือสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะล้มในผู้สูงอายุได้ถึงร้อยละ 40-50 โดยเฉพาะสิ่งแวดล้อมในบ้านซึ่งพบว่าเป็นสถานที่ที่ผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุบ่อยที่สุด ตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมภายในบ้านและรอบบริเวณบ้านได้แก่ แสงสว่างไม่เพียงพอ โดยเฉพาะตามทางเดิน ห้องน้ำ พื้นต่างระดับหรือบันได พื้นต่างระดับที่สังเกตเห็นได้ยาก เช่น ระดับความสูงต่ำแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และสีของพื้นใกล้เคียงกันทำให้มองเห็นไม่ชัดเจน ห้องน้ำ เช่น พื้นห้องน้ำเปียก ลื่น มีคราบสบู่จับทำให้เกิดการหกล้มได้ง่าย นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงที่อยู่อาศัย เช่น การย้ายจากบ้านไปอยู่โรงพยาบาลหรือการย้ายบ้านใหม่ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเครื่องใช้ภายในบ้านใหม่จะทำให้ผู้สูงอายุไม่คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ของที่เคยใช้ประจำอยู่ผิดจากตำแหน่งที่เคยวางทำให้ผู้สูงอายุเกิดความสับสนได้ง่าย

ทฤษฎีการทรงตัว

(ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์, 2544)ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการทรงตัวว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1. แรงดึงดูดของโลก
2. จุดศูนย์ถ่วงในร่างกาย
3. ชนิดของความสมดุลของร่างกาย
4. หลักการของความมั่นคง (Principle of stability)

แรงดึงดูดของโลก Bowen and stone กล่าวว่า แรงดึงดูดของโลกกระทำบนทุกส่วนของวัตถุเป็นแรงขนานและรวมแรง vector เป็นแรงเดียวกระทำที่จุดกึ่งกลางที่รวมของน้ำหนักวัตถุนั้น จุดศูนย์ถ่วง(center of gravity) คือจุดสมมติที่น้ำหนักของวัตถุหรือร่างกายทั้งหมดมารวมกันอยู่ ณ จุดนี้เป็นจุดเดียว แรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุหรือร่างกายที่จุดนี้และมีทิศทางเข้าสู่จุดศูนย์กลางของโลก แนวแรงดึงดูดของโลกนี้ทำให้เกิดแนวแรงศูนย์ถ่วง (line of gravity) วัตถุของแข็งที่มีลักษณะสมมาตรเป็น symmetrical body มีความหนาแน่นและเนื้อสารเดียวกัน เช่น ลูกบอล อิฐบล็อก วัตถุทรงกลม ทรงกระบอก หรือลูกเต๋า จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุจะอยู่ที่จุดศูนย์กลางทางเรขาคณิตของวัตถุนั้น (geometrical center) ในกรณีที่วัตถุมีรูปร่างไม่แน่นอน หรือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความหนาแน่นและเนื้อสารไม่เท่ากันจุดศูนย์ถ่วงจะมีการเปลี่ยนแปลงไป จุดศูนย์ถ่วงไม่ใช่จุดศูนย์กลางของวัตถุ แต่จะเยื้องมาบริเวณส่วนที่มีน้ำหนักมากกว่าและบางทีอาจอยู่ภายนอกวัตถุนั้นก็ได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือตำแหน่งของวัตถุหรือร่างกาย ตำแหน่งจุดศูนย์กลางก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย ในการหาตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายนั้นจะต้องเข้าใจภาวะสมดุล (balance of equilibrium) ซึ่งมีเงื่อนไขคือ

-แรงเชิงเส้น (Linear forces) ทุกแรงที่กระทบบนวัตถุจะต้องมีการสมดุล

-แรงหมุน (Rotatory force, torques) จะต้องอยู่ในภาวะสมดุล

นั่นคือผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำบนวัตถุหรือร่างกายต้องเท่ากับศูนย์หรือผลรวมของโมเมนต์รวมแกนทั้งสาม x, y, z เท่ากับ 0 (อ้างถึงใน ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์ , 2544)

จุดศูนย์ถ่วงในร่างกาย ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์ (2544) กล่าวถึงจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายว่ามีความไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับสภาพของร่างกายในขณะนั้น ได้แก่

1. จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายในขณะที่ยืนปกติแขนห้อยอยู่ข้างลำตัว จุดศูนย์ถ่วงจะอยู่หน้ากระดูกกระเบนเหน็บอันที่สอง โดยอยู่หลังเส้นที่เชื่อมระหว่างข้อสะโพกทั้งสองข้างประมาณ 5 เซนติเมตรในแนวกึ่งกลางลำตัว

2. จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายในแต่ละคนจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของร่างกาย อายุ เพศ นอกจากนี้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายจะเปลี่ยนแปลงไปตามการจัดทำของส่วนของร่างกาย คือ แขน ขา ลำตัว การถือน้ำหนัก การถูกตัดแขนขาหรือใส่เฝือก

3. จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายผู้ชายอยู่ที่ 56–57 (56.18)% ของความสูงทั้งหมดจากพื้น Hellebrandt (1942) Croskey (1922) จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายผู้หญิงอยู่ที่ 55 (55.44)% ของความสูงทั้งหมดนับจากพื้น

การที่จุดศูนย์ถ่วงของผู้หญิงต่ำกว่าของผู้ชายเนื่องจากสะโพกของผู้หญิงกว้างกว่าสะโพกของผู้ชาย และช่วงขาของผู้หญิงสั้นกว่าช่วงขาของผู้ชายด้วย การทดลองทราบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของจุดศูนย์ถ่วงกับน้ำหนักตัวหรือความสูงของร่างกาย

4. ในการศึกษาความสัมพันธ์ของอายุและความสูงของจุดศูนย์ถ่วง Palmer (1944) พบว่าความสูงของจุดศูนย์ถ่วงค่อนข้างคงที่แน่นอน ในลักษณะเป็นสัดส่วนกับส่วนสูงของแต่ละคน ทุกวัย โดยอยู่ในช่วง 55 ถึง 59 เปอร์เซ็นต์ของความสูงทั้งหมดนับจากพื้น จากทารกในครรภ์อายุ 6 เดือน(Fetal months) จนถึงคนอายุ 70 ปี จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายจะค่อยๆ เลื่อนระดับลงต่ำจากระดับกระดูกสันหลังระดับอกที่ 7 (thoracic vertebra 7) ไปยังกระดูกกระเบนเหน็บที่ 1(sacrum1) จุดศูนย์ถ่วงของเด็กจะอยู่สูงกว่าในผู้ใหญ่เนื่องจากการไม่สมส่วนกันระหว่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ศีรษะและหน้าอกที่ค่อนข้างใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนขาที่ค่อนข้างเล็ก เด็กยิ่งเล็กมากเท่าใด จุดศูนย์ถ่วงยิ่งสูงเท่านั้น

5. จุดศูนย์ถ่วงของแต่ละส่วนของร่างกายโดยเฉพาะส่วนของแขนขามีอัตราส่วนประมาณ 4/7 หรือ 5/9 ของระยะทางเหนือปลายล่างของร่างกายส่วนนั้น

ชนิดของความสมดุลของร่างกาย (Equilibrium) (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์, 2544) แบ่งชนิดของความสมดุลร่างกายออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. Static equilibrium สมดุลขณะที่วัตถุหรือร่างกายอยู่นิ่งไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น การยืนขาเดียว การยืนบนปลายเท้า ท่าต่างๆ เหล่านี้จะต้องได้รับการฝึกฝนมานานทำให้เกิดความชำนาญและสามารถรักษาสมดุลอยู่ได้

2. Dynamic equilibrium สมดุลขณะที่วัตถุหรือร่างกายกำลังเคลื่อนไหว เช่น การเดินบนเส้นเชือก การยืนบนรถที่กำลังวิ่ง

ใน Static equilibrium ถ้าวัตถุมีการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลงสถานที่ แรงต่างๆ ที่กระทำบนวัตถุย่อมเปลี่ยนแปลงไปด้วย ถ้าวัตถุถูกเคลื่อนย้ายแล้วมีแนวโน้มกลับคืนสู่สภาพเดิมที่เริ่มต้นได้ วัตถุนั้นมี “Stable equilibrium” ในกรณีนี้แรงที่จะมากระทำต้องมีผลทำให้จุดศูนย์ถ่วงสูงขึ้น ถ้าวัตถุถูกเคลื่อนย้ายแล้วมีแนวโน้มเพิ่มหรือเปลี่ยนสถานที่จากที่เดิมไป วัตถุนั้นมีสมดุลไม่มั่นคง “Unstable equilibrium” แรงที่กระทำให้มีการเคลื่อนย้ายจะทำให้จุดศูนย์ถ่วงต่ำลง เกิดภาวะไม่สมดุล (การหมุนก็จะเกิดขึ้นแทนรอบจุดนั้น) ถ้าวัตถุถูกเคลื่อนย้ายแล้วยังคงสภาพในตำแหน่งลักษณะเดิมโดยไม่กลับคืนในตำแหน่งที่จุด เริ่มต้นหรือมีการเคลื่อนย้าย (Displacement) ต่อไปวัตถุนั้นอยู่ใน “Neutral equilibrium” จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุนั้นจะไม่ถูกยกสูงขึ้นหรือลดต่ำลงเมื่อมีแรงหรือมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง

เมื่อร่างกายหรือวัตถุอยู่ในภาวะสมดุลหรืออยู่นิ่งจุดศูนย์ถ่วงจะอยู่ภายในฐานที่รองรับของวัตถุนั้น แรงศูนย์ถ่วง (Line of gravity) ตกใกล้จุดกึ่งกลางของฐานยิ่งใกล้มากเท่าใดย่อมมีความมั่นคงมากเท่านั้น ดังนั้นปัจจัยอันหนึ่งในการกำหนดแนวแรงดึงดูดจุดศูนย์กลางให้ตกภายในฐานของวัตถุคือ ขนาดของฐานรองรับคือฐานซึ่งใหญ่ก็จะทำให้มีความมั่นคง(Stable)มากยิ่งขึ้น จุดศูนย์ถ่วงสามารถเคลื่อนย้ายที่ได้ระยะทางมากโดยไม่ออกนอกแนวของฐาน การพิจารณาเกี่ยวกับฐานรองรับ (base) ควรคำนึงทิศทางของการเคลื่อนที่หรือแรงตรงข้าม ฐานควรกว้างขึ้นในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่หรือแรงตรงข้ามเพื่อไม่ให้แนวแรงตกนอกฐาน เช่น การปาขว้างลูกบอลในท่า forward/backward เกี่ยวกับ side–stride position ยืนชิดลักษณะการวางเท้าโดยให้เท้าซ้ายอยู่ด้านหน้าในด้านถนัดขวา เพื่อการหมุนตัวไปด้านหลัง pelvic rotation

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นการที่ฐานรองรับกว้างขึ้นจะทำให้เกิดความมั่นคงมากขึ้น (Greater stability) ต้องพิจารณาว่าทิศทางของการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ของข้อต่อไม่ถูกจำกัดหรือถูกขัดขวาง และไม่เกิดการยืดตึงตัว (strain) บนข้อนั้นๆ ที่เกี่ยวข้องจนเกินไป

องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องอีกอย่างคือแนวแรงที่กระทำสู่พื้นดิน (Direction of the force exerted by the individual against the ground) ซึ่งขึ้นกับผิวสัมผัสและแรงเสียดทาน ซึ่ง lateral force จะทำให้ขากางออกจากร่างกาย

เมื่อส่วนใดของร่างกายเคลื่อนย้ายไปจากท่าเดิมหรือแนวแรงศูนย์ถ่วงเดิมในทิศทางหนึ่ง จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายก็จะเคลื่อนย้ายไปตามส่วนนั้นและส่วนของร่างกายที่เหลือก็จะเคลื่อนไปในทิศทางตรงกันข้ามเพื่อรักษาจุดศูนย์ถ่วงให้อยู่ที่เดิมภายในฐาน(Base)นั้น เช่น การยกแขนขึ้นด้านหน้าเหนือศีรษะ (forward upward) จุดศูนย์ถ่วงจะเคลื่อนเลื่อนไปด้านหน้าและสูงขึ้นภายในร่างกาย การยกเหยียดขาไปตรงหน้าจุดศูนย์ถ่วงจะเลื่อนตัวไปด้านหลัง

เมื่อมีน้ำหนักเพิ่มจากภายนอกมาร่วมกระทำบนร่างกายจะทำให้เกิดการรวมน้ำหนักทั้งหมดและมีผลต่อจุดศูนย์ถ่วง ซึ่งจุดศูนย์ถ่วงใหม่ที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนย้ายที่ในแนวทิศทางใกล้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ยิ่งน้ำหนักใกล้ตัวมากการเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์ถ่วงก็น้อยและแรงพยายามในการถือก็น้อยลง

หลักการของความมั่นคง (Principle of stability) (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์, 2544)

หลักการของความมั่นคงจะเกี่ยวข้องกับการทรงตัวและสมดุลแห่งสถานะภาพ (Balance and equilibrium) ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

Static balance การสถิตคงอยู่กับที่ เช่น การยืนบนลวดหรือปลายนิ้วเท้า

Dynamic balance การสมดุลขณะเคลื่อนที่ เช่น การไต่ลวด ไต่ถัง

หลักการจะต้องคำนึงถึง

1. ความสูงของจุดศูนย์กลางของร่างกายหรือวัตถุ ยิ่งจุดศูนย์ถ่วงสูงมากเท่าใดความมั่นคงยิ่งน้อยลง ดังนั้นในการฝึกผู้ป่วยให้คำนึงถึงจุดศูนย์ถ่วง โดยการค่อยๆ เพิ่มระดับความสูง เริ่มจากทำนอน นั่ง คุกเข่า และยืน

2. ขนาดของฐานรองรับ(Base of support) ฐานรองรับกว้างจะทำให้มีความมั่นคงมาก เวลายืนเท้าห่างกันขนาดของฐานรองรับจะรวมพื้นที่ทั้งหมดของเท้าทั้งสองและพื้นที่ระหว่างเท้า ความมั่นคงนี้ยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นร่วมด้วยคือแรงตอบโต้ปฏิกิริยา (reaction force)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นแนวจุดศูนย์ถ่วง และจุดศูนย์กลางของฐานรองรับ ถ้าแนวแรงจุดศูนย์ถ่วงตกใกล้จุดศูนย์กลางของฐานรองรับมากเท่าใด จะทำให้มีความมั่นคงมากยิ่งขึ้น

4. มวลของวัตถุหรือร่างกายจะเกี่ยวกับความมั่นคง เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำร่วมด้วยเช่นมีกล่อง 2 กล่องหนักไม่เท่ากัน (นั่นคือมีมวลสารต่างกัน) เมื่อมีพายุพัดมา กล่องที่เบากว่าจะปลิวหรือขยับ แต่ในคนเราเมื่อพิจารณาดูคนอ้วนและคนผอมจะไม่สามารถบอกได้แน่นอนว่าใครมีความมั่นคงมากกว่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่น เช่น อายุ ถ้าคนอายุน้อยมักมีความมั่นคงกว่าคนอายุมาก

5. โมเมนตัมและแรงกระทบจากภายนอก เมื่อมีแรงเคลื่อนและแรงภายนอกมากระทบด้วยความเร็วสูง ร่างกายจะพยายามปรับตัวโดยมีการชดเชยเพื่อให้เกิดความมั่นคง ถ้าแรงภายนอกมีมากจะทำให้ความมั่นคงน้อยลง เช่น การเดินฝ่าพายุ การเดินอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะใช้แรงเคลื่อนที่มากจึงจะสามารถเดินฝ่าไปได้

6. ความเสียดทาน (Friction) ความเสียดทานมากทำให้เกิดความมั่นคงมาก ถ้าความเสียดทานน้อยจะเป็นการลำบากในการรักษาสมดุลเพราะความมั่นคงก็มีน้อยเช่นการเดินบนพื้นที่ลื่น เดินบนพื้นน้ำแข็ง เป็นต้น

7. การมองเห็นและปัจจัยด้านจิตใจ เป็นภาวะทางจิตใจอันเกิดจากการมองเห็น ทำให้เกิดความรู้สึกไม่มั่นคงถ้าการทรงตัวถูกรบกวน ซึ่งมีผลต่อกล้ามเนื้อที่ควบคุมการทรงตัวของร่างกาย การที่จะช่วยรักษาสมดุลไว้ได้บ้างก็โดยการมองที่จุดหนึ่งจุดใดที่อยู่เหนือบริเวณที่น่ากลัวไว้ตลอดเวลา นอกจากนี้ความไม่มั่นใจในตนเองของผู้สูงอายุในการยืน เดิน หรือกลัวตกจากเตียงหรือตกจากที่สูงมีผลทำให้การทรงตัวของร่างกายเปลี่ยนแปลงได้

8. ปัจจัยทางด้านสรีระวิทยา เมื่อมีพยาธิสภาพของอวัยวะที่เกี่ยวกับความสมดุล (Equilibrium) คือ semicircular canal จะทำให้การควบคุมการทรงตัวของร่างกายสูญเสียไป

9. การจัดตัวเป็นท่อนของวัตถุ (Segmentation) ในกรณีวัตถุเป็นส่วนๆ ไม่ได้ประกอบกันเป็นชิ้นหรือท่อนเดียวทั้งหมด การจัดให้วัตถุอยู่ในสภาพมั่นคงที่สุดโดยให้จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุทั้งหมดตกลงที่จุดศูนย์กลางของฐานรองรับ (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การควบคุมการทรงตัว

ทศพร พิชัยยา (2548) กล่าวถึงการควบคุมการทรงตัวไว้ดังต่อไปนี้

การทรงท่าหรือการทรงตัว (posture หรือ balance) เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนเกี่ยวข้องการรับรู้และแปลผลเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยอาศัยข้อมูลจากระบบการรับความรู้สึก แล้วตอบสนองอย่างเหมาะสมเพื่อทรงตัวให้อยู่ในแนวตั้งตรงซึ่งการทรงตัวหมายถึงความสามารถในการควบคุมร่างกายให้อยู่ในแนวตั้งตรงและควบคุมให้จุดศูนย์ถ่วง (center of gravity) อยู่ภายในฐานรองรับ(base of support) ในสภาพแวดล้อมใดๆ และ Allison (1995) ได้ให้คำจำกัดความของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายว่า หมายถึงจุดอ้างอิงใดๆ ที่เป็นจุดรวมแรงที่กระทำต่อร่างกายและผลลัพธ์มีค่าเท่ากับศูนย์ (คำนวณได้จากการวัดทาง คิเนติค ได้แก่ แรง และโมเมนต์) คำว่าการทรงตัว (balance) และ การทรงท่า (posture) นั้นถูกใช้คู่กันมาตลอด และมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด โดยที่การทรงท่าหมายถึงการควบคุมส่วนต่างๆ ของร่างกายที่สัมพันธ์กับแรงโน้มถ่วงของโลก โดยเป็นการอ้างอิงเชิงมุมที่ร่างกายทำกับแนวดิ่ง (vertical) ความสามารถในการควบคุมการทรงท่า และการทรงตัวนั้นมีความจำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมการเคลื่อนไหว (functional ability) ต่างๆ ระบบประสาทอาศัยการรับความรู้สึกในการบอกตำแหน่งของร่างกาย ประมวลผลและสั่งการตอบสนองที่เหมาะสมผ่านทางระบบประสาทยนต์ (motor system) การควบคุมการยืนทรงตัวนั้นต้องอาศัยความสามารถในการจัดส่วนของแขนขาและลำตัวอย่างเหมาะสมในแนวดิ่ง Horstmann และ Dietz (1990) ย้ำว่าการทรงตัวในท่ายืนนั้นก็คือการควบคุมให้ จุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในฐานรองรับระหว่างเท้าทั้งสองนั่นเอง แนวคิดที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายการควบคุมการทรงตัว คือ center of pressure (COP) Dettmann และคณะ (1987) ให้คำจำกัดความของ COP ว่า คือจุดที่แรงลัพธ์ในแนวดิ่งตัดกับฐานรองรับ หรืออีกนัยหนึ่งคือเป็นจุดศูนย์กลางของแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่ง Winter (1995) กล่าวว่า COP คือจุดรวมแรงกด(pressure) ทุกแรงที่เกิดขึ้นและกระจายอยู่ทั่วฐานรองรับการทรงตัวนั้นอาศัยการควบคุมที่เป็นระบบ Massion (1994) อธิบายว่าการควบคุมการทรงตัวประกอบด้วยการจัดท่าทาง (postural orientation) และการควบคุมให้เกิดความมั่นคง (postural stability) ซึ่งอาศัยกลไกการควบคุม 2 ชนิด คือ การเตรียมพร้อมโดยการคาดการณ์หรือคาดคะเน (anticipatoryหรือ feed forward mechanism) และการปรับชดเชย หรือกลไกการป้อนกลับ (compensatory หรือ feedback mechanism) ซึ่งในวงจรควบคุมนี้จำเป็นต้องอาศัยแหล่งป้อนข้อมูลเข้า (ผ่านทางการรับความรู้สึก) ที่รายงานถึงตำแหน่งการเคลื่อนไหวของร่างกาย ควบคู่กับความสามารถในการสั่งการเคลื่อนไหวตอบสนองในการควบคุมการทรงตัว (ability to generate

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

motor responses) ระบบประสาทอาศัยการรับความรู้สึกจาก 3 ระบบด้วยกัน ในการประมวลผลเกี่ยวกับตำแหน่งของร่างกายและการทรงตัว ได้แก่ ระบบการมองเห็น (visual system) ระบบเวสติบูลาร์ (vestibular) และระบบกายสัมผัส (somatosensory system)

บทบาทของระบบการรับความรู้สึกแต่ละชนิดต่อการทรงตัว

การมองเห็น (visual input) ระหว่างที่ยืนระบบการมองเห็นจะรายงานถึงตำแหน่งและแนวของร่างกายเชิงสัมพัทธ์กับสิ่งแวดล้อม รวมถึงการรายงานว่าในขณะนั้นร่างกายหรือวัตถุกำลังเคลื่อนเข้าหากันหรือกำลังเคลื่อนห่างออกจากกัน ถึงแม้ว่าการมองเห็นจะมีความสำคัญแต่ก็ไม่จำเป็นเสมอไป ตัวอย่างเช่น แม้จะมองไม่เห็นเช่นยืนในที่มืดหรือตาบอดทั้งสองข้างก็ยังสามารถยืนทรงตัวอยู่ได้ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นก็ไม่มีความแม่นยำเสมอไป เช่น ถ้าให้ยืนอยู่หน้ากระจกเงาที่กำลังถอยห่างออกไปร่างกายอาจตอบสนองโดยการคะมำไปข้างหน้า และในทางกลับกันก็อาจจะถอยผงะไปข้างหลังเมื่อกระจกเงาเคลื่อนเข้าหาตัว และยังมีการพิสูจน์ได้ว่าในกรณีที่สิ่งที่มองเห็นทำให้เกิดความสับสน (visual conflict) จะทำให้เกิดการรบกวนการทรงตัวมากกว่าการที่ไม่สามารถมองเห็นเลย (Nashner, 1989; Shumway-Cook & Horak,1986; Wolfson et al., 1994) ดูเหมือนว่าการมองเห็นจะไม่ค่อยมีความสำคัญมากนักในกรณีที่ระบบเวสติบูลาร์ปกติ อย่างไรก็ตามการมองเห็นจะมีความสำคัญมากในผู้สูงอายุที่มีความบกพร่องที่ระบบเวสติบูลาร์ทั้งสองข้าง (bilateral vestibular deficit) นอกจากนี้ความคมชัดในการมองเห็นที่น้อยกว่า 6/12 ตาม Snellen scale นั้นจะมีผลต่อการควบคุมความมั่นคงของการทรงตัวอย่างเห็นได้ชัดและการมองเห็นซึ่งภาวะที่ลานสายตาบกพร่องไป (visual field defect) เช่น hemianopia ก็จะมีผลต่อการทรงตัวได้เช่นกัน

กายสัมผัส (somatosensory input) การรับความรู้สึกทางกายสัมผัสเป็นการรายงานถึงตำแหน่งการจัดท่าทาง (relative orientation) และการเคลื่อนไหวของร่างกาย (movement of body) ที่อ้างอิงกับพื้น (supporting surfaces) และการรายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของส่วนต่างๆ ของร่างกายกับการรับความรู้สึกกายสัมผัสเป็นการรับความรู้สึกผ่านทางการรับแรงกดทางผิวหนัง (cuetaneous pressure receptors) ตัวรับความรู้สึกภายในกล้ามเนื้อและข้อต่อ (joint and muscle proprioceptors)โดยเฉพาะจากเท้าและข้อเท้า อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับการมองเห็น proprioceptive จะมีบทบาทเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อระบบการมองเห็นและระบบเวสติบูลาร์ยังปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การรับความรู้สึกทางระบบเวสติบูลาร์ (vestibular input) ระบบเวสติบูลาร์จะรายงานการเปลี่ยนตำแหน่งของร่างกายและการเปลี่ยนตำแหน่งของศีรษะในเชิงของการเปลี่ยนความเร่งหรือความหน่วง ทั้งเชิงเส้น (linear) และเชิงมุม (angular) ผ่านทางโอโตลิธ (otoliths) และรายงานลักษณะท่าทาง (orientation) ของศีรษะผ่านทาง semicircular canal ระบบเวสติบูลาร์ช่วยในการควบคุมการทรงตัวโดยผ่านทาง vestibulospinal tract ซึ่ง Shumway-Cook และ Woollacott (1995) ให้ความเห็นว่าระบบเวสติบูลาร์มีบทบาทสำคัญมาก และ Byl และ Sinnott (1991) กล่าวว่าระบบเวสติบูลาร์เป็นส่วนสำคัญของกลไกการป้อนกลับ (feedback mechanism) ระบบเวสติบูลาร์จะทำหน้าที่เด่นในการควบคุมหรือชดเชยการทรงตัวเมื่อร่างกายมีการแกว่งช้าๆ (slow body sway) ระบบการรับความรู้สึกทั้ง 3 ทางล้วนมีความสำคัญต่อการควบคุมการทรงตัว ข้อมูลที่ได้รับจากแต่ละระบบจะถูกนำไปประมวลร่วมกันเพื่อตอบสนองอย่างเหมาะสม ความบกพร่องต่อระบบใดระบบหนึ่งอาจทำให้เกิดการรบกวนต่อการทรงตัว

ระบบประสาทยนต์ (Motor system) มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการทรงตัว โดยการควบคุมสั่งการให้กล้ามเนื้อมีการทำงานตอบสนอง นอกเหนือจากการอาศัยการประมวลผลจากการรับความรู้สึกแล้วระบบการสั่งการเองก็ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ เช่น ความสามารถในการสั่งการเคลื่อนไหวในระดับต่างๆ (generation of forces and scaling) การประสานสัมพันธ์แนวของลำตัวเมื่ออยู่ในท่าตั้งตรง (postural alignment) และความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (postural และ muscle tone)

ความตึงตัวของกล้ามเนื้อในระหว่างการทรงท่า (postural tone) เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ เช่น อิทธิพลของความรู้สึกรับสัมผัส (somatosensory inputs) และปฏิกิริยาตอบสนองพื้นฐาน เช่น tonic neck reflex ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนตำแหน่งของศีรษะและยังได้รับอิทธิพลจากระบบเวสติบูลาร์และปฏิกิริยา vestibulospinal reflexes ความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (muscle tone) หมายถึงลักษณะความฝืดแข็งของกล้ามเนื้อ (stiffness)ในลักษณะของการมีแรงต้านต่อการถูกยืดออกและ stretch reflex เป็นกลไกของระบบประสาทที่เชื่อว่ามีส่วนเกี่ยวข้องในการควบคุมความตึงตัวของกล้ามเนื้อในระหว่างการควบคุมการทรงตัว stretch reflexes จะทำหน้าที่ป้อนข้อมูลกลับสู่ส่วนกลาง เช่น ในขณะยืนและลำตัวมีการแกว่งในทิศหน้า-หลัง(antero-posterior sway) กล้ามเนื้อรอบข้อเท้าจะถูกยืดและทำให้ stretch reflex ถูกกระตุ้น ส่งผลให้มีการทำงานของกล้ามเนื้อของข้อเท้าเพื่อปรับแก้ไขการแกว่งตัว

แนวของลำตัวเมื่ออยู่ในท่าตั้งตรง (Postural alignment) แนวของลำตัวที่มีการจัดระเบียบที่ดีจะอยู่เหนือฐานรองรับก่อให้เกิดการทรงตัวที่มีความมั่นคงในแนวหน้าหลังหรือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

sagital plane การยืนที่มีการจัดแนวของลำตัวที่ดีนั้นเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางมวลควรจะตรงกับ mastoid process ผ่านหน้าข้อไหล่ (gleno-humeral joint) ผ่านข้อสะโพก หน้าต่อแกนกลางข้อเข่าและหน้าต่อข้อเท้าประมาณ 5 เซนติเมตร

การปรับการทรงท่า (postural adjustments) การปรับการทรงท่าหรือการทรงตัวหมายถึงการพยายามที่จะปรับให้ศีรษะและลำตัวในท่าตั้งตรงต้านกับแรงโน้มถ่วงและแรงกระทำจากภายนอกเพื่อมุ่งรักษาให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในขอบเขตของฐานรองรับ ในระหว่างการยืนระบบประสาทส่วนกลางจะปรับการทรงตัวโดยจะต้องควบคุมกลุ่มกล้ามเนื้อหลายๆ กลุ่ม เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ Massion (1994) อธิบายว่า การปรับการทรงตัวนั้นอาศัยกลไกที่สำคัญ 2 กลไก คือกลไกการเตรียมการปรับตัวไว้ก่อนจากการคาดคะเน (anticipatory หรือ feed forward) และกลไกการปรับตัวเพื่อตอบสนอง เป็นการชดเชยหรือการป้อนกลับ (compensatoryหรือ feedback) การปรับการทรงท่าอาจเกิดขึ้นจากการตอบสนองโดยอัตโนมัติภายใต้จิตใต้สำนึกหรือภายใต้อำนาจจิตใจ

การปรับการทรงท่าโดยอัตโนมัติ (automatic postural adjustments) ในการยืนตามปกติ จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายจะถูกเปลี่ยนตำแหน่งไปในทิศทางใดก็ได้ เช่น ไปข้างหน้า (forward) ไปข้างหลัง (backward) ไปด้านข้าง (laterally) หรือ ในแนวเฉียง (combination) ไม่ว่าจะเป็นการยืนอยู่บนพื้นที่มีลักษณะใดก็ตามจะมีขอบเขตหรือระยะทางที่จำกัดที่ร่างกายสามารถเปลี่ยนตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงไปในทิศทางต่างๆ ได้โดยไม่สูญเสียการทรงตัวหรือไม่มีการขยับเท้าเพื่อเปลี่ยนตำแหน่งของฐานรองรับ ขอบเขตที่จำกัดนี้เรียกว่าเขตจำกัดความมั่นคง (limits of stability, LOS หรือstability limit) ในผู้ใหญ่ LOS ในแนวหน้า-หลัง (sagital plane) จะมีค่าประมาณ 12 องศา (8 องศาไปทางด้านหน้า และ 4 องศาไปทางด้านหลัง) และ LOS ในแนวด้านข้างประมาณ 16 องศา (ข้างละ 8 องศา) เมื่อจุดศูนย์ถ่วงถูกรบกวน (perturbation) ร่างกายจะพยายามทรงท่าเพื่อรักษาให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในฐานรองรับ โดยมีการตอบสนองด้วยการปรับท่าทางโดยอัตโนมัติอย่างมีแบบแผน (automatic postural strategies) ทั้งในแนวหน้า-หลังและด้านข้าง Nashner (1989), Horak และ Shumway-Cook (1989) ได้อธิบายแบบแผนของการปรับท่าทางโดยอัตโนมัติว่าประกอบด้วยการเคลื่อนไหวพื้นฐาน 3 รูปแบบง่ายๆ ในการปรับแก้ให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในฐานรองรับ หรือไม่ให้เกิดการหกล้ม ได้แก่ การใช้ข้อเท้า การใช้ข้อสะโพก และการก้าวขา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้ข้อเท้า คือการควบคุมการแกว่งของลำตัว (postural sway) โดยใช้เท้าและข้อเท้า ทั้งนี้ ส่วนศีรษะ ลำตัว ข้อสะโพกและต้นขาจะเคลื่อนไหวในแต่ละทิศทางเสมือนหนึ่งเป็นส่วนเดียวกัน (move as a unit) การควบคุมจากเท้าและข้อเท้าจะใช้เมื่อการแกว่งตัวนั้นเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยและช้าๆ (ต่ำกว่า 0.3 Hz) และอยู่ใกล้แนวกลาง (midline) โดยต้องเป็นการยืนบนพื้นที่มั่นคงและพื้นที่กว้างพอประมาณ Allison (1995) อธิบายว่าลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อในกรณีเช่นนี้จะเป็นการทำงานจากส่วนปลาย (distal) เข้าหาส่วนต้น (proximal)

การใช้ข้อสะโพก คือการควบคุมการแกว่งตัวโดยใช้การเคลื่อนไหวที่ข้อสะโพกเชิงกรานและลำตัวส่วนล่าง ในกรณีเช่นนี้สะโพกและศีรษะจะเคลื่อนไหวไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน การเคลื่อนไหวของข้อสะโพกเพื่อแก้ไขการแกว่งตัวจะเกิดขึ้นเมื่อการแกว่งตัวเกิดขึ้นมากและเร็ว (ประมาณ 1.0 Hz) และจุดศูนย์ถ่วงมีการเคลื่อนไหวอยู่ใกล้ LOS หรือเมื่อยืนอยู่บนพื้นที่แคบๆ (เช่นบนราวทรงตัว) หรือบนพื้นที่ไม่มั่นคง (เช่น ยืนบนเรือ หรือกระดานทรงตัว, balance board) แบบแผนของการทำงานของกล้ามเนื้อในรูปแบบนี้จะมีการทำงานจากส่วนต้น (proximal) ไปหาส่วนปลาย (distal) และในกรณีที่การรบกวนมีความถี่หรือความเร็วปานกลาง (ระหว่าง 0.3 และ 1.0 Hz) ร่างกายก็จะใช้การผสมผสานกันระหว่างการใช้ข้อเท้าและข้อสะโพกในการควบคุมการแกว่งตัวเมื่อการแกว่งตัวมีมากหรือเร็วเกินไป ทำให้จุดศูนย์ถ่วงเคลื่อนออกนอก LOS ร่างกายก็จะตอบสนองโดยการก้าวขาไปข้างหน้าหรือข้างหลัง หรือด้านข้างแล้วแต่กรณี ซึ่งในกรณีเช่นนี้คือมีความจำเป็นต้องสร้างฐานรองรับใหม่เพื่อไม่ให้สูญเสียการทรงตัว

การปรับการทรงท่าโดยการคาดการณ์ (Anticipatory postural adjustments) การปรับการทรงท่าโดยการเตรียมพร้อม (Anticipatory postural adjustments) ควบคุมโดยกลไกที่เป็นการคาดการณ์ (feed forward mechanisms) ซึ่งคล้ายกับกลไกที่ปรับตัวโดยอัตโนมัติยกเว้นการตอบสนองนั้นจะปรากฏขึ้นก่อนการรบกวน (actual disturbance) จะเกิดขึ้น นั่นคือเมื่อมีการคาดการณ์ว่าจะมีการรบกวนการทรงท่า กลไกการตอบสนองที่เป็นแบบแผน (pre - programmed responses) จะถูกกระตุ้นให้เริ่มทำงานก่อนที่การรบกวนจะเกิดขึ้น

การปรับการทรงท่าภายใต้อำนาจจิตใจ (volitional postural adjustments) การปรับการทรงท่าภายใต้อำนาจจิตใจ (volitional postural adjustments) นั้นสัมพันธ์กับการเกิดการรบกวนต่อการทรงท่าที่เกิดขึ้นภายในร่างกายเอง (self - initiated disturbances) เช่น ขณะมีการเคลื่อนไหวหรือแม้แต่การหายใจ การปรับการทรงท่านี้จะถูกควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจโดยอาศัยพื้นฐานของประสบการณ์ในอดีตหรือภายใต้คำแนะนำที่ได้รับ การปรับการทรงท่านั้นมีหลายลักษณะทั้งในรูปแบบง่ายๆ ไปจนถึงการทรงท่าที่อาศัยกลไกที่ซับซ้อนและการปรับการทรงท่าจะเกิดขึ้นแบบช้าๆ หรือเกิดขึ้นเร็วนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะกิจกรรมที่กระทำอยู่ เช่น ขณะยืนถ่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำหนัก (ง่ายต่อการควบคุม ไม่ซับซ้อน) หรือ ในขณะเล่นสเกตน้ำแข็ง (ต้องอาศัยกลไกการควบคุมที่ซับซ้อนมากกว่า)

การประเมินความสามารถในการทรงตัว

น้อมจิตต์ นวลเนตร(2541) ได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการทรงตัวไว้ว่า การประเมินความสามารถในการทรงตัว แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

1. **การประเมินทางห้องปฏิบัติการ** (Laboratory assessment)

เป็นการประเมินที่ใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน ราคาสูง มีความน่าเชื่อถือ ละเอียด แม่นยำ โดยสามารถทำได้หลายวิธีแตกต่างกันไป เช่น การใช้ Force platform การใช้ Video-base motion analysis system การวัดการโอนเอนของร่างกาย (Postural sway) การตรวจประเมินการทำงานของกล้ามเนื้อ (Electromyography) และการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion analysis) เป็นต้น

2. **การประเมินทางคลินิก** (Clinical assessment)

เป็นการประเมินโดยใช้พื้นฐานการสังเกตที่มีแบบแผน สามารถนำไปใช้ได้ทุกที่ราคาไม่สูง แต่มีความแม่นยำน่าเชื่อถือ โดยแบ่งประเภทได้ดังนี้

2.1 Quiet (Static standing) ใช้เพื่อทดสอบความสามารถรักษาสภาวะสมดุลในขณะยืนนิ่ง โดยอาจมีแรงรบกวนหรือไม่มีก็ได้ ตัวอย่างเช่น

-Romberg test

-Sharpened Romberg หือ Tandem Romberg

-One-leg stance test (OLS)

2.2 Active (Dynamic standing) ใช้เพื่อทดสอบความสามารถในการรักษาสภาวะสมดุล ในขณะยืนร่วมกับการถ่ายน้ำหนัก ตัวอย่างเช่น

-Functional Reach Test (FRT)

-Limit of stability

2.3 Sensory manipulation เป็นการประเมินความสามารถในการทรงตัวขณะมีการรบกวนการรับความรู้สึกต่างๆ ตัวอย่างเช่น

-Sensory Organization Test (SOT)

2.4 Functional Balance Test เป็นการประเมินการทรงตัวขณะมีการเคลื่อนไหวในลักษณะต่างๆ เช่น การลุกขึ้นยืน การเดิน การก้าวเท้า เป็นต้น ตัวอย่างเช่น

-Berg balance Scale (BBS)

- Timed Up and Go Test (TUG)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- Tenetti Test
- Four Square Step Test (FSST)

การออกกำลังกายในน้ำ

หลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายในน้ำ

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์(2528) ได้กล่าวว่า ศาสตร์ที่ว่าด้วยวิถีแห่งการบำบัดด้วยน้ำหรือธาราบำบัด เป็นศาสตร์ทางเลือกอย่างหนึ่ง ซึ่งปัจจุบันได้รับความสนใจอย่างมากในต่างประเทศ ส่วนในประเทศไทยนั้น แม้จะยังไม่มีการบำบัดเพื่อการรักษาโดยตรง แต่ก็มีภาคเอกชนที่เปิดให้บริการในรูปแบบของการผ่อนคลายความเครียด นับว่าเป็นอีกวิถีทางเลือกหนึ่งในการบำบัดด้วยน้ำ คุณสมบัติของ "น้ำ" ซึ่งมีคุณสมบัติในการ ช่วยพยุงน้ำหนักตัวให้เบาและลดแรงกระแทกจากการเคลื่อนไหว การบำบัดด้วยน้ำนับว่าเป็นอีกวิถีทางเลือก หนึ่งในการบำบัดรักษาอาการเจ็บปวดของร่างกายได้ โดยการนำคุณสมบัติของ "น้ำ" ซึ่งมีคุณสมบัติในการช่วยพยุงน้ำหนักตัวให้เบา และลดแรงกระแทกจากการเคลื่อนไหวผสมผสาน กับเทคนิคเพื่อการเสริมสร้างสมรรถภาพร่างกายโดยการออกแบบให้เป็นโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำ ซึ่งในบางครั้งอาจมีการนวดบำบัด การกดจุดและการนำเทคโนโลยีอันทันสมัย ของคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนเสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ทำให้วิธีการออกกำลังกายในน้ำ มีความเหมาะสมกับผู้ป่วย และความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจในการดูแลสุขภาพกับการออกกำลังกายซึ่งมีประโยชน์ต่อ ทุกคนอยู่แล้ว หลายคนเลือกจัดระเบียบชีวิตให้การออกกำลังกายเป็นส่วนหนึ่งของกิจวัตรประจำวันคือ มีการกิน การนอน และการออกกำลังกาย แต่ก็มีหลายคนที่ไม่เคยออกกำลังกายเลยหรือพยายามที่จะหลีกเลี่ยงมันเพราะไม่มีเวลา การบริหารร่างกายจะช่วยให้กล้ามเนื้อแข็งแรงมากขึ้นที่สำคัญผลของการออกกำลังจะทำให้หัวใจมีความแข็งแรง ทำให้ระบบการสูบฉีดเลือดเลี้ยงร่างกายดีขึ้น ทำให้ปอดได้รับออกซิเจนมากขึ้น และร่างกายสามารถขับคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้ มากขึ้น และในทุกเวลาที่คุณออกกำลังกายนอกจากจะช่วยทำให้เรามีสุขภาพจิตที่ดีอีกด้วย แต่บางครั้งการออกกำลังกายก็มีข้อจำกัดกับผู้ป่วยบางประเภทซึ่งอาการบาดเจ็บจากการ ออกกำลังกายมักเกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อ ข้อเท้า ข้อเข่าหรือข้อสะโพกที่เกิดจากการกระแทก อย่างรุนแรง หรือ การอบอุ่นร่างกายร่างกายก่อนการออกำลังกายหนักๆ ทุกครั้ง โดยเฉพาะ ผู้ป่วยโรคหัวใจการออกกำลังกายในน้ำ (water exercise) จึงเป็นทางเลือกใหม่ในการออกกำลังที่เน้นความปลอดภัยของผู้บำบัด ภายใต้การดูแลจากแพทย์ และผู้เชี่ยวชาญด้านสรีระวิทยา โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัดเป็นผู้จัด และกำกับ โปรแกรมการออกกำลังกายให้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับผู้ใช้บริการแต่ละวัย โดยใช้หลักการเดียวกันกับการบำบัดด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การลอยตัวในน้ำ (floatation therapy) ที่เน้นความผ่อนคลายทั้งร่างกายและจิต จึงเหมาะกับผู้ป่วยที่ต้องการแก้ปัญหา อาการนอนไม่หลับหรือมีความวิตกกังวลสูง ซึ่งวิธีการบำบัดด้วยวิธีการนี้มีความแพร่หลายในต่างประเทศ ส่วนในประเทศ ยังมีข้อจำกัดด้านบุคลากรและสถานที่ ส่วนแนวคิดของการออกกำลังกายในน้ำจะเน้นไปที่คุณสมบัติของน้ำเพื่อการบำบัดซึ่งมีความแตกต่างกับการออกกำลังกายบนบก คือ แรงดันใต้น้ำซึ่งมีมากขึ้นตามลำดับความลึกของสระจะช่วยให้ขณะที่เราแช่ตัวอยู่ในน้ำหลอดเลือดดำสามารถไหลกลับเข้าสู่หัวใจได้ง่าย กว่าบนบกวิธีการนี้จะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจยืดหยุ่นได้ดีขึ้นจึงฉีดเลือดออกไปได้มากขึ้น ซึ่งเท่ากับว่าการทำงานของหัวใจมีการเต้นน้อยครั้งลงแต่มีการฉีดเลือดที่มีออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ในแต่ละนาทีในปริมาณปกติ ดังนั้นหัวใจจึงทำงานปกติแม้ขณะที่เรามีการออกกำลังกายอยู่ นอกจากนี้ แรงพยุงของน้ำหรือแรงลอยตัวจะทำให้น้ำหนักตัวลดลงเหลือเพียง 10 % ทำให้ร่างกายส่วนต่างๆ มีอิสระในการเคลื่อนไหวมากกว่าอยู่บนบก ข้อต่อต่าง ๆ สามารถเคลื่อนไหวได้ดีขึ้นซึ่งเหมาะกับผู้ที่มีปัญหาผู้สูงอายุและผู้ที่มีปัญหาข้อและกล้ามเนื้อ เพราะจะช่วยให้ร่างกายมีความยืดหยุ่นสูง ส่วนอุณหภูมิของน้ำจำเป็นต้องมีการควบคุมอย่างพิเศษ เพราะการออกกำลังกายในอุณหภูมิที่เหมาะสมจะมีประโยชน์มากกว่าเนื่องจากร่างกายจะ สามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าการออกกำลังกายบนบก ซึ่งทำให้ร่างกายไม่อ่อนเพลีย และไม่ทำให้เกิด heat stroke ส่วนความต้านทานในน้ำ ที่จะช่วยประคองและต้านการเคลื่อนไหวของร่างกายในทุกทิศทางทำให้เราสามารถบริหารกล้ามเนื้อในร่างกาย ซึ่งมีจำนวนมากได้อย่างทั่วถึง(ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์, 2528)

โปรแกรมการบำบัดสุขภาพด้วยศาสตร์ธาราบำบัด หรือการออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้สูงอายุ หรือคนวัยทำงานทั่วไปนั้น จะเน้นความสำคัญด้านสุขภาพ ด้านการผ่อนคลายความตึงเครียด ลดความปวดล้า ช่วยกระตุ้นการหมุนเวียนของโลหิต สร้างความสมดุลและการมีชีวิตชีวา การออกกำลังกายในน้ำ โดยเฉพาะในผู้สูงอายุที่เป็นโรคอัมพฤตและอัมพาตนั้นการทำงานของน้ำจะช่วยลดปัญหาในเรื่องของข้อต่าง ๆ ลดการยึดติดของข้อ เสริมสร้างการทำงานของเอ็นและกระดูกที่เสื่อมลงตามวัย เพิ่มประสิทธิภาพการหายใจและสมรรถภาพ การทำงานของหัวใจให้กลับดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ การออกกำลังกายในน้ำ ยังเหมาะกับผู้ป่วยข้ออักเสบ ข้อเสื่อมที่มีอาการปวดบวมและข้อติด การออกกำลังกายด้วยวิธีนี้ "น้ำ" จะทำหน้าที่ช่วยลดแรงกดบนข้อ โดยการควบคุมอุณหภูมิของน้ำ ที่ช่วยทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลายและบรรเทาอาการปวดได้ การออกกำลังกายในน้ำถือเป็นการออกกำลังกายที่ไร้แรงกระแทก ไม่ลำบากขาแข้งเหมือนการวิ่งซึ่งต้องรับแรงกระแทกประมาณ 5 เท่าของน้ำหนักตัว นั่นหมายความว่า ออกกำลังกายในน้ำนี้ มีโอกาสบาดเจ็บน้อยมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เหตุผลนี้ จึงเหมาะกับผู้ที่บาดเจ็บจากการออกกำ ลังกายอื่นๆ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2528)

หลักการธาราบำบัด (Hydrotherapy)

ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์ (2530) ได้กล่าวถึงหลักการธาราบำบัด หรือ Hydrotherapy ว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการรักษาทางกายภาพบำบัดซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลางหรือสื่อในการรักษา มักจะกระทำในรูปแบบการฝึกออกกำลังกายในน้ำหรือการใช้คุณสมบัติของน้ำในการรักษาปัญหาของผู้ป่วย อาทิเช่น ผู้ป่วยที่ข้อติด บวมที่แขนขาและมือ บาดแผลไฟไหม้หรือแผลกดทับ กล้ามเนื้ออ่อนแรง ผิวหนังหนาตัว เป็นต้น

หลักฟิสิกส์พื้นฐาน

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำที่ต้องเข้าใจและคำนึงถึงเวลาออกกำลังกายในน้ำมีอยู่ 2 หลักใหญ่ คือ หลักของ อาคีมีดิส ซึ่งจะเกี่ยวกับแรงลอยตัว (Buoyancy) และกฎของปาสคาล (Pascal's law) ซึ่งจะเกี่ยวกับแรงดันอุทกสถิต (Hydrostatic pressure) นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงเรื่องความถ่วงจำเพาะของของเหลว (Specific Gravity) ความหนืด (Viscosity) โมเมนต์ของแรงลอยตัว (Moment of buoyancy) และการเคลื่อนที่ของของเหลว (Hydrodynamics)

คุณสมบัติของน้ำ

แรงลอยตัว (Buoyancy) คือความสามารถที่มีแนวโน้มในการยกวัตถุที่จุ่มในของเหลวให้ลอยอยู่เหนือผิวของของเหลว ซึ่งจะเกิดแรงดันขึ้นที่กระทำต่อวัตถุนั้นๆ ซึ่งกระทำในทิศทางตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อเราพิจารณาแรงที่เกิดขึ้นในวัตถุที่จมในน้ำจะมีแรง 2 แรง กระทำตรงข้ามกัน คือ

- แรงโน้มถ่วงของโลก ที่มีทิศทางลงสู่แนวดิ่ง ซึ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก กระทำผ่านจุดศูนย์กลางของโลก กระทำผ่านจุดศูนย์กลางของก้อนวัตถุนั้น (Center of Gravity)

-แรงลอยตัว (Buoyancy) แรงพยุงที่ของเหลวพยุงวัตถุนั้นไว้ มีทิศทางขึ้นในแนวดิ่งกระทำผ่านจุดศูนย์กลางของการลอย (Center of buoyancy) หรือคือจุดศูนย์ถ่วงของของเหลวที่ถูกแทนที่นั่นเอง แรงนี้มีค่าเท่ากับมวลของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่

แรงดันของน้ำ (Hydrostatic pressure) อธิบายโดยกฎของปาสคาล (Pascal's law) กล่าวว่าความดันของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่จมนิ่งอยู่ใต้น้ำที่ระดับความลึกหนึ่งจะกระจายตัวสม่ำเสมอและมีค่าเท่ากันตลอด โดยที่ความดันที่จุดต่างๆที่อยู่ระดับความลึกเดียวกันจะมีค่าเท่ากัน และมีการแปรเปลี่ยนค่าตามความลึก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความหนืด (Viscosity) คือความเสียดทานที่อยู่ระหว่างโมเลกุลของของเหลว ทำให้เกิดแรงต้านเมื่อขณะเคลื่อนไหว และความหนืดนี้ทำให้โมเลกุลของของเหลวพยายามยึดติดกับสิ่งที่พยายามเคลื่อนผ่านมันทำให้เกิดการไหลแบบวกวน (Turbulence) ที่ความเร็วระดับหนึ่ง

ลักษณะการไหลของน้ำ (Fluid Dynamics) ประกอบด้วยลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้

การไหลในแบบแนวกระแส (Laminar flow / Streamlined) เป็นการไหลช้าๆ ต่อเนื่องด้วยความเร็วคงที่ไปในทิศทางเดียวกัน มีแรงต้านทานน้อย

การไหลแบบวกวน (Turbulent flow) เป็นการไหลไม่เป็นระเบียบ เปลี่ยนแปลงเรื่อยๆจนเกิดการหมุนวน การไหลแบบวกวนนี้เกิดจาก Laminar flow ชนกับสิ่งกีดขวางทำให้โมเลกุลของน้ำกลับมาทุกทิศทาง

ผลที่ได้รับทางสรีระวิทยา (Physiological Effect)

ระหว่างที่ผู้ป่วยอยู่ในน้ำอุ่น จะได้ผลเหมือนกับการรักษาด้วยความร้อน แต่แตกต่างกันที่ปริมาณน้อยกว่า อุณหภูมิของร่างกายจะเพิ่มสูงขึ้น อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าบริเวณผิวหนังซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.5 องศาเซลเซียส ร่างกายได้รับความร้อน จากส่วนที่จมอยู่ใต้น้ำและถ่ายเทความร้อนไปตามเส้นเลือดที่อยู่ผิวตื้นๆ ตลอดจนต่อมเหงื่อที่อยู่ผิวน้ำ เช่น บริเวณผิวหน้าและคอ ร่างกายได้รับความร้อนที่เกิดจากน้ำและพลังงานกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนแปลงมาจากการออกกำลังกาย การเพิ่มอุณหภูมิจะเกิดขึ้นเองและแตกต่างกันในแต่ละรายเมื่อผิวหนังได้รับความร้อน เส้นเลือดบริเวณผิวหนังจะขยายตัวและทำให้เลือดมาเลี้ยงบริเวณผิวส่วนนั้นมากขึ้น กระแสเลือดที่วิ่งผ่านเส้นเลือดฝอยนี้ถูกให้ความร้อนโดย การนำ (Conduction) อุณหภูมิของสิ่งอื่นที่อยู่ใต้ผิวหนังนั้น เช่น กล้ามเนื้อจะสูงขึ้น เส้นเลือดที่เลี้ยงจะขยายตัวและปริมาณเลือดไปเลี้ยงจะเพิ่มมากขึ้น มีผลต่อการกระจายเลือดทั่วไปและเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในจะหดตัว เพื่อไปเพิ่มปริมาณเลือดให้กับบริเวณผิวหนัง อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเมื่ออวัยวะภายในมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทั้งยังเป็นผลจากการออกกำลังเพิ่มขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิของน้ำและ ความรุนแรงของการออกกำลัง เมื่อผู้ป่วยลงสระเส้นเลือดที่ผิวหนังจะหดตัวทันที ทำให้เกิดความต้านทานที่ผิวและความดันโลหิตจะสูงขึ้นระหว่างการแช่น้ำเส้นเลือดแดงฝอย (Arterioles) เริ่มขยายตัวเป็นการลดความต้านทาน (Peripheral Resistance) และทำให้ความดันลดลงการเพิ่มอุณหภูมิจะเป็นการเพิ่มเมตาบอลิซึม ดังนั้นเมตาบอลิซึมที่ผิวหนังและกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้ความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้นและเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นอีกเป็นการกระตุ้นการหายใจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มากขึ้น ความร้อนระดับอุ่นๆจะลดความไว (Sensitivity) ของปลายประสาทรับความรู้สึก และเมื่อกล้ามเนื้อถูกทำให้อุ่นโดยเลือดที่ไหลผ่าน ความตึงตัวของกล้ามเนื้อจะลดลงไปด้วย ในส่วนของผิวหนัง เกิดการหดตัวของเส้นเลือด (Vasoconstriction) ทำให้ผิวหนังซีดขาวแล้วต่อมาจึงมีสีชมพูแดง นั่นคือเกิดเส้นเลือดขยายตัว (Vasodilatation) เหงื่อออกมากต่อมเหงื่อต่อมไขมันทำงานมากขึ้น หลังจากแช่น้ำหรือขึ้นจากน้ำจะเกิดกลไกสูญเสียความร้อนเพื่อปรับอุณหภูมิให้อยู่สภาพปรกติ โดยการไหลเวียนของเลือด จึงควรใช้ผ้าคลุมตัว หรือเสื้อคลุม รอสักครู่หนึ่ง อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ และอัตราเมตาบอลิซึมจะกลับสู่ภาวะปกติ

ผลที่ได้รับทางการรักษา (Therapeutic Effect) ในการรักษาผู้ป่วย การเปลี่ยนแปลงจะถูกกระตุ้นหรือสนับสนุนโดยอุณหภูมิของน้ำและคุณสมบัติของน้ำซึ่งจะให้ผลดีต่อการรักษาผู้ป่วย คือ

1. ลดความเจ็บปวดหรือบรรเทาความเจ็บปวด และการเกร็งของกล้ามเนื้อ (Spasm)
2. ผ่อนคลายความเครียด (Relaxation) ทั้งร่างกาย และจิตใจ
3. คงสภาพ หรือเพิ่มมุมการเคลื่อนไหว
4. ช่วยฝึกฝนการหดตัวของกล้ามเนื้อ
5. เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เสริมสร้างกำลัง และความทนทาน
6. ช่วยฝึกการก้าว การเดินในน้ำได้ดีและง่ายขึ้น
7. เพิ่มการไหลเวียนของเลือดและสภาพของผิวหนัง
8. สภาพจิตใจดีขึ้น ร่าเริง เมื่อได้มีโอกาสร่วมในกิจกรรมนันทนาการ
9. เสริมสร้างความเชื่อมั่นในตัวเองของผู้ป่วย ในการทำกิจกรรมต่างๆในน้ำได้

ผลของแรงดันของน้ำ (Effect of Hydrostatic pressure) Butts and Smith (1991) พบว่า แรงดันน้ำทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางระบบหัวใจและหลอดเลือด ก่อนที่จะเริ่มการออกกำลังกาย การแช่น้ำในระดับคอจะทำให้เลือดไหลเข้าสู่ส่วนกลางของร่างกาย Risch et al. พบว่าการแช่น้ำที่ระดับกระบังลมทำให้ปริมาตรหัวใจ (Heart volume) สูงขึ้นประมาณ 130 ml และการแช่ถึงคอ Heart volume จะเพิ่มขึ้นอีก 120 ml ปริมาตรเลือดภายในปอดเพิ่มขึ้นร้อยละ 33 ถึง 60 และความจุปอดลดลงร้อยละ 8 การแช่น้ำในการระดับคอยังทำให้เพิ่มความดันเลือด (Central venous pressure) ของหัวใจห้องบนขวา (Right atrium) จาก 2.5 ถึง 12.8 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรเลือด (Blood volume) เปลี่ยนการเพิ่มของRight trial pressure และเพิ่ม Left

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ventricular end diastolic volume และจาก Cardiac preload ทำให้มี Stroke volume (SV) เพิ่มขึ้นจาก Frank-starling reflex การศึกษารายงานไว้ว่า SV เพิ่มขึ้นร้อยละ 32 ขณะแช่น้ำในระดับคอ อัตราการเต้นของหัวใจ ไม่เปลี่ยนแปลงหรือลดลง เพราะว่าความสัมพันธ์ของ HR, SV และCO ที่ว่า HR x SV=CO และความลึกของน้ำสูงขึ้นจาก ระดับ Symphysis ถึง Xiphoid มีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจลงร้อยละ 15 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจนั้นขึ้นอยู่กับความลึกของการแช่ในน้ำ ชนิด และ ความหนักของการออกกำลังกาย

ข้อห้ามในการลงสระ (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์, 2530)

1. สภาพมีไข้
2. โรคผิวหนังที่ติดต่อ แผลติดเชื้อ เช่น โรคเชื้อราที่เท้า เชื้อราที่หนังศีรษะและกลากเป็นต้น
3. การติดเชื้อทุกประเภท เช่น หูเป็นฝี เจ็บคอ ไข้หวัดใหญ่ การติดเชื้อระบบการย่อยและทางเดินอาหาร ไข้ไทฟอยด์ อหิวาตกโรค โรคไขสันหลังอักเสบหรือโปลิโอ และโรคบิดลำไส้ใหญ่เป็นต้น
4. ความผิดปกติทางระบบหัวใจและไหลเวียนของเลือด เช่น ความดันโลหิตสูงหรือต่ำเกินไป และโรคทางระบบหลอดเลือดหรือภาวะหัวใจล้มเหลว
5. ความอึดอัดทางระบบหัวใจ ในรายที่มีความจุอากาศของปอดน้อยกว่า 1 ลิตร ไม่ควรลงสระว่ายน้ำ ถ้าจะนำลงต้องระวังและเลือกกรณีที่ไม่มีปัญหามากนัก
6. การได้รับการฉายรังสีเอกซเรย์เพื่อการรักษา
7. โรคและปัญหาทางระบบขับถ่ายปัสสาวะ ซึ่งจะมีปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมการสูญเสียของเหลวในร่างกาย
8. หูด แผลเรื้อรังเน่าเปื่อย หรือแผลเปิดกว้าง ถ้าจะลงสระต้องปิดแผลด้วยแผ่นพลาสติกยางกันน้ำ และฉีดพ่นสเปรย์เคลือบไว้
9. ความผิดปรกติของการควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะ
10. ขณะที่มีประจำเดือน
11. โรคลมชัก ลมบ้าหมู
12. แก้วหูทะลุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Blanchec และคณะ (1978) ศึกษาการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณการใช้ออกซิเจนจากการวิ่งและเดินในน้ำลึกเทียบกับการวิ่งบนพื้นธรรมดา พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะเดินในน้ำลึกมีการตอบสนองคล้ายกับการวิ่งบนพื้นธรรมดา ในขณะที่ปริมาณการใช้ออกซิเจนมีค่าสูงขึ้นเมื่อวิ่งอยู่ในน้ำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแรงต้านทานของน้ำขณะเดินและวิ่งในน้ำลึกทำให้ต้องออกแรงเดินมากขึ้น ระดับของพลังงานที่ร่างกายต้องใช้จึงสูงขึ้นด้วย

Kuhn และคณะ (1995) ศึกษาผลของการใช้ธาราบำบัดในการรักษาทางกายภาพบำบัดในผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคความดันโลหิตสูงและโรคมะเร็ง เป็นต้น จำนวน 24 คน แล้ววัดค่าของการเปลี่ยนแปลงสภาพจิตใจโดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพชีวิตที่เปลี่ยนแปลง ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยมีจิตใจดีขึ้น มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเข้าโปรแกรมการรักษาโดยใช้ธาราบำบัด

Simmons และ Hassen (1996) ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายในน้ำที่มีต่อระบบกลไกของการทรงท่าในผู้สูงอายุสุขภาพแข็งแรง จำนวน39 คน อายุเฉลี่ย 80 ± 5.8 ปีโดยให้ออกกำลังกายด้วยโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มผู้สูงอายุมีค่าความเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทำการทดสอบ (Functional Reach Test) สามารถเพิ่มระยะการกางขาจากจุดที่ยืนได้เพิ่มมากขึ้นและทำได้มากกว่าก่อนที่จะเข้ารับโปรแกรมการฝึกนี้

Sanders และคณะ(1997) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกในน้ำต่อการทรงตัวบนบกและทำการวัดผลของการฝึกการทรงตัวในห้องปฏิบัติการ โดยกลุ่มตัวอย่างคือผู้หญิงสูงอายุที่ไม่ได้ออกกำลังกาย จำนวน 61 คน อายุเฉลี่ย 75 ปี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทรงตัวขณะอยู่กับที่และขณะเคลื่อนที่บนบก หลังจากได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำระยะเวลา 16 สัปดาห์ โดยทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำนี้ถูกออกแบบให้มีความใกล้เคียงกับท่าทางที่ต้องใช้ในชีวิตปกติประจำวันมากที่สุดเพื่อเพิ่มผลการเปลี่ยนแปลงของทักษะการทรงตัวเฉพาะอย่าง เช่นการเดินด้วยความเร็วและการเดินบนทางที่กำหนดให้ ซึ่งจากการศึกษาพบว่ากลุ่มผู้หญิงสูงอายุที่เข้ารับโปรแกรมการฝึกไม่มีการรายงานว่าได้รับการบาดเจ็บจากการฝึกนี้ โดยงานวิจัยเรื่องนี้ต้องการศึกษาว่าการออกกำลังกายในน้ำนั้นมีสภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสมต่อการฝึกทักษะการทรงตัวบนบกและมีโอกาสเกิดการบาดเจ็บระหว่างการฝึกน้อยมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Dite และคณะ (2002) ศึกษาเพื่อหาค่า Reliability และ Validity ของการทดสอบ Four Square Step Test (FSST) และเปรียบเทียบความสามารถในการแยกแยะ ผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม กับการทดสอบอีก 3 แบบ คือ Time Up and Go (TUG), Functional Reach Test (FRT) และ Step Test (ST) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีอายุ 65 ปีขึ้นไป จำนวน 81 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มตามประวัติการล้มในระยะเวลา 6 เดือน คือ กลุ่มที่ล้ม 2 ครั้งขึ้นไป, กลุ่มที่ล้มครั้งเดียว และ กลุ่มที่ไม่ล้มเลย ผลการศึกษาพบว่า FSST มีความเที่ยงตรง มีความน่าเชื่อถือในการวัดระหว่างผู้วัด มีความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำ เนื่องจากพบค่า Interrater (ICC)=0.99 และ Retest reliability (ICC)=0.98 จากการศึกษานี้พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ย FSST ของทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 23.59, 12.01 และ 8.70 วินาที ตามลำดับ ซึ่ง FSST มีค่า cut off score ที่บ่งบอกภาวะล้มบ่อยที่ 15 วินาที โดยผู้ที่มีคะแนนมากกว่า 15 วินาทีจัดเป็นผู้มีความเสี่ยงต่อการล้ม นอกจากนี้ยังพบว่า FSST ยังมีคุณสมบัติที่มีความไวต่อการวัด (Sensitivity) 89% มีค่าจำเพาะต่อการทดสอบ (Specificity) 85% และค่าการทำนายว่าบุคคลใดมีความเสี่ยงต่อการล้มเท่ากับ 86% FSST มีลักษณะเด่น คือ เป็นการทดสอบการทรงตัวที่มีการเคลื่อนไหวโดยถ่ายเทน้ำหนักตัวระหว่างเท้า 2 ข้างในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง พร้อมทั้งก้าวข้ามสิ่งกีดขวางเตี้ยๆ อีกทั้งเป็นการทดสอบที่ทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ใช้พื้นที่และอุปกรณ์น้อยและหาได้ง่าย

Takeshima และคณะ (2002) ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาในผู้หญิงสูงอายุ (60-75 ปี) การออกกำลังกายในน้ำซึ่งประกอบด้วย stretching & warm-up 20 min, endurance exercise 30 min, resistance exercise 10 min, cool-down & relaxation 10 min ในน้ำอุณหภูมิ 30° 3 ครั้ง/สัปดาห์ นาน 12 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ โดยทั้ง 2 กลุ่มยังคงรับประทานอาหารตามปกติ พบว่าหลังจากออกกำลังกายในน้ำสมรรถภาพของระบบหายใจและการไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้น ร่างกายมีความคล่องแคล่วขึ้น กล้ามเนื้อแขน-ขามีความแข็งแรงและมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น Skin fold thickness และระดับไขมันในเลือดลดลง ($P<0.05$)

Asa และคณะ (2003) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อวัดค่าของ Exercise capacity, Muscle function, Quality of life และ Safety ในผู้ป่วย Chronic Heart Failure จำนวน 25 คน พบว่า ผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มทดลองจะมีการเพิ่มขึ้นของ Exercise capacity มีการเพิ่มขึ้นของ Isometric Endurance ของกล้ามเนื้อ Quadriceps และมีการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทำ Heel lift, Shoulder flexion, Shoulder abduction เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้โปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายในน้ำจะทำให้กล้ามเนื้อมีความทนทานมากขึ้น และมีการเพิ่มขึ้นของ Muscle function โดยเฉพาะกล้ามเนื้อมัดเล็กๆ

นันทิกา ไหวพริบ (2548) ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการทรงตัวของ ผู้หญิงวัยผู้ใหญ่ตอนปลาย (49-59 ปี) และวัยสูงอายุตอนต้น (60-74 ปี) ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 150 คน เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการล้ม โดยใช้ Four Square Step Test ในการประเมิน ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้หญิง วัยผู้ใหญ่ตอนปลาย เท่ากับ 9.47±2.31 วินาที และ วัยสูงอายุตอนต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.39±2.82 วินาที พบผู้มีความเสี่ยงต่อการล้ม จำนวน 9 คน อยู่ในวัยผู้ใหญ่ตอนปลาย 8 คน และ วัยสูงอายุตอนต้น 1 คน

จินต์จุฑา ธนะ (2549) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการทรงตัวในกลุ่มผู้สูงอายุ (60-74 ปี) ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 29 คน แบ่งเป็น กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบไท่จี๋ชี่กง 15 คน และ ไม่ออกกำลังกาย 14 คน โดยใช้ Four Square Step Test เป็นเครื่องมือในการทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบไท่จี๋ชี่กง เท่ากับ 8.33±1.11 วินาที และกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.07±3.32 วินาที ประเมินโดยใช้ค่า Cut off score ที่ 15 วินาที พบผู้มีความเสี่ยงต่อการล้ม 3 คน อยู่ในกลุ่มผู้สูงอายุที่ไม่ได้ออกกำลังกาย และ พบว่า การทดสอบ FSST เป็นการทดสอบที่เหมาะกับการประเมินความสามารถในการทรงตัวเบื้องต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved