



วิทยานิพนธ์

ผลของการฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าที่มีต่อความแข็งแรง
ของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี

**THE EFFECT OF STEP TRAINING WITH FOOTWEAR IN
DEEP WATER ON THIGH MUSCLE STRENGTH AND
BALANCE OF 56-65 YEARS OLD FEMALE**

นางสาวกฤตติกา อารณรัตน์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา
และการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี

The Effect of Step Training with Footwear in Deep Water on Thigh Muscle Strength
and Balance of 56-65 Years Old Female

นามผู้วิจัย นางสาวกฤตติกา อารณรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

ร. เรืองไทย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ราตรี เรืองไทย, Ed.D.)

กรรมการ

อ. อรุณ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิเมณฑกุล, Ph.D.)

กรรมการ

อ. อรุณ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันท์ศิลป์ รุจิเรข, ค.ม.)

ประธานสาขาวิชา

อ. อรุณ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิเมณฑกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

ร. เรืองไทย

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 20 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา
และการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี

The Effect of Step Training with Footwear in Deep Water on Thigh Muscle Strength
and Balance of 56-65 Years Old Female

โดย

นางสาวกฤตติกา อารณรัตน์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการกีฬา)

พ.ศ. 2551

กฤตติกา อารณรัตน์ 2551: ผลของการฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการกีฬา) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาการออกกำลังกาย: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ราตรี เรืองไทย, Ed.D. 97 หน้า .

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี กลุ่มตัวอย่างเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน เพศหญิง จำนวน 20 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 10 คน คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า โปรแกรมการฝึกมีระยะเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน ฝึกวันละ 40 นาที ผู้เข้าร่วมการทดลองได้รับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวหน้าหลัง และความมั่นคงในการทรงตัว ทั้งก่อนทำการฝึกและภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติกระทำโดยการใช้สถิติ unpaired t-test และสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (one-way analysis of covariance ANCOVA) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลภายในกลุ่มใช้สถิติ paired t-test ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัยภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าและกลุ่มฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวหน้าหลัง และความมั่นคงในการทรงตัว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ของกลุ่มฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและของกลุ่มฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า แตกต่างจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวหน้าหลัง และความมั่นคงในการทรงตัว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ทั้งสองโปรแกรมสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าได้ โดยโปรแกรมฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าสามารถช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าในผู้สูงอายุได้ดีกว่าโปรแกรมฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้กับผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปีได้

กฤตติกา อารณรัตน์
ลายมือชื่อนิติ

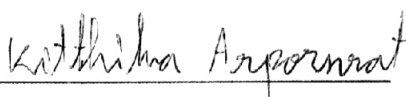
ร. เรืองไทย
ลายมือชื่อประธานกรรมการ

14 / 05 / 51

Kitthika Arpornrat 2008: The Effect of Step Training with Footwear in Deep Water on Thigh Muscle Strength and Balance of 56-65 Years Old Female. Master of Science (Sports Science), Major Field: Sports Science, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Assistant Professor Ratre Ruangthai, Ed.D. 97 pages.

The purpose of the present study was to study the effects of step training with footwear in deep water on the thigh muscle strength and balance of 56-65 years old females. Twenty subjects, who work for Kasetsart University, participating in this study. Subjects were assigned into two groups. Group 1 (n=10) was assigned to a step training with footwear in deep water program, while Group 2 (n=10) was assigned to a step training without footwear program. The subjects performed the step training programs for 8 weeks, 3 sessions per week, 40 minutes per session. Subjects were tested for muscle strength of quadriceps and hamstring, anterior-posterior balance, and stability score before and after 8 weeks of training. Data were analyzed using unpaired t-test, one-way analysis of covariance (ANCOVA), and paired t-test with a significance level of .05.

Results indicated that the quadriceps muscle strength was significantly different between the groups after 8 weeks of training ($p < .05$). However, there were no significant differences in muscle strength of hamstring, anterior-posterior balance, and stability scores between groups ($p < .05$). When within-group comparisons also showed significant differences in quadriceps muscle strength of both groups after training, but there were no significant differences in the muscle strength of hamstring, anterior-posterior balance, and stability scores. Therefore, the present study finding suggests that both programs improved quadriceps muscle strength after 8-weeks of step training in deep water. However using footwear had greater quadriceps muscle strength. Results of this study may be applied to exercise programs for increasing the thigh muscle strength of 56-65 years old female.



Student's signature



Thesis Advisor's signature

14 / 05 / 08

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ศศิณฑลกุล กรรมการสาขาวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันท์ศิลป์ รุจิเรข กรรมการสาขาวิชาเอก และรองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.อภิรักษ์ สุประเสริฐ ผู้แทนบัณฑิต รวมถึงท่านอาจารย์ทุกท่านในภาควิทยาศาสตร์การกีฬา ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำวิธีการแก้ปัญหาในการทำวิจัย ตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้อง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณท่าน พล.ร.ต. สุริยา ณ นคร ที่ให้แนวทางและคำปรึกษาในการออกกำลังกายในน้ำ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิสิทธิ์ เทียนทอง ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือทดสอบสมรรถภาพ ขอขอบพระคุณ คุณชัชฎาพร พิทักษ์เสถียร ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการทดสอบสมรรถภาพ ขอขอบพระคุณ ดร.อมรรัตน์ เลิศวรสิริกุล ขอขอบพระคุณ อาจารย์นิรอมล มะกาเจ และคุณจรินทร์ทิพย์ คงศักดิ์พรชัย ที่ให้คำปรึกษาแนะนำการทำวิจัย รวมไปถึงนิสิตรุ่นพี่และรุ่นน้องคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกคนที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่ามาให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนทางการศึกษา ขอขอบพระคุณผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาและให้การสนับสนุนทุนการศึกษาในการเก็บข้อมูล ตลอดจนกำลังใจจากญาติพี่น้องและเพื่อนๆ วิทยาศาสตร์การกีฬา ขอกราบขอบพระคุณบรรพคณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยทุกท่าน คุณประโยชน์ใดๆที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดตลอดไป

กฤตติกา อารมณ์รัตน์

เมษายน 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์งานวิจัย	3
สมมุติฐานการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
ข้อตกลงเบื้องต้น	5
นิยามศัพท์	5
การตรวจเอกสาร	6
ความหมายและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ	6
สมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุ	12
การออกกำลังกายในน้ำ	17
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	24
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	28
สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย	29
ผลและวิจารณ์	30
ผล	31
วิจารณ์	39
สรุปและข้อเสนอแนะ	44
สรุป	44
ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก แบบบันทึกข้อมูล	52
ภาคผนวก ข การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาแบบ Isokinetic	55
ภาคผนวก ค การทดสอบการทรงตัว	58
ภาคผนวก ง รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำลึก	60
ภาคผนวก จ โปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึก	62
ภาคผนวก ฉ คุณสมบัติทางกายภาพของรองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก (Footwear)	81
ภาคผนวก ช แบบบันทึกการออกกำลังกาย	87
ภาคผนวก ซ ภาพประกอบตัวอย่างการออกกำลังกายในน้ำลึก	91
ภาคผนวก ฌ ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ	93
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	97

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิต	31
2	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวน้ำหนักหลัง และความมั่นคงในการทรงตัวก่อนการฝึกของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	32
3	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	33
4	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของการทรงตัว น้ำหนักหลัง และความมั่นคงในการทรงตัว ก่อนการฝึก และภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	35
5	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวน้ำหนักหลัง และ ความมั่นคงในการทรงตัว ก่อนการฝึก และภายหลังการฝึก ของกลุ่มเท้าเปล่า	37
6	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวน้ำหนักหลัง และ ความมั่นคงในการทรงตัวก่อนการฝึก และภายหลังการฝึก ของกลุ่ม ที่ใส่รองเท้า	38
 ตารางผนวกที่		
จ1	แสดงโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าเป็นเวลา 20 นาที	73
จ2	แสดงโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึกด้วยรองเท้าเป็นเวลา 20 นาที	74
ข1	แสดงแบบบันทึกการออกกำลังกายช่วงอบอุ่นร่างกาย	88
ข2	แสดงแบบบันทึกการออกกำลังกายช่วงเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อ	89
ข3	แสดงแบบบันทึกการออกกำลังกายช่วงผ่อนคลายกล้ามเนื้อ	90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ฅ1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการ ทรงตัวน้ำหนัก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำ ลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า	94
ฅ2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความ มั่นคงในการทรงตัว ภายหลังการฝึก ระหว่างกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วย เท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า	94
ฅ3 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของกลุ่มฝึกด้วยเท้าเปล่า	95
ฅ4 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของกลุ่มฝึกด้วยรองเท้า	96
ฅ5 แสดงค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์อัตราการเดินหัวใจขณะออกกำลังกายของกลุ่ม ฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วย รองเท้า	96

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงอัตราร้อยละของการเปลี่ยนแปลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา ด้านหน้า และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ของกลุ่มฝึกก้าว ขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าเปรียบเทียบกับกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วย รองเท้าหลังการฝึก 8 สัปดาห์	34
2	แสดงอัตราร้อยละของการเปลี่ยนแปลง การทรงตัวน้ำหนักหลัง และ ความมั่นคงในการทรงตัว ของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า เปรียบเทียบกับกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า หลังการฝึก 8 สัปดาห์	36
 ภาพผนวกที่		
ข1	การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา	57
ค1	การทดสอบการทรงตัว	59
จ1	รองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก	65
จ2	โฟมเส้น	65
จ3	การใช้โฟมเส้น	66
จ4	ท่าก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า 1 นาที	66
จ5	ท่าแยกขา-หุบขา 1 นาที	67
จ6	ท่าแยกขาหน้า-หลัง 1 นาที	67
จ7	ท่าก้าวขาไขว้ซ้าย-ขวา 1 นาที	68
จ8	ท่างอขาบในแนวดิ่ง 1 นาที	68
จ9	ยืดกล้ามเนื้อสะโพก ต้นขาด้านหลัง และกล้ามเนื้อน่อง	69
จ10	ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน แบบที่ 1	69
จ11	ยืดกล้ามเนื้อสะโพกด้านหลัง แบบที่ 1	69
จ12	ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า	70
จ13	ยืดกล้ามเนื้อสะโพก ต้นขาด้านหลัง และกล้ามเนื้อหน้าแข้ง	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
จ14	ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน แบบที่ 2	71
จ15	ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง	71
จ16	ยึดกล้ามเนื้อสะโพกด้านหลัง แบบที่ 2	71
จ17	ยึดกล้ามเนื้อลำตัว	72
จ18	ก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า	72
จ19	ก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า	73
จ20	ท่าก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า 1 นาที	74
จ21	ท่าแยกขา-หุบขา 1 นาที	75
จ22	ท่าแยกขาหน้า-หลัง 1 นาที	75
จ23	ท่าก้าวขาไขว้ซ้าย-ขวา 1 นาที	75
จ24	ท่างอขาหนีบในแนวดิ่ง 1 นาที	76
จ25	ยึดกล้ามเนื้อสะโพก ต้นขาด้านหลัง และกล้ามเนื้อน่อง	76
จ26	ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน แบบที่ 1	77
จ27	ยึดกล้ามเนื้อสะโพกด้านหลัง แบบที่ 1	77
จ28	ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า	78
จ29	ยึดกล้ามเนื้อสะโพก ต้นขาด้านหลัง และกล้ามเนื้อหน้าแข้ง	78
จ30	ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน แบบที่ 2	79
จ31	ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง	79
จ32	ยึดกล้ามเนื้อสะโพกด้านหลัง แบบที่ 2	79
จ33	ยึดกล้ามเนื้อลำตัว	80
ณ1	รองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก (footwear)	82
ณ2	วิธีการหาปริมาตรของรองเท้า	85
ช1	กลุ่มตัวอย่างทำการออกกำลังกายในน้ำลึก	92
ช2	การใส่รองเท้าแบบมีผู้ช่วย	92
ช3	การใส่รองเท้าแบบช่วยเหลือตนเอง	92

ผลของการฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าที่มีต่อความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี

The Effect of Step Training with Footwear in Deep Water on Thigh Muscle Strength and Balance of 56-65 Years Old Female

คำนำ

ร่างกายของมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ร่างกายที่ได้ตรากตรำด้วยกิจกรรมต่างๆ มากมายย่อมมีวันเสื่อมสภาพ ทุกคนเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุ ความคล่องแคล่วว่องไว ระบบประสาทหู ประสาทตา ระบบไหลเวียนเลือด กล้ามเนื้อ กระดูกและการทรงตัว จะมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง สุทธิชัย (2541) กล่าวว่า การทรงตัวจะมีประสิทธิภาพลดลงในผู้สูงอายุ โดยมีสาเหตุมาจากความบกพร่องของระบบการทรงตัวจากหูชั้นใน (vestibular system) ระบบสายตา (visual system) และระบบของกระดูกกล้ามเนื้อ (musculoskeletal system) เช่น กล้ามเนื้อขาอ่อนแรง ก่อให้เกิดการล้มพบได้มากถึงร้อยละ 20 - 30 ของประชากรผู้สูงอายุทั้งหมดในประเทศไทย ปัจจัยที่มีผลต่อการหกล้มมีหลายปัจจัยด้วยกัน โดยที่พบมากได้แก่ การลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการทรงตัว ทำให้มีอัตราเสี่ยงต่อการหกล้ม ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่า เมื่ออายุเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกายของผู้สูงอายุจะลดประสิทธิภาพลง Devereux et al. (2005) ได้ศึกษาโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำกับโปรแกรมความเชื่อมั่น ที่ส่งผลต่อการทรงตัวและความกลัวการหกล้มในผู้สูงอายุเพศหญิง 65 ปี พบว่าการที่มีกิจกรรมเสริมสร้างสมรรถภาพไม่เพียงแต่ช่วยให้มีสมรรถภาพดีขึ้นเพียงอย่างเดียว แต่ยังพบอีกว่า ช่วยทำให้ผู้สูงอายุมีความมั่นใจในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ลดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มซึ่งตรงกับ Cumming et al. (2000) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมความเชื่อมั่นเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยลดความกลัวในการหกล้มที่จะเป็นประโยชน์มากต่อผู้สูงอายุ

ปัจจุบันนี้จะเห็นได้ว่าผู้สูงอายุมีความกระตือรือร้นในการออกกำลังกาย ดังจะเห็นได้ตามสวนสาธารณะ ไม่ว่าจะเป็น รามวชิร ไทยเก็ก รำกระบอง หรือแม้แต่การเดินวิ่ง ปั่นจักรยาน การออกกำลังกายล้วนแต่ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพทางด้านร่างกาย จิตใจ และการปรับตัวเข้าสังคม ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกผ่อนคลายรวมทั้งมีสุขภาพที่ดี แต่การออกกำลังกายบนบกยังพบว่า ผลกระทบ

จากแรงกระแทกของพื้นยังคงมีอยู่ (impact loading) สุริยา (2538) กล่าวว่า การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านของน้ำจะสามารถพัฒนาความอดทนในการทำงานของหัวใจระบบไหลเวียนโลหิต ความสามารถของกล้ามเนื้อทั่วร่างกายและความอ่อนตัวของข้อต่อได้ดี ทั้งนี้เพราะขณะที่ร่างกายอยู่ในน้ำ น้ำจะเป็นตัวกลางในการลอยตัวน้ำหนักตัวซึ่งช่วยลดแรงกระแทกหรือแรงกดในแนวตั้งจะช่วยผ่อนภาระในการรับน้ำหนักตามข้อต่อต่างๆ โดยเฉพาะส่วนล่างของร่างกาย และยังช่วยเพิ่มแรงต้านการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ โดยการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนไหวหรือเพิ่มพื้นที่การต้านน้ำให้มากขึ้น โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ สามารถระบายความร้อนในร่างกายได้ดีกว่าห้องที่ปรับอากาศ ทำให้ผู้ที่ออกกำลังกายในน้ำได้รับความสดชื่นและช่วยผ่อนคลายความตึงเครียดได้ (พันทิพา, 2537) Koury (1996) ได้กล่าวว่า ความต้านทานวัตถุหรือร่างกายทำให้การเคลื่อนไหวในน้ำมีประสิทธิภาพ โดยสามารถใช้แรงต้านในการเปลี่ยนแปลงความต้านทาน ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นกับขนาดพื้นที่หน้าตัดที่เคลื่อนไหวในน้ำ การใช้อุปกรณ์ฝึกความต้านทานจึงถูกนำมาใช้และมีการพัฒนาเรื่อยมาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อเสริมแรงต้านทานขณะออกกำลังกายในน้ำ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงอุปกรณ์การออกกำลังกายในน้ำเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและการทรงตัว ด้วยอุปกรณ์ที่ทำจากrongเท้าที่รัดข้อติดกับแผ่นโฟมชนิด Ethylene Vinyl Acetate Foam (ภาคผนวกที่ ฉ1) พื้นที่หน้าตัดของพื้นรองเท้าที่กว้างจะช่วยเพิ่มแรงต้านทานขณะออกกำลังกายในน้ำ ซึ่งเจริญ (2548) ได้กล่าวว่า การกระตุ้นการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อโดยใช้หลักการเพิ่มความหนักในการฝึกมากกว่าปกติ (overload) ในลักษณะของการเพิ่มแรงต้านมากขึ้นเรื่อยๆ สามารถช่วยพัฒนาความแข็งแรงได้ นอกจากนี้การออกกำลังกายในน้ำก็ยังมีแรงดันทุกทิศทางกระทำต่อrongเท้าและขา รวมทั้งมีแรงลอยตัวในทิศตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้ต้องใช้ความพยายามควบคุมการทรงตัวในขณะออกกำลังกาย การออกกำลังกายในน้ำก็ไม่มี impact loading จากพื้นสระกระทำต่อข้อต่อ จึงเป็นผลดีต่อผู้สูงอายุในการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการทรงตัว โดยไม่เกิดการบาดเจ็บที่ข้อต่อและกระดูก ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษา และเปรียบเทียบผลของการฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยrongเท้า ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิง อายุ 56-65 ปี ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทาง ในการส่งเสริมการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพของผู้สูงอายุต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัวภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มที่ฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มการฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า (footwear) ในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกภายในกลุ่มการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า (footwear) ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

สมมุติฐานการวิจัย

1. ผลการฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และด้วยรองเท้า (footwear) ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลของการฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และด้วยรองเท้า (footwear) ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อนำผลการวิจัยใช้เป็นแนวทางในการจัดรูปแบบการออกกำลังกายในน้ำในผู้สูงอายุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการทำวิจัยต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ผู้สูงวัยเพศหญิงทั้งหมด จำนวน 38 คน ซึ่งเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่มีอายุระหว่าง 56 – 65 ปี โดยมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- ได้การรับรองจากแพทย์ว่าไม่เป็นโรคที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกายในน้ำ
- ไม่มีปัญหาทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่ร้ายแรง
- ไม่มีอาการเวียนศีรษะ
- ไม่เป็นโรคลมชัก
- ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ
- เข้าร่วมออกกำลังกายด้วยความสมัครใจ และออกกำลังกายได้สิ้นสุดการวิจัย

2. การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษา ผลของการฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึก เท้าเปล่า และด้วยรองเท้า (footwear) ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัว ในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรต้น (independent variable)

- การฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า (footwear)
- การฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า

3.2 ตัวแปรตาม (dependent variable)

3.2.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา

- กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps Muscle)
- กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstring Muscle)

3.2.2 การทรงตัว

- การทรงตัวหน้าหลัง (anterior-posterior)
- ความมั่นคงในการทรงตัว (stability score)

ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุไม่เป็นโรคที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย และปฏิบัติตามกิจวัตรประจำวันตามปกติ

นิยามศัพท์

การก้าวขึ้นลงในน้ำลึก (Step Training) หมายถึง การฝึกตามโปรแกรมก้าวขึ้นลงสลับซ้ายขวาในน้ำลึกเท่าไม่ถึงพื้นสระมีอุปกรณ์ช่วยลอยตัว

รองเท้า (Footwear) หมายถึง อุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำที่ทำจากรองเท้ารัดข้อ ยี่ห้อ Kito แบบ Air Blow พื้นล่างติดด้วยโฟมชนิด Ethylene Vinyl Acetate Foam (ภาคผนวกที่ ๑) เมื่อเคลื่อนไหวในน้ำจะเกิดแรงต้าน ซึ่งแรงต้านเหล่านี้จะแปรผันกับพื้นที่หน้าตัด แรงลอยตัวและความเร็วในการเคลื่อนไหวด้วย

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา (Thigh Muscle Strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstrings) ในการหดตัวออกแรงเคลื่อนไหวขาส่วนล่างรอบข้อเข่าได้เต็มความสามารถหน่วยเป็นนิวตันเมตร

การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการประสานงานระหว่างระบบประสาทกับระบบกล้ามเนื้อในการรักษาสถิตของการทรงตัวหน้าหลังขณะอยู่กับที่ (anterior-posterior) หน่วยเป็นเซนติเมตร และความมั่นคงในการทรงตัวขณะอยู่กับที่ (stability score) หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

การตรวจเอกสาร

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานที่เกี่ยวข้องโดยมีเนื้อหาสาระและรายละเอียด ดังนี้

1. ความหมายและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ

1.1 ความหมายของผู้สูงอายุ

1.2 การเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ในผู้สูงอายุ

2. สมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุ

2.1 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพในผู้สูงอายุ

2.2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ

2.3 การทรงตัวในผู้สูงอายุ

3. การออกกำลังกายในน้ำ

3.1 ทฤษฎีและหลักการฝึกออกกำลังกายในน้ำ

3.2 การประยุกต์ใช้หลัก Hydrodynamic

3.3 ประโยชน์ของการออกกำลังกายในน้ำ

ความหมายและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ

ความหมายของผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุเป็นวัยที่เสื่อมถอยของสมรรถภาพร่างกายซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะค่อยเป็นค่อยไป จึงเป็นการยากที่จะกำหนดว่าบุคคลใดอยู่ในวัยสูงอายุ เกณฑ์ที่สังคมจะกำหนดว่าบุคคลใดเป็นผู้สูงอายุนั้นจะแตกต่างกันไปตามสภาพสังคมซึ่งได้มีผู้ให้คำนิยามเกี่ยวกับผู้สูงอายุโดยแบ่งการสูงอายุของบุคคลออกเป็น 4 ประเภท (จรัสวรรณ และ พัทรี, 2536) คือ

1. การสูงอายุดำรงวัย (Chronological Aging) หมายถึง การสูงอายุดำรงวัยตามปีปฏิทิน โดยการนับจากปีที่เกิดเป็นต้นไป และบอกได้ทันทีว่าใครมีอายุน้อยเพียงใด

2. การสูงอายุดำรงสภาพร่างกาย (Biological Aging) เป็นการพิจารณาการสูงอายุดำรงสภาพร่างกายและสรีระของบุคคลที่เปลี่ยนไป เมื่อมีอายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากประสิทธิภาพการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกายลดน้อยลง เป็นผลมาจากความเสื่อมโทรมตามกระบวนการสูงอายุดำรงวัยซึ่งเป็นไปตามอายุขัยของแต่ละบุคคล

3. การสูงอายุดำรงสภาพจิตใจ (Psychological Aging) เป็นการเปลี่ยนแปลงในหน้าที่การรับรู้ แนวความคิด ความจำ การเรียนรู้ เชาวปัญญา และลักษณะบุคลิกภาพ ที่ปรากฏในระยะต่างๆ ของชีวิตแต่ละคนที่มีอายุเพิ่มขึ้น

4. การสูงอายุดำรงสภาพสังคม (Sociological Aging) เป็นการเปลี่ยนแปลงในบทบาทหน้าที่สถานภาพของบุคคลในระบบสังคม รวมทั้งความคาดหวังของสังคมต่อบุคคลนั้น ซึ่งเกี่ยวกับอายุ การแสดงออกตามคุณค่า และความต้องการของสังคม

สำหรับการกำหนดว่า ผู้สูงอายุดำรงวัยเริ่มเมื่ออายุเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับความแตกต่างกันในแต่ละสังคม สำหรับสังคมไทยนั้นกำหนดว่า ผู้สูงอายุดำรงวัย หมายถึง บุคคลที่มีสัญชาติไทยและมีอายุตั้งแต่ 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป ตามพระราชบัญญัติผู้สูงอายุดำรงวัย พ.ศ.2546 (คณะกรรมการส่งเสริมและประสานงานผู้สูงอายุดำรงวัยแห่งชาติ, 2544) ทั้งนี้ผู้สูงอายุดำรงวัยได้มีลักษณะเหมือนกันหมด แต่จะมีความแตกต่างกันไปตามช่วงอายุ องค์การอนามัยโลก จึงได้แบ่งเกณฑ์อายุตามสภาพของการมีอายุเพิ่มขึ้น ดังนี้

1. ผู้สูงอายุดำรงวัย (elderly) มีอายุระหว่าง 60 – 74 ปี
2. คนชรา (old) มีอายุระหว่าง 75 – 90 ปี
3. คนชรามาก (very old) มีอายุ 90 ปีขึ้นไป

การเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ในผู้สูงอายุ

การเปลี่ยนแปลงในผู้สูงอายุแต่ละเพศแต่ละวัยมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแตกต่างกัน เริ่มเห็นได้อย่างเด่นชัดคือ การเปลี่ยนแปลงทางกายที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการช่วยเหลือตนเอง ได้มีผู้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงไว้ต่างกัน นักชีววิทยาทธิบายความสูงอายุ นักจิตวิทยาพัฒนาการ กล่าวว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในด้านจิตใจและระดับบุคลิกภาพ นักสังคมวิทยาทธิบายว่าเป็น การเปลี่ยนแปลงบทบาทและการกระทำหน้าที่ตามบทบาทนั้นๆ ซึ่งความเชื่อเหล่านี้จะนำไปสู่ การอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางด้านต่างๆ ของผู้สูงอายุ ดังต่อไปนี้ (บุญสืบ, 2533)

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในผู้สูงอายุเป็นการเปลี่ยนแปลงในทางที่เสื่อมถอยของ ระบบต่างๆ ในร่างกายส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการดำเนินชีวิต หากไม่ดูแลและป้องกัน การเสื่อมถอย ก็จะเป็นไปอย่างรวดเร็วเกิดโรคแทรกซ้อนต่างๆ ได้ง่าย การที่ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงทาง กายภาพในผู้สูงอายุ ไม่เพียงแต่ช่วยให้สามารถหาวิธีป้องกันและชะลอความเสื่อมถอยของร่างกายแล้ว ยังช่วยให้ผู้สูงอายุเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงในตนเองอีกด้วย ดังนี้

1.1 ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก จะเห็นความเสื่อมได้ชัดเจน พบว่าหลังโค้งเกิดจาก การเปลี่ยนแปลงของข้อต่อของกระดูกสันหลัง และกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ยึดเหยียดหลังอ่อนกำลังลง เป็นผลให้กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการงอลำตัว ซึ่งทำงานมากอยู่แล้วทำงานมากขึ้น กระดูกข้อต่อ ต่างๆ ของร่างกายเสื่อม เคลื่อนไหวไม่คล่องตัว การเคลื่อนไหวจึงช้าไปทั้งตัว หกล้มง่าย กระดูกเปราะและแตกหักง่าย เนื่องจากการเสื่อมสลายของแคลเซียมออกจากกระดูก และวิตามินดี ภาวะการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อและกระดูกจะเกิดขึ้นได้รวดเร็วในวัยสูงอายุและอาจพบ ความผิดปกติต่างๆ เช่น กระดูกข้ออักเสบ รูมาตอยด์ เก๊าท์ กระดูกพรุน กระดูกเชิงกรานหัก ฯลฯ

1.2 ระบบหัวใจและหลอดเลือด เกิดความผิดปกติของระบบไหลเวียนเลือดและ หลอดเลือด มีไขมันสะสมในผนังหลอดเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดเส้นเลือดในสมองตีบแคบ หรือแตกได้ ทำให้เป็นอัมพาต พุดไม่ชัด และมีโอกาสมากที่จะเป็นอันตรายถึงชีวิต สมองได้รับ เลือดน้อย ส่งผลถึงการทำงานของสมอง ความจำเสื่อม นอนไม่หลับ หงุดหงิด พุดซ้ำซาก

1.3 ระบบทางเดินหายใจ ปอดมีความยืดหยุ่นน้อย เนื้อเยื่อมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้การซึมซับออกซิเจนในปอดลดลง ซึ่งโรคนี้อาจได้ไม่เต็มที่เนื่องจากมีเซลล์ไขมันมาเกาะที่กระดูกซี่โครงหลังโค้งงอทำให้การขยายตัวของปอดลดลง

1.4 ระบบทางเดินอาหาร โดยการเปลี่ยนแปลงในช่องปากของผู้สูงอายุ เช่น เหงือกถอยร่น ฟันหัก ส่งผลกระทบต่อการบดเคี้ยว ปุ่มรับรสรับรสได้น้อยลง จมูกดมกลิ่นผิดปกติไป ประสิทธิภาพการย่อยไม่ดีดูดซึมแร่ธาตุได้น้อย ทำให้ขาดสารอาหาร ถ้ำร่างกายได้รับอาหารเกินไขมันสะสมได้ง่ายส่งผลต่อไขมันอุดตันในเส้นเลือด

1.5 ระบบทางเดินปัสสาวะและระบบสืบพันธุ์ การทำงานของไตลดลงรวมทั้งการคัดกรองของไตลดลง ความจุของกระเพาะปัสสาวะลดลง หูดกระเพาะปัสสาวะไม่มีแรง ทำให้ปัสสาวะบ่อยครั้ง เพศชายต่อมลูกหมากโตขึ้นอาจขัดขวางทางเดินของน้ำปัสสาวะในเพศหญิงมดลูกและรังไข่จะฝ่อเหี่ยว

1.6 ระบบประสาทและสมอง เซลล์สมองเปลี่ยนแปลงไปในทางเสื่อมสภาพลง ไม่มีการสร้างเซลล์ใหม่มาทดแทน ความรู้สึกลึกซึ้งคิดช้า ประสิทธิภาพการสั่งงานของสมองต่ำ ความจำเสื่อม จำเรื่องอดีตได้มากกว่าปัจจุบัน เสี่ยงความสามารถของประสาทรับรู้ความรู้สึก

1.7 ระบบต่อมไร้ท่อ การทำงานของต่อมไร้ท่อที่มีผลมากต่อสภาพร่างกายและจิตใจ ทำให้มีความเสื่อมและถดถอยตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ต่อมาได้สมองส่วนหน้าจะเสื่อมหน้าที่อย่างรวดเร็ว ทำให้เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย อวัยวะเสื่อมสภาพและเล็กลง ต่อมาไทรอยด์มีขนาดเล็กลงหลังอายุ 50 ปีไปแล้ว การผลิตฮอร์โมนต่ำเป็นผลมาจากการขาดฮอร์โมนกระตุ้นจากต่อมใต้สมอง ทำให้เบื่ออาหาร ตาฝ้าฟางและขุนมัว การลดลงของฮอร์โมนต่อมพาราไทรอยด์เป็นเหตุให้เกิดกระดูกพรุน ในตัวอ่อนจะหลั่งอินซูลินน้อยการนำน้ำตาลไปใช้ประโยชน์น้อย ทำให้ผู้สูงอายุอาจเป็นเบาหวานและโรคอื่นๆ ได้ ต่อมหมวกไตโดยเฉพาะชั้นคอร์เท็กซ์ (cortex) จะถูกกระตุ้นให้ทำงานมากทำให้ผู้สูงอายุมีอาการเครียด หงุดหงิดง่ายแต่ขณะเดียวกันก็เฉื่อยชาเพราะนำกลูโคสไปใช้ได้น้อย ต่อมาเพศ รังไข่จะทำงานได้น้อยลงลดการหลั่ง estrogen ผลที่ตามมา คือมดลูก ช่องคลอดและเต้านมเหี่ยวแฟบบางรายอารมณ์หงุดหงิด โกรธง่าย สำหรับเพศชายต่อมเพศก็มีความเสื่อมเช่นกัน แต่การหลั่งฮอร์โมนเพศชายยังปกติ อาจพบความเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ของเพศชายได้ เช่นเดียวกับสตรีแต่น้อยกว่าและความสนใจทางเพศปกติ

1.8 ผิวหนัง ระบบคอลลอยด์เปลี่ยนแปลงไป เส้นใยยืดหยุ่นเสื่อมสลาย ผิวหนังเหี่ยวย่น แห้งหยาบ ผมหีจางลง หยาบและกระด้าง เล็บหนาและแข็งเปราะง่าย เนื่องจากการไหลเวียนเลือด ส่วนปลายน้อยลง

1.9 อวัยวะส่วนอื่นที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร หูและการได้ยิน ผิดปกติ เกิดอาการหูตึง สาเหตุ จากการฝ่อลีบลง (atrophy) ปลายประสาทของช่องหูภายใน (inner ear) หรือผู้ที่เคยเป็น โรคติดเชื้อในช่องหูมาก่อน ได้แก่ โรคแก้วหูอักเสบ (otitis media) หรือเกิดจากการส่งคลื่นเสียง ไม่เป็นไปตามปกติ เป็นต้น รวมทั้งการมองเห็นลดประสิทธิภาพลง หน้ตาหย่อน การปรับสายตา รับภาพระยะใกล้ไกลไม่ปกติ กลางคืนมองเห็นไม่ชัดเจน การพูดเปลี่ยนไป เสียงเบาขาดน้ำหนัก พูดซ้ำ

2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม

ระยะเวลาผ่านไปสภาพแวดล้อมของสังคมเปลี่ยนแปลงไปซึ่งส่งผลกระทบต่อ การปรับตัวของผู้สูงอายุซึ่งมีสาเหตุมาจาก

2.1 การเปลี่ยนแปลงของภาวะสังคม เช่น การที่พลเมืองเพิ่มมากขึ้นเป็นผลมาจาก ความเจริญก้าวหน้าทางการแพทย์ ช่วยให้อายุขัยของประชาชนเพิ่มขึ้น จำนวนของผู้สูงอายุ ในสังคมมีมากขึ้น

2.2 การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมจากสังคมชนบทเป็นสังคมเมือง คนไทยในสมัยก่อนที่อยู่อาศัยในหมู่บ้านเดียวกันมักเป็นเครือญาติกัน ทำให้มีความสัมพันธ์ อันแน่นแฟ้นและเกิดความอบอุ่น ในปัจจุบันครอบครัวของคนไทยเป็นแบบครอบครัวเดี่ยว เนื่องจากอพยพจากชนบทเข้าสู่เมือง มักจะเห็นได้ว่าครอบครัวในเมืองมีแนวโน้มที่จะกลายเป็น ครอบครัวเดี่ยว ทำให้ผู้สูงอายุมักถูกแยกเป็นเอกเทศ มีความสัมพันธ์กับครอบครัวน้อยลง

2.3 การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมส่วนบุคคลที่เกิดขึ้น ในเรื่องค่านิยมหรือคุณค่าทาง จริยธรรม ในเรื่องการแต่งกาย ในเรื่องมารยาทของคนรุ่นหนุ่มสาวที่เปลี่ยนไปจากเมื่อสมัยที่ ผู้สูงอายวยังเป็นหนุ่มสาวอยู่จะทำให้ผู้สูงอายุขัดเคืองใจ ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งระหว่างวัยขึ้น ได้ คนรุ่นหนุ่มสาวไม่ชอบและรำคาญผู้สูงอายุเช่นกัน ถ้าการปรับตัวของทั้งสองฝ่ายไม่ดีจะทำให้

อยู่ด้วยกันได้ไม่เป็นสุข ผู้สูงอายุจึงมักแยกไปอยู่ตามลำพังหรือสถานสงเคราะห์คนชรา ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดความเหงา เศร้า ว่าเหวตามมาภายหลังและทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกด้อยคุณค่าในตนเอง

3. การเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจของผู้สูงอายุ

การเปลี่ยนแปลงทางสังคมมีผลต่อความเป็นอยู่ของผู้สูงอายุ ซึ่งส่งผลกระทบต่อจิตใจของผู้สูงอายุด้วย การไม่ได้รับความเอาใจใส่และความอบอุ่นจากลูกหลานอย่างเพียงพอทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกว้าเหว อ้างว้างและอาจมีความวิตกกังวลต่างๆ กังวลว่าจะถูกลูกหลานญาติพี่น้องทอดทิ้ง กังวลเรื่อง ความตาย กังวลในเรื่องร่างกายเปลี่ยนแปลง สุขภาพไม่ดีต้องพึ่งพาผู้อื่น (กระทรวงสาธารณสุข, 2531) การเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจของผู้สูงอายุสามารถแบ่งได้ดังนี้

3.1 การสูญเสียความสามารถและสมรรถภาพ เป็นวัยแห่งการเสื่อมถอยของสมรรถภาพ ความจำเสื่อมถอย ประสาทสัมผัสการรับรู้ผิดปกติ เคลื่อนไหวร่างกายได้น้อย ข้อต่อติดขัด กิจกรรมที่เคยทำได้กลับทำไม่ได้เกิดปัญหาต่อสุขภาพจิต โรคต่างๆ เข้าแทรกซ้อน เป็นปัญหาในการปรับตัวยอมรับในความเสื่อมถอยของร่างกายในผู้สูงอายุ

3.2 การสูญเสียบุคคลในครอบครัวหรือคู่ครอง เป็นสิ่งที่ทุกคนไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ การสูญเสียชีวิตบุคคลอันเป็นที่รัก การสูญเสียอย่างกะทันหันจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพจิตอย่างรุนแรง เนื่องจากการปรับตัวทำได้ยากเกิดความเศร้า ว้าเหว อย่างรุนแรง ส่งผลถึงการทำงานของร่างกายผิดปกติ และสภาพจิตผิดปกติได้

การได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ของผู้สูงอายุ เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติตนรวมทั้งช่วยให้ตระหนักถึงการให้ความช่วยเหลือเลี้ยงดูผู้สูงอายุเพื่อช่วยชะลอการเสื่อมถอยในการเปลี่ยนแปลงทางด้านต่างๆ ของผู้สูงอายุ การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ สังคม และจิตใจ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องซึ่งกันและกันกับผู้สูงอายุ เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ถดถอยเสื่อมสภาพตามอายุขัย ระบบกล้ามเนื้อ ระบบกระดูก ระบบอวัยวะต่างๆ เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาผู้สูงอายุไม่สามารถพึ่งพาตนเองได้ สังคมในปัจจุบันเริ่มเปลี่ยนแปลงไป ค่านิยมเคารพผู้ใหญ่ลดน้อยลง ครอบครัวใหญ่กลายเป็นครอบครัวเดี่ยว ผู้สูงอายุถูกทิ้งไม่ได้รับความเอาใจใส่ ผู้สูงอายุรู้สึกหมดคุณค่าในตนเอง อ้างว้าง ว้าเหว ส่งผลกระทบต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุด้วยเช่นกัน

สมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุ

การมีสุขภาพที่ดีทั้งกายและใจเป็นที่พึงปรารถนาของทุกคน นอกจากทางการแพทย์จะช่วยได้แล้วการออกกำลังกายที่สม่ำเสมอถือเป็นสิ่งสำคัญโดยคำนึงถึงกิจกรรมออกกำลังกายที่เหมาะสมกับเพศและวัย มุ่งเน้นให้เกิดความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกายและจิตใจ (วันดี และ สมจินต์, 2545)

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพในผู้สูงอายุ

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (health-related physical fitness) หมายถึง สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสุขภาพและเพิ่มความสามารถในการทำงานของร่างกายที่มีส่วนช่วยในการลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกาย สุพิตร และคณะ (2548) ได้ให้ความหมายขององค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุไว้ดังนี้

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle Strength) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงด้วยความพยายามในครั้งหนึ่งๆ เพื่อต่อต้านกับแรงต้านทาน ความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดความตึงตัวเพื่อใช้แรงในการยกหรือดึงสิ่งของต่างๆ
2. ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle Endurance) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะรักษาระดับการใช้แรงปานกลางได้เป็นเวลานาน โดยเป็นการออกแรงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ติดต่อกันเป็นเวลานานๆ หรือหลายครั้งติดต่อกันได้
3. ความอ่อนตัว (Flexibility) เป็นความสามารถของข้อต่อต่างๆ ในร่างกายที่เคลื่อนไหวได้เต็มช่วงของการเคลื่อนไหว การพัฒนาทางด้านความอ่อนตัวทำได้โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและเอ็น หรือการใช้แรงต้านทานในกล้ามเนื้อและเอ็นต้องทำงานมากขึ้น
4. ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Cardio respiratory Endurance) เป็นความสามารถของหัวใจและปอดที่จะลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้

ในการออกแรงขณะทำงานได้เป็นระยะเวลานาน และขณะเดียวกันก็นำสารที่ไม่ต้องการซึ่งเกิดภายหลังการทำงานของกล้ามเนื้อออกจากกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรง

5. องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition) โดยแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นไขมัน (fat mass) และส่วนที่ปราศจากไขมัน (fat-free mass) เช่น กระดูกกล้ามเนื้อ และแร่ธาตุต่างๆ โดยทั่วไปองค์ประกอบของร่างกายจะเป็นดัชนีประมาณค่า ที่ทำให้เราทราบถึงเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่เป็นส่วนของไขมันที่อยู่ในร่างกายซึ่งอาจหาค่าได้เป็นสัดส่วนระหว่างไขมันในร่างกายกับน้ำหนักของส่วนอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบ เช่น ส่วนของกระดูก กล้ามเนื้อ และอวัยวะต่างๆ ในผู้สูงอายุที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดีย่อมมีผลทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพลดการบาดเจ็บ ทำให้การดำเนินชีวิตประจำวันมีความสุข ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล ร่างกายที่อยู่ในสภาวะที่ดีจะช่วยให้บุคคลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือ มีสมรรถภาพทางร่างกายดีก็สามารถปฏิบัติกิจวัตรต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ดี (สุพิตร, 2541)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ

ความชรามีความสัมพันธ์กับการลดลงของมวล ความแข็งแรง และพลังของกล้ามเนื้อซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเคลื่อนไหวที่ลดลง การทำงานต่างๆ ของร่างกายลดลง เพิ่มความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุ (Bendall et al., 1989) วันดี และ สมจินต์ (2545) กล่าวว่า ผู้สูงอายุ เพศหญิงจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูกลดลงมากกว่าผู้สูงอายุเพศชาย ผู้สูงอายุเพศหญิงจะมีมวลกระดูกลดลงร้อยละ 8 ในขณะที่ผู้สูงอายุเพศชายลดลงเพียงร้อยละ 3 โดยจะลดลงอย่างมากหากขาดการเสริมแร่ธาตุ โดยเฉพาะแคลเซียมในช่วงที่เหมาะสม รวมทั้งขาดการออกกำลังกาย American College of Sports Medicine (ACSM) ได้ตระหนักถึงประโยชน์ที่ได้จากการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (American College of Sports Medicine, 1998) โดยการฝึก weight training ที่ระดับปานกลาง และหนัก สามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ทั้งเพศชายและเพศหญิง (Frontera et al., 1988) การฝึกความแข็งแรงมี 3 แบบด้วยกันดังนี้ (Corbin and Lindsey, 1998)

1. การฝึกแบบไอโซเมตริก (Isometric) เป็นการฝึกแบบเกร็งกล้ามเนื้อโดยความยาวกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง

2. การฝึกแบบไอโซโทนิค (Isotonic) การฝึกแบบนี้ร่างกายส่วนที่ฝึกเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อที่ใช้ในการฝึกมีการเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของกล้ามเนื้อตามลักษณะของท่าทางที่ฝึกใช้หลักให้กล้ามเนื้อทำงานต่อต้านกับแรงต้านทาน Poyhonen et al., (2002) กล่าวว่าการทำงานของแรงต้านในน้ำจะเป็นการออกแรงด้านชนิด concentric contraction ซึ่งเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อรูปแบบหนึ่งของไอโซโทนิค และจากการวิจัยที่ได้ศึกษาพบว่าการฝึกความต้านทานในน้ำสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในผู้หญิงที่มีสุขภาพดี สามารถช่วยเพิ่มมวลของกล้ามเนื้อและพัฒนาระบบประสาทของกล้ามเนื้อได้ ซึ่งการออกกำลังกายในน้ำอาจเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสำหรับผู้ที่มีความสามารถจำกัดในการออกกำลังกาย เพราะการออกกำลังกายในน้ำเคลื่อนไหวได้อิสระเหมาะสมกับผู้ที่ปัญหาต่อกระดูกและกล้ามเนื้อ หรือปัญหาการลงน้ำหนักรับแรงกระแทกต่อข้อต่อ (Ruoti et al., 1994) Takeshima et al. (2002) ได้ศึกษาการออกกำลังกายในน้ำระดับอกในผู้สูงอายุเพศหญิง ออกกำลังกายด้วยอุปกรณ์ finbell และ leg pads เพื่อเสริมให้มีแรงต้านขณะออกกำลังกายในน้ำ ผลการวิจัยพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องของการทำงานของระบบหัวใจและหายใจ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ สัดส่วนของร่างกาย ความคล่องแคล่วว่องไว รวมไปถึงความอ่อนตัว

3. การฝึกแบบไอโซไคเนติก (Isokinetic) การหดตัวของกล้ามเนื้อด้วยความเร็วคงที่ แรงดึงสูงสุดตลอดช่วงของการเคลื่อนไหวตามลักษณะของเครื่องมือ

การทรงตัวในผู้สูงอายุ

น้อมจิตต์ (2543) ได้กล่าวว่าผู้สูงวัยมีความสามารถในการทรงตัวลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออยู่ในสถานะที่ข้อมูลจากระบบรับรู้สึกแตกต่างไปจากปกติ ปัญหาความไม่มั่นคงในการทรงตัวของผู้สูงวัยนี้ อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบต่างๆ ที่ใช้ในการทรงตัว ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทส่วนกลาง โดยอาจมีการเสื่อมประสิทธิภาพของกลไกของระบบประสาทที่ใช้ในการประมวลข้อมูลจากระบบกายสัมผัสต่างๆ ไป ระบบการมองเห็น และระบบเวสติบูลาร์ (vestibular) เพื่อให้ร่างกายแสดงปฏิกิริยาตอบสนองที่ถูกต้องเหมาะสมในการทรงตัวอยู่ได้

2. การเปลี่ยนแปลงของระบบรับรู้ความรู้สึก เช่น การรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อและความไวในการรับรู้ความรู้สึกทางผิวหนังสัมผัสลดลง มีความผิดปกติของสายตาหรือเลนส์ตาความสามารถในการปรับตัวในความมืดและการบอกระดับความลึกตื้นลดลง เซลล์รับรู้ความรู้สึกและเส้นประสาทของระบบเวสติบูลาร์ (vestibular) มีจำนวนลดลง เป็นต้น

3. การเปลี่ยนแปลงของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ เช่น มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวกลศาสตร์ของร่างกาย การลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและช่วงการเคลื่อนไหวข้อต่อต่างๆ และการลดลงของจำนวนหน่วยประสาทยนต์ เป็นต้น

การทรงตัวในทางสรีรวิทยา

ชูศักดิ์ (2536) กล่าวว่า ในการออกกำลังกายนั้นต้องอาศัยสมดุลที่ดีของร่างกาย จึงจะทำให้ร่างกายสามารถออกกำลังกายและเคลื่อนไหวได้โดยไม่ทำให้ล้ม ร่างกายอาศัยกลไกที่ซับซ้อนเพื่อช่วยควบคุมการทรงตัว โดยอาศัยระบบการทำงานของระบบการควบคุมซึ่งอาจแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ได้ 3 ส่วนคือ

1. ตัวรับสัญญาณ (receptor) ที่ร่างกายใช้ในการรับรู้ในการทรงตัวนั้น receptor ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกันในที่เรียกว่า vestibular apparatus ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ semicircular canals ซึ่งเป็นหลอดครึ่งวงกลม 3 หลอดวางตั้งฉากซึ่งกันและกัน ทำหน้าที่รับการกระตุ้นเมื่อศีรษะมีการหมุนคือการเคลื่อนที่ทางเชิงมุม อีกส่วนหนึ่งคือ utricle เป็น receptor ที่ได้รับการกระตุ้นเมื่อศีรษะเคลื่อนที่ตามแนวตรง ซึ่งอาจเคลื่อนไปข้างหน้าหรือถอยหลัง หรืออาจเคลื่อนขึ้นบนหรือลงล่างก็ได้ นอกจากนั้นร่างกายยังรับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวโดยอาศัย receptor อีก 2 อย่าง นั่นคือทางนัยน์ตาซึ่งทำหน้าที่รับภาพภายนอกเพื่อปรับท่าทางของร่างกาย และอาศัย receptor ของ somatosensory system ประกอบด้วย receptor ในกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ เพื่อส่งผลการตอบสนองความตึงความยาวของกล้ามเนื้อ ความตึงของเอ็น และมุมของข้อต่อ

2. ศูนย์รับรู้การทรงตัวและศูนย์ประสานงาน ข้อมูลจาก receptor ส่งขึ้นไปยังศูนย์ประสานงานซึ่งอยู่ที่ก้านสมอง โดยข้อมูลที่ได้รับจาก vestibular apparatus จะไปประสานงานกับข้อมูลที่ได้รับทางนัยน์ตา โดยทำให้เกิด vestibuloocular reflexes โดยทำให้ลูกนัยน์ตาเคลื่อนไหวและรับภาพเมื่อศีรษะเคลื่อนที่ไป ข้อมูลที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวยังส่งขึ้นไปถึงซีรีบรัม (cerebral) เพื่อให้

ร่างกายทราบว่ามีการเคลื่อนที่หรือหมุนไปในท่าใด นอกจากนั้นยังอาศัยซีรีบรัม (cerebral) เป็นศูนย์ประสานงานเพื่อสั่งการไปยังศูนย์ประสาทยนต์ซึ่งอยู่ที่ motor area ให้ส่งลงมายังกล้ามเนื้อเพื่อแก้ไขอีกต่อหนึ่งด้วย

3. ศูนย์สั่งการเพื่อแก้ไขร่างกายไม่ให้ล้ม การแก้ไขท่าทางของร่างกายเพื่อไม่ให้ล้มกระทำที่สมอง 2 ส่วนคือ การปรับท่าทางของแขนขาและลำตัวโดยอาศัย vestibulospinal reflexes เมื่อร่างกายรับรู้และประสานงานที่ระดับของสมอง อีกระดับหนึ่งอาศัยการทำงานของ motor area ที่ซีรีบรัม (cerebral) ซึ่งจะส่งลงมายังกล้ามเนื้อเพื่อช่วยปรับท่าทางร่างกายด้วยกลไกที่ซับซ้อนขึ้น

น้อมจิตต์ (2543) ได้กล่าวว่า การสูญเสียการทรงตัวเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุ ผลที่ตามมาอย่างเด่นชัดหากคนเรามีปัญหาความไม่มั่นคงในการทรงตัว คือ การล้ม พบว่าประมาณ 1 ใน 3 ของผู้สูงอายุที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป ประสบอุบัติเหตุเกี่ยวกับการล้ม โดยส่วนใหญ่การล้มนี้เกิดขึ้นในขณะที่บุคคลนั้นกำลังทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ขณะเดินหรือเปลี่ยนอิริยาบถ ผลเสียที่ตามมาจากการล้มมีมากมาย เช่น สมองได้รับความกระทบกระเทือน การบาดเจ็บตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย และกระดูกหัก เป็นต้น การล้มยังอาจทำให้เกิดปัญหาทางด้านจิตใจอีกด้วย เนื่องจากเกิดอาการกลัวล้มอีกครั้ง การล้มจากสาเหตุใดๆ ก็ตาม จึงเป็นเรื่องที่ผู้สูงอายุควรคำนึง นอกเหนือไปจากการดูแลสุขภาพตนเองอย่างทั่วๆ ไป มีหลายงานวิจัยที่ได้ศึกษาถึงเรื่องการทรงตัวเพื่อลดปัญหาในการล้มในผู้สูงอายุ Simmon and Hansen (1996) ได้ศึกษาการออกกำลังกายในน้ำที่มีผลต่อการทรงตัว ในผู้สูงอายุพบว่าการออกกำลังกายในน้ำช่วยให้ผู้สูงอายุมีความเสี่ยงต่อการหกล้มน้อยลง ส่วน Peter Douris et al., (2003) พบว่าการออกกำลังกายไม่ว่าจะเป็นในน้ำหรือบนบกมีประสิทธิภาพเท่าๆ กันที่ทำให้การทรงตัวดีขึ้น แต่การออกกำลังกายในน้ำก็เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่มีปัญหากล้ามเนื้อและกระดูก ผู้สูงอายุที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการหกล้มสามารถออกกำลังกายในน้ำได้อย่างปลอดภัยและมั่นใจ การออกกำลังกายไม่เพียงแต่ช่วยลดการหกล้ม แต่ยังช่วยลด การกล้วการหกล้ม การส่งเสริมความเชื่อมั่นเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยลดความกลัวในการหกล้มซึ่งจะเป็นประโยชน์มากต่อผู้สูงอายุ (Cumming et al., 2000) ต่อมา Deverux et al. (2005) ได้ศึกษาโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำกับโปรแกรมความเชื่อมั่น ที่ส่งผลต่อการทรงตัวและความกลัวการหกล้มในผู้สูงอายุเพศหญิง 65 ปี การที่มีกิจกรรมเสริมสร้างสมรรถภาพไม่เพียงแต่ช่วยให้มีสมรรถภาพที่ดีเพียงอย่างเดียวแต่ยังพบอีกว่าช่วยทำให้ผู้สูงอายุมีความมั่นใจในการประกอบกิจวัตรประจำวันลดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มซึ่งตรงกับ Cumming et al. (2000)

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย ถ้าหากสมรรถภาพส่วนใดส่วนหนึ่งบกพร่องไปย่อมส่งผลถึงสุขภาพของผู้สูงอายุอย่างแน่นอน ปัญหาการล้มในผู้สูงอายุซึ่งพบเห็นได้บ่อยครั้งพบว่าส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้สูงอายุอย่างมาก การล้มเกิดจากกล้ามเนื้อไม่แข็งแรง ปัญหาของระบบประสาทส่วนกลางและการเปลี่ยนแปลงของระบบรับรู้ซึ่งส่งผลต่อการสูญเสียการทรงตัว การออกกำลังกายสามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายและประสิทธิภาพการทรงตัวได้

การออกกำลังกายในน้ำ

ทฤษฎีและหลักการฝึกออกกำลังกายในน้ำ

การออกกำลังกายในน้ำเป็นการประยุกต์การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและสมรรถภาพที่มีมานานในทศวรรษที่ 90 (Sova, 1993) ซึ่งมีหลักฐานหลายด้านที่กล่าวถึงการเริ่มต้นของการออกกำลังกายในน้ำ พันทิพา (2537) กล่าวถึงการเริ่มต้นการออกกำลังกายในน้ำที่มีมาตั้งแต่สมัยอาณาจักรกรีกและโรมันยุครุ่งเรือง การออกกำลังกายในน้ำสามารถช่วยลดการบาดเจ็บขณะออกกำลังกายรวมทั้งสามารถสร้างเสริมสมรรถภาพร่างกายซึ่งเหมาะสมกับผู้ที่ถูกจำกัดการออกกำลังกาย เช่น คนอ้วน สตรีมีครรภ์ ผู้ที่มีปัญหากระดูกและกล้ามเนื้อ รวมทั้งผู้สูงอายุ การออกกำลังกายในน้ำ มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์หลายประการที่แตกต่างไปจากบนบก และมีผลต่อสรีระวิทยาของผู้ออกกำลังกายหลายประการที่น่าสนใจ (สุริยา, 2538) ดังนี้

1. แรงดันได้น้ำ (Hydrostatic pressure) แรงดันในน้ำที่ความลึกระดับข้อเท้า เข้า สะโพก เอว และระดับอก จะมีแรงดันมากขึ้นตามระดับความลึกของน้ำ ทำให้ขณะที่เราแช่ตัวอยู่ในน้ำเลือดดำสามารถไหลกลับสู่หัวใจได้ง่ายกว่าบนบก โดยเฉพาะบริเวณขาและเท้า ซึ่งโดยปกติโลหิตจะไหลกลับสู่หัวใจได้ยากเพราะแรงดึงดูดของโลก นอกจากนี้แรงดันของน้ำยังมีผลต่อระบบหายใจ คือ ปริมาณอากาศหลังหายใจออกค้างอยู่ในปอดน้อยลง และร่างกายต้องใช้พลังงานในการหายใจสูงกว่าปกติ เนื่องจากแรงดันของน้ำมีความกดดันต่อร่างกายอยู่ตลอดเวลา

2. แรงลอยตัว (Buoyancy) จะช่วยลดแรงกดดันหรือแรงกระทำภายในข้อต่าง ๆ เช่น ข้อเท้า ข้อเข่า ในการเคลื่อนที่หรือการฝึกกระโดด นอกจากนี้แรงลอยตัวของน้ำช่วยให้น้ำหนักตัวลดลงเหลือเพียง 10% เมื่ออยู่ในน้ำระดับหัวไหล่ จึงส่งผลทำให้ส่วนต่างๆ ของร่างกายมีอิสระ

ในการเคลื่อนไหวมากกว่าขณะอยู่บนบก ข้อต่อต่างๆ สามารถเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี ทำให้ร่างกายมีความยืดหยุ่นสูง แต่การออกกำลังกายในน้ำอาจจะควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวได้ยากกว่าขณะอยู่บนบก

3. ความต้านทานในน้ำ (Aquatic Resistance) มีลักษณะพิเศษ คือ น้ำจะต้านการเคลื่อนไหวของร่างกายทุกทิศทาง (multidirectional) จึงสามารถใช้สำหรับบริหารกล้ามเนื้อที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในร่างกายได้อย่างทั่วถึงดีกว่าการใช้แรงต้านแบบอื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะต้านทานการเคลื่อนไหวในทิศทางเดียว

4. อุณหภูมิของน้ำ (Temperature) ขณะที่อยู่ภายใต้อุณหภูมิที่เท่ากัน ร่างกายจะสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าบนบกถึง 25 เท่า ทำให้ร่างกายไม่รู้สึกอ่อนเพลียและไม่ทำให้เกิดอาการลมแดด (heat stroke) ซึ่งอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมสำหรับการออกกำลังกายในน้ำ ควรอยู่ในช่วง 60-80 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 27 - 30 องศาเซลเซียส

คุณสมบัติของการออกกำลังกายในน้ำเหมาะสมกับการออกกำลังกายในทุกเพศทุกวัย รวมทั้งผู้สูงอายุ สามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพให้แก่ร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดปัจจัยเสี่ยงในขณะออกกำลังกายได้ มีหลายงานวิจัยที่น่าคุณสมบัติของน้ำมาเป็นปัจจัยเสริมเพิ่มประสิทธิภาพขณะออกกำลังกาย ดังเช่น จรรยา (2550) ทำการศึกษาการฝึกโยคะในน้ำและการฝึกโยคะบนบกที่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายและจิตใจในสตรีอายุ 50-59 ปี โดยแบ่งกลุ่มผู้สูงอายุออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่ฝึกโยคะในน้ำและกลุ่มฝึกโยคะบนบก ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ นาน 60 นาที เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพร่างกายและจิตใจดีขึ้น โดยกลุ่มที่ฝึกโยคะในน้ำพบว่าสมรรถภาพระบบหายใจ ระบบไหลเวียนเลือด ความอ่อนตัวดีขึ้น ไขมันใต้ผิวหนังลดลง ในกลุ่มที่ฝึกโยคะบนบกพบว่าความอ่อนตัวดีขึ้น ไขมันใต้ผิวหนังลดลง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sander และ Rippe (1994) ที่ได้ทำการศึกษาสมรรถภาพของหญิงวัยสาวกับหญิงวัยชรา ด้วยการออกกำลังกายในน้ำตื้น และการออกกำลังกายในน้ำลึก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ด้วยอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ พบว่าผู้หญิงวัยสาวและหญิงวัยชรา มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากขึ้นในการฝึกออกกำลังกายในน้ำตื้น แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในน้ำลึก ณรงค์ (2549) ที่ได้ศึกษาถึงการฟื้นฟูสภาพหลังการผ่าตัดซ่อมเอ็นไขว้หน้าระยะเฉียบพลันด้วยการออกกำลังกายในน้ำลึกโดยใช้น้ำเป็นแรงต้าน พบว่าสามารถช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวและลดการเจ็บปวดจากการศึกษาถึงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ในน้ำหลายประการที่มีผลต่อสรีระวิทยาของผู้ออกกำลังกาย

เช่น คุณสมบัติของแรงลอยตัว (buoyancy) ช่วยควบคุมท่าทางการออกกำลังกายในน้ำส่งผลให้การทรงตัวทำได้ดีขึ้น Simmon and Hansen (1996) ได้ศึกษาการออกกำลังกายในน้ำที่มีผลต่อการทรงตัว (postural mobility) ในผู้สูงอายุพบว่า การออกกำลังกายในน้ำช่วยให้ผู้สูงอายุมีประสิทธิภาพการทรงตัวดีกว่าบนบก แต่ Peter Douris et al. (2003) พบว่าการออกกำลังกายไม่ว่าจะเป็นในน้ำหรือบนบกมีประสิทธิภาพเท่าๆ กันที่ทำให้การทรงตัวดีขึ้น Load et al. (2006) ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายในน้ำในผู้สูงอายุ การออกกำลังกายเพียงอาทิตย์ละ 1 ครั้ง นาน 22 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายในน้ำมีการทรงตัวดีขึ้น การควบคุมระบบประสานงานของร่างกายดีขึ้น หัวไหล่มีมุมการเคลื่อนไหวดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

การประยุกต์ใช้หลัก Hydrodynamic

ตามหลักการของ hydrodynamic สามารถบอกได้ว่าการเคลื่อนไหวของร่างกายเมื่ออยู่ในน้ำจะเป็นแรงต้าน (drag force) และแรงยก (lift force) แรงต้านมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของสิ่งนั้น ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงต้านคือ ความหนืดของน้ำ การหมุนวนของน้ำหลังวัตถุ โดยเรียกว่า turbulence ซึ่งเกิดจากมวลของน้ำถูกดูดเข้ามาหลังวัตถุทำให้เกิดการหมุนวนของน้ำโดยขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของผิวหน้าวัตถุที่ปะทะกับน้ำ การเคลื่อนที่ในน้ำจะไม่เป็นเส้นตรง แรงต้านจะแปรผกผันกับความเร็ว เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แรงต้านจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า (Poyhonen et al., 2001) แรงลอยตัวเป็นแรงที่กระทำโดยตรงต่อร่างกายเมื่ออยู่ในน้ำ มีทิศตรงข้ามกับแรงดึงดูดของโลกเสมอ Koury (1996) ได้กล่าวถึงแรงที่กระทำต่อร่างกายเมื่ออยู่ในน้ำ ดังนี้

1. แรงลอยตัว (Buoyancy)

แรงลอยตัว คือ แรงสนับสนุนต่อร่างกายเมื่ออยู่ในน้ำหรือลอยตัวในของเหลว ปริมาณของแรงที่มีทิศขึ้นข้างบนที่กระทำต่อร่างกาย จะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่โดยทุกส่วนของร่างกายที่อยู่ในน้ำ ซึ่งหมายความว่ายังมีเปอร์เซ็นต์ของร่างกายอยู่ในน้ำมากเท่าใด ก็ยังมีแรงลอยตัวที่กระทำต่อร่างกายมากเท่านั้น โดยแรงที่ดันขึ้น (upward force) ของน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหนาแน่นของของน้ำเนื่องจากน้ำมีมวลและความหนาแน่น น้ำเป็นพื้นฐานสำคัญต่อแรงลอยตัวและความต้านทานต่อการเคลื่อนไหวในน้ำ (Pao, 1961)

2. ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

Astrand and Rodahl (1986) กล่าวว่าตามแนวคิดของความถ่วงจำเพาะมาจากการสังเกตของอาร์คิมิดีส ซึ่งเป็นบุคคลแรกที่พบว่า เมื่อร่างกายอยู่ในน้ำ ทั้งตัวหรือเพียงบางส่วนในขณะที่อยู่นิ่งจะมีแรงลอยตัวมากระทำในปริมาณที่เท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ ความถ่วงจำเพาะของร่างกายคนอยู่ที่ 1.3 ในน้ำสะอาดหรือน้ำในสระน้ำมีความถ่วงจำเพาะที่ 1.0 ในขณะที่น้ำเกลือมีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1.0 เล็กน้อย (ซึ่งจะทำให้มีแรงลอยตัวสูงกว่า) บ่อยครั้งที่พบว่า นักกีฬาหรือประชาชนทั่วไป ที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายน้อย (มีปริมาณของมวลที่ไม่มีไขมันมากกว่า) จะลอยตัวได้ยากเนื่องจากความถ่วงจำเพาะของมวลที่ไม่มีไขมัน (น้ำหนักของกล้ามเนื้อ กระดูก อวัยวะ และอื่นๆ) มีค่ามากกว่า 1.0 เล็กน้อย และเนื่องจากน้ำหนักของไขมันมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า 1.3 เล็กน้อย คนที่มีไขมันในร่างกายมากจะลอยตัวในน้ำได้ง่ายกว่า อีกนัยหนึ่งถ้าน้ำหนักร่างกายน้อยกว่าปริมาณของน้ำที่ถูกแทนที่ คนคนนั้นจะลอยตัวในน้ำได้ง่ายขึ้น เพราะว่าคนที่มีความหนาแน่นในร่างกายน้อยกว่าจะมีแรงลอยตัวสนับสนุนทำให้การเคลื่อนที่ง่ายขึ้น

3. ความต้านทาน (Drag)

ความต้านทานต่อการเคลื่อนไหวน้ำเป็นการเคลื่อนไหวที่ต้องการเอาชนะความหนืดของน้ำ ขณะเคลื่อนไหวน้ำจะมีแรงลอยตัวมากระทำต่อร่างกาย เมื่อความเร็วในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น จะเกิดแรงต้านจากน้ำมากขึ้น ทำให้ต้องออกแรงในการเคลื่อนไหวมากขึ้น แรงต้านทานการเคลื่อนไหวน้ำ (drag) นี้แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

3.1 แรงต้านทานต่อการเคลื่อนที่ผ่านเป็นรูปแบบ (form drag)

ความต้านทานวัตถุหรือร่างกายในน้ำ เรียกว่า form drag โดยสามารถใช้ form drag ในการเปลี่ยนแปลงความต้านทานซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นตามขนาดพื้นที่หน้าตัดที่เคลื่อนไหวน้ำ เช่น นักกีฬาว่ายน้ำต้องการจัดทำทางในการว่ายน้ำให้เกิดแรงต้านน้อยที่สุด

3.2 แรงต้านทานต่อการเคลื่อนที่ผ่านแบบคลื่น (wave drag)

ความต้านทานน้ำที่เป็นผลมาจากความแปรปรวนของน้ำ เรียกว่า wave drag เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วของการว่ายน้ำ (American Red Cross, 1992) ในนักว่ายน้ำรูปร่างเรียวกเล็กใช้เทคนิคท่าทางว่ายน้ำ สามารถลด wave drag ได้ ตัวอย่างของ wave drag สังเกตได้ทั่วไปจากสระน้ำเมื่อมีคนหลายคนออกกำลังกายในน้ำพร้อมๆ กัน เปรียบเทียบกับการออกกำลังในน้ำเพียงคนเดียวยังมีจำนวนคนออกกำลังกายในสระน้ำเดียวกันพร้อมๆ กัน ก็ยังมีความปั่นป่วนของน้ำมากขึ้น เมื่อเคลื่อนที่กระทบกับกำแพงสระทำให้เกิด wave drag ได้ การใช้ lane lines หรือเส้นกั้นทางเพื่อลด wave drag สามารถช่วยลดคลื่นของน้ำได้เมื่อมีคนออกกำลังกายพร้อมๆ กันหลายคน สระใหม่ๆ จะมีรางน้ำ ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อลด wave drag เพื่อเพิ่มความเร็วในการว่ายน้ำเช่นกัน

3.3 แรงต้านทานต่อการเคลื่อนที่ผ่านแบบเสียดทาน (frictional drag)

frictional drag คือ ความต้านทานที่เกิดจากพื้นที่ผิวของร่างกาย เมื่อเคลื่อนที่ผ่านน้ำ (American Red Cross, 1992) frictional drag มีความสัมพันธ์กับความหนืดของน้ำ เช่น การแกว่งมือลงในอ่างน้ำที่มีน้ำผึ้งที่รู้สึกถึงความเหนียวข้น อย่างไรก็ตาม frictional drag ที่เกิดจากการแกว่งมือในน้ำเป็นความต้านทานที่เกิดขึ้นน้อยมาก ดังนั้นจึงไม่ใช่ปัจจัยสำคัญอะไรในการออกกำลังกายในน้ำแต่ frictional drag กลายเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำที่ต้องการทำเวลาใน 0.01 วินาที เพื่อเอาชนะบ่อยครั้งที่นักกีฬาว่ายน้ำต้องโกนขนตามร่างกายเพื่อเอาชนะ friction drag ที่เกิดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับผิวหนัง

การประยุกต์ใช้หลัก hydrodynamic พบเห็นได้บ่อยครั้งในการเคลื่อนไหวในน้ำ เพื่อปรับปรุงพัฒนาการออกกำลังกายในน้ำให้มีประสิทธิภาพ Poyhonen et al. (2001) ได้ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (quadriceps) และกล้ามเนื้องอเข่า (hamstring) ในกลุ่มตัวอย่างสุขภาพดี 18 คนเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนไหวของและเหยียดเข่าแบบครึ่งเดียวและแบบทำซ้ำๆ พบว่า ผลของกลศาสตร์การเคลื่อนไหวของน้ำมีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps และ hamstring ในขณะออกกำลังกายในน้ำ โดยการเคลื่อนไหวเพียงครึ่งเดียวกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว (agonist) จะทำงานตลอดการเคลื่อนไหว ส่วนกล้ามเนื้อตรงข้ามกับการเคลื่อนไหว (antagonist) จะมีการทำงานน้อย หากให้มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ จะมีผลของ

กลศาสตร์การไหลของน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องในการเพิ่มความแรงขณะเคลื่อนไหวกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว จะทำงานลดลงกว่าการเคลื่อนไหวครั้งเดียว ส่วนกลุ่มกล้ามเนื้อตรงข้ามกับการเคลื่อนไหวจะทำงานมากขึ้น

ประโยชน์ของการออกกำลังกายในน้ำ

การออกกำลังกายในน้ำช่วยลดการบาดเจ็บ ทั้งยังช่วยส่งเสริมสมรรถภาพของร่างกาย ด้วยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำที่เหมาะสมต่อสรีรวิทยาของผู้ที่ออกกำลังกาย ประโยชน์ของการออกกำลังกายในน้ำหลายประการที่แตกต่างจากการออกกำลังกายบนบกและส่งผลดีต่อสุขภาพร่างกาย ดังที่ สุริยา (2538) กล่าวถึง ประโยชน์ของการออกกำลังกายในน้ำดังนี้

1. เป็นการออกกำลังกายแบบมีแรงกระแทกต่ำจึงมีความปลอดภัยสูงไม่เป็นอันตรายต่อข้อต่อ เอ็น กระดูก และกล้ามเนื้อ
2. ช่วยลดอัตราเสี่ยงการเกิดความร้อนสูงมากเกินไปขณะออกกำลังกาย
3. ทำให้การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ และข้อต่อสามารถงานทำได้เต็มที่
4. ลดอาการระบบที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย
5. การไหลวนของน้ำช่วยเพิ่มการไหลเวียนเลือดดีขึ้น
6. ช่วยให้เลือดไหลกลับสู่หัวใจและเลือดยังไปเลี้ยงอวัยวะภายในมากขึ้น
7. ช่วยสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อแขน ต้นขา หน้าท้อง อู้งเชิงกราน กล้ามเนื้อกระบังลมและทำให้มีลักษณะการทรงตัวที่ดี
8. ช่วยลดความไม่สบายกาย เช่น ลดการปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อ ลดอาการปวดหลัง

ลดอาการบวมบริเวณปลายมือและปลายเท้า ช่วยให้การขับถ่ายดีขึ้นลดอาการท้องผูก ลดอาการตะคริวและช่วยให้การนอนหลับดีขึ้นเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สามารถสร้างความสนุกสนาน และยังเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายได้เป็นอย่างดี

การออกกำลังกายในน้ำเป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่ถูกจำกัดการออกกำลังกาย ผู้ที่มีปัญหา กล้ามเนื้อและกระดูก ผู้ที่ไม่สามารถลงน้ำหนักแรงกระแทกได้เต็มที่ รวมไปถึงผู้สูงอายุด้วย เมื่อออกกำลังกายในน้ำ แรงลอยตัวจะช่วยให้การเคลื่อนไหวในทิศทางขึ้นด้านแรงดึงดูดโลก สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มระดับการเคลื่อนที่ในน้ำโดยเป็นทั้งตัวช่วย (assistance) ตัวเสริม (support) หรือ ตัวต้านทานต่อการเคลื่อนที่ (resistance) ความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ในน้ำมีความสัมพันธ์ โดยตรงกับความเร็วของการเคลื่อนไหว เมื่อเพิ่มความเร็วมากขึ้นจะทำให้ความต้านทานเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มความต้านทานทำได้โดยการเพิ่มความกว้างหรือเพิ่มพื้นที่ผิวได้เช่นกัน เช่น การสวมตีนกบ ที่เท้า สามารถทำให้ว่ายน้ำได้เร็วขึ้น เพราะตีนกบช่วยเพิ่มแรงต้านต่อการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า การเคลื่อนไหวในน้ำจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีอิทธิพลมาจาก แรงต้านทาน 3 ชนิด คือ แรงต้านทานต่อการเคลื่อนที่ผ่านเป็นรูปแบบ (form drag) แรงต้านทานต่อการเคลื่อนที่ผ่านแบบ คลื่น (wave drag) และแรงต้านทานต่อการเคลื่อนที่ผ่านแบบเสียดทาน (frictional drag)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดความแข็งแรง (Isokinetic) ยี่ห้อ Biodex รุ่น Biodex System 3 ประเทศสหรัฐอเมริกา
2. Metronome ยี่ห้อ Samick ประเทศไต้หวัน
3. รองเท้า (Footwear)
4. นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Casio ประเทศจีน
5. เครื่องวัดการทรงตัว ยี่ห้อ Bertec รุ่น BalanceCheck™ ประเทศสหรัฐอเมริกา
6. ใบบันทึกผล

วิธีการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากกลุ่มประชากรผู้สูงวัยเพศหญิงจำนวน 38 คน ซึ่งเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่มีอายุระหว่าง 56 – 65 ปี โดยมีขั้นตอนได้มาของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. รวบรวมรายชื่อบุคลากรเพศหญิงของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่มีอายุระหว่าง 56 – 65 ปี จำนวน 103 คน
2. ส่งจดหมายและแบบสอบถามประเมินสุขภาพจาก คณะวิทยาศาสตร์การกีฬามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ส่งไปยังบุคลากรเพศหญิงของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต

บางเซน ที่มีอายุระหว่าง 56 – 65 ปี โดยประชากรเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติตรงตามแบบสอบถาม ประเมินสุขภาพตามเงื่อนไข (ภาคผนวก ก) จำนวน 38 คน

3. สุ่มตัวอย่างความน่าจะเป็นแบบ สุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ด้วยวิธี จับฉลาก เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดลอง จำนวน 20 คน ทำการทดสอบความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อต้นขาด้วยเครื่อง Biodex เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธี randomly assignment กลุ่มละ 10 คน ดังนี้

กลุ่มเท้าเปล่า	ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า
กลุ่มใส่รองเท้า	ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า (footwear)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า (ภาคผนวก จ)
2. โปรแกรมฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า (footwear) (ภาคผนวก จ)

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับ วิธีการ อุปกรณ์ และสถานที่ ที่ใช้ทำงานวิจัย
2. ออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำลึกในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56 – 65 ปี
3. เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
4. เสนอโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำลึกในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56 – 65 ปี ต่อผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ง) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
5. นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข แล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ เพื่อจัดทำเป็นโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำลึกในผู้สูงวัยอายุ 56 – 65 ปี

ขั้นตอนดำเนินการ

1. ส่งจดหมายถึงกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ซึ่งเป็นผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี ของบุคลากรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่ได้มีจากการสุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงรายละเอียดการเข้าร่วมวิจัย
2. ติดต่อประสานงานเรื่องการขอใช้สระว่ายน้ำ ศูนย์สุขภาพโรงพยาบาลวิภาวดี เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์
3. ติดต่อสถานพยาบาลเพื่อตรวจสอบสุขภาพผู้เข้าร่วมวิจัย และเมื่อมีเหตุฉุกเฉินในช่วงที่ทำวิจัย
4. ติดต่อขอใช้เครื่องมือทดสอบสมรรถภาพ ผู้เข้าร่วมวิจัย

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นัดประชุมและชี้แจงขั้นตอนต่างๆ ในการวิจัยให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องทราบเพื่อเข้าใจตรงกัน ประกอบด้วย
 - 1.1 ระยะเวลาในการเข้าร่วมวิจัย
 - 1.2 เงื่อนไขในการวิจัย
 - 1.3 ความปลอดภัย ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มความปลอดภัยในการทดลองเพื่อคอยดูแลรักษา ความปลอดภัยแก่ผู้เข้าร่วมวิจัยตลอดระยะเวลาที่เข้าร่วมวิจัย ประกอบด้วย
 - 1.3.1 มีทีมงานผู้ดูแลความปลอดภัย (Life guard) คอยดูแลรักษาความปลอดภัย ในขณะที่ออกกำลังกายในน้ำลึกแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย โดยทีมงานผู้ดูแลความปลอดภัย (life guard) เป็นบุคคลที่ผ่านการอบรมการปฐมพยาบาล และผ่านการฝึกซ้อมแผนกู้ภัย

1.3.2 มีอุปกรณ์ช่วยพยุงตัวและเพื่อความปลอดภัยในขณะที่ออกกำลังกายในน้ำ ให้แก่ผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทุกท่าน

1.3.3 มีอุปกรณ์กักทางน้ำจำนวนเพียงพอและได้มาตรฐาน

1.3.4 มีการตรวจสอบ อุปกรณ์กักทางน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองอื่นๆ ก่อนทำการทดลองทุกครั้ง

1.3.5 สถานที่ทำการวิจัยอยู่ที่ศูนย์สุขภาพโรงพยาบาลวิภาวดี โดยได้ประสานงานกับทางโรงพยาบาลเมื่อมีเหตุฉุกเฉิน

1.4 ขั้นตอนของการฝึก การทดสอบความแข็งแรงและการทรงตัว

2. ทดสอบสมรรถภาพ ผู้เข้าร่วมวิจัย ก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

กลุ่มตัวอย่างกรอกข้อมูลพื้นฐาน ชื่อ วันเดือนปี(เกิด) ลงในใบบันทึก หลังจากนั้นทดสอบสมรรถภาพตามลำดับดังนี้

2.1 นิ่งพัก 20 นาที หลังจากนั้นวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และวัดความดันโลหิต

2.2 ผู้ถูกทดสอบ ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง

2.3 ผู้ถูกทดสอบยืนบนฐานวัดการทรงตัวด้วยเครื่อง BalanceCheck™ แบบอยู่กับที่ และลื่นตา ลำตัวตรงมองตรงไปข้างหน้าเป็นเวลา 10 วินาที (ภาคผนวก ค)

2.4 ผู้ถูกทดสอบนั่งบนเครื่องทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบ Isokinetic ด้วยเครื่อง Biodex รุ่น Biodex system 3 ปรับเบาะพิงด้านหลังและเบาะนั่ง ตั้งโปรแกรมและติดอุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย ทดลองเตะขาขึ้นลงก่อน หลังจากนั้นผู้เข้ารับการทดสอบเตะขาขึ้นลง 3 ครั้งด้วยแรงสูงสุดที่ 90° ที่สามารถจะปฏิบัติได้ (ภาคผนวก ข)

2.5 บันทึกผลการทดสอบ

3. กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึก

3.1 กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า (ภาคผนวก จ) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน ในวัน จันทร์ พุธ ศุกร์ เวลา 7.00-7.40 น. เป็นเวลา 40 นาที

3.2 กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึก ด้วยรองเท้า (footwear) (ภาคผนวก จ) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน ในวัน จันทร์ พุธ ศุกร์ เวลา 7.00-7.40 น. เป็นเวลา 40 นาที

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิต ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ต้นขา และการทรงตัวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา ระหว่างกลุ่ม ฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า (footwear) ก่อน การฝึกและภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติ unpaired t-test ในการวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าการทรงตัว ระหว่างกลุ่มการฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึก ด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า (footwear) ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (one-way analysis of covariance ANCOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัว ภายในกลุ่มการฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และภายในกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วย รองเท้า (footwear) ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้การวิเคราะห์ paired t-test ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย

สถานที่

สระว่ายน้ำ ศูนย์สุขภาพโรงพยาบาลวิภาวดี (สระลึก 1.40 เมตร)

ระยะเวลาในการทำวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2550

ผลและวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และผลของโปรแกรมการฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าในผู้สูงวัยเพศหญิง อายุ 56-65 ปี ซึ่งเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่มีคุณสมบัติตรงตามแบบสอบถามประเมินสุขภาพตามเงื่อนไข จำนวน 38 คน ทำการสุ่มตัวอย่างโดยการจับฉลากเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้ผ่านการตรวจสุขภาพจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ หลังจากนั้นจึงแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน โดยทำการสุ่มแบบจัดเข้ากลุ่ม กลุ่มเท้าเปล่า ให้ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า กลุ่มใส่รองเท้า ให้ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึกด้วยรองเท้า ทั้ง 2 กลุ่มทำการฝึกตามโปรแกรม สัปดาห์ละ 3 วัน คือ จันทร์ พุธ ศุกร์ นาน 40 นาที เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการบันทึกข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ด้วยเครื่อง Biodex บันทึกข้อมูลการทรงตัวหน้าหลัง (แบบอยู่กับที่และล้มตา) และความมั่นคงในการทรงตัว (แบบอยู่กับที่และล้มตา) ด้วยเครื่อง BalanceCheck™ ทั้งก่อนและหลังโปรแกรมการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ อายุ ค่าสุด 56 ปี สูงสุด 65 ปี น้ำหนัก ค่าสุด 47.8 กิโลกรัม สูงสุด 76.4 กิโลกรัม ส่วนสูง ค่าสุด 143 เซนติเมตร สูงสุด 162 เซนติเมตร อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ค่าสุด 72 ครั้ง/นาที สูงสุด 96 ครั้ง/นาที และความดันโลหิต Systolic ค่าสุด 100 มิลลิเมตรปรอท สูงสุด 140 มิลลิเมตรปรอท ความดันโลหิต Diastolic ค่าสุด 70 มิลลิเมตรปรอท สูงสุด 90 มิลลิเมตรปรอท ในขณะออกกำลังกายช่วงเสริมสร้างความแข็งแรงเป็นเวลา 20 นาที ของสัปดาห์ที่ 1-4 มีอัตราการเต้นหัวใจในกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่ามีค่า 66.79 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีค่า 71.69 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ส่วนในสัปดาห์ที่ 5-8 ของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่ามีค่า 68.02 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีค่า 72.94 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ในการวิเคราะห์ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ใช้สถิติ unpaired t-test ส่วนการวิเคราะห์การทรงตัวหน้าหลังและความมั่นคงในการทรงตัว ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (one-way analysis of covariance ANCOVA) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม และใช้สถิติ paired t-test ในการวิเคราะห์ข้อมูลภายในกลุ่ม ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นำข้อมูลที่บันทึกได้มานำเสนอในรูปแบบตารางและกราฟดังนี้

ผล

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิต

(n=20)				
การทดสอบ	กลุ่มเท้าเปล่า	กลุ่มใส่รองเท้า	t	p
อายุ (ปี)	58.30 $\pm$ 0.73	59.60 $\pm$ 0.85	-1.163	.260
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	60.65 $\pm$ 2.42	61.34 $\pm$ 2.36	-.204	.841
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	154.60 $\pm$ 1.66	155.00 $\pm$ 0.93	-.210	.836
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	81.80 $\pm$ 1.62	80.70 $\pm$ 2.08	.418	.681
ความดันโลหิต Systolic (มิลลิเมตรปรอท)	121.00 $\pm$ 2.33	122.00 $\pm$ 4.42	-.200	.844
ความดันโลหิต Diastolic (มิลลิเมตรปรอท)	78.00 $\pm$ 2.49	79.00 $\pm$ 2.77	-.268	.791

* $p < .05$ ($t_{18}=2.101$)

จากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้สถิติ unpaired t-test วิเคราะห์ข้อมูลของ อายุ น้ำหนักส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิตพบว่าไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวหน้าหลัง และความมั่นคงในการทรงตัว ก่อนการฝึกของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

(n = 20)

สมรรถภาพทางกาย	กลุ่มเท้าเปล่า	กลุ่มใส่รองเท้า	t	p
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (นิวตันเมตร)	80.45 ± 8.06	81.80 ± 5.33	-1.140	.890
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (นิวตันเมตร)	35.98 ± 4.22	31.04 ± 3.02	.952	.354
การทรงตัวหน้าหลัง (เซนติเมตร)	0.56 ± 0.03	0.80 ± 0.05	-3.774	.001*
ความมั่นคงในการทรงตัว (%)	93.85 ± 0.36	91.19 ± 0.54	4.099	.001*

* $p < .05$ ($t_{18} = 2.101$)

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า ก่อนการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แต่สำหรับค่าเฉลี่ยการทรงตัวหน้าหลัง และความมั่นคงในการทรงตัวของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม พบว่ากลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า ก่อนการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

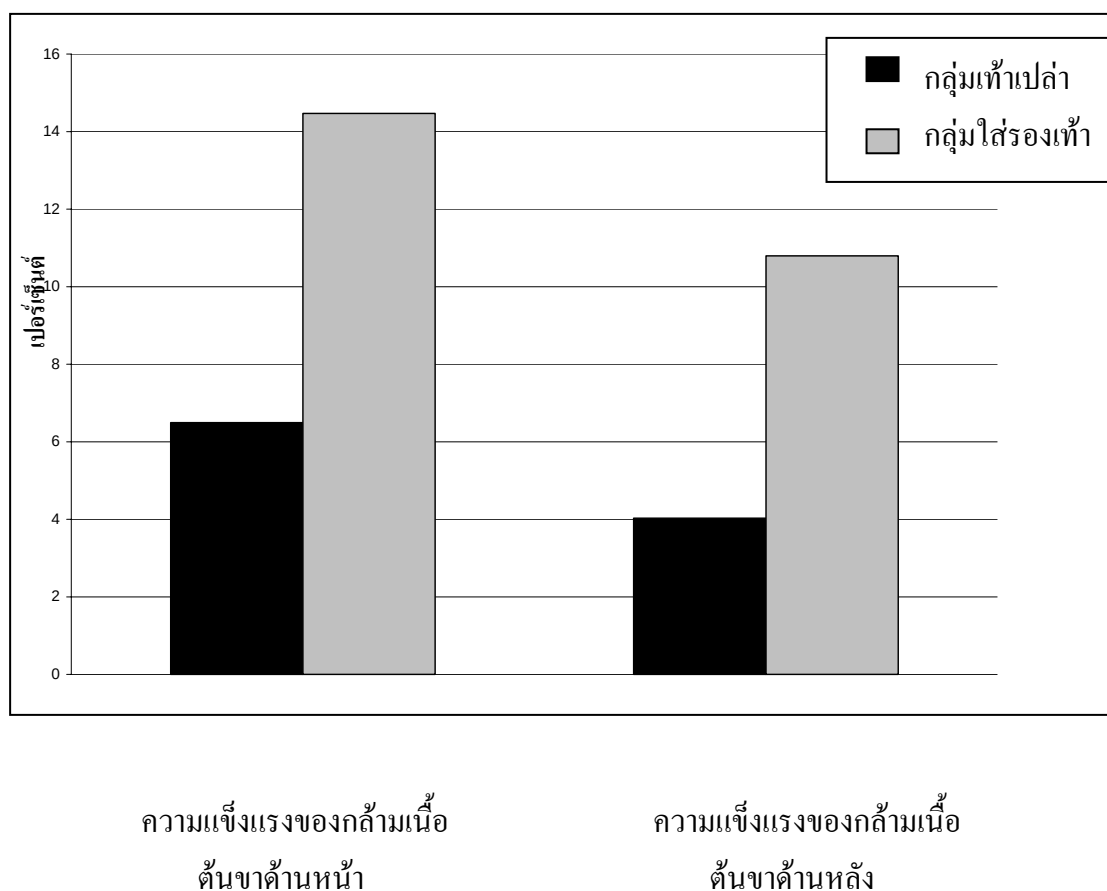
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

(n = 20)

สมรรถภาพทางกาย	กลุ่มเท้าเปล่า	กลุ่มใส่รองเท้า	t	p
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (นิวตันเมตร)	85.68 ± 7.15	93.64 ± 3.46	-2.150	.045*
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (นิวตันเมตร)	37.43 ± 2.97	34.39 ± 2.49	.952	.066

* $p < .05$ ($t_{18} = 2.101$)

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ระหว่างกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีแนวโน้มว่ากลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพที่ 1 แสดงอัตราการย่อยลงของการเปลี่ยนแปลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหน้า และ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหลัง ของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า หลังการฝึก 8 สัปดาห์

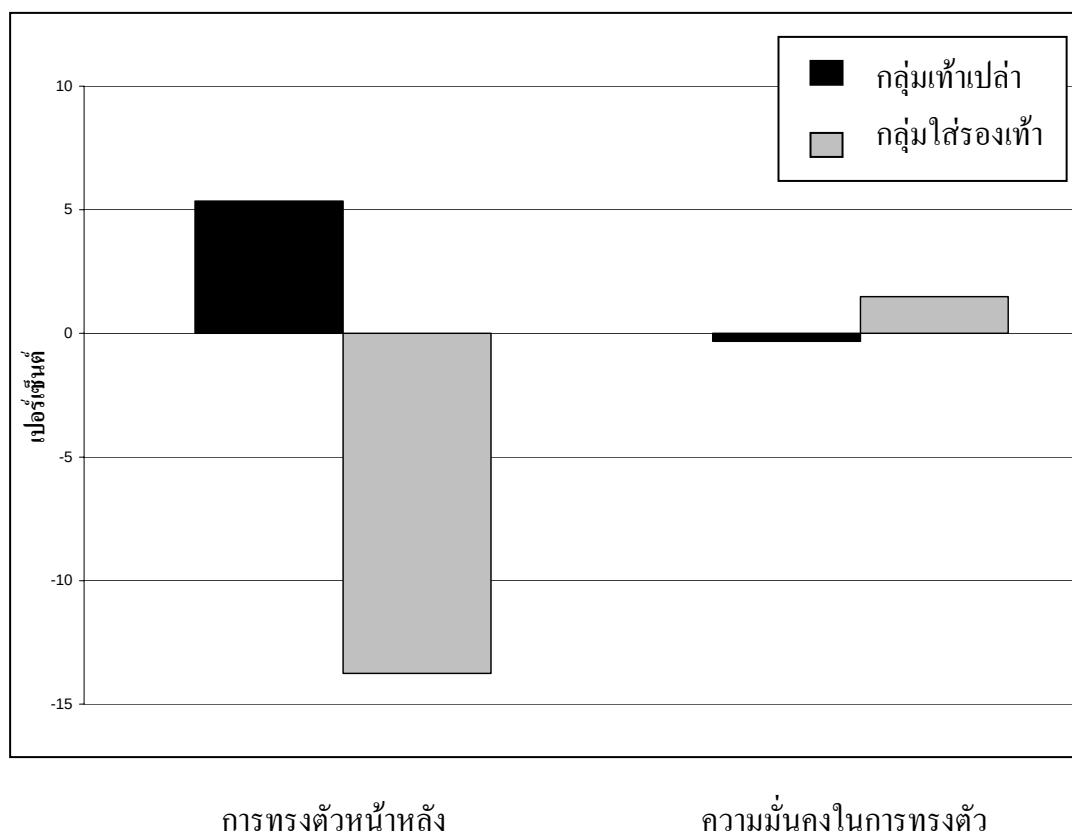
จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าอัตราการย่อยลงของการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหลัง (วิธีคำนวณดังตารางภาคผนวกที่ ฅ3 และ ฅ4) ของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีค่า 14.47 เปอร์เซ็นต์ และ 10.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่ามีค่า 6.50 เปอร์เซ็นต์ และ 4.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของการทรงตัวน้ำหนัก
และความมั่นคงในการทรงตัว ก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของ
กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	การทรงตัวน้ำหนัก (เซนติเมตร)		ความมั่นคงในการทรงตัว (%)	
	ก่อนการฝึก	สัปดาห์ที่ 8 [@]	ก่อนการฝึก	สัปดาห์ที่ 8 [@]
กลุ่มเท้าเปล่า	0.56 $\pm$ 0.03	0.59 $\pm$ 0.06	93.85 $\pm$ 0.36	93.53 $\pm$ 0.59
กลุ่มใส่รองเท้า	0.80 $\pm$ 0.05	0.69 $\pm$ 0.08	91.19 $\pm$ 0.54	92.55 $\pm$ 0.85

หมายเหตุ @ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว
(ANCOVA)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการทรงตัว
น้ำหนักและความมั่นคงในการทรงตัว ระหว่างกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและ
กลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05



ภาพที่ 2 แสดงอัตราร้อยละของการเปลี่ยนแปลง การทรงตัวหน้าหลัง และความมั่นคงในการทรงตัวของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า หลังการฝึก 8 สัปดาห์

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าอัตราร้อยละของการเปลี่ยนแปลงการทรงตัวหน้าหลัง และความมั่นคงในการทรงตัว (วิธีคำนวณดังตารางภาคผนวกที่ ๓ และ ๔) ของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีค่า -13.75 เปอร์เซ็นต์ และ 1.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่ามีค่า 5.36 เปอร์เซ็นต์ และ -0.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่จากกราฟจะสังเกตได้ว่า การทรงตัวหน้าหลัง ของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีค่าลดลง ทั้งนี้ เนื่องมาจากการทรงตัวหน้าหลังเป็นการวัดระยะทางที่เปลี่ยนไปซึ่งค่าที่น้อยแสดงว่า ร่างกายสามารถควบคุมการทรงตัวหน้าหลังได้ดี ส่วนเปอร์เซ็นต์ความมั่นคงในการทรงตัวที่มีค่ามากขึ้น แสดงว่าสามารถควบคุมการทรงตัวของร่างกายได้ดีขึ้นเช่นกัน

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวหน้าหลัง และความมั่นคงในการทรงตัว ก่อนการฝึก และภายหลังการฝึก ของกลุ่มเท้าเปล่า

(n = 10)

สมรรถภาพทางกาย	ก่อนฝึก	หลังฝึก	t	p
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (นิวตันเมตร)	80.45 ± 8.06	85.68 ± 7.15	-4.172	.002*
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (นิวตันเมตร)	35.98 ± 4.22	37.43 ± 2.97	-.747	.474
การทรงตัวหน้าหลัง (เซนติเมตร)	0.56 ± 0.03	0.59 ± 0.06	-.380	.713
ความมั่นคงในการทรงตัว (%)	93.85 ± 0.36	93.53 ± 0.59	.389	.706

* $p < .05$ ($t_9 = 2.262$)

จากตารางที่ 5 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่า ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่ามีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนฝึก ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวหน้าหลังและความมั่นคงในการทรงตัว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวหน้าหลัง และความมั่นคงในการทรงตัว ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก ของกลุ่มที่ใส่รองเท้า

(n = 10)

สมรรถภาพทางกาย	ก่อนฝึก	หลังฝึก	t	p
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (นิวตันเมตร)	81.80 ± 5.33	93.64 ± 3.46	-3.116	.012*
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (นิวตันเมตร)	31.04 ± 3.02	34.39 ± 2.49	-1.678	.128
การทรงตัวหน้าหลัง (เซนติเมตร)	0.80 ± 0.05	0.69 ± 0.08	1.435	.185
ความมั่นคงในการทรงตัว (%)	91.19 ± 0.54	92.55 ± 0.85	-1.583	.148

* $p < .05$ ($t_9 = 2.262$)

จากตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่าภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ต้นขาด้านหน้าของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวหน้าหลังและความมั่นคงในการทรงตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิจารณ์

กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า ก่อนการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พบว่าค่าเฉลี่ยการทรงตัวน้ำหนักหลัง และความมั่นคงในการทรงตัวของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า ก่อนการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มพบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ระหว่างกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากกว่ากลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีผลต่อประสิทธิภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ซึ่งเป็นผลมาจากแรงต้านของรองเท้าที่ส่งผลต่อการพัฒนาความแข็งแรง Poyhonen et al. (2001) กล่าวว่าตามหลัก hydrodynamic แรงต้านทานการเคลื่อนไหวในน้ำจะขึ้นกับขนาดและรูปร่างของผิวหน้าวัตถุและแปรผกผันกับความเร็ว เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แรงต้านจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า ดังนั้นเมื่อใส่รองเท้า (footwear) ออกกำลังกายในน้ำลึก (ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.64 นิวตันเมตร) กล้ามเนื้อต้นขาจึงต้องเพิ่มความพยายามมากกว่ากลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า (ความแข็งแรงของต้นขาด้านหน้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.68 นิวตันเมตร) เพื่อที่จะเอาชนะแรงต้านที่เพิ่มมากขึ้นตามพื้นที่ของรองเท้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 20 x 30 ตารางเซนติเมตร ในขณะที่ก้าวขึ้นลง รวมทั้งจะต้องเอาชนะความหนืดของน้ำและแรงลอยตัวของรองเท้าซึ่งมีค่าเท่ากับ 20.85 นิวตันต่อครั้ง (ภาคผนวก จ) การก้าวขึ้นลงในน้ำลึกกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps muscles) จะมีหน้าที่หลักในการพยายามกดเท้าลงให้มากกว่าแรงลอยตัวและแรงต้าน

ส่วนกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstring muscles) ทำงานเป็นหลักในขณะที่ยกเท้าขึ้น (Thompson, 1998) เป็นการเคลื่อนไหวในทิศทางเดียวกับแรงลอยตัว ขณะเคลื่อนไหวเกิดความแตกต่างของความดันน้ำด้านบนกับด้านล่างทำให้เกิดเป็นแรงต้านซึ่งขึ้นกับพื้นที่หน้าตัดของรองเท้าและความเร็วในการเคลื่อนไหว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังจึงมีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาเพียงเล็กน้อย (ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.43 นิวตันเมตร และในกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.39 นิวตันเมตร) ทำให้ไม่พบความแตกต่างจากกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า งานวิจัยนี้สอดคล้องกับ Takeshima et al., (2002) ที่ได้ศึกษาถึงการตอบสนองทางสรีระ ในผู้หญิงสูงอายุ 60-75 ปีในการออกกำลังกายในน้ำ โดยแบ่งกลุ่มผู้สูงอายุออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ออกกำลังกายในน้ำ และกลุ่มควบคุม ทำการฝึกโดยใช้อุปกรณ์ finbell และ leg pads เป็นแรงต้าน โดยมีโปรแกรมการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ครั้งละ 70 นาที เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าการออกกำลังกายในน้ำสามารถเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนได้ดียิ่งขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และช่วยพัฒนาสัดส่วนร่างกาย ความคล่องแคล่วว่องไว ความอ่อนตัว รวมไปถึงลดการบาดเจ็บจากการลื่นได้

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกของกลุ่มเท้าเปล่า พบว่าภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังไม่เปลี่ยนแปลง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ก่อนฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.45 นิวตันเมตร ภายหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.68 นิวตันเมตร ที่เพิ่มขึ้นจากก่อนฝึกอาจเนื่องมาจากโปรแกรมและระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 8 สัปดาห์ มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า แสดงว่าแรงต้านที่เกิดขึ้นจากการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าก็เพียงพอที่จะสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าได้ ซึ่งเจริญ (2548) ได้กล่าวว่า การกระตุ้นการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อโดยใช้หลักการเพิ่มความหนักในการฝึกมากกว่าปกติ (overload) ในลักษณะของการเพิ่มแรงต้านมากขึ้นเรื่อยๆ สามารถพัฒนาความแข็งแรงได้ โปรแกรมการฝึก (ภาคผนวก จ) ที่ให้มีการปรับจำนวนเซตและจำนวนครั้งในการฝึกเพิ่มมากขึ้น สัปดาห์ที่ 1-4 ให้ความเร็วที่ 88 ครั้ง/นาที จำนวน 10 เซต ในสัปดาห์ที่ 5-8 ให้ความเร็วที่ 104 ครั้ง/นาที จำนวน 12 เซต ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ปฏิบัติ 20 ครั้ง/เซต/1ข้าง ตามลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อ การก้าวขาขึ้นต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps muscles) เป็นส่วนมาก จึงเป็นการพัฒนากล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และทำให้เห็นถึงความแตกต่างจากก่อน

การฝึก ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังก่อนฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.98 นิวตันเมตร ภายหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.43 นิวตันเมตร โปรแกรมการฝึกมีการปรับจำนวนเซตและจำนวนครั้งทำให้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีความแข็งแรงมากขึ้นแต่ลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อในการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstring muscles) จะทำงานเป็นหลักในขณะที่ยกเท้าขึ้น แต่เนื่องจากมีแรงลอยตัวที่กระทำต่อเท้าเปล่าช่วยให้ยกเท้าได้ง่ายขึ้นกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังจึงออกแรงได้ไม่เต็มที่ทำให้ไม่เห็นถึงความแตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกของกลุ่มที่ใส่รองเท้า พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่าภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ต้นขาด้านหน้า ก่อนฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.80 นิวตันเมตร ภายหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.64 นิวตันเมตร ค่าที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากโปรแกรมและระยะเวลาที่ให้ในการฝึก 8 สัปดาห์ มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ด้วยคุณสมบัติของรองเท้าทำให้เกิดแรงดันจากน้ำและแรงลอยตัว ที่เพิ่มขึ้นจากปกติ (เท้าเปล่า) ทำให้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าต้องออกแรงมากขึ้น เมื่อโปรแกรมการฝึก (ภาคผนวก จ) มีการปรับจำนวนเซต และจำนวนครั้งในการฝึกเพิ่มมากขึ้น สัปดาห์ที่ 1-4 ให้ความเร็วที่ 88 ครั้ง/นาที จำนวน 10 เซตสัปดาห์ที่ 5-8 ให้ความเร็วที่ 104 ครั้ง/นาที จำนวน 12 เซต ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ปฏิบัติ 20 ครั้ง/เซต/1ข้าง ส่งผลให้มีการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ American College of Sports Medicine (ACSM), 1998 ที่ต้องการส่งเสริมให้มีการพัฒนาความแข็งแรง เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุ ซึ่งการฝึกแรงต้านที่ระดับปานกลางและหนักสามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ (Frontera et al., 1988) ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังก่อนฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.04 นิวตันเมตร ภายหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.39 นิวตันเมตร โปรแกรมการฝึกมีการปรับจำนวนเซตและจำนวนครั้งทำให้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีความแข็งแรงพัฒนาขึ้น ซึ่งในลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อโดยการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstring muscles) จะทำงานเป็นหลักในขณะที่ยกเท้าขึ้น แต่เนื่องจากมีแรงลอยตัวที่กระทำต่อรองเท้าช่วยให้ยกเท้าได้ง่ายขึ้นกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังจึงออกแรงได้ไม่เต็มที่ ทำให้ไม่เห็นถึงความแตกต่างกัน

การทรงตัว

เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการทรงตัวน้ำหลังและความมั่นคงในการทรงตัวระหว่างกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าการพัฒนาการทรงตัวน้ำหลังในกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่ามีค่าเฉลี่ย 0.59 เซนติเมตร กลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีค่าเฉลี่ย 0.69 เซนติเมตร ในการวัดการทรงตัวน้ำหลังเป็นการวัดระยะทางที่เปลี่ยนไป พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งค่านี้น้อยแสดงว่าร่างกายสามารถควบคุมการทรงตัวน้ำหลังได้ดี แต่จากค่าสถิติพบว่าการทรงตัวน้ำหลังของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความมั่นคงในการทรงตัวในกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่ามีค่าเฉลี่ย 93.53 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้ามีค่าเฉลี่ย 92.55 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ ความมั่นคงในการทรงตัวที่มีค่ามากแสดงว่าสามารถควบคุมการทรงตัวของร่างกายได้ดี จากค่าสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ความมั่นคงในการทรงตัวของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากคุณสมบัติของน้ำโดยสาเหตุหลักมาจากผลกระทบของแรงลอยตัว (buoyancy) และแรงต้าน (Pao, 1961) ที่ต้องพยายามควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวในขณะที่ออกกำลังกายในน้ำลึก ซึ่งพบว่าการฝึกด้วยรองเท้าและเท้าเปล่ามีผลต่อการควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวใกล้เคียงกัน อาจเป็นไปได้ว่าการเรียนรู้จากการที่ได้ปฏิบัติ (motor learning) (Rose and Clark, 2000) ส่งผลต่อทักษะในการทรงตัวของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าให้เวลาในการฝึกเพิ่มมากขึ้นรวมทั้งเพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น อาจทำให้เห็นถึงความแตกต่างในการทรงตัวของทั้งสองกลุ่มได้ชัดเจนขึ้น Deverux et al. (2005) ได้ประเมินโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำกับโปรแกรมความเชื่อมั่นที่ส่งผลต่อการทรงตัวและความกลัวการหกล้มในผู้สูงอายุเพศหญิง 65 ปี การที่มีกิจกรรมเสริมสร้างสมรรถภาพไม่เพียงแต่ช่วยให้มีสมรรถภาพทางกายที่ดีเพียงอย่างเดียว แต่ยังช่วยเสริมให้ผู้สูงอายุเกิดความมั่นใจในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ลดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้ม การส่งเสริมความเชื่อมั่นเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยลดความกลัวในการหกล้มซึ่งเป็นประโยชน์มากต่อผู้สูงอายุ (Cumming et al, 2000) งานวิจัยของ Simmon and Hansen (1996) พบว่า ผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายในน้ำมีสมรรถภาพร่างกายดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายบนพื้นดิน ช่วยให้ผู้สูงอายุมีการทรงตัวดีขึ้น ซึ่งพบว่าการออกกำลังกายในน้ำมีผลทำให้มุมการเคลื่อนไหวกว้างขึ้น เพิ่มความยืดหยุ่นของร่างกาย โดยลดความเสี่ยงต่อการล้มและลดการบาดเจ็บ โดยพบว่าข้อต่อของข้อไหล่มีมุมในการเคลื่อนไหวดีขึ้น การพัฒนาช่วงของการเคลื่อนไหวร่วมกับ

การรักษาการทรงตัว (leaning balance) จะช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ดีขึ้น (Lord et al. 2006)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย การทรงตัวน้ำหนัก และความมั่นคงในการทรงตัว ก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกของกลุ่มเท้าเปล่า พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการทรงตัวน้ำหนักมีค่าเฉลี่ยก่อนฝึกเท่ากับ 0.56 เซนติเมตร ภายหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 เซนติเมตร ส่วนความมั่นคงในการทรงตัวก่อนฝึกมีค่าเฉลี่ย 93.85 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ย 93.53 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าพบว่าการทรงตัวน้ำหนักไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นผลมาจากแรงลอยตัว (buoyancy) และแรงต้านทานจากน้ำที่กระทำต่อเท้าเปล่า (Pao, 1961) อาจยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาการทรงตัว จากสภาพการทรงตัวที่ดียู่ก่อนแล้วจึงไม่เห็นถึงความแตกต่างกัน ดังนั้น ถ้าให้เวลาในการฝึกเพิ่มมากขึ้นรวมทั้งเพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น อาจทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงการทรงตัวที่ชัดเจนขึ้นได้

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการทรงตัวน้ำหนัก และความมั่นคงในการทรงตัว ก่อนการฝึกและ ภายหลังการฝึก ของกลุ่มที่ใส่รองเท้า พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่าการทรงตัวน้ำหนักมีค่าเฉลี่ยก่อนฝึกเท่ากับ 0.80 เซนติเมตร และภายหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.69 เซนติเมตร ส่วนความมั่นคงในการทรงตัวก่อนฝึกมีค่าเฉลี่ย 91.19 เปอร์เซ็นต์ และ ภายหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ย 92.55 เปอร์เซ็นต์ ชูศักดิ์ (2536) กล่าวว่า ร่างกายรับรู้เกี่ยวกับการทรงตัว ต้องอาศัย receptor ซึ่งอยู่บริเวณใกล้หูชั้นใน และทางนัยน์ตาซึ่งทำหน้าที่รับภาพภายนอกเพื่อปรับ ทำทางของร่างกาย รวมทั้งต้องอาศัย receptor ของ somatosensory system ที่ประกอบด้วย receptor ในกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ เพื่อส่งผลการตอบสนองความสั้นความยาวของกล้ามเนื้อ ความตึงของเอ็น และมุมของข้อต่อ ดังนั้นเมื่อได้มีการฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าจึงอาจทำให้ receptor ในกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ เกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติส่งผลให้มีความสามารถในการปรับท่าทาง การทรงตัว แต่จากการทดลองในครั้งนี้พบว่าระยะเวลาเพียง 8 สัปดาห์ ไม่สามารถพัฒนาการทรงตัว น้ำหนักและความมั่นคงในการทรงตัวได้ดังนั้นถ้าให้เวลาในการฝึกเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งเพิ่มกลุ่ม ตัวอย่างให้มากขึ้น อาจทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงการทรงตัวที่ชัดเจนขึ้นได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาผลของการฝึกการก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและการทรงตัวในผู้สูงวัยเพศหญิงอายุ 56-65 ปี ในช่วงระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบผลการวิจัยระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม ของกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า พบว่า

1. ภายหลังจากฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าระหว่างกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่ใส่รองเท้ามีความแข็งแรงมากกว่ากลุ่มเท้าเปล่า ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวหน้าหลัง ความมั่นคงในการทรงตัวระหว่างกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อนการฝึกและภายหลังจากฝึก 8 สัปดาห์ ผลของการฝึก ทำให้กลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าดีขึ้นจากก่อนฝึก ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง การทรงตัวหน้าหลัง ความมั่นคงในการทรงตัว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. ในการควบคุมโปรแกรมการออกกำลังกายในการวิจัยครั้งนี้ควรใช้มาตรวัดความเหนื่อย Rating of Perceived Exertion scale (RPE) ควบคู่ไปด้วยเนื่องจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายทำได้ไม่สะดวกดังนั้นจึงควรใช้มาตรวัดความเหนื่อยควบคู่ไปด้วยเพื่อป้องกันอันตรายต่อผู้เข้าร่วมวิจัย

2. การทดลองนี้ทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้วยเครื่อง Biodex และทดลองกับขาข้างที่ถนัดเพียงข้างเดียวซึ่งการใช้ชีวิตประจำวันจะใช้แรงจากกล้ามเนื้อขาทั้งสองข้าง จึงควรมีการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาทั้งสองข้างเพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่มีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการออกกำลังกายในน้ำลึกในผู้สูงอายุที่ใช้ระยะเวลานานกว่า 8 สัปดาห์ และควรเพิ่มกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 20 คนเพื่อจะได้เห็นความแตกต่างชัดเจนมากขึ้น

2. การทดสอบการทรงตัวในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสลิมาทรงตัวอยู่กับที่ ซึ่งในชีวิตประจำวันร่างกายมีทั้งทรงตัวอยู่กับที่และเคลื่อนไหว ครั้งต่อไปจึงควรมีการทดสอบการทรงตัวที่มีการเคลื่อนไหวในการทดสอบร่วมด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. 2531. คู่มือการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.
- คณะกรรมการส่งเสริมและประสานงานผู้สูงอายุแห่งชาติ. 2544. ร่างแผนผู้สูงอายุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2545-2546). โรงพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพมหานคร.
- จรัสวรรณ เทียนประภาส และ พัชรี ดันศิริ. 2536. การพยาบาลผู้สูงอายุ. โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม, กรุงเทพฯ.
- จรรยา สมิงวรรณ. 2550. ผลของการฝึกโยคะในน้ำและการฝึกโยคะบนบกที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและจิตในสตรี อายุ 50-59 ปี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจริญ กระบวนรัตน์. 2548. การฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชูศักดิ์ เวชแพทย์. 2536. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. ชรรคมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ณรงค์ จันทร์หอม. 2549. ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำลึกและการออกกำลังกายเพื่อการรักษาทั่วไปสำหรับการฟื้นฟูร่างกายหลังการผ่าตัดซ่อมสร้างเอ็นไขว้หน้าข้อเข่าระยะเฉียบพลัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- น้อมจิตต์ นวลเนตร. 2543. การทรงตัวในผู้สูงอายุ, น. 46-47. ใน สุทธิชัย จิตะพันธ์, บรรณาธิการ. วารสารวิชาการของสมาคมพัฒนาวิทยาและเวชศาสตร์ผู้สูงอายุไทย. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- บุญสืบ ศรีไชยยันต์. 2533. การเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย จิตใจ ในผู้สูงอายุ. วารสารสมาคมศิษย์เก่าพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข 2(4): 1-11.

พันทิพา สิ้นรัชตานันท์. 2537. การออกกำลังกายในน้ำ. สารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2 (11): 9-13.

วันดี โภคะกุล และ สมจินต์ โจมวัฒนะชัย. 2545. การออกกำลังกายทั่วไปและเฉพาะโรคผู้สูงอายุ. สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สมโภชน์ อิมเอิบ. 2545. ฟิสิกส์มหาวิทยาลัยไม่ยาก เล่ม 1. อนุกรมตำราฟิสิกส์และเทคโนโลยี. โรงพิมพ์ บ.ศ.พิจิตรการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

สุทธิชัย วิตะพันธ์กุล. 2541. ประชากรและผู้สูงอายุไทย. หลักสำคัญของเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุพิตร สมาชิกโต. 2541. สมรรถภาพของเด็กและการทดสอบสมรรถภาพทางกาย: เกี่ยวข้องกันอย่างไร. สารการศึกษา: การเรียนการสอน. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, วลัยภัท ภัทโรภาส, เพิ่มศักดิ์ สุริยจันทร์, สมพงษ์ วัฒนโศภกิจ, สิริพร ศศิณทลกุล, อภิลักษณ์ เทียนทอง, อำพร ศรียาภัย และนิรอมล มะกะเจ. 2548. การสร้างแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์การกีฬา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุริยา ณ นคร. 2538. แนวทางใหม่: การออกกำลังกายในน้ำยุคโลกาภิวัตน์. เอกสารประกอบคำบรรยายเชิงวิชาการ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

American College of Sports Medicine. 1998. Exercise and Physical Activity for Older Adults, pp. 550. In Takeshima N., M.E. Rogers, E. Watanabe, W.F. Brechue, A. Okada, T. Yamada, M.M. Islam, and J. Hayano. 2002. Water-Based Exercise Improves Health-Related Aspects of Fitness in Older Women. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 34 (3): 544-551.

American Red Cross. 1992. Swimming and Diving, pp. 23-32 *In* Koury, JM. 1996. **Aquatic Therapy Programming : Guidelines for Orthopedic Rehabilitation**. United Graphics, Philadelphia.

Astrand, P. and K. Rodahl. 1986. Textbox of Work Physiology, pp. 14-15. *In* Koury, J.M. 1996. **Aquatic Therapy Programming : Guidelines for Orthopedic Rehabilitation**. United Graphics, Philadelphia.

Bendall, M.J., E.J. Bassey, and M.B. Pearson. 1989. Factors affection walking speed of elderly people, pp. 550. *In* Takeshima N., M.E. Rogers, E. Watanabe, W.F. Brechue, A. Okada, T. Yamada, M.M. Islam, and J. Hayano. 2002. Water-Based Exercise Improves Health-Related Aspects of Fitness in Older Women. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 34 (3): 544-551.

Corbin, C.B. and R. Lindsey. 1998. Concepts of Physical Fitness with Laboratories, pp. 12-13. ใน ینگยุค ชาตรี. 2547. การเปรียบเทียบระหว่างการฝึกความแข็งแรงในน้ำกับการฝึกวิ่งจ็อกกิ้งที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Cumming, R.G., G. Salkeld, M. Thomas and G. Szonyi. 2000. Prospective Study of the Impact of Fear of Falling on Activities of Daily Living, SF-36 Scores, and Nursing Home Admission. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Science** 55: 299-305.

Devereux, K., D. Robertson, and N.K. Briffa. 2005. Effect of Water-Based Program on Women 65 year and Over: A Randomised Controlled Trial. **Australian Journal of Physiotherapy** 51: 102-108.

- Frontera, W.R., C.N. Meredith, K.P. O'Reilly, H.G. Knuttgen, and W.J. Evans. 1988. Strength Conditioning in Older Men: Skeletal Muscle Hypertrophy and Improved Function, pp. 550. *In* Takeshima, N., M.E. Rogers, E. Watanabe, W.F. Brechue, A. Okada, T. Yamada, M.M. Islam and J. Hayano. 2002. Water-Based Exercise Improves Health-Related Aspects of Fitness in Older Women. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 34 (3): 544-551.
- Koury, J.M. 1996. **Aquatic Therapy Programming : Guidelines for Orthopedic Rehabilitation**. United Graphics, Philadelphia.
- Lord, S.R., B. Matters and R.S. George. 2006. The Effect of Water Exercise on Physical Functioning in Older People. **Australasian Journal on Ageing** 25(1): 36-41.
- Pao, R.H.R. 1961. Fluid mechanics, pp. 13-32. *In* Koury J.M. 1996. **Aquatic Therapy Programming : Guidelines for Orthopedic Rehabilitation**. United Graphics, Philadelphia.
- Peter, D., V. Southard, C. Varga, W. Schauss and C. Gennaro and A. Reiss. 2003. The Effect of Land and Aquatic Exercise on Balance Scores in Older Adults. **Journal of Geriatric Physical Therapy** 26 (1): 3-6.
- Poyhonen, T., H. Kyrolainen, K.L. Keskinen, A. Hautala, J. Savolainen and E. Malkia. 2001. Electromyographic and Kinematic Analysis of Therapeutic Knee Exercises Under Water. **Clinical Biomechanics** 16: 496-504.
- _____, S. Sipila, K.L. Keskinen, A. Hautala, J. Savolainen and E. Malkia. 2002. Effects of Aquatic Resistance Training on Neuromuscular Performance in Healthy Women. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 34 (12): 2103-2109.

- Rose, D.J. and S. Clark. 2000. Can the control of bodily orientation be significantly improved in a group of older adults with a history of falls. **Journal of the American Geriatric Society** 48: 276-282.
- Ruoti, RG, J.T. Troup and R.A. Berger. 1994. The Effect of Nonswimming Water Exercises on Older Adults, pp. 2103 *In* Poyhonen, T., S. Sipila, L. Kari Keskinen, A. Hautala, J. Savolainen, and E. Malkia. 2002. Effects of Aquatic Resistance Training on Neuromuscular Performance in Healthy Women. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 34(12): 2103-2109.
- Sander, M. and N. Rippe. 1994. Probing the Depths of Water Fitness Research, pp 13-14. *In* Kravitz L., and JJ. Mayo **The Physiological Effects of Aquatic Exercise**. Available Source: <http://www.unm.edu/~lkravitz/Article%20folder/aqua.html>, September 22, 2005.
- Simmon and Hansen. 1996. Effectiveness of Water Exercise on Postural Mobility in the well Elderly: an Experimental Study On Balance Enhancement. **Journal of Gerontology** 51: 233-238.
- Sova, R. 1993. **Aquatics Activities Hand Book**. Jone and Bartlett Publishers, London.
- Takeshima, N., M.E. Rogers, E. Watanabe, W.F. Brechue, A. Okada, T. Yamada, M.M. Islam, and J. Hayano. 2002. Water-Based Exercise Improves Health-Related Aspects of Fitness in Older Women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 34 (3): 544-551.
- Thompson, C. W. 1998. **Manual of Structural of Kinesiology**. McGrill-Hill International editions.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบบันทึกข้อมูล

แบบสอบถามเพื่อประเมินสุขภาพ

ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล.....
 (วันเดือนปีเกิด) วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....ตำแหน่ง.....
 สังกัดคณะ.....ภาควิชา.....เบอร์โทร.....
 โทรสาร.....e-mail.....

สนใจเข้าร่วมโครงการออกกำลังกายในน้ำลึก และสามารถเข้าร่วมออกกำลังกาย 3 วันต่อสัปดาห์
 (จันทร์ พุธ ศุกร์) เวลาที่สะดวกมาออกกำลังกาย ☐ 7.00 – 8.00 น. ณ สระว่ายน้ำศูนย์สุขภาพ
 โรงพยาบาลวิภาวดี

ประวัติสุขภาพ: ปัจจุบันท่านมีปัญหาสุขภาพดังต่อไปนี้หรือไม่

โรคหัวใจ	☐ มี	☐ ไม่มี
อาการปวดรุนแรงที่หน้าอก	☐ มี	☐ ไม่มี
ความดันโลหิตสูง	☐ มี	☐ ไม่มี
โรคหอบหืด	☐ มี	☐ ไม่มี
โรคเบาหวาน	☐ มี	☐ ไม่มี
อาการปวดหลัง	☐ มี	☐ ไม่มี
อาการปวดเข่า	☐ มี	☐ ไม่มี
ไขมันในเลือดสูง	☐ มี	☐ ไม่มี
กระดูกพรุน	☐ มี	☐ ไม่มี
การผ่าตัดเมื่อเร็วๆนี้	☐ มี	☐ ไม่มี
ปัญหาสุขภาพอื่นๆ.....		
.....		
ว่ายน้ำ	☐ เป็น	☐ ไม่เป็น

น้ำหนักตัว.....กก. ส่วนสูง.....ซม.

แบบบันทึกการทดสอบสมรรถภาพ

โปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึกด้วยรองเท้า

(นาง/นางสาว).....นามสกุล.....
 (Miss/Mis).....Surname.....
 วัน/เดือน/ปี (เกิด).....น้ำหนัก.....ส่วนสูง.....
 HRครั้ง/นาที BP.....mmHg

ความแข็งแรงกล้ามเนื้อขา

Peak Torque (Extension) 90 DEG/SEC.....N-M

Peak Torque (Flexion) 90 DEG/SEC.....N-M

การทรงตัว

การทรงตัวหน้า-หลัง Anterior-Posterior CoP excursion..... (cm)

ความมั่นคงในการทรงตัว Stability Score(%)

ภาคผนวก ข

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาแบบ Isokinetic

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาแบบ Isokinetic

เครื่องมือ

1. เครื่องมือวัดความแข็งแรงขา โดยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบ Isokinetic ยี่ห้อ Biodex รุ่น Biodex System 3 ประเทศ สหรัฐอเมริกา
2. โบบันทึก

วิธีการ

1. จัดเครื่องให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะทดสอบ
2. ตั้งค่าของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาแบบ concentric contraction ไว้ที่ 90° / วินาที
3. ตั้งค่าของเครื่องในส่วนจำนวนครั้งในการปฏิบัติ 3 ครั้ง
4. เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบขึ้นนั่งบนเครื่องแล้วต้องปรับการนั่งของแต่ละคนให้เหมาะสม ปรับเบาะพิงด้านหลังและเบาะนั่งให้เข้ากับขา พร้อมกับต้องให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืนยันในการนั่งที่พร้อมในการทดสอบ ตรวจความพร้อมของการใส่เครื่องมือการวัดที่ขาและให้ผู้เข้ารับการทดสอบมีการทดลองเตะขาขึ้นลงก่อน
5. เริ่มทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาโดยให้สัญญาณเริ่ม และผู้เข้ารับการทดสอบเตะขาขึ้นลง 3 ครั้งด้วยแรงสูงสุดที่สามารถจะปฏิบัติได้
6. จดบันทึกค่าของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้านหน้า และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังซึ่งค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้านหน้า เป็นค่าที่วัดได้จากการเตะขาไปด้านหน้าเข้าเหยียดออก ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้านหลัง เป็นค่าที่วัดได้จากการเตะขาไปด้านหลังเข่างอ บันทึกค่าที่มากที่สุดจากการเตะ 3 ครั้ง หน่วยเป็นนิวตันเมตร
7. กลายอุปกรณ์ พร้อมทดสอบรายต่อไป



ภาพผนวกที่ ข1 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

ภาคผนวก ค
การทดสอบการทรงตัว

การทดสอบการทรงตัว

เครื่องมือ

1. เครื่องมือวัดการทรงตัว ยี่ห้อ Bertec รุ่น BalanceCheck™ ประเทศสหรัฐอเมริกา
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ BalanceCheck™
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. โบบันทึก

วิธีการ

1. ลงบันทึก ชื่อ-นามสกุล วันเดือนปีเกิด ส่วนสูง ลงในคอมพิวเตอร์
2. เลือกวิธีการทดสอบจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ BalanceCheck™ แบบ Normal Stability
3. ให้ผู้ถูกทดสอบยืนบนฐานวัดการทรงตัวแบบอยู่กับที่ลืมหัด ลำตัวตรงตามองไปข้างหน้าเป็นเวลา 10 วินาที
4. บันทึกการทดสอบ



ภาพผนวกที่ ๑ การทดสอบการทรงตัว

ภาคผนวก ง

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำลึก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำลึก

1. พล.ร.ต. นพ.สุริยา ณ นคร
รองเจ้ากรมแพทย์ทหารเรือ ผู้เชี่ยวชาญทางสัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์ และเวชศาสตร์ได้น้ำ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร กมฺุทศรี
อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
3. อาจารย์ สุติมา ธิบดี
อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา สีละมอด
อาจารย์ประจำคณะพลศึกษา ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. อาจารย์ นิสาชล ภัทรานุกูล
อาจารย์ประจำสโมสรสุขภาพเชิงการแพทย์ (AquaFitness Health Club) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำ

ภาคผนวก จ
โปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึก

โปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึก สำหรับผู้สูงวัยเพศหญิง อายุ 56-65 ปี

โปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึกเริ่มภายหลังจากผู้สูงวัยเพศหญิง อายุ 56-65 ปี ทำความคุ้นเคยกับน้ำ การใช้รองเท้าออกกำลังกายในน้ำ และการใช้อุปกรณ์ช่วยลอยตัว ในสัปดาห์แรกก่อนทำการฝึก ต่อจากนั้นในสัปดาห์ที่ 1 ถึง สัปดาห์ที่ 8 ฝึกตามโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึก โดยใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. โฟมช่วยพยุงตัวในน้ำ
2. รองเท้า (Footwear)
3. Metronome ยี่ห้อ Samick ประเทศไต้หวัน
4. นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Casio ประเทศ จีน

สถานที่

1. สระว่ายน้ำศูนย์สุขภาพโรงพยาบาลวิภาวดี ลึก 1.40 เมตร

ขั้นตอนของการออกกำลังกายในน้ำลึก

1. ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm Up) 8 นาที เพื่อกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ และระบบหัวใจไหลเวียนโลหิต และระบบต่างๆ ของร่างกายให้มีความพร้อมที่จะทำการออกกำลังกาย รวมทั้งกระตุ้นกล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อ ให้มีความยืดหยุ่นช่วยให้สามารถเคลื่อนไหวข้อต่อได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว

- 1.1 อบอุ่นร่างกายเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของร่างกาย (thermal warm up) 5 นาที
- 1.2 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนทำการฝึก (Pre-Stretch) 3 นาที

* หมายเหตุ ในช่วงอบอุ่นร่างกาย กลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าใช้แบบฝึกเดียวกัน

2. ช่วงเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อ (Strengthening) 20 นาที เพื่อพัฒนาระบบกล้ามเนื้อ ให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้นโดยเน้นการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

2.1 ช่วงเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อ สำหรับกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า ดังภาพผนวกที่ จ18 และโปรแกรมตารางภาพผนวกที่ จ1

2.2 ช่วงเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อ สำหรับกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า ดังภาพผนวกที่ จ19 และโปรแกรมตารางภาพผนวกที่ จ2

3. ช่วงผ่อนคลาย เพื่อลดอุณหภูมิของร่างกาย ลดอัตราการเต้นของหัวใจ การทำงานของระบบหัวใจไหลเวียนโลหิต และระบบต่างๆในร่างกายให้กลับสู่สภาวะปกติ ทำให้ลดการปวดเมื่อยที่เกิดจากของเสียที่คั่งค้างหลังจากออกกำลังกาย เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ และมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ

3.1 คลายอุ่นร่างกาย เพื่อลดอุณหภูมิร่างกายให้กลับสู่สภาวะปกติ (Cool Down) 5 นาที

3.2 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังทำการฝึก (Pos-Stretch) 3 นาที

* หมายเหตุ ในช่วงผ่อนคลาย กลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้าใช้แบบฝึกเดียวกัน

อุปกรณ์การออกกำลังกายในน้ำลึก



ภาพผนวกที่ จ1 รองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก

รองเท้า (footwear) คือ อุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำที่ทำจากรองเท้า พื้นล่างติดด้วยอุปกรณ์ลอยตัวที่คล้ายโฟมเมื่อเคลื่อนไหวในน้ำจะเกิดแรงต้าน ซึ่งแรงต้านเหล่านี้ยังขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัด แรงลอยตัวและความเร็วในการเคลื่อนไหวในน้ำด้วย



ภาพผนวกที่ จ2 โฟมเส้น



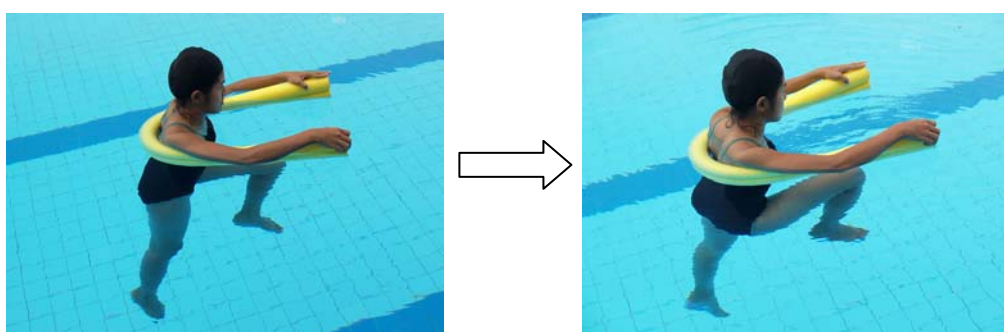
ภาพผนวกที่ จ3 การใช้โฟมเส้น

โฟมเส้น สำหรับช่วยพยุงตัวขณะออกกำลังกายในน้ำลึกโดยใช้โฟมเส้นคาดลำตัวได้รั้งไว้ พร้อมกับใช้มือจับที่โฟมเส้นทั้งสองข้างตลอดการออกกำลังกาย

โปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึก

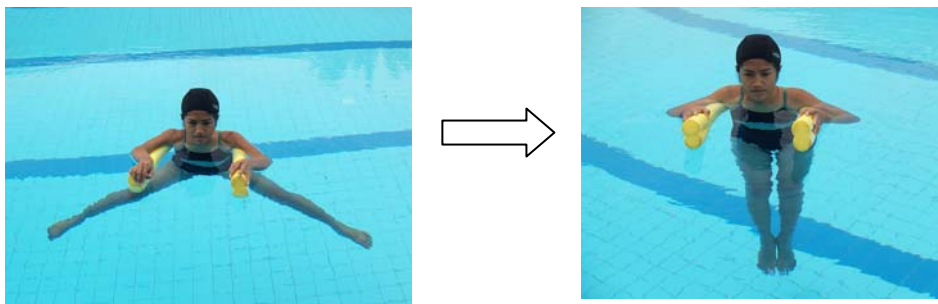
1. ช่วงอบอุ่นร่างกาย สำหรับกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า

1.1 อบอุ่นร่างกาย



ภาพผนวกที่ จ4 ทำก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า 1 นาที

ก้าวเท้าขึ้นและลงในแนวดิ่งสลับ ซ้าย – ขวา ลำตัวตรง ก้าวขึ้นลงในน้ำลึก 1 นาที ต่อเนื่อง



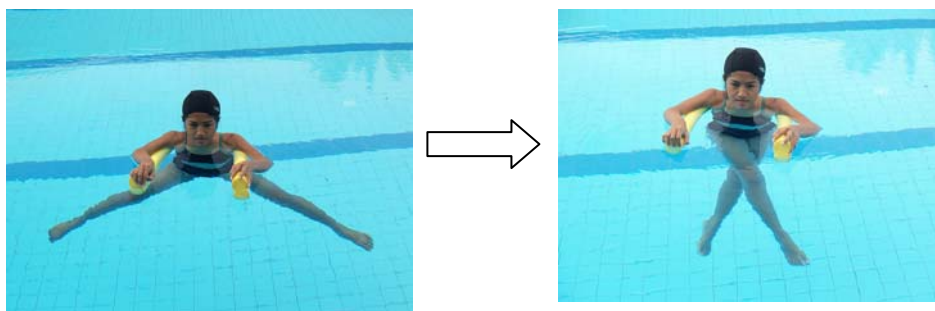
ภาพผนวกที่ จ5 ทำแยกขา-หุบขา 1 นาที

แยกขาออกข้างลำตัว แล้วต่อด้วยการหุบขาเข้าหากัน ทำสลับกันเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เป็นเวลา 1 นาที



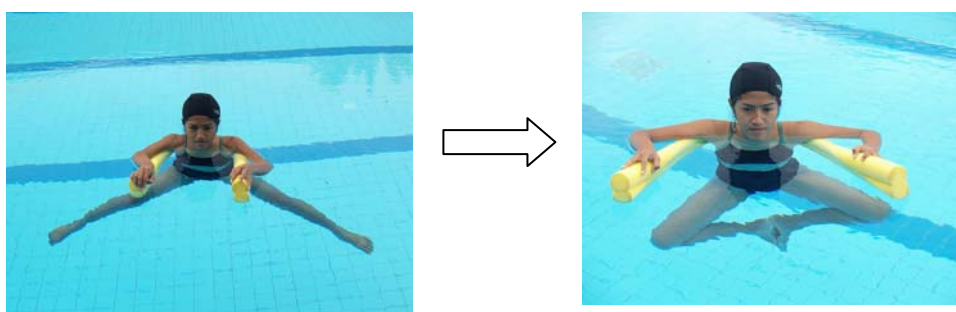
ภาพผนวกที่ จ6 ทำแยกขาหน้า-หลัง 1 นาที

แยกขาหน้า-หลัง ทำสลับขาเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เป็นเวลา 1 นาที



ภาพผนวกที่ จ7 ทำก๊วขาไขว้ซ้าย-ขวา 1 นาที

แยกขาออกข้างลำตัว แล้วต่อด้วยการหุบขาไขว้ ทำสลับกันเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เป็นเวลา 1 นาที



ภาพผนวกที่ จ8 ท่างอขาบในแนวดิ่ง 1 นาที

กางขาเหยียดตรงทั้งสองข้าง-สลับงอเข้าโดยให้ฝ่าเท้าประกบเข้าหากันทำสลับกันเช่นนี้ไปเรื่อยๆเป็นเวลา 1 นาที

1.2 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนทำการฝึก (Pre-Stretch) สำหรับกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า



ภาพผนวกที่ จ9 ยึดกล้ามเนื้อสะโพก ต้นขาด้านหลัง และกล้ามเนื้อน่อง

ขาข้างหนึ่งเหยียดไปข้างหน้ามือจับได้ขาดึงขึ้นพอดึง (กระดูกปลายเท้าขึ้น) ขาอีกข้างหนึ่งเหยียดลงในแนวตั้ง ค้างไว้สลับข้างละ 10 วินาที



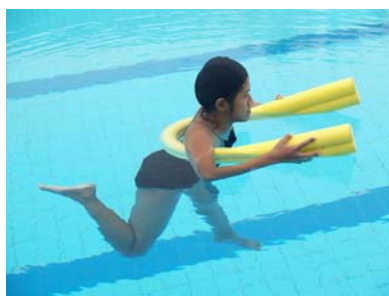
ภาพผนวกที่ จ10 ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน แบบที่ 1

แยกขาออกด้านข้างกางออกพอดึงขาเหยียดตรงมือจับขาดึงขึ้นช่วยเพิ่มแรงดึงปล่อยลำตัวตามสบายไม่เกร็ง ค้างไว้ 10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ11 ยึดกล้ามเนื้อสะโพกด้านหลัง แบบที่ 1

ขาไขว้หน้าขาอีกข้างหนึ่ง (เหมือนท่านั่งเก้าอี้ไขว้ห้าง) ขาข้างที่ถูกไขว้ห้างอ
สะโพกและงอเข่าเข้าหาลำตัวค้างไว้ 10 วินาที แล้วสลับขาอีกข้างไว้ 10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ12 ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

พับขาขึ้นด้านหลังขาอีกข้างหนึ่งเหยียดลงในแนวตั้ง ค้างไว้ 10 วินาที แล้วสลับขา
ยึดค้างไว้อีก 10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ13 ยึดกล้ามเนื้อสะโพก ต้นขาด้านหลัง และกล้ามเนื้อหน้าแข้ง

ขาข้างหนึ่งเหยียดไปข้างหน้ามือจับดิ่งขึ้น (จุ่มปลายเท้าลง) ค้างไว้ 10 นาที ขาอีก
ข้างหนึ่งเหยียดลงในแนวตั้ง แล้วสลับขาอีกข้างไว้ 10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ14 ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน แบบที่ 2

ประกบฝ่าเท้าเข้าหากันเข่งอแยกเข่าออกด้านข้างมือจับที่ข้อเท้าดึงเข้าหากันค้างไว้
10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ15 ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง

แยกขาหน้า-หลังกางออกพอตึงไม่เกร็ง ยึดค้างไว้ 10 วินาที แล้วสลับขายึดค้างไว้
10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ16 ยึดกล้ามเนื้อสะโพกด้านหลัง แบบที่ 2

งอเข่าและงอสะโพกขึ้นด้านหน้ามือกอดเข้าปลายเท้าชี้ลงขาอีกข้างหนึ่งเหยียดลง
ในแนวดิ่งค้างไว้ 10 วินาทีแล้วสลับขาอีกข้างไว้ 10 วินาที

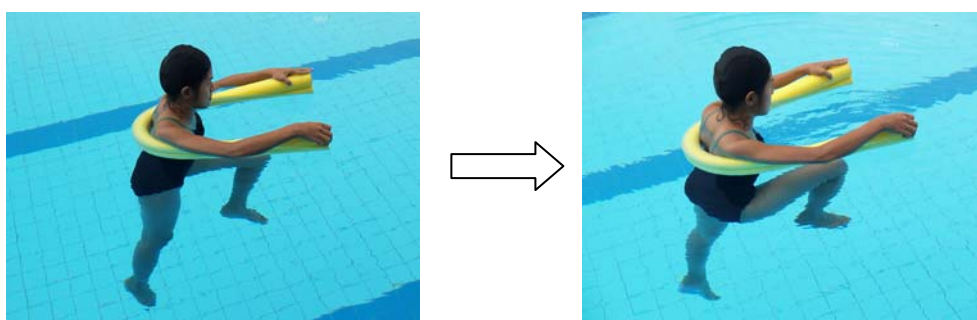


ภาพผนวกที่ จ17 ยึดกล้ามเนื้อลำตัว

บิดลำตัวโดยหันลำตัวช่วงบนไปซ้ายค้างไว้ 10 วินาที และสลับข้างไปด้านขวาค้าง
ไว้ 10 วินาที

2. ช่วงเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strengthening)

2.1 ช่วงเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อ สำหรับกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้า
เปล่าดังภาพผนวกที่ จ18 และโปรแกรมตารางภาพผนวกที่ จ1



ภาพผนวกที่ จ18 ก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า

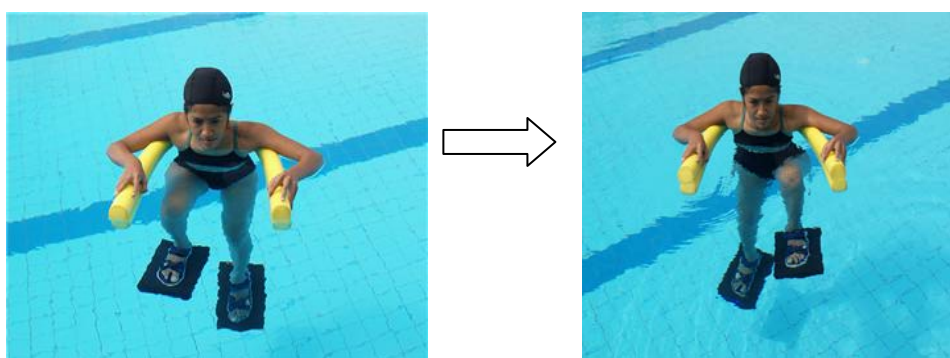
ก้าวเท้าขึ้นและลงในแนวดิ่งสลับ ซ้าย – ขวา ลำตัวตรง โดยก้าวขึ้นลงตาม
ความเร็วและจำนวนครั้งดังแสดงในตาราง

ตารางผนวกที่ จ1 แสดงโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าเป็นเวลา 20 นาที

ลำดับที่	รายการ	จำนวน ครั้ง/เซต/ 1ข้าง	จำนวน เซต	ความเร็ว ครั้ง/ นาที *	เวลาพัก/ เซต (นาที)	เวลา รวม (นาที)
1-4	ก้าวขึ้นลงในน้ำ ด้วยเท้าเปล่า	20	10	88	1.30	20
5-8	ก้าวขึ้นลงในน้ำ ด้วยเท้าเปล่า	20	12	104	1.30	20

หมายเหตุ * ใช้ Metronome เป็นเครื่องมือในการกำหนดความเร็ว (ครั้ง/นาที)

2.2 ช่วงเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อ สำหรับกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วย
รองเท้า ดังภาพผนวกที่ จ19 และ โปรแกรมตารางภาพผนวกที่ จ2



ภาพผนวกที่ จ19 ก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า

ก้าวเท้าขึ้นและลง สลับ ซ้าย – ขวา (โดยใช้รองเท้าทั้งสองข้าง) ลำตัวตรง โดยก้าว
ขึ้นลงตามความเร็วและจำนวนครั้ง ดังแสดงในตาราง

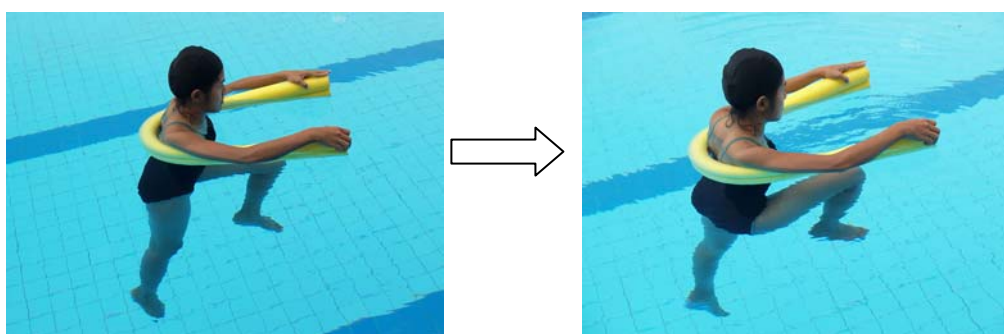
ตารางผนวกที่ จ2 แสดงโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำลึกด้วยรองเท้าเป็นเวลา 20 นาที

สัปดาห์ ที่	รายการ	จำนวน ครั้ง/เซต/ 1ข้าง	จำนวน เซต	ความเร็ว ครั้ง/ นาที *	เวลาพัก/ เซต (นาที)	เวลา รวม (นาที)
1-4	ก้าวขึ้นลงในน้ำ ด้วยรองเท้า	20	10	88	1.30	20
5-8	ก้าวขึ้นลงในน้ำ ด้วยรองเท้า	20	12	104	1.30	20

หมายเหตุ * ใช้ Metronome เป็นเครื่องมือในการกำหนดความเร็ว (ครั้ง/นาที)

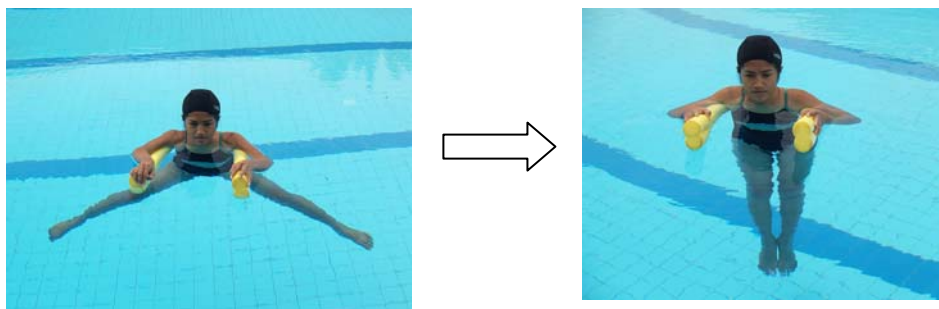
3. ช่วงคลายอุ่นร่างกาย (Cool Down)

3.1 คลายอุ่นร่างกาย สำหรับกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า



ภาพผนวกที่ จ20 ทำก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า 1 นาที

ก้าวเท้าขึ้นและลงในแนวตั้งสลับ ซ้าย – ขวา ลำตัวตรง ก้าวขึ้นลงในน้ำลึก 1 นาที
ต่อเนื่อง



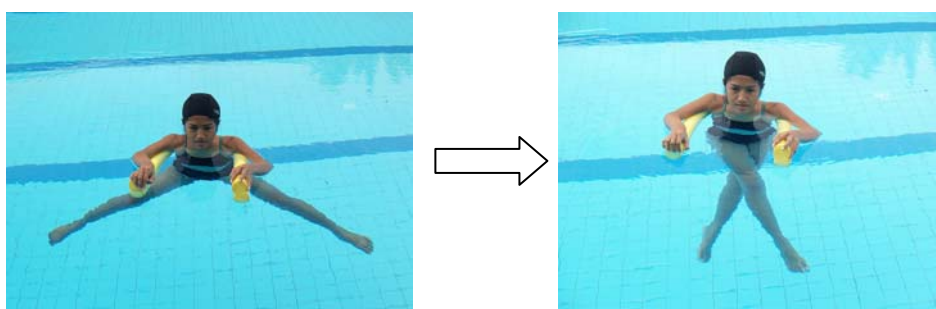
ภาพผนวกที่ จ21 ทำแยกขา-หุบขา 1 นาที

แยกขาออกข้างลำตัว แล้วต่อด้วยการหุบขาเข้าหากัน ทำสลับกันเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เป็นเวลา 1 นาที



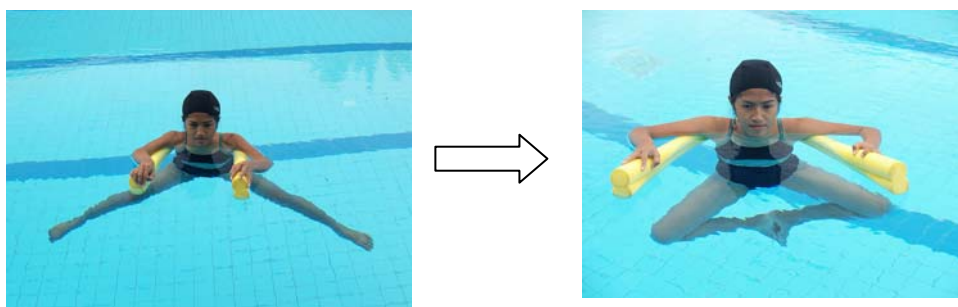
ภาพผนวกที่ จ22 ทำแยกขาหน้า-หลัง 1 นาที

แยกขาหน้า-หลัง ทำสลับกันเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เป็นเวลา 1 นาที



ภาพผนวกที่ จ23 ทำก้าวขาไขว้ซ้าย-ขวา 1 นาที

แยกขาออกข้างลำตัว แล้วต่อด้วยการหุบขาไขว้ ทำสลับกันเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เป็นเวลา 1 นาที



ภาพผนวกที่ จ24 ท่าอขาบกในแนวดิ่ง 1 นาที

กางขาเหยียดตรงทั้งสองข้าง-สลับงอเข้าโดยให้ฝ่าเท้าประกบเข้าหากันทำสลับกัน เช่นนี้ไปเรื่อยๆเป็นเวลา 1 นาที

3.2 ยืดกล้ามเนื้อหลังทำการฝึก (Pos-Stretch) สำหรับกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วย เท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า



ภาพผนวกที่ จ25 ยืดกล้ามเนื้อสะโพก ต้นขาด้านหลัง และกล้ามเนื้อน่อง

ขาข้างหนึ่งเหยียดไปข้างหน้ามือจับได้ขาข้างขึ้นพอดัง (กระดูกปลายเท้าขึ้น) ขาอีกข้างหนึ่งเหยียดลงในแนวดิ่ง ค้างไว้สลับข้างละ 10 วินาที



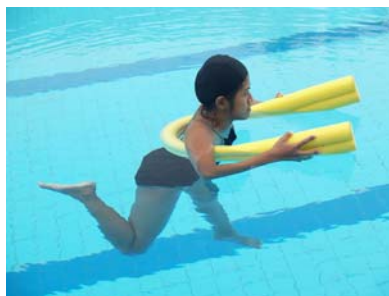
ภาพผนวกที่ จ26 ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน แบบที่ 1

แยกขาออกด้านข้างกางออกพอดีขาเหยียดตรงมือจับขาตั้งขึ้นช่วยเพิ่มแรงดึง
ปล่อยลำตัวตามสบายไม่เกร็ง ค้างไว้ 10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ27 ยึดกล้ามเนื้อสะโพกด้านหลัง แบบที่ 1

ขาไขว้หน้าขาอีกข้างหนึ่ง (เหมือนท่านั่งเก้าอี้ไขว้ห้าง) ขาข้างที่ถูกไขว้ห้างงอ
สะโพก และงอเข่า เข้าหาลำตัวค้างไว้ 10 วินาที แล้วสลับขาอีกข้างไว้ 10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ28 ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

พับขาขึ้นด้านหลังขาอีกข้างหนึ่งเหยียดลงในแนวตั้ง ค้างไว้ 10 วินาที แล้วสลับขา
ยึดค้างไว้ 10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ29 ยึดกล้ามเนื้อสะโพก ต้นขาด้านหลัง และกล้ามเนื้อหน้าแข้ง

ขาข้างหนึ่งเหยียดไปข้างหน้ามือจับดึงขึ้น (งุ้มปลายเท้าลง) ค้างไว้ 10 นาที ขาอีก
ข้างหนึ่งเหยียดลงในแนวตั้ง แล้วสลับขายึดค้างไว้ 10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ30 ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน แบบที่ 2

ประกบฝ่าเท้าเข้าหากันเข่งอแยกเข่าออกด้านข้างมือจับที่ข้อเท้าดึงเข้าหากันค้างไว้
10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ31 ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง

แยกขาหน้า-หลังกางออกพอดังไม่เกร็ง ยึดค้างไว้ 10 วินาที แล้วสลับขายึดค้างไว้
10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ32 ยึดกล้ามเนื้อสะโพกด้านหลัง แบบที่ 2

งอเข่าและงอสะโพกขึ้นด้านหน้ามือกอดเข้าปลายเท้าชี้ลงขาอีกข้างหนึ่งเหยียดลง
ในแนวตั้งค้างไว้ 10 วินาทีแล้วสลับขาเหยียดค้างไว้ 10 วินาที



ภาพผนวกที่ จ33 ยึดกล้ามเนื้อลำตัว

บิดลำตัวโดยหันลำตัวช่วงบนไปซ้ายค้างไว้ 10 วินาที และสลับข้างไปด้านขวาค้าง
ไว้ 10 วินาที

ภาคผนวก จ

คุณสมบัติทางกายภาพของรองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก (Footwear)

คุณสมบัติทางกายภาพของรองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก (Footwear)



ภาพผนวกที่ ๑1 รองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก (footwear)

รองเท้า (footwear) เป็นอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำที่ทำจากรองเท้ารัดข้อ (ยี่ห้อ Kito แบบ Air Blow) พื้นล่างติดด้วยโฟมชนิด Ethylene Vinyl Acetate Foam มีความหนาแน่น (Density) $0.16 \pm 0.02 \text{ g/cm}^3$, ความแข็งแรงต่อการฉีก (Tear strength) 2.5 Kg/cm , การยืด (Elongation) 90% ส่วนที่นำมาใช้งานมีพื้นที่หน้าตัด 20×30 ตารางเซนติเมตร หนา 2.2 เซนติเมตร เมื่อเคลื่อนไหวในน้ำจะเกิดแรงต้าน ซึ่งแรงต้านเหล่านี้ยังขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัด แรงลอยตัวและความเร็วในการเคลื่อนไหวในน้ำ โดยอาศัยหลักการทำงานของกลศาสตร์ของไหล การศึกษาถึงคุณสมบัติและลักษณะของของเหลว ซึ่งหลักทางกลศาสตร์ของไหลจะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ของเหลวและก๊าซ ของเหลวถือว่าเป็นของไหลที่อัดไม่ได้หรือยุบตัวไม่ได้เมื่อมีแรงมากระทำ ส่วนก๊าซจะจัดเป็นของไหลที่อัดได้หรือยุบตัวได้เมื่อมีแรงมากระทำ ปริมาณที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของของไหลจะต่างจากของแข็ง คือ นอกจากจะขึ้นกับแรงแล้วยัง ขึ้นกับพื้นที่ที่แรงกระทำด้วย คุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของของไหลต่อการศึกษากลศาสตร์ของไหล จะบอกด้วยปริมาณที่กำหนดขึ้น ได้แก่ ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะความตึงผิว แรงลอยตัว ความหนืดและความดัน เป็นต้น โดยสมโกษณ์ (2545) ได้ให้คำจำกัดความและวิธีการคำนวณไว้ดังนี้

1. ความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่นเป็นปริมาณที่ใช้บอกถึงการอยู่รวมตัวกันของมวลสาร โดยกำหนดให้ความหนาแน่นเป็นค่าอัตราส่วนของมวลต่อปริมาตร

$$\rho = m/v$$

ρ แทน ความหนาแน่น (kg/m^3)

m แทน มวล (kg)

v แทน ปริมาตร (m^3)

มวล (มวลแห้ง) ของรองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก (footwear) มีค่าเท่ากับ 380.77 กรัม ปริมาตร (ภาพผนวกที่ ๓2) ของรองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก (footwear) โดยวิธีการแทนที่น้ำ มีค่าเท่ากับ 2,125 ml

มาตราส่วน

1 ลิตร มีค่าเท่ากับ 1,000 มิลลิลิตร

1,000 ลิตร มีค่าเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้นเมื่อแปลงหน่วยแล้วปริมาตร ของรองเท้าส่วนที่จมในน้ำจึงมีค่าเท่ากับ 0.002125 ลูกบาศก์เมตร

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned}\rho &= 0.4 \text{ kg} / 0.002125 \text{ m}^3 \\ &= 188.24 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

รองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก (footwear) จึงมีความหนาแน่นเท่ากับ 188.24 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2. ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

ความถ่วงจำเพาะ เป็นปริมาณที่เปรียบเทียบความหนาแน่นของสารโดยการใช้ความหนาแน่นของน้ำเป็นค่าความหนาแน่นอ้างอิง โดยกำหนดให้ความถ่วงจำเพาะเป็นค่าอัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของสารกับความหนาแน่นของน้ำ

$$S = \rho / \rho_w$$

S แทน ค่าความถ่วงจำเพาะ

ρ แทน ความหนาแน่นของสาร (kg/m^3)

ρ_w แทน ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} S &= 188.235/1,000 \\ &= 0.18824 \end{aligned}$$

รองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก (footwear) จึงมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.18824

3. การลอยตัว (Bouyancy)

การลอยตัว เป็นคุณสมบัติที่ของไหลกระทำต่อวัตถุที่จมในของไหลเพื่อให้วัตถุนั้นลอยตัว หรือในทางกลับกันก็คือการพยายามดันไม่ให้วัตถุจมในของไหล ซึ่งจะบอกด้วยแรงลอยตัว (bouyancy force) โดยกำหนดให้แรงลอยตัวเป็นน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ด้วยวัตถุส่วนที่จมทั้งหมด

$$F_B = \rho g V_i$$

F_B แทน แรงลอยตัว (N)

ρ แทน ความหนาแน่นของของไหล (kg/m^3)

g แทน ค่าความเร่งโน้มถ่วง (m/s^2)

V_i แทน ปริมาตรของรองเท้า (Footwear) ส่วนที่จมทั้งหมดในของไหล (m^3)

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} F_B &= 1,000(\text{kg/m}^3) \times 9.81(\text{m/s}^2) \times 0.002125 (\text{m}^3) \\ &= 20.85 \text{ N} \end{aligned}$$

รองเท้าออกกำลังกายในน้ำลึก (footwear) จึงมีแรงลอยตัวเท่ากับ 20.85 นิวตัน



ภาพผนวกที่ ๑๒ วิธีการหาปริมาตรของรองเท้า

ภาพผนวกที่ ๑๒ ภาพแสดงวิธีการหาปริมาตรของรองเท้าออกกำลังภายในน้ำลึก (Footwear) ด้วยวิธีการแทนที่ในน้ำ

วิธีการหาปริมาตรของรองเท้าออกกำลังภายในน้ำลึก (footwear) ด้วยวิธีการแทนที่ในน้ำ

1. ใส่น้ำลงในภาชนะให้เต็ม
2. นำรองเท้าผูกติดกับเหล็กถ่วงน้ำให้จม
3. วัดปริมาตรน้ำที่ล้นออกมา ครั้งที่ 1 หลังจากนั้นนำรองเท้าและเหล็กขึ้นจากน้ำ
4. ใส่น้ำให้เต็มภาชนะอีกครั้งหนึ่ง
5. นำเหล็กถ่วงน้ำและวัดปริมาตรน้ำที่ล้นออกมา ครั้งที่ 2
6. นำค่าที่ได้จากการวัดปริมาตรน้ำที่ล้นออกมาครั้งที่ 1 ลบด้วย ปริมาตรน้ำที่ล้นออกมาครั้งที่ 2 จะได้เป็นปริมาตรของรองเท้าออกกำลังภายในน้ำลึก (footwear)

* หมายเหตุ

ค่าปริมาณน้ำที่ล้นออกมาในแต่ละครั้งได้มาจากการวัดปริมาณน้ำที่ล้นออกมา 3 ครั้งแล้ว
หาค่าเฉลี่ย

วัสดุรองเท้า (footwear) มีการดูดซับน้ำ 20 กรัม แต่ไม่ได้นำค่าการดูดซับน้ำมาคำนวณ

ภาคผนวก ข
แบบบันทึกการออกกำลังกาย

แบบบันทึกการออกกำลังกาย

ตารางผนวกที่ ข1 แสดงแบบบันทึกการออกกำลังกายช่วงอบอุ่นร่างกาย

รายชื่อ	HR	ปฏิบัติ	ปฏิบัติไม่ได้	อุปสรรค	หมายเหตุ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

ตารางผนวกที่ ข2_แสดงแบบบันทึกการออกกำลังกายช่วงเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อ

รายชื่อ	HR	ปฏิบัติ	ปฏิบัติไม่ได้	อุปกรณ์	หมายเหตุ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

ตารางผนวกที่ ข3 แสดงแบบบันทึกการออกกำลังกายช่วงผ่อนคลายกล้ามเนื้อ

รายชื่อ	HR	ปฏิบัติ	ปฏิบัติไม่ได้	อุปกรณ์	หมายเหตุ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

ภาคผนวก ข

ภาพประกอบตัวอย่างการออกกำลังกายในน้ำลึก



ภาพผนวกที่ ข1 กลุ่มตัวอย่างทำการออกกำลังกายในน้ำลึก



ภาพผนวกที่ ข2 การใส่รองเท้าแบบมีผู้ช่วย



ภาพผนวกที่ ข3 การใส่รองเท้าแบบช่วยเหลือตนเอง

ภาคผนวก ฅ

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ๓1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย
การทรงตัวน้ำหนัก หลัง ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มฝึกก้าว
ขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
	(Adjusted)				
ระหว่างสมาชิก	.009	1	.009	.179	.678
ภายในกลุ่ม	.846	17	.050		
รวม	.855	18			

* $p < .05 (F_{1,17} = 4.45)$

ตารางผนวกที่ ๓2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย
ความมั่นคงในการทรงตัว ภายหลังการฝึก ระหว่างกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึก
ด้วยเท้าเปล่า และกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยรองเท้า

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
	(Adjusted)				
ระหว่างสมาชิก	1.437	1	1.437	.255	.620
ภายในกลุ่ม	95.712	17	5.630		
รวม	97.149	18			

* $p < .05 (F_{1,17} = 4.45)$

ตัวอย่างแสดงวิธีการหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง = $[(\text{ค่าสถิติหลังฝึก} - \text{ค่าสถิติก่อนฝึก}) \times 100] \div \text{ค่าสถิติก่อนฝึก}$
 ดังแสดงค่าในตาราง

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า
 $[(85.68 - 80.45) \times 100] \div 80.45 = 6.50$ เปอร์เซ็นต์

ดังแสดงค่าในตาราง

ตารางผนวกที่ ๓ แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของกลุ่มฝึกด้วยเท้าเปล่า

สมรรถภาพทางกาย	ก่อนฝึก	หลังฝึก	ค่าเปลี่ยนแปลง	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า(นิวตันเมตร)	80.45	85.68	5.23	6.50
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง(นิวตันเมตร)	35.98	37.43	1.45	4.03
การทรงตัวน้ำหนักหลัง (เซนติเมตร)	0.56	0.59	0.03	5.36
ความมั่นคงในการทรงตัว (%)	93.85	93.53	-0.32	-0.34

ตารางผนวกที่ ๓4 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของกลุ่มฝึกด้วยรองเท้า

สมรรถภาพทางกาย	ก่อนฝึก	หลังฝึก	ค่าเปลี่ยนแปลง	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา ด้านหน้า (นิวตันเมตร)	81.80	93.64	11.84	14.47
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา ด้านหลัง (นิวตันเมตร)	31.04	34.39	3.35	10.79
การทรงตัวน้ำหนักหลัง (เซนติเมตร)	0.80	0.69	-0.11	-13.75
ความมั่นคงในการทรงตัว (%)	91.19	92.55	1.36	1.49

ตารางผนวกที่ ๓5 แสดงค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายของ
กลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึกด้วยเท้าเปล่าและกลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงในน้ำลึก
ด้วยรองเท้า

สัปดาห์ที่	กลุ่มเท้าเปล่า		กลุ่มใส่รองเท้า	
	HR (ครั้ง/นาที)	% HR _{max}	HR (ครั้ง/นาที)	% HR _{max}
1-4	108	66.79	115	71.69
5-8	110	68.02	117	72.94

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวกฤตติกา อภรณ์รัตน์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	19 ตุลาคม 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดระยอง
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์การกีฬา) มหาวิทยาลัยมหิดล (พ.ศ. 2546)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	อาจารย์อัคราจ้าง โรงเรียนระยองวิทยาคม (พ.ศ. 2547)