



นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการรับความรู้สึกกดและช่วยยืดเอ็นร้อยหวาย
Innovative exercise equipment to improve muscle strength, stimulate pressure sensation and stretch the Achilles tendon

โดย

อนุษา รังทะยี่

รติภัทร มุณีแก้ว

ราชาวดี ศรีศิษฏ์วิทยางกูร

ภาคินิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ปีการศึกษา 2564

ภาคนิพนธ์ เรื่อง

นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการ
รับความรู้สึกกดและช่วยยืดเอ็นร้อยหวาย

Innovative exercise equipment to improve muscle strength, stimulate
pressure sensation and stretch the Achilles tendon

นำเสนอต่อ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

เพื่อประกอบการศึกษา

ระดับปริญญาโท สาขาพยาบาลบัณฑิต

เมื่อวันที่ 6 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564

จตุภัทร มุณีแก้ว

(นางสาวจตุภัทร มุณีแก้ว)

นิสิต

กมล

(อาจารย์ ดร.กมล.สุพรรณนิการ์ ลดาวัลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ราชวดี ศรีศิษฏ์นิยามกุล

(นางสาวราชวดี ศรีศิษฏ์นิยามกุล)

นิสิต

รชช

(นางสาวอณูษา รังทะยี่)

นิสิต

คณะกรรมการสอบภาคนิพนธ์ได้อนุมัติให้

อนุญาต รังทะยี่

รติภัทร มุณีแก้ว

ราชาวดี ศรีศิษฏ์วิทยางกูร

สอบผ่านในรายวิชาภาคนิพนธ์ เรื่อง
นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการ
รับความรู้สึกกดและช่วยยืดเอ็นร้อยหวาย

Innovative exercise equipment to improve muscle strength, stimulate
pressure sensation and stretch the Achilles tendon

เมื่อวันที่ 6 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564

.....
(อาจารย์ ดร.กม.สุพรรณนิการ์ ลดาวัลย์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กม.อรุณีย์ พรหมศรี)
ประธานกรรมการ กรรมการ

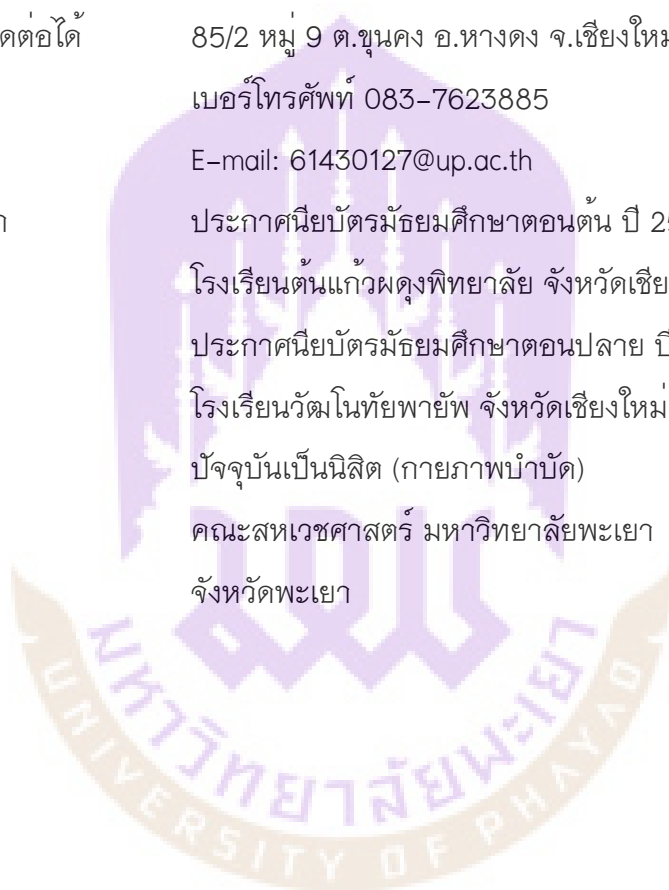
.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กม.ศิรินทิพย์ คำฟู) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กม.ศิรินทิพย์ คำฟู)
กรรมการ ประธานหลักสูตรกายภาพบำบัดบัณฑิต

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนพ.ยุทธนา หมั่นดี)

คณบดีคณะสหเวชศาสตร์

ชีวประวัติ

ชื่อ - สกุล ภาษาไทย	นางสาวอนุษา รังทะธี
ชื่อ - สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss Anusa Rungtasee
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 12 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2541
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงใหม่
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	85/2 หมู่ 9 ต.ขุนคอง อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230 เบอร์โทรศัพท์ 083-7623885 E-mail: 61430127@up.ac.th
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปี 2556 โรงเรียนต้นแก้วผดุงพิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปี 2559 โรงเรียนวัดมโนทัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด) คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา



ชีวประวัติ

ชื่อ - สกุล ภาษาไทย

นางสาวรัตภัทร มุณีแก้ว

ชื่อ - สกุล ภาษาอังกฤษ

Miss Ratipat Muneekaew

วัน เดือน ปีเกิด

วันที่ 30 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2542

สถานที่เกิด

จังหวัดพะเยา

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้

112 หมู่ 12 ต.หงส์หิน อ.จุน จ.พะเยา 56150

เบอร์โทรศัพท์ 093-3155004

E-mail: 61130113@up.ac.th

ประวัติการศึกษา

ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปี 2558

โรงเรียนเชียงคำวิทยาคม จังหวัดพะเยา

ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปี 2561

โรงเรียนเชียงคำวิทยาคม จังหวัดพะเยา

ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด) คณะสหเวชศาสตร์

มหาวิทยาลัยพะเยา

จังหวัดพะเยา



ชีวประวัติ

ชื่อ - สกุล ภาษาไทย

นางสาวราชาวดี ศรีศิษฏ์วิทยางกูร

ชื่อ - สกุล ภาษาอังกฤษ

Miss Rachawadee Srisitthiyangkun

วัน เดือน ปีเกิด

วันที่ 27 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2542

สถานที่เกิด

จังหวัดเพชรบูรณ์

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้

250 หมู่ 13 ต.รอบเมือง อ.หนองพอก จ.ร้อยเอ็ด 45210

เบอร์โทรศัพท์ 098-6832128

E-mail: 61131305@up.ac.th

ประวัติการศึกษา

ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปี 2558

โรงเรียนหนองไธยาราษฎร์บำรุง จังหวัดร้อยเอ็ด

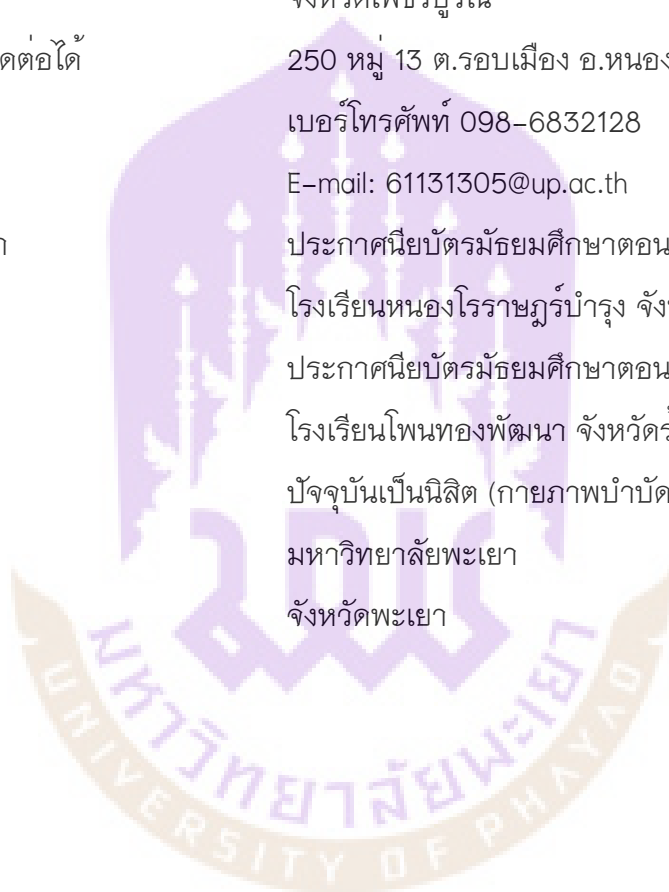
ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปี 2561

โรงเรียนโพนทองพัฒนา จังหวัดร้อยเอ็ด

ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด) คณะสหเวชศาสตร์

มหาวิทยาลัยพะเยา

จังหวัดพะเยา



กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.ภก.สุพรรณนิการ์ ลดาวัลย์ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดจนดูแลติดตามการทำวิทยานิพนธ์นี้อย่างสม่ำเสมอจนทำให้ภาคนิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงคณะกรรมการสอบภาคนิพนธ์ คณบดีคณะสหเวชศาสตร์ คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยพะเยาทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทำภาคนิพนธ์และขอขอบพระคุณคณะผู้ทำการวิจัยที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่นำมาจัดทำภาคนิพนธ์ในรูปแบบการต่อยอดพัฒนานวัตกรรมในครั้งนี้ อีกทั้งขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจให้ความช่วยเหลือแก่กันและกันจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

อนุษา รังทะยี่
รติภัทร มุณีแก้ว
ราชาวดี ศรีศิษฏ์วิทยางกูร
6 ตุลาคม 2564



คำรับรอง

ข้าพเจ้านางสาวอนุษา รังทะษี นางสาวรติภัทร มุณีแก้ว และนางสาวราชาวดี ศรีศิษฏ์นิยามกูร นิสิตสาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ขอรับรองว่าภาคนิพนธ์เรื่องนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการรับความรู้สึก และช่วยยืดเอ็นร้อยหวาย (Innovative exercise equipment to improve muscle strength, stimulate pressure sensation and stretch the Achilles tendon)

เป็นผลการศึกษาซึ่งเกิดจากการศึกษาจริงโดยมิได้คัดลอกหรือดัดแปลงมาจากผลการศึกษาของผู้อื่นที่เคยศึกษาก่อนหน้านี้แต่อย่างใด

อนุษา รังทะษี
รติภัทร มุณีแก้ว
ราชาวดี ศรีศิษฏ์นิยามกูร
6 ตุลาคม 2564



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
คำรับรอง	ii
สารบัญ	iii
สารบัญรูป	v
สารบัญตาราง	vi
สารบัญคำย่อ	vii
บทคัดย่อภาษาไทย	viii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ix
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	4
สมมติฐาน	4
ขอบเขตงานวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	5
กล้ามเนื้ออ่อนแรง (Muscle weakness)	6
ความยาวกล้ามเนื้อ (Muscle length)	9
โรคหลอดเลือดในสมอง	10
การออกกำลังกาย	23
นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย	27
การตรวจวัดความรู้สึก	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการศึกษา	35
ขั้นที่ 1 การศึกษาพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์หรือออกแบบผลิตภัณฑ์	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ชั้นที่ 2 ประเมินผลนวัตกรรมต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน	41
ชั้นที่ 3 ประเมินความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายโดย อาสาสมัครจำนวน 14 คน	41
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย	45
ชั้นที่ 1 การศึกษาพัฒนาและออกแบบนวัตกรรมต้นแบบ	45
ชั้นที่ 2 ประเมินผลนวัตกรรมต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ	48
ชั้นที่ 3 ประเมินความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย	50
บทที่ 5 อภิปรายผลและสรุปผล	54
ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย	56
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำเครื่องนวัตกรรม	57
ข้อจำกัด	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก	64



สารบัญญรูป

รูป		หน้า
รูปที่ 1	แสดงนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายต้นแบบ	38
รูปที่ 2	เครื่องนวัตกรรม	38
รูปที่ 3	แสดงวิธีการใช้เครื่องนวัตกรรม	39
รูปที่ 4	แสดงส่วนที่ใช้ยึดข้อเท้า	39
รูปที่ 5	ออกกำลังกายโดยการปั่นแขน	39
รูปที่ 6	ออกกำลังกายโดยการปั่นขา	40
รูปที่ 7	ยืดเอ็นร้อยหวาย	40
รูปที่ 8	กระตุ้นการรับความรู้สึกที่ฝ่าเท้า	41
รูปที่ 9	สรุปขั้นตอนการศึกษา	44
รูปที่ 10	นวัตกรรมต้นแบบ	45



สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 1	ระดับความรุนแรงของกล้ามเนื้ออ่อนแรง	8
ตารางที่ 2	การตรวจความตึงตัวของกล้ามเนื้อ	9
ตารางที่ 3	อาการที่บ่งบอกถึงความผิดปกติจากหลอดเลือดแดงคาร์โรติด (Carotid artery) และหลอดเลือดเวอร์ทีโบรบาสิลาร์ (Vertebrobasilar)	18
ตารางที่ 4	อาการเตือนของโรคหลอดเลือดสมอง	20
ตารางที่ 5	จัดหาวัดศอกอุปกรณ์ ออกแบบ และจัดทำนวัตกรรมต้นแบบ	35
ตารางที่ 6	งบประมาณ	37
ตารางที่ 7	แผนการดำเนินการ	42
ตารางที่ 8	ผลประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมจากผู้ทรงคุณวุฒิ	48
ตารางที่ 9	ความพึงพอใจต่อนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการรับรู้ลึกกคบริเวณฝ่าเท้าและช่วยยึดเอ็นร้อยหวาย (n= 14)	51
ตารางที่ 10	การกระจายตัวของการตอบแบบสอบถามในแต่ละข้อ (n= 14)	52
ตารางที่ 11	แบบสอบถามความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย	69
ตารางที่ 12	แบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถาม	72
ตารางที่ 13	การวิเคราะห์เลือกคำถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ	74

สารบัญคำย่อ

- WHO = World Health Organization
- NCEP = National Cholesterol Education Program
- ATP III = Adult Treatment Panel III
- IDF = The Diabetes Federation
- 1RM = 1 Repetition Maximum



บทคัดย่อ

นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายสร้างขึ้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ส่วนบนและส่วนล่างของร่างกายและเพิ่มความยืดหยุ่นของเอ็นร้อยหวาย (Calcaneal tendon) ประสิทธิภาพของนวัตกรรมถูกประเมินโดยนักกายภาพบำบัดที่มีความเชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์จำนวน 13 ข้อ นอกจากนี้ทำการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจออนไลน์จำนวน 7 ข้อ โดยอาสาสมัครเพศหญิงที่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 14 คน ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่านวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายควรพัฒนาในส่วนความสามารถในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเหมาะสมของต้นทุน การประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน พบว่าระดับความพึงพอใจเท่ากับ 4.09 ± 0.56 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังขาดการทดลองใช้จริง ดังนั้นในอนาคตควรศึกษาประสิทธิภาพของนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายนี้ในอาสาสมัครโดยเฉพาะในผู้ป่วยทางระบบประสาท

คำสำคัญ: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การรับรู้ความรู้สึก กล้ามเนื้ออ่อนแรง ความยาวกล้ามเนื้อ

Abstract

The innovative exercise equipment was created to improve upper and lower extremity muscle strength, and calcaneal tendon flexibility. The effectiveness of the innovation was assessed by 3 expert physical therapists through the 13-item online questionnaire. In addition, user satisfaction was assessed using the 7-item online user satisfaction questionnaire by 14 female volunteers aged 18–25 years. The results of the study reveal that the innovative exercise equipment should be developed its function that enables to improve muscle strength and be cost-effective. However, the level of user satisfaction was 4.09 ± 0.56 , which refers to very satisfaction. Although it was very satisfying, the present study did not perform a trial run to confirm the effectiveness of the equipment. Future studies should investigate the effect of the innovative exercise equipment in participants, particularly neurological patients.

Keywords: Muscle strength, sensation, Muscle weakness, Muscle length

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาทางานวิจัย

อาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงเป็นอาการที่พบบ่อยของโรคทางระบบประสาท อาการดังกล่าวเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้ผู้ป่วยทุพพลภาพ ไม่สามารถดำรงชีวิตตามปกติและอาจต้องอาศัยผู้ดูแลในการใช้ชีวิตประจำวัน อาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงเป็นความผิดปกติในการทำงานของ Motor system ในระบบประสาทส่วนกลางหรือส่วนปลาย เริ่มต้นจากระบบประสาทส่วนกลางควบคุมโดย Pyramidal system หากเกิดความผิดปกติจะแสดงอาการแบบ Upper motor neuron signs ได้แก่ Spasticity, Hyperreflexia, Babinski's sign และ Loss of abdominal reflexes ส่วนระบบประสาทส่วนปลาย หากเกิดความผิดปกติจะแสดงอาการแบบ Lower motor neuron signs ได้แก่ Wasting, Hypotonia (Flaccidity), Loss of tendon reflexes และ Fasciculation การกระตุ้นของ Muscle fibers ไม่ใช้การกระตุ้นของกล้ามเนื้อทั้งหมด

โรคทางระบบประสาทที่ทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงที่พบได้บ่อย คือ โรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) เกิดจากความผิดปกติของหลอดเลือดแดงในสมอง ซึ่งมีสาเหตุมาหลอดเลือดแดงในสมองตีบ อุดตัน หรือแตก ทำให้ขัดขวางการลำเลียงของเลือดซึ่งนำออกซิเจนและสารอาหารไปเลี้ยงสมอง ส่งผลให้สมองสูญเสียการทำงานที่จึงทำให้มีอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อซีกใดซีกหนึ่งหรือที่เรียกว่าอัมพาตครึ่งซีก ถ้าหลอดเลือดแดงมีการตีบหรืออุดตันที่เกิดขึ้นเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ จะมีอาการอ่อนแรงเพียงเล็กน้อยและฟื้นตัวในระยะเวลาสั้น ๆ เช่นใน 2-3 ชั่วโมง เรียกว่า Ministroke หรือ Transient Ischemic Attack (TIA) [1]

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีปัญหาภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรง เมื่อเวลาผ่านไปผู้ป่วยที่อยู่ในระยะฟื้นฟูสภาพจะเริ่มมีการฟื้นตัว ทำให้กล้ามเนื้อที่มีอาการอ่อนแรงกลับมีกำลังและสามารถทำงาน ภายใต้การควบคุมและสั่งการของสมองได้มากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันเนื่องจากลักษณะพยาธิสภาพของผู้ป่วยซึ่งเป็นลักษณะของ Upper motor neuron lesion ทำให้มีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อควบคุมมาในระยะฟื้นฟูสภาพ ทำให้ผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรง ล้าง่าย ขาดความคล่องแคล่ว และบังคับกล้ามเนื้อลำบากซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ทำให้ทำเดินผิดปกติ การทรงตัวไม่ดี ขึ้นลงบันไดลำบาก ใช้มือและแขนในการทำกิจวัตรประจำวันลำบาก เป็นต้น

ปัจจัยเสี่ยงคือสภาวะหรือพฤติกรรมที่เกิดขึ้นบ่อยที่ทำให้มีแนวโน้มที่จะเกิดโรคหรือเกิดพยาธิสภาพของหลอดเลือดแดงในสมอง เช่น ผู้ที่มีระดับไขมันในเลือดสูงและไม่สามารถควบคุมได้ ความดันโลหิตสูง การสูบบุหรี่ โรคหัวใจ โรคเบาหวาน สำหรับปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อพยาธิสภาพของหลอดเลือดแดง คือ การดื่มแอลกอฮอล์มากเกินไป การไม่ออกกำลังกายหรือขาดการออกกำลังกาย การใช้ยาเสพติด หรือการใช้ยาที่ไม่ถูกต้อง ก็จะทำให้มีโอกาสเป็นอัมพาตได้มากขึ้น ความรุนแรงของโรคก็อาจมีมาก [2]

หากผู้ป่วยขาดการรักษาและฟื้นฟูทางกายภาพบำบัดหลังบาดเจ็บจะทำให้เกิดการสูญเสียการทำงานของระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ได้แก่ ระบบสั่งการของกล้ามเนื้อ ระบบรับรู้ความรู้สึกของร่างกายและระบบการสื่อสาร

หากระบบสั่งการของกล้ามเนื้อมีปัญหารุนแรงมากขึ้นจากการขาดการรักษาและฟื้นฟูทางกายภาพบำบัด อาจส่งผลให้การเคลื่อนไหวของร่างกายบกพร่อง เช่น รูปแบบการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติ การเดินลงน้ำหนักไม่เท่ากัน สูญเสียการทรงตัว สูญเสียการทำงานของมือ มีความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อน ได้แก่ เสี่ยงต่อการล้ม การยึดติดของข้อต่อ การฝ่อลีบของกล้ามเนื้อจากการไม่ได้ใช้งาน เสี่ยงต่อภาวะข้อไหล่หลุด เป็นต้น

ในจังหวัดพะเยา พบว่ามีอัตราการตายจากโรคหลอดเลือดแดงในสมอง ต่อประชากรแสนคน ปี 2561-2562 เท่ากับ 139.1 (ชาย 72.9, หญิง 66.2) 154.7 (ชาย 90.2, หญิง 64.5) ตามลำดับ จากสถิติมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น [3]

การป้องกันโรคหลอดเลือดสมองสามารถทำได้โดยการตรวจสุขภาพเป็นประจำทุกปี วัดความดันโลหิตอย่างน้อยปีละครั้ง เจาะเลือดตรวจระดับน้ำตาลและไขมันในเลือดเป็นระยะตามที่แพทย์แนะนำ ตรวจร่างกายที่มีความผิดปกติของหัวใจหรือไม่ ถ้าผิดปกติต้องควบคุมและติดตามการรักษาอย่างสม่ำเสมอ การเลิกสูบบุหรี่สามารถลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมองได้ครึ่งหนึ่ง ควรออกกำลังกายสม่ำเสมอเพื่อควบคุมน้ำหนักส่วนเกินพร้อมทั้งผ่อนคลายความเครียดและพักผ่อนให้เพียงพอ ในรายที่มีความเสี่ยงอาจเกิดโรคหลอดเลือดสมองตีบได้ เช่น หัวใจเต้นผิดจังหวะ แพทย์อาจแนะนำให้รับประทานยาต้านเลือดแข็งตัวเพื่อป้องกันอัมพาต ควรติดตามการรักษาตามคำแนะนำอย่างใกล้ชิดและในรายที่เคยเป็นโรคหลอดเลือดสมองมาก่อน ต้องรับประทานยาป้องกันการเกิดซ้ำตามคำแนะนำของแพทย์อย่างเคร่งครัด ไม่งดยาเอง ถ้ามีอาการที่สงสัยว่าอาจเกิดโรคหลอดเลือดสมองดังกล่าวข้างต้น ให้รีบไปพบแพทย์ทันที [4]

การอ่อนแรงและอาการเกร็งของกล้ามเนื้อทำให้ผู้ป่วยช่วยเหลือตัวเองในการประกอบกิจวัตรประจำวันได้ยากลำบาก บุคคลที่เคยเป็นหัวหน้าครอบครัวอาจทำงานไม่ได้หรือไม่สามารถดำรงบทบาทของหัวหน้าครอบครัวต่อไปได้ ผลกระทบจึงไม่ได้เกิดเฉพาะตัวผู้ป่วยเท่านั้น แต่การดำเนินชีวิตของครอบครัวและผู้ใกล้ชิดก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วยและครอบครัวนั้นเกิดขึ้นทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ ตลอดจนกิจกรรมต่างๆ ในครอบครัวก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย การรักษาเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้การฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีประสิทธิภาพและช่วยให้ผู้ป่วยมีความสามารถกลับมาใช้ชีวิตประจำวันได้โดยพึ่งพาผู้ดูแลให้น้อยที่สุด [5]

จากที่ผ่านมามีการพัฒนาวัตกรรมการฟื้นฟูผู้ที่มีกล้ามเนื้ออ่อนแรง ได้แก่ 1.การต่อยอดนวัตกรรมเชิงซ้ำดำรง ของดำรง หลวงแสน เป็นนวัตกรรมยืดหยุ่นกระตุ้นกล้ามเนื้อ (Elastic rehab) เพื่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อแขนและขาของผู้ป่วย จากนั้นนำชิ้นงานไปใช้ในผู้ป่วยธนาคารกรุงเทพชั้น 2 และ 3 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์สภากาชาดไทย ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจำนวน 3 คน มีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมเท่ากับ 3.60 ซึ่งบรรลุดัชนีวัดผลการดำเนินงานที่กำหนดไว้ แต่ทางกลุ่มผู้จัดทำไม่สามารถวัดกำลังกล้ามเนื้อได้เนื่องจากระยะเวลาในการใช้นวัตกรรมค่อนข้างน้อย [6] 2.ปรัชญา วิวรรณมุกดา จัดทำนวัตกรรมยางยืดออกกำลังกาย (Resistance band) พร้อมทั้งได้นำมาใช้จริงกับผู้ป่วยที่มาใช้บริการ พบว่าค่าเฉลี่ยของการประเมิน 30-second chair stand ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเท่ากับ 7.3 ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำได้ อยู่ในช่วง 6-10 ครั้ง หลังเข้าร่วมโปรแกรม 2 สัปดาห์เท่ากับ 9.8 ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำได้ อยู่ในช่วง 8-12 ครั้ง หลังเข้าร่วมโปรแกรม 4 สัปดาห์ เท่ากับ 13.5 ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำได้ อยู่ในช่วง 11-14 ครั้ง ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น [7]

จะเห็นได้ว่าการพัฒนาวัตกรรมการออกกำลังกายที่ผ่านมายังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น การวัดผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและการใช้งานได้จำกัดเพียงระบบใดระบบหนึ่งของร่างกาย ดังนั้นทางกลุ่มผู้ศึกษาวิจัยจึงได้คิดค้นนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการรับรู้ความรู้สึกกดบริเวณฝ่าเท้าและช่วยยืดเอ็นร้อยหวาย

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่างกายส่วนบนและส่วนล่างของร่างกาย
2. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์เพิ่มการกระตุ้นการรับรู้ลึกกดบริเวณฝ่าเท้า
3. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์เพิ่มความยืดหยุ่นของเอ็นร้อยหวาย

สมมติฐานงานวิจัย

1. การออกกำลังกายด้วยนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่างกายส่วนบนและส่วนล่างของร่างกายได้
2. การออกกำลังกายด้วยนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มการกระตุ้นการรับรู้ลึกกดบริเวณฝ่าเท้าได้
3. การออกกำลังกายด้วยนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของเอ็นร้อยหวายได้

ขอบเขตงานวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับผู้ที่ปัญหากล้ามเนื้ออ่อนแรง การรับรู้ลึกกดบริเวณฝ่าเท้าบกพร่อง และความยืดหยุ่นของเอ็นร้อยหวายลดลง
2. ระยะเวลาในการทดลองตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2564 – 1 ตุลาคม 2564

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้นวัตกรรมออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่างกายส่วนบนและส่วนล่างของร่างกายทกระตุ้นการรับรู้ลึกกดบริเวณฝ่าเท้า และเพิ่มความยืดหยุ่นของเอ็นร้อยหวาย
2. อาสาสมัครมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่างกายส่วนบน และส่วนล่างของร่างกายมากขึ้น
3. อาสาสมัครมีการกระตุ้นการรับรู้ลึกกดบริเวณฝ่าเท้าเพิ่มขึ้น
4. อาสาสมัครมีความยืดหยุ่นของเอ็นร้อยหวายเพิ่มขึ้น

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระตุ้นการรับรู้ลึกในกลุ่มนิสิตกายภาพบำบัดชั้นปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ทบทวนศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 กล้ามเนื้ออ่อนแรง (Muscle weakness)
 - 2.1.1 ความหมายของกล้ามเนื้ออ่อนแรง
 - 2.1.2 สาเหตุของกล้ามเนื้ออ่อนแรง
 - 2.1.3 ระดับความรุนแรงของกล้ามเนื้ออ่อนแรง
- 2.2 ความยาวกล้ามเนื้อ (Muscle length)
- 2.3 โรคหลอดเลือดในสมอง
 - 2.3.1 ความหมายของโรคหลอดเลือดสมอง
 - 2.3.2 ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง
 - 2.3.3 อาการและอาการเตือนของโรคหลอดเลือดสมอง
 - 2.3.4 ผลกระทบของโรคหลอดเลือดสมอง
- 2.4 การออกกำลังกาย
 - 2.4.1 ความหมายของการออกกำลังกาย
 - 2.4.2 ประเภทการออกกำลังกาย
 - 2.4.3 หลักการออกกำลังกาย
 - 2.4.4 ประโยชน์ของการออกกำลังกาย
- 2.5 นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย

2.5.1 ความหมายของนวัตกรรม

2.5.2 ประเภทของนวัตกรรม

2.6 การตรวจวัดความรู้สึกรู้สึก

2.6.1 การทดสอบความรู้สึกรู้สึกทั่วไป

2.6.2 การทดสอบความรู้สึกรู้สึกเจ็บปวด

2.6.3 การทดสอบความรู้สึกรู้สึกสิ้นสละเทือน

2.6.4 การทดสอบความรู้สึกรู้สึกกรอนเย็น

2.6.5 การทดสอบความรู้สึกรู้สึกเกี่ยวกับตำแหน่ง

2.6.6 การทดสอบความจำแนกลักษณะของวัตถุโดยการสัมผัส

2.6.7 การระบุตัวเลข

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล้ามเนื้ออ่อนแอ

2.1.1 ความหมายของกล้ามเนื้ออ่อนแอ

กล้ามเนื้ออ่อนแอ (Muscle weakness) คือ ภาวะที่กำลังของกล้ามเนื้อลดลง ทำให้ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง อาจเป็นเพียงอ่อนแรงแรงเล็กน้อยหรือรุนแรงถึงขั้นไม่สามารถพยุงได้เลย สามารถพบได้ในทุกช่วงวัยตั้งแต่เด็กจนถึงผู้สูงอายุ สาเหตุและความรุนแรงแตกต่างกัน บริเวณที่เป็นเกิดขึ้นได้กับกล้ามเนื้อลายทั่วร่างกาย

2.1.2 สาเหตุของกล้ามเนื้ออ่อนแอ

กล้ามเนื้ออ่อนแอสามารถแบ่งได้ด้วยหลายเกณฑ์ ในที่นี้จะขอแบ่งตามพยาธิสภาพแบบกว้าง ๆ ให้เข้าใจง่ายเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. กล้ามเนื้ออ่อนแรงที่ไม่ได้เกิดขึ้นจากความผิดปกติของระบบประสาท (General weakness or disuse atrophy)

อาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงในกลุ่มนี้พบได้บ่อยในผู้สูงอายุ เมื่ออายุมากขึ้น การเคลื่อนไหวร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ก็น้อยลง ทำให้มวลของกล้ามเนื้อลดลง ส่งผลให้กำลังของกล้ามเนื้อลดลงด้วย (Disuse atrophy) นอกจากนี้การทำงานไม่สมดุลกันของกล้ามเนื้อ เช่น ในผู้ที่นั่งทำงานหน้าคอมพิวเตอร์ อยู่ในท่าห่อไหล่และยืนคอยตลอดเวลา กล้ามเนื้อบางส่วนจะหดสั้น (Shortening) หรือยืดยาวออก (Lengthening) ทั้งการหดสั้นและยืดยาวออกอย่างไม่สมดุลนั้นก็สามารถนำมาซึ่งการอ่อนแรงได้และการอ่อนแรงในลักษณะนี้ยังพบได้บ่อยในกลุ่มของผู้ที่ออกกำลังกายเพิ่มกล้ามเนื้ออย่างไม่สมดุลด้วย โดยถึงแม้จะมีรูปร่างกำยำ มีกล้ามเนื้อเห็นชัด แต่กล้ามเนื้อในส่วนลึก ๆ หรือกล้ามเนื้อที่ไม่ได้รับการออกกำลังกายอย่างเหมาะสมจะถูกกล้ามเนื้อที่ได้รับการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องดึงรั้งจนเสียสมดุลและกลายเป็นกล้ามเนื้อที่อ่อนแรงลงในที่สุด ซึ่งบ่อยครั้งกล้ามเนื้อที่อ่อนแรงสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาสุขภาพอื่น ๆ เช่น มีอาการปวดเรื้อรังเป็น ๆ หาย ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ในผู้ป่วยที่นอนติดเตียง กล้ามเนื้อก็จะค่อย ๆ อ่อนแรงและฝ่อลีบลงจนข้อต่อติดแข็งผิดปกติจนไม่สามารถเคลื่อนไหวได้อีกต่อไปเช่นกัน

2. กล้ามเนื้ออ่อนแรงที่เกิดขึ้นจากความผิดปกติของระบบประสาท (Neurological conditions related weakness)

กล้ามเนื้ออ่อนแรงในกลุ่มนี้เกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น การกดทับของเส้นประสาท (Nerve root compression) การกดทับไขสันหลัง (Myelopathy) การกดทับเส้นประสาทส่วนปลาย (Peripheral nerve compression) นอกจากนี้ ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองหรือผู้ประสบบุติเหตุที่เนื้อสมองเสียหายจากการขาดเลือดหรือมีเลือดออกและกดทับเนื้อสมอง ก็อาจจะพบอาการอ่อนแรงของร่างกายซีกใดซีกหนึ่งหรือทั้งสองซีก หรืออ่อนแรงจนไม่สามารถขยับได้เลย (Hemiplegia) และผู้ป่วยที่ประสบบุติเหตุที่กระดูกสันหลังก็อาจจะพบว่ากล้ามเนื้อของร่างกายท่อนล่างหลังจากส่วนที่ได้รับอุบัติเหตุลงไปแล้วมีอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ หรือไม่สามรถขยับได้อีกเลย อย่างไรก็ตามในกลุ่มนี้ผู้ป่วยมักมีอาการผิดปกติของระบบประสาทร่วมด้วย เช่น อาการชา การรับความรู้สึกที่ผิวหนังผิดปกติ รู้สึกเหมือนโดนเข็มแทงตลอดเวลา เป็นต้น

3. กล้ามเนื้ออ่อนแรงจากโรคอื่น ๆ (Specific disease related weakness)

มีโรคหลายชนิดที่ทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแรงได้ เช่น โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรงเอแอลเอส (Amyotrophic lateral sclerosis) โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรงเอ็มจี (Myasthenia Gravis) โรคในกลุ่มนี้เกิดได้จากหลายสาเหตุ ทั้งระบบภูมิคุ้มกันทำลายตัวเอง การติดเชื้อมาก หรือบางชนิดยังไม่ทราบสาเหตุ อย่างไรก็ตามโรคเหล่านี้มักจะมีอาการเฉพาะที่เห็นได้ชัด ร่วมกับมีรูปแบบการอ่อนแรงแบบพิเศษ เช่น มีหนังตาตกกร่วมด้วย มีอาการกระตุก เริ่มจากแขนขาข้างใดข้างหนึ่ง ก่อนจะเป็นทั้งสองข้าง หรือเริ่มจากส่วนต้นของแขนหรือขาก่อนจะค่อย ๆ ลุกลามไปยังส่วนปลายรยางค์ เป็นต้น [8]

2.1.3 ระดับความรุนแรงของกล้ามเนื้ออ่อนแรง

การวัดความรุนแรงของภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรงที่เป็นที่นิยม คือ การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อด้วยมือ (Manual muscle testing) โดยการตรวจกล้ามเนื้อแต่ละมัดจะมีท่าทางเฉพาะที่ใช้ในการตรวจ ไม่ว่าจะเป็กล้ามเนื้อขนาดใหญ่ เช่น กล้ามเนื้อต้นแขน ต้นขา หรือกล้ามเนื้อที่เล็กมาก ๆ อย่างกล้ามเนื้อใบหน้าเกือบทั้งหมดแทบจะไม่ต้องใช้อุปกรณ์ อาศัยเพียงแรงผู้ตรวจเท่านั้น

การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อสามารถแบ่งได้หลายระดับ แล้วแต่แหล่งอ้างอิงที่ใช้ ในที่นี้จะขอแบ่งออกเป็น 6 ด้วยคะแนนตั้งแต่ 0-5 ดังนี้ [8]

ตารางที่ 1 ระดับความรุนแรงของกล้ามเนื้ออ่อนแรง

5 คะแนน	สามารถเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว ในท่าที่ต้านแรงโน้มถ่วงของโลกและแรงต้านจากผู้ทดสอบอย่างเต็มที่
4 คะแนน	สามารถเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว ในท่าที่ต้านแรงโน้มถ่วงของโลกและแรงต้านจากผู้ทดสอบบางส่วน
3 คะแนน	สามารถเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว ในท่าที่ต้านแรงโน้มถ่วงของโลก
2 คะแนน	สามารถเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว ในท่าที่ไม่ต้านแรงโน้มถ่วงของโลก
1 คะแนน	สังเกตเห็นการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle contraction) แต่ไม่มีการเคลื่อนไหวของข้อต่อ
0 คะแนน	ไม่สามารถสังเกตเห็นการหดตัวของกล้ามเนื้อได้เลย

2.2 ความยาวกล้ามเนื้อ (Muscle length)

ความยาวหรือความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (Muscle length) แบ่งได้ 3 ระดับ โดยประเมินจากการทำ Passive movement คือ Tightness, Shortening และ Contracture

Muscle tightness หมายถึง ระดับที่ข้อหรือกล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ สามารถเคลื่อนไหวได้แต่ไม่เต็มองศาการเคลื่อนไหวและมีแรงต้านทานของกล้ามเนื้อต่อการทำ Passive movement เล็กน้อย โดยผู้ที่ประเมินจะรู้สึกถึงแรงต้านทานนั้น

กล้ามเนื้อหดสั้น (Muscle shortening) หมายถึง ระดับที่ข้อหรือกล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ สามารถเคลื่อนไหวได้แต่ไม่เต็มองศาการเคลื่อนไหวและมีแรงต้านทานของกล้ามเนื้อต่อการทำ Passive movement มาก โดยผู้ที่ประเมินจะรู้สึกถึงแรงต้านทานนั้น

Muscle contracture หมายถึง ระดับที่ข้อหรือกล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ ไม่สามารถถูกเคลื่อนไหวได้ และมีการติดแข็งของข้อต่ออยู่ในท่าใดท่าหนึ่ง เช่น ข้อศอกติดอยู่ในท่างอ ข้อเข่าติดอยู่ในท่างอ เป็นต้น [9]

ตามคำจำกัดความของ Lance JW ภาวะกล้ามเนื้อหดเกร็ง เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มอาการเซลล์ประสาทสั่งการส่วนบนผิดปกติ (Upper motor neuron syndrome) ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มอาการทางบวก (Positive), ทางลบ (Negative) และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางชีวกลศาสตร์ของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น ได้แก่ ภาวะเอ็นหดรั้ง ข้อติดยึด เป็นต้น กลุ่มอาการทางบวกซึ่งมีการทำงานของกล้ามเนื้อมากกว่าปกติและมีความไวในการตอบสนองต่อการกระตุ้นจากภายนอก ซึ่งประกอบด้วย ภาวะกล้ามเนื้อหดเกร็งหลายชนิด ได้แก่ ภาวะกล้ามเนื้อหดเกร็ง (Spasticity) การกระตุกสั้นของกล้ามเนื้อ (Clonus)

การหดตัวทันทีของกล้ามเนื้อที่ทำให้งอ (Flexor spasms) การหดตัวทันทีของกล้ามเนื้อที่ทำให้เหยียด (Extensor spasms) เป็นต้น [10][11]

ตารางที่ 2 การตรวจความตึงตัวของกล้ามเนื้อ [12]

Scale	Modified Ashworth Scale (MAS)
0	ความตึงตัวของกล้ามเนื้อปกติ
1	ความตึงตัวของกล้ามเนื้อสูงขึ้นเฉพาะพิสัยการเคลื่อนไหวช่วงแรก หรือช่วงสุดท้าย

ตารางที่ 2 การตรวจความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (ต่อ)

Scale	Modified Ashworth Scale (MAS)
1+	ความตึงตัวของกล้ามเนื้อสูงขึ้นในพิสัยการเคลื่อนไหวช่วงแรกและยังมีความตึงตัวของกล้ามเนื้ออยู่เล็กน้อย แต่ไม่ถึงครึ่งของพิสัยการเคลื่อนไหว
2	ความตึงตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มตลอดพิสัยการเคลื่อนไหว แต่สามารถเคลื่อนไหวได้จนสุดพิสัยการเคลื่อนไหว
3	ความตึงตัวของกล้ามเนื้อมากขึ้น และทำการเคลื่อนไหวได้ยาก แต่ยังสามารถเคลื่อนไหวได้จนสุดพิสัยการเคลื่อนไหว
4	แข็งเกร็งในทางอหรือเหยียด

2.3 โรคหลอดเลือดในสมอง

โรคหลอดเลือดสมอง (Cerebrovascular disease or Stroke) หรือที่นิยมเรียกในภาษาไทย คือ โรคอัมพฤกษ์ อัมพาต ซึ่งจากเดิมทางการแพทย์เรียกโรคนี้ว่า Cerebrovascular accident (CVA) แต่ปัจจุบันเรียกโรคนี้ว่า Cerebrovascular disease (CVD) [13] โรคหลอดเลือดสมองเป็นโรคที่เป็นปัญหาสำคัญของสาธารณสุขทั่วโลกและในประเทศไทยและเป็นการเจ็บป่วยที่ผู้ป่วยจะมีอาการผิดปกติทางระบบประสาทแบบเฉียบพลัน ส่งผลกระทบต่อให้เกิดอัตราการเสียชีวิตและภาวะทุพพลภาพสูง หากผู้ป่วยได้รับการรักษาได้ทันภายในเวลา 4.5 ชั่วโมง ด้วยการให้ยาละลายลิ่มเลือดทางหลอดเลือดดำและภายหลังได้รับยาพบว่าประมาณร้อยละ 30-50 ผู้ป่วยจะกลับมามีอาการเป็นปกติ [14] และจะมีคุณภาพชีวิตที่ระยะ 3 เดือน ดีขึ้น [15] ดังนั้นจากการศึกษารวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ครอบคลุมหัวข้อตามลำดับดังนี้ ความหมายของโรคหลอดเลือดสมอง ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง อาการและอาการแสดงของโรคหลอดเลือดสมอง รวมถึงผลกระทบของโรคหลอดเลือดสมองต่อผู้ป่วยและครอบครัวมีดังนี้

2.3.1 ความหมายของโรคหลอดเลือดสมอง

สถาบันแห่งชาติเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบประสาทและสโตรค (National Institute of Neurological Disorder and Stroke) ได้ให้คำจำกัดความของโรคหลอดเลือดสมองว่าเป็นความผิด

ปกติที่เกิดขึ้นเมื่อเนื้อสมองขาดเลือดมาเลี้ยงหรือมีเลือดออก ไม่ว่าจะมียาธิสภาพที่หลอดเลือด เส้นเดียวหรือมากกว่า โดยอาจเป็นเพียงชั่วคราวหรือเป็นอย่างถาวรก็ได้ [16]

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ได้ให้คำจำกัดความของโรคหลอดเลือดสมองว่า “Rapidly developed clinical signs of focal (global) disturbance of cerebral function lasting more than 24 hours or leading to death, with no apparent cause other than a vascular origin” หมายถึง กลุ่มอาการทางคลินิกที่ประกอบด้วยลักษณะของอาการทางระบบประสาทบกพร่องที่เกิดขึ้นแบบทันทีทันใด ที่มีอาการหรืออาการแสดงอยู่นานกว่า 24 ชั่วโมง โดยที่ไม่มีสาเหตุอื่น ๆ นอกจากมีสาเหตุมาจากหลอดเลือดที่ทำให้เกิดสมองตายจากการขาดเลือดไปเลี้ยง [17]

สถาบันโรคหลอดเลือดสมองของประเทศสหรัฐอเมริกา (American Stroke Association) ให้ความหมายของโรคหลอดเลือดสมอง หมายถึง ภาวะที่สมองได้รับเลือดไปเลี้ยงไม่เพียงพออย่างเฉียบพลันและอาการแสดงอยู่นานกว่า 24 ชั่วโมง และมีสาเหตุมาจากหลอดเลือดอุดตันหรือแตก ทำให้เซลล์สมองตายจากการขาดเลือดไปเลี้ยง [18]

โดยสรุปจากคำจำกัดความข้างต้นโรคหลอดเลือดสมอง หมายถึง ภาวะที่มีความผิดปกติของสมองที่เกิดขึ้นแบบทันทีทันใด มีอาการหรืออาการแสดงอยู่นานกว่า 24 ชั่วโมง และมีสาเหตุมาจากหลอดเลือดสมองตีบตันหรือแตก ทำให้เซลล์สมองตายจากการขาดเลือดไปเลี้ยง

2.3.2 ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง

การทราบถึงปัจจัยเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมองตีบและอุดตันมีความสำคัญในการป้องกันแบบปฐมภูมิ (Primary prevention) คือ การป้องกันไม่ให้เกิดโรคหลอดเลือดสมองตามมา เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ จึงมีการแบ่งประเภทของปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ของการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง ได้ดังนี้

1. ปัจจัยเสี่ยงที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Nonmodifiable risk factors) เป็นปัจจัยที่เป็นภายในบุคคลมีดังนี้ [19][20]

1.1 อายุ พบในผู้ป่วยที่มีอายุมาก โดยความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมองเพิ่มขึ้นสองเท่าในทุก 10 ปีของอายุที่เพิ่มขึ้นในประชากรที่อายุมากกว่า 55 ปีในสหรัฐอเมริกา [21] สำหรับใน

ประเทศไทย จากการศึกษ Thai Epidemiologic Stroke (TES) พบว่าความชุกของโรคหลอดเลือดสมองเพิ่มขึ้นตามอายุเช่นเดียวกัน [22]

1.2 เพศ พบในผู้ป่วยเพศชายมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมองมากกว่าเพศหญิง ในสหรัฐอเมริกา พบความชุกของโรคหลอดเลือดสมองในเพศชายอยู่ที่ร้อยละ 2.9 ขณะที่ในเพศหญิงอยู่ที่ร้อยละ 2.3 [23] สำหรับในประเทศไทยจากการศึกษา Thai Epidemiologic Stroke (TES) พบว่าเพศชายมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมองมากกว่าเพศหญิงประมาณสองเท่า [22]

1.3 ผู้ที่มีประวัติครอบครัวเป็นโรคหลอดเลือดสมองจะมีความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 30 หรือ 1.3 เท่า [24] หรือลักษณะทางพันธุกรรมบางชนิด เช่น Cerebral autosomal dominant arteriopathy with subcortical infarcts and leukoencephalopathy (CADASIL) เกิดจากความผิดปกติของยีนคู่ที่ 3 มีลักษณะทางคลินิกที่สำคัญคือ สมองขาดเลือดแบบลึบคอคอดกลสโตร์ (Subcortical stroke) สมองเสื่อม (Dementia) และปวดศีรษะแบบไมเกรน (Fabry disease) ซึ่งพบเป็นความผิดปกติทางพันธุกรรมที่ทำให้เกิดการขาดเอนไซม์ (Lysosomal α -galactosidase) และทำให้เกิดการสะสมของ Globotriaosylceramide และ Glycosphingolipids ซึ่งส่งผลต่อการอุดตันของหลอดเลือดสมองและหลอดเลือดตามอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย [25]

1.4 การมีน้ำหนักตัวแรกคลอดต่ำ พบการศึกษาในสหราชอาณาจักรที่แสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีน้ำหนักตัวแรกคลอดต่ำกว่า 2,500 กรัม จะมีความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองมากกว่าผู้ที่มีน้ำหนักตัวแรกคลอดสูงกว่า 4,000 กรัม ถึงสองเท่าแต่ยังไม่สามารถหาเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุผลของความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นนี้ได้ [26]

2. ปัจจัยเสี่ยงที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งมีหลักฐานชัดเจนว่าเมื่อควบคุมปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ได้ จะทำให้อัตราการเกิดโรคหลอดเลือดสมองอุดตันลดลง (Well documented and modifiable risk factors) มีดังนี้

2.1 ความดันโลหิตสูง เป็นความเสี่ยงที่สำคัญที่สุดของการเกิดโรคหลอดเลือดสมองอุดตันและภาวะเลือดออกในสมอง ความดันโลหิตสูงเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองอย่างชัดเจน ซึ่งความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตที่สูงเกินระดับปกติและพบความชุกของความดันโลหิตสูงในประเทศไทย อยู่ที่ประมาณร้อยละ 22 โดย

ความชุกของโรคความดันโลหิตสูงสัมพันธ์โดยตรงกับอายุที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ความชุกของความดันโลหิตสูงในชุมชนเขตเมืองจะสูงกว่าในชุมชนเขตชนบท [27] มีการศึกษาที่ยืนยันชัดเจนว่าความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมองลดลงอย่างต่อเนื่องและแปรผันโดยตรงกับระดับความดันโลหิตที่ลดลง การรักษาความดันโลหิตสูง จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากในการลดอุบัติการณ์ของโรคหลอดเลือดสมอง

2.2 เบาหวาน เป็นอีกหนึ่งความเสี่ยงอิสระต่อโรคหลอดเลือดสมองที่มีหลักฐานหนักแน่น โดยเบาหวานเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองตั้งแต่ 1.6 ถึง 6 เท่า โดยความเสี่ยงนี้ที่มีมาจากการที่เบาหวานเป็นตัวการของโรคหลอดเลือดโดยตรง และการที่เบาหวานทำให้เกิดความดันโลหิตสูง และไขมันในเลือดสูง ซึ่งเป็นความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดด้วยเช่นเดียวกัน มีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่า การรักษาเบาหวานประเภทที่สองอย่างเข้มข้น และควบคุมความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมองด้วยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและยาหลายชนิดรวมกัน ประกอบด้วยยาลดไขมันกลุ่มสแตติน (Statin) ยาลดความดันโลหิตกลุ่มแองจิโอเทนซิน (Angiotensin Converting Enzyme Inhibitor : ACEI หรือ Angiotensin Receptor Blocker : ARB) และยาด้านเกล็ดเลือดในบางกรณี ลดความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองลงได้ [28] มีหลักฐานทางคลินิกยืนยันว่าการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดอย่างเข้มข้นจะช่วยลดภาวะแทรกซ้อนจากเบาหวานที่อยู่ในกลุ่มไมโครแองจิโอพาตี (Microangiopathy) ได้แก่ retinopathy, nephropathy และ neuropathy ได้อย่างชัดเจน แต่ยังไม่ชัดเจนว่าการควบคุมระดับน้ำตาลอย่างเข้มข้นจะช่วยลดภาวะแทรกซ้อนจากเบาหวานในกลุ่มไมโครแองจิโอพาตีได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคหลอดเลือดสมอง นอกจากนี้ความเข้มข้นในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดเพื่อลดระดับไกลโคฮีโมโกลบิน (Glycohemoglobin) ให้อยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 6 ยังไม่แนะนำให้ทำเนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อผู้ป่วย การควบคุมความดันโลหิตเป็นหัวใจสำคัญของการป้องกันโรคหลอดเลือดสมองในผู้ป่วยเบาหวาน โดยควรลดระดับของความดันโลหิตของผู้ป่วยเบาหวานให้ต่ำกว่า 130/80 มิลลิเมตรปรอท โดยกลุ่มยาลดความดันโลหิตที่แนะนำให้ใช้เป็นกลุ่มแรก คือ ACEI หรือ ARB [29] ไขมันในเลือดสูงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคหลอดเลือดสมองที่พบบ่อยในผู้ป่วยเบาหวาน การรักษาไขมันในเลือดสูงในผู้ป่วยเบาหวานด้วยยาลดไขมันกลุ่มสแตตินสามารถลดอุบัติการณ์ของโรคหลอดเลือดสมองในผู้ป่วยเบาหวานได้

2.3 ไขมันในเลือดสูง พบว่าระดับคอเลสเตอรอลในเลือดที่สูงขึ้นสัมพันธ์โดยตรงกับอุบัติการณ์ของการหนาตัวและตีบตันของหลอดเลือดแดงอินเทอร์นอลคาร์โรติด (Internal carotid)

[30] ส่วนการป้องกันโรคหลอดเลือดสมองในผู้ป่วยไขมันในเลือดสูง มีข้อมูลการศึกษาที่เด่นชัดของการให้ยาลดไขมันในกลุ่มสแตติน (Statin) ว่าสามารถลดอุบัติการณ์ของโรคหลอดเลือดสมองได้ [31] แต่ยาลดไขมันกลุ่มอื่น เช่น Fibric acid, Niacin ยังไม่มีข้อมูลทางคลินิกว่าลดอุบัติการณ์ของโรคหลอดเลือดสมอง [32]

2.4 สูบบุหรี่ ความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองสูงขึ้นสองเท่าในกลุ่มประชากรที่สูบบุหรี่ นอกจากนี้การสูบบุหรี่ทวีความรุนแรงของอัตราเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง เมื่อพบร่วมกับปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ เช่น ในผู้หญิงที่สูบบุหรี่ และใช้ยาเม็ดคุมกำเนิดอัตราเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมองจะสูงถึง 7.2 เท่า [33]

2.5 หัวใจห้องบนเต้นระริก (Atrial Fibrillation : AF) ทั้งหัวใจห้องบนเต้นระริกที่มีลิ้นหัวใจผิดปกติ (Valvular atrial fibrillation) และหัวใจห้องบนเต้นระริกที่ไม่มีลิ้นหัวใจผิดปกติ (Nonvalvular atrial fibrillation) เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของโรคหลอดเลือดสมอง หัวใจห้องบนเต้นระริกที่ไม่มีลิ้นหัวใจผิดปกติเป็นภาวะที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ และมีข้อมูลทางคลินิกที่แน่นอนเกี่ยวกับความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมอง [34]

2.6 โรคหัวใจจำเพาะบางประเภทนอกเหนือจากหัวใจห้องบนเต้นระริก ยังมีความผิดปกติของหัวใจอีกหลายประเภทที่ถือเป็นความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะก้อนเลือดอุดตัน เช่น เนื้องอกปฐุมภูมิของหัวใจ (Primary cardiac tumors), Vegetations, ลิ้นหัวใจเทียม (Prosthetic cardiac valves), Dilated Cardiomyopathy, โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคลิ้นหัวใจบางประเภทและลิ้นหัวใจอักเสบเป็นต้น [32] แต่ก็มี ความผิดปกติของหัวใจบางประเภทที่ยังไม่ชัดเจนว่าเป็นความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะก้อนเลือดอุดตัน เช่น Patent Foramen Ovale (PFO) อาจจะเป็นสาเหตุของโรคหลอดเลือดสมองในผู้ป่วยอายุน้อยกว่า 55 ปี แต่อาจจะไม่ใช่สาเหตุของโรคหลอดเลือดสมองในผู้ป่วยอายุมากที่มีปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ รวมอยู่ด้วย [35]

2.7 หลอดเลือดแดงใหญ่คาร์โรติดตีบแคบ (Carotid artery stenosis) จะมีความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองเพิ่มขึ้นสองเท่า อย่างไรก็ตามการรักษาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ป่วยหลอดเลือดแดงใหญ่คาร์โรติดตีบแคบที่ยังไม่มีอาการแสดงของสมองขาดเลือด (Asymptomatic Carotid Stenosis) ยังไม่ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน ถึงแม้จะมีการศึกษาแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการผ่าตัด (Carotid endarterectomy) ในผู้ป่วยหลอดเลือดแดงใหญ่คาร์โรติดตีบแคบที่ยังไม่มีอาการแสดงของภาวะสมองขาดเลือดแต่ก็มีข้อจำกัดมาก เช่น การผ่าตัดต้องอยู่ภายใต้การเกิดผลแทรก

ซ็อนน้อยกว่าร้อยละ 3 ต่อปี ผู้ป่วยจึงจะได้ประโยชน์จากการผ่าตัด อีกทั้งยังมีข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่าการให้การรักษาด้วยยาควบคุมปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ อย่างเข้มข้นสามารถทำให้อุบัติการณ์ของโรคหลอดเลือดสมองลดลงเหลือร้อยละ 1 ได้จึงอาจจะได้ผลดีกว่าการทำผ่าตัด เนื่องจากยังมีข้อขัดแย้งในการให้การรักษา [32]

2.8 โรคอ้วน โดยเฉพาะที่มีไขมันสะสมบริเวณลำตัว (Obesity and Body Fat Distribution) ผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 25 ถึง 29.9 ถือว่ามีน้ำหนักตัวเกินและถ้ามีดัชนีมวลกายมากกว่า 30 ถือว่าเป็นโรคอ้วน โดยความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองเพิ่มขึ้น 1.39 เท่า ในทุก ๆ 5 กิโลกรัมของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ส่วนไขมันสะสมบริเวณลำตัวใช้เกณฑ์เส้นรอบเอว โดยเส้นรอบเอวเกิน 90 เซนติเมตร ในผู้ชาย หรือเกิน 80 เซนติเมตรในผู้หญิง ถือว่ามีไขมันสะสมบริเวณลำตัว โดยค่าดัชนีมวลกายจะแปรผันโดยตรงกับเส้นรอบเอว การควบคุมน้ำหนักตัวและลดไขมันสะสมบริเวณลำตัวทำให้ความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองลดลงโดยตรง อีกทั้งยังทำให้การควบคุมความดันโลหิต มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองลดลงทางอ้อมอีกด้วย [36]

2.9 การให้ฮอร์โมนหลังหมดประจำเดือน (Postmenopausal hormone therapy) การศึกษาแบบสุ่มด้วยการให้ฮอร์โมนทดแทนเอสโตรเจนร่วมกับโปรเจสเตอโรน ในผู้หญิงอายุระหว่าง 55-79 ปี พบว่าไม่ได้ประโยชน์ทางคลินิก อีกทั้งยังเพิ่มอุบัติการณ์ของโรคหลอดเลือดต่าง ๆ รวมทั้งโรคหลอดเลือดสมองอุดตันที่พบความเสี่ยงเพิ่มขึ้นในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับฮอร์โมนทดแทน 1.55 เท่า เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับยา จึงไม่แนะนำให้ใช้ฮอร์โมนทดแทนในภาวะหลังหมดประจำเดือน [37]

2.10 การไม่ออกกำลังกาย (Physical inactivity) กลุ่มประชากรที่ไม่ออกกำลังกายจะมีความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองสูงกว่ากลุ่มประชากรที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ประมาณ 2.7 เท่า ทั้งในผู้หญิงและผู้ชาย

2.11 การรับประทานอาหารที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดอุดตัน อาหารที่มีเกลือโซเดียมสูงและโพแทสเซียมต่ำร่วมกับอาหารที่มีไขมันอิ่มตัวสูง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสัดส่วนของผักและผลไม้ในอาหารช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง

3. ปัจจัยเสี่ยงที่น่าจะเกี่ยวข้องกับโรคหลอดเลือดสมองอุดตัน และเมื่อควบคุมปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้แล้วมีแนวโน้มว่าอัตราการเกิดโรคหลอดเลือดสมองอุดตันลดลง ดังนี้

3.1 กลุ่มอาการเมตาบอลิก (Metabolic syndrome) เกณฑ์การวินิจฉัยกลุ่มอาการเมตาบอลิกที่นิยมใช้มี 3 เกณฑ์หลักคือ เกณฑ์ของ WHO, NCEP ATP III และ IDF โดยความแตกต่างของแต่ละเกณฑ์อยู่ที่ค่าของดัชนีมวลกาย (Body Mass Index) และวงรอบเอว (Waist Circumference) ที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินการวินิจฉัย โดยเกณฑ์ของ IDF เป็นเกณฑ์ที่มีการปรับปรุงให้ทันสมัยล่าสุดทำให้เป็นที่นิยมใช้อ้างอิงซึ่งเกณฑ์ของ IDF จะใช้เกณฑ์การวินิจฉัยในกลุ่มอาการเมตาบอลิกด้วยวงรอบเอวมากกว่า 90 เซนติเมตรในผู้ชายและมากกว่า 80 เซนติเมตรในผู้หญิง โดยยังคงใช้เกณฑ์ค่าของดัชนีมวลกายมากกว่า 25 เหมือนเกณฑ์ของ NCEP ATP III มีการศึกษาเปรียบเทียบการใช้เกณฑ์การวินิจฉัยทั้ง 3 กับกลุ่มประชากรไทยพบว่าเกณฑ์ของ IDF น่าจะเหมาะสมที่สุด กลุ่มอาการเมตาบอลิกเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง แต่ประโยชน์ที่ชัดเจนทางคลินิกยังต้องการข้อมูลการศึกษาเพิ่มเติม [38]

3.2 ดื่มสุราจัด (Excessive alcohol consumption) การดื่มสุราระดับน้อย อาจจะช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองและการดื่มสุราจัดจะเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง ถึงแม้จะไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบประโยชน์ทางคลินิกระหว่างผู้ที่ดื่มสุราระดับน้อยกับดื่มสุราจัดแนะนำให้จำกัดหรืองดการดื่มสุราในผู้ที่มีพฤติกรรมดื่มสุราจัด [32]

3.3 การใช้ยาเสพติด (Drug abuse) มียาเสพติดหลายชนิดที่เพิ่มอัตราเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโคเคน แอมเฟตามีนและเฮโรอีน

3.4 การใช้ยาคุมกำเนิดแบบรับประทาน (Oral contraceptives) ความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองในผู้หญิงที่รับประทานยาคุมกำเนิดที่มีเอสโตรเจนเป็นส่วนประกอบยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ แต่ความเสี่ยงจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในผู้หญิงที่ใช้ยาคุมกำเนิดแบบรับประทานร่วมกับมีความเสี่ยงเพิ่มเติมอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสูบบุหรี่และมีประวัติเคยเจ็บป่วยด้วยกลุ่มโรคหลอดเลือดอุดตันชนิดต่าง ๆ [39]

3.5 ความผิดปกติการหายใจขณะนอนหลับ (Sleep disordered breathing) การหยุดหายใจขณะหลับเป็นความเสี่ยงโดยตรงต่อโรคหลอดเลือดสมอง อีกทั้งยังมีผลทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงประโยชน์ทางคลินิกของการรักษาภาวะหยุดหายใจขณะหลับต่อโรคหลอดเลือดสมอง [40]

3.6 ไมเกรน (Migraine) เฉพาะไมเกรนที่มีอาการร่วมออรา (Migraine with aura) ที่อาจจะเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง โดยเฉพาะในผู้หญิงอายุระหว่าง 45-55 ปี [41] ผู้หญิงที่เป็นไมเกรนร่วมกับรับประทานยาคุมกำเนิดและสูบบุหรี่จะมีความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองอุดตันเพิ่มขึ้นอย่างมากในผู้ป่วยไมเกรนที่มีอาการร่วมออราทางการมองเห็น (Migraine with visual aura) ที่มีความถี่ของอาการปวดศีรษะสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มากกว่า 12 ครั้งต่อปีจะมีความเสี่ยงสูงกว่าผู้ป่วยที่มีความถี่ในการปวดศีรษะต่ำ นอกจากนี้อาการแสดงของโรคหลอดเลือดสมองมักจะเกิดภายในระยะเวลา 1 ปีหลังเกิดอาการของไมเกรนที่มีอาการร่วมออราทางการมองเห็น [42] แต่ก็ไม่มีการศึกษาที่บ่งชี้ว่าการป้องกันไมเกรนจะลดอัตราเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง

3.7 ภาวะโฮโมซิสตีอินในเลือดสูง (Hyperhomocysteinemia) มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมองในผู้ป่วยภาวะโฮโมซิสตีอินในเลือดสูง แต่การรักษาภาวะโฮโมซิสตีอินในเลือดสูงด้วยยาวิตามินบีหลายชนิด กลับไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ทางคลินิกในการป้องกันโรคหลอดเลือดสมอง

3.8 ภาวะไลโปโปรตีนชนิดเอสูง (Elevated Lipoprotein (a) : Lp (a)) ซึ่งมีลักษณะคล้าย Low Density Lipoprotein (LDL) โดยจะพบการสะสมในผนังหลอดเลือดที่เกิดจากหลอดเลือดแดงแข็งตัว ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่จะเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเกิดหลอดเลือดอุดตัน จากการศึกษาทางระบาดวิทยายังได้ผลที่ไม่ชัดเจนและมีบางการศึกษาพบว่าภาวะไลโปโปรตีนชนิดเอสูงจะเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง แต่บางการศึกษากลับพบว่าภาวะไลโปโปรตีนชนิดเอสูงไม่มีความสัมพันธ์กับโรคหลอดเลือดสมอง ส่วนการลดภาวะไลโปโปรตีนชนิดเอสูงด้วย Niacin ยังไม่มีการศึกษาว่าได้ประโยชน์ทางคลินิก

3.9 ภาวะเลือดแข็งตัวง่ายผิดปกติ (Hypercoagulability) เป็นภาวะที่มีลิ่มเลือดในหลอดเลือดดำ (Venous thrombosis) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับภาวะเลือดแข็งตัวง่ายผิดปกติมากกว่าที่พบในภาวะหลอดเลือดแดงอุดตัน (Arterial thrombosis), antiphospholipid anti- bodies (aPLs) และเป็นความเสี่ยงต่อภาวะหลอดเลือดแดงอุดตันที่ชัดเจนที่สุดในภาวะเลือดแข็งตัวง่ายผิดปกติ การให้ยาแอสไพริน (Aspirin) ในผู้ป่วยที่พบ aPLs ยังไม่เป็นที่แนะนำ

3.10 การอักเสบและการติดเชื้อ High Sensitivity C-reactive Protein (hsCRP) เพิ่มอัตราเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง การลดระดับการอักเสบและการติดเชื้อลงด้วยยาลดไขมันกลุ่มสแตติน (Statin) จะช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมองลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ โดยสรุปปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดสมองที่พบได้แก่ 1) ปัจจัยเสี่ยงที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Nonmodifiable risk factors) 2) ปัจจัยเสี่ยงที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ซึ่ง มีหลักฐานชัดเจนว่าเมื่อควบคุมปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ได้ส่งผลให้อัตราการเกิดโรคหลอดเลือดสมองลดต่ำลง (Well-documented and modifiable risk factors) และ 3) ปัจจัยเสี่ยงที่น่าจะเกี่ยวข้องกับโรคหลอดเลือดสมองลดต่ำลง เมื่อควบคุมปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้แล้วมีแนวโน้มว่าอัตราการเกิดโรคหลอดเลือดสมองลดต่ำลงด้วย [43]

2.3.3 อาการและอาการเตือนของโรคหลอดเลือดสมอง

อาการและอาการแสดงของผู้ป่วยขึ้นอยู่กับตำแหน่งของรอยโรคในสมองที่เลี้ยงโดยหลอดเลือดที่ตีบตันนั้น ๆ โดยอาการผิดปกติทางระบบประสาทที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายในเวลาเป็นนาที จากคำนิยามเดิมในกรณีที่อาการผิดปกตินั้นคงอยู่นานกว่า 24 ชั่วโมง จะเรียกว่า สโตรคจากการขาดเลือด (Ischemic stroke) แต่ถ้าอาการเป็นช่วงสั้น ๆ และหายเป็นปกติใน 24 ชั่วโมง จะเรียกว่า สโตรคจากการขาดเลือดชั่วคราว (Transient Ischemic Stroke : TIA) ในผู้ป่วยส่วนใหญ่ร้อยละ 80 จะพบความผิดปกติในหลอดเลือดแดงคาร์โรติดิต (Carotid arterial) และหลอดเลือดแดงที่เลี้ยงสมองส่วนหน้า (Anterior circulation) และผู้ป่วยอีกร้อยละ 20 อาการสมองขาดเลือดเกิดจากหลอดเลือดเวอร์ทีโบรบาลิลาร์ (Vertebrobasilar) หรือหลอดเลือดที่เลี้ยงสมองส่วนหลังตีบและอุดตัน โดยสรุปอาการได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 3 อาการที่บ่งบอกถึงความผิดปกติจากหลอดเลือดแดงคาร์โรติดิต (Carotid artery) และหลอดเลือดเวอร์ทีโบรบาลิลาร์ (Vertebrobasilar)

หลอดเลือด	อาการและอาการแสดงที่พบ
ความผิดปกติจากหลอดเลือดแดงคาร์โรติดิต (Carotid artery)	1) ตาด้านเดียวกับรอยโรคมองไม่เห็นภาพชั่วคราว (Amaurosis fugax) 2) แขนขาด้านตรงข้ามอ่อนแรง หรือใช้งานไม่ถนัด (Clumsiness) 3) แขนขาด้านตรงข้ามชา หรือความรู้สึกสัมผัสเปลี่ยนไป (Paresthesia)

ตารางที่ 3 อาการที่บ่งบอกถึงความผิดปกติจากหลอดเลือดแดงคาร์โรติด (Carotid artery) และหลอดเลือดเวอร์ทีโบรบาซิลาร์ (Vertebrobasilar) (ต่อ)

หลอดเลือด	อาการและอาการแสดงที่พบ
ความผิดปกติจากหลอดเลือดแดงคาร์โรติด (Carotid artery)	4) ภาวะเสียการสื่อความ (Aphasia) ในกรณีสมองด้านเด่นขาดเลือด 5) ตาบอดครึ่งซีกด้านตรงข้าม (Contralateral homonymous hemianopia) 6) อาการพูดไม่เป็นความ (Dysarthria) โดยส่วนใหญ่จะพบร่วมกับความผิดปกติอื่น
ความผิดปกติจากหลอดเลือดเวอร์ทีโบรบาซิลาร์ (Vertebrobasilar)	1) อ่อนแรงหรือใช้งานไม่ถนัดทั้ง 2 ข้าง แต่อาจจะมีอาการด้านใดด้านหนึ่งได้ 2) ชาหรือความรู้สึกสัมผัสเปลี่ยนทั้งสองข้าง Shifting หรือ Crossed คือ ชาด้านเดียวกับรอยโรคและชาลำตัวด้านตรงข้าม 3) ตาบอดครึ่งซีกด้านตรงข้ามหรือทั้งสองข้าง 4) ร่วมกับอาการอย่างน้อยสองอย่าง ได้แก่ เวียนศีรษะ เห็นภาพซ้อน กลืนลำบาก อาการพูดไม่เป็นความ (Dysarthria) ภาวะกล้ามเนื้อเสียสหการ (Ataxia)

อาการเตือนของโรคหลอดเลือดสมอง คือ อาการนำก่อนที่ผู้ป่วยจะมีอาการโรคหลอดเลือดสมอง เนื่องจากสมองขาดเลือดชั่วคราว ความผิดปกติทางระบบประสาทที่เกิดขึ้นจะเป็นอยู่ในระยะเวลาสั้น ๆ ส่วนใหญ่เกิดขึ้นประมาณ 5-10 นาทีและหายเป็นปกติได้ภายใน 24 ชั่วโมง [44] คณะกรรมการร่วมด้านการช่วยฟื้นคืนชีพนานาชาติ รายงานว่าอาการทางคลินิกที่สำคัญของโรคหลอดเลือดสมองตามเกณฑ์การวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมองก่อนรับการรักษา (Cincinnati Prehospital Stroke Scale, CPSS) มี 3 อย่าง คือ 1) ใบหน้าอ่อนแรงในขณะที่พยายามยิงฟัน 2) แขนอ่อนแรง โดยผู้ป่วยมีอาการแขนข้างหนึ่งตกลงหรือคว่ำลง ขณะที่กำลังยกแขน แบมือและหลับตา 10 วินาที 3) พูดผิดปกติพูดซ้ำ พูดไม่ถนัด พูดผิด ๆ ถูก ๆ หรือพูดไม่ได้โดยหากพบ

ความผิดปกติ 1 อาการ มีโอกาสเกิดโรคหลอดเลือดสมองถึงร้อยละ 72 หากพบ 3 อาการมีโอกาสเกิดโรคหลอดเลือดสมองถึงร้อยละ 85 จากการอภิmannงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องอาการเตือนโรคหลอดเลือดสมองของนิโคลและทรีฟ พบว่าสามารถแบ่งอาการเตือนได้ 2 กลุ่ม คือ แบ่งตามสถาบันโรคทางระบบประสาทและโรคหลอดเลือดสมองแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (American National Institute of Neurological Disorder and Stroke) ซึ่งจัดอาการเตือนออกเป็น 5 อาการและแบ่งตามสถาบันโรคหลอดเลือดสมองแห่งชาติ ประเทศออสเตรเลีย (Australia's National Stroke Foundation) ซึ่งจัดอาการเตือนหลักออกเป็น 6 อาการ โดยสรุปอาการได้ดัง ตารางที่ 2.2

ตารางที่ 4 อาการเตือนของโรคหลอดเลือดสมอง

หลอดเลือด	อาการและอาการแสดงที่พบ
สถาบันโรคทางระบบประสาทและโรคหลอดเลือดสมองแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (American National Institute of Neurological Disorder and Stroke)	จัดอาการเตือนออกเป็น 5 อาการดังนี้ 1) อาการชาและอ่อนแรงของกล้ามเนื้อใบหน้า แขนหรือขา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในร่างกายซีกใดซีกหนึ่งอย่างทันทีทันใด 2) อาการสับสน พูดลำบากหรือพูดไม่รู้เรื่องอย่างทันทีทันใด 3) อาการมองไม่ชัด ตามัว 1 หรือ 2 ข้าง ทันทีทันใด 4) อาการเดินเซ เดินลำบากหรือสูญเสียความสามารถในการทรงตัวและการทำงานประสานสัมพันธ์ของแขนและขา ทันทีทันใด 5) อาการปวดศีรษะอย่างรุนแรงโดยไม่ทราบสาเหตุ ทันทีทันใด
สถาบันโรคหลอดเลือดสมองแห่งชาติ ประเทศออสเตรเลีย Australia's National Stroke Foundation)	จัดอาการเตือนหลักออกเป็น 6 อาการดังนี้ 1) อาการชาและอ่อนแรงของกล้ามเนื้อใบหน้า แขนหรือขา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในร่างกายซีกใดซีกหนึ่งอย่างทันทีทันใด 2) อาการสับสน พูดลำบากหรือพูดไม่รู้เรื่องอย่างทันทีทันใด 3) อาการมองไม่ชัด ตามัว 1 หรือ 2 ข้าง ทันทีทันใด

ตารางที่ 4 อาการเตือนของโรคหลอดเลือดสมอง (ต่อ)

หลอดเลือด	อาการและอาการแสดงที่พบ
สถาบันโรคหลอดเลือดสมองแห่งชาติ ประเทศออสเตรเลีย Australia's National Stroke Foundation)	4) อาการเดินเซ เดินลำบากหรือสูญเสียความสามารถในการทรงตัวและการทำงานประสานสัมพันธ์ของแขนและขาทันทีทันใด 5) อาการปวดศีรษะอย่างรุนแรงโดยไม่ทราบสาเหตุทันทีทันใด 6) เพิ่มประเด็นเรื่องอาการกลืนลำบากอย่างทันทีทันใด

2.3.4 ผลกระทบของโรคหลอดเลือดสมอง

ผลกระทบของโรคหลอดเลือดสมองต่อผู้ป่วยและครอบครัว สามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ผลกระทบด้านร่างกาย ผลกระทบด้านจิตใจ อารมณ์ และผลกระทบด้านสังคม

1. ผลกระทบด้านร่างกาย

1.1 ความผิดปกติเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว เกิดในผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพในสมองส่วนกลาง เปลือกสมองหรือสมองน้อย ซึ่งผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวความตึงตัวของกล้ามเนื้อ เปลี่ยนไป [45] โดยระยะแรกกล้ามเนื้อจะอ่อนแรง ผู้ป่วยจะรู้สึกแขนขาหนักขึ้น การเคลื่อนไหวลำบาก หรืออาจเคลื่อนไหวไม่ได้ อาการที่เกิดขึ้นจะอยู่ด้านตรงข้ามกับพยาธิสภาพที่เกิดขึ้นในสมอง เมื่อผ่านระยะอ่อนแรงจะเกิดอาการแข็งเกร็ง โดยจะเกิดการงอของข้อมือ ข้อศอก กำมือแน่น ข้อสะโพกกางออก ข้อเข่าและนิ้วเท้างอเข้า [46] ถ้าอาการเกร็งเป็นอยู่นานจะทำให้กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เหยียดของข้อต่าง ๆ สูญเสียหน้าที่ ซึ่งจะทำให้ข้อต่าง ๆ เหยียดลำบาก การเคลื่อนไหวของแขนขาส่วนที่มีอาการจึงลำบาก

1.2 ความผิดปกติเกี่ยวกับการพูด เกิดในผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพที่สมองซีกขวา ทำให้ไม่สามารถเข้าใจความหมายของคำพูดที่ได้ยินหรือไม่สามารถอ่านหนังสือได้ทั้งที่มองเห็น บางรายผู้ป่วยเข้าใจภาษาพูด เขียน สัญลักษณ์ต่าง ๆ รู้ว่าจะตอบสนองอย่างไรแต่พูดไม่ได้ บางรายเกิดจากการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวกับการพูดหรือกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า อาการเหล่านี้ อาจ

ทำให้ ผู้ป่วยไม่สามารถติดต่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ความคิดของตนเองได้ ผู้ป่วยเกิดความทุกข์ทรมานใจอาจเกิดภาวะซึมเศร้าและแยกตัวในที่สุด

1.3 ความผิดปกติเกี่ยวกับการรับประทานอาหาร ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของเส้นประสาทสมองที่ควบคุมเกี่ยวกับการเคี้ยวอาหาร การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้าขณะเคี้ยวอาหารและเส้นประสาทที่ควบคุมเกี่ยวกับการกลืน การเคลื่อนไหวของลิ้น ความผิดปกติของเส้นประสาทเหล่านี้จะทำให้ริมฝีปากปิดไม่สนิท ลิ้นไม่สามารถวัดอาหารในทิศทางต่าง ๆ ได้ กล้ามเนื้อช่องปากและคอหอยอ่อนแรงไม่สามารถผลักอาหารเข้าหลอดอาหารได้ ทำให้ผู้ป่วยกลืนลำบาก เพดานอ่อนแรงไม่สามารถเคลื่อนปิดกับผนังคอหอย ทำให้ผู้ป่วยสำลักขณะกลืนอาหาร ซึ่งพบได้ร้อยละ 59 ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองทั้งหมดเป็นสาเหตุทำให้ติดเชื้อที่ปอด [45]

1.4 ความผิดปกติเกี่ยวกับการรับรู้ความรู้สึกและการรับรู้เกิดในผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพที่สมองพาริเอทัล (Parietal) ความผิดปกติที่พบบ่อย เช่น การสูญเสียความรู้สึกเจ็บปวด ความร้อน ความเย็น ผู้ป่วยอาจบอกตำแหน่งจุดสัมผัสไม่ได้และผู้ป่วยอาจมีความบกพร่องในการรับรู้ตนเองขาดความสนใจต่อความพิการจะทำให้บกพร่องในการปรับท่าและการเคลื่อนไหว

1.5 ความผิดปกติเกี่ยวกับสติปัญญา การสูญเสียความทรงจำทำให้ขาดสมาธิ เบี่ยงเบนความสนใจง่าย ไม่สามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้เข้ากับสถานการณ์จริง ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ได้ทั้งหมด ยากต่อการเรียนรู้ประสบการณ์ใหม่ ผู้ป่วยจะมีพฤติกรรมที่ซ้ำซาก ไม่สามารถหลบหลีกอันตรายได้ [47]

2. ผลกระทบด้านจิตใจและอารมณ์ ปัญหาทางด้านจิตใจที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง อาจเกิดจากสภาพของจิตใจผู้ป่วยที่เป็นอยู่ก่อนแล้ว เกิดจากการตอบสนองทางด้านจิตใจต่อความบกพร่องทางร่างกายและเกิดจากการที่มีพยาธิสภาพที่สมองโดยตรง ส่วนผลกระทบด้านอารมณ์ที่พบบ่อยภายหลังเกิดโรคหลอดเลือดสมองคือ ภาวะซึมเศร้า พบได้ร้อยละ 25-60 ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยอาการที่แสดงให้เห็นคือ อารมณ์หงุดหงิด วิตกกังวล ขาดความกระตือรือร้น ขาดความสนใจในการดูแลตัวเอง แยกตัวเองไม่ให้ความร่วมมือ นอนไม่หลับและเบื่ออาหาร เป็นต้น

3. ผลกระทบด้านสังคม ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจะมีการแยกตัวออกจากสังคมและมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมลดลง เนื่องจากมีอุปสรรคต่อการสร้างและคงไว้ซึ่งสัมพันธภาพจากการที่มีวิถี

ชีวิตเปลี่ยนแปลงไป มีการเปลี่ยนแปลงบทบาทจากหัวหน้าครอบครัวกลายเป็นบุคคลผู้ต้องพึ่งพาผู้อื่น มีปัญหาในการปรับตัว มีขีดจำกัดทางด้านร่างกาย ภาพลักษณ์เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพที่สมองส่วนหน้า มักจะทำให้ผู้ป่วยมีพฤติกรรมถดถอย ไม่สนใจสิ่งแวดล้อม มีพฤติกรรมทางสังคมที่ไม่เหมาะสม จากปัญหาทางพฤติกรรมและอารมณ์ดังกล่าวมักทำให้ผู้ป่วยเกิดความรู้สึกแตกต่างหรือด้อยกว่าผู้อื่นและไม่อยากเข้าสังคม [48]

2.4 การออกกำลังกาย

2.4.1 ความหมายของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกาย หมายถึง การทำให้ร่างกายทุกส่วน ทุกระบบ เช่น ระบบกล้ามเนื้อ ระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ระบบขับถ่ายและระบบไหลเวียนโลหิต ฯลฯ เมื่อออกกำลังกายระบบต่าง ๆ เหล่านี้จะทำงานหนักขึ้นแต่กลับเป็นผลดีต่อร่างกาย

การออกกำลังกาย หมายถึง การเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องของร่างกาย ซึ่งทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เช่น หัวใจและปอดแข็งแรง (Cardiorespiratory fitness) กล้ามเนื้อแข็งแรง (Muscle strength) กล้ามเนื้อมีความทนทาน (Muscular endurance) และร่างกายมีความยืดหยุ่น (Flexibility)

2.4.2 ประเภทการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทโดยยึดหลักเกณฑ์การทำงานของกล้ามเนื้อและการใช้ออกซิเจนในการออกกำลังกาย ได้ดังนี้

1. การแบ่งตามลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อ ได้ดังนี้

1.1 Isometric exercise หมายถึง การออกกำลังกายที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อ ชนิดที่ความยาวของกล้ามเนื้อคงที่ มีการเกร็งหรือตึงตัว (Tension) ของกล้ามเนื้อเพื่อต้านกับแรงต้านหรือออกกำลังกายโดยเกร็งกล้ามเนื้ออยู่กับที่ เหมาะกับผู้ที่ไม่มีเวลาออกกำลังกาย เช่น การบีบวัตถุ การดันกำแพง เป็นต้น การออกกำลังกายแบบนี้ หากทำเป็นประจำจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อ ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นแต่มีผลน้อยมากในการเพิ่มสมรรถภาพของระบบหัวใจหรือระบบไหลเวียนเลือด สำหรับผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงไม่ควรออกกำลังกายด้วย

วิธีนี้ เพราะเมื่อเกร็งกล้ามเนื้อจะทำให้หัวใจต้องทำงานเพิ่มขึ้นพร้อม ๆ กับการเพิ่มของความดันเลือดเกือบทันทีจึงอาจเป็นอันตรายในขั้นรุนแรงได้

1.2 Isotonic exercise หรือ Dynamic exercise หมายถึง การออกกำลังกายแบบมีการหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดที่ความยาวของกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงและอวัยวะมีการเคลื่อนไหว เป็นการบริหารกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายโดยตรง ซึ่งสามารถแบ่งชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.2.1 Concentric คือ การหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีความยาวของกล้ามเนื้อหดสั้นเข้า ทำให้น้ำหนักเคลื่อนที่เข้าหาตัว เช่น การยกน้ำหนักเข้าหาลำตัว ทำวิดพื้นในขณะที่ลำตัวลงสู่พื้น

1.2.2 Eccentric คือ การหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดที่มีการเกร็งกล้ามเนื้อ เช่น การยกน้ำหนักออกห่างจากลำตัว ทำวิดพื้นในขณะที่ยกลำตัวขึ้น

1.3 Isokinetic exercise หมายถึง การออกกำลังกายชนิดที่มีการทำงานของกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงเวลาของการเคลื่อนไหว เหมาะสำหรับนักกีฬาที่ต้องการทดสอบสมรรถภาพทางกาย เช่น การปั่นจักรยานวัดงาน การก้าวขึ้นลงตามแบบทดสอบของฮาร์วาร์ด (Harvard step test) การวิ่งอยู่กับที่ การปั่นจักรยานอยู่กับที่ เป็นต้น

2.การแบ่งตามลักษณะการใช้ออกซิเจน ได้ดังนี้

2.1 การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิค (Anaerobic exercise) หมายถึง การออกกำลังกายแบบไม่ต้องใช้ออกซิเจน ผลการออกกำลังกายแบบนี้ให้ผลคล้ายกับการออกกำลังกายแบบ Isometric exercise เช่น การวิ่ง 50 เมตร กระโดดไกล ทุ่มน้ำหนัก ขว้างจักร พุ่งแหลน เป็นต้น

2.2 การออกกำลังกายแบบแอโรบิค (Aerobic exercise) หมายถึง การออกกำลังกายที่ต้องใช้ออกซิเจนหรือมีการหายใจขณะออกกำลังกาย เป็นการบริหารให้ร่างกายเพิ่มความสามารถสูงสุดในการรับออกซิเจน เช่น วิ่ง 1600 เมตร ว่ายน้ำ เป็นต้น [49]

2.4.3 หลักการออกกำลังกาย

ในการออกกำลังกายเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดของร่างกายนั้น ผู้ออกกำลังกายควรยึดหลักปฏิบัติ ดังนี้

1. ความหนัก (Intensity)

การออกกำลังกายที่เหมาะสมไม่จำเป็นต้องหนักมากหรือเป็นแบบแผน การออกกำลังกายที่ดีที่สุดเป็นการออกกำลังกายที่มีความหนักระดับปานกลางและสม่ำเสมอ ความหนักปานกลางในการออกกำลังกายของแต่ละคนไม่เท่ากัน

การออกกำลังกายหนักปานกลางเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของปอดและหัวใจควรให้อยู่ที่ระดับความหนักประมาณ 55-70 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ในคนที่ไม่เคยออกกำลังกายโดยเฉพาะผู้สูงอายุควรเริ่มที่ระดับความหนักน้อย ๆ อาจเริ่มที่ความหนักที่ทำให้หัวใจเต้นในอัตรา 105-115 ครั้งต่อนาที แล้วค่อยเพิ่มความหนักให้มากขึ้นหรือให้หัวใจอยู่ในค่านี้อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงการออกกำลังกายครั้งหนึ่ง ๆ

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด} = 220 - \text{อายุ}$$

การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและคงทน (Exercise for strength and endurance)

ความแข็งแรง (Strength) ของกล้ามเนื้อ หมายถึง แรงดึงตัว (Tension) สูงสุดที่กล้ามเนื้อทำได้ในการหดตัว ความคงทน (Endurance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะหดตัวทำงานได้เป็นเวลานานหรือความทนทานในการทำงาน การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและคงทน จะทำโดยให้ผู้ที่ทดสอบออกแรงทำเอง (Active exercise) ซึ่งสามารถทำได้ใน 3 รูปแบบคือ Isometric, Isotonic, Isokinetic โดยถ้าต้องการเพิ่มความแข็งแรงต้องออกกำลังกายโดยให้กล้ามเนื้อหดตัวด้วยแรงสูงสุดหรือเกือบสูงสุด ในขณะที่จำนวนครั้งอาจไม่มากนัก แต่ถ้าเพิ่มความคงทนต้องออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านน้อยและจำนวนครั้งมาก

Isotonic exercise ตามหลักของ DeLorme technique หรือ Progressive resistance exercise (PRE) เริ่มต้นการออกกำลังกายด้วยความหนักร้อยละ 50, 75, 100 ของ 10 RM ตามลำดับ การหาค่า 1RM ใช้สูตรของ Brzycki คือ $1RM \text{ เท่ากับ } 100 * \text{Load rep} / (102.78 - 2.78 * \text{rep})$ โดยที่ Load rep หมายถึง น้ำหนักที่ยกได้ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม และ Rep คือ จำนวนครั้งที่ยกน้ำหนักได้ ค่าความสัมพันธ์ (Correlation) ของค่า 1 RM ที่ได้จากการคำนวณและการทดสอบจริงมีความเที่ยง ($r = 0.99$ [50])

2. ความนานหรือระยะเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย (Duration)

ระยะเวลาในการออกกำลังกายในแต่ละวันมีความสำคัญ โดยทั่วไประยะเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายแบบแอโรบิคสามารถทำได้ตั้งแต่ 20-60 นาที ติดต่อกันในแต่ละครั้ง สำหรับผู้ที่เริ่มออกกำลังกายอาจเริ่มที่ 20 นาทีติดต่อกันแล้วค่อยเพิ่มเวลามากขึ้นเรื่อย ๆ ในผู้ที่มีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย เช่น อายุมากหรือมีโรคประจำตัวสามารถเริ่มต้นติดต่อกันเป็นเวลาสัก 10 นาทีในแต่ละครั้ง สะสมไปเรื่อย ๆ เป็นจำนวนหลายครั้งในหนึ่งวันก็ได้

3. ความถี่หรือความบ่อยในการออกกำลังกาย (Frequency)

ความถี่ในการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของระบบหัวใจและหัวใจรวมทั้งหลอดเลือดควรทำอย่างน้อย 3-5 วันต่อสัปดาห์ ในกลุ่มที่อยู่เฉย ๆ ไม่ออกกำลังกายมานาน ไม่ควรออกกำลังกายถี่เกินไปในแต่ละสัปดาห์ เพราะมีโอกาสเกิดอันตรายจากการออกกำลังกาย เมื่อเกิดความคุ้นเคยและปรับตัวได้แล้วค่อยเพิ่มความถี่ให้มากขึ้น

2.4.4 ประโยชน์ของการออกกำลังกาย

1. กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้น การออกกำลังกายจะทำให้การไหลเวียนเลือดไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ทั้งร่างกายได้ดีขึ้น กล้ามเนื้อมีการพัฒนาแข็งแรงขึ้น มีพลังที่สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดี และมีประสิทธิภาพขึ้น
2. การทรงตัว การออกกำลังกายอยู่เสมอ จะช่วยให้ทรงตัวดีขึ้น มีความกระฉับกระเฉง คล่องแคล่วว่องไว เพราะร่างกายได้มีการเคลื่อนไหวอยู่เสมอ การประสานงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะส่วนต่าง ๆ จะทำงานได้ดีขึ้น
3. การทรงตัว การออกกำลังกายจะช่วยให้รูปร่างที่ดีและสัดส่วนของร่างกายจะเหมาะสม
4. ระบบหัวใจ ปอด หัวใจ หลอดเลือด ทำงานได้ดีขึ้น
5. ชะลอความเสื่อมของอวัยวะ ช่วยให้มียายุยืนยาว
6. การเจริญเติบโต การออกกำลังกายเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโต
7. สมรรถภาพทางกายดี การออกกำลังกายเป็นกิจกรรมที่เสริมสมรรถภาพทางกายทุกด้าน เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความอดทน นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันโรค

ต่าง ๆ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจเสื่อมสมรรถภาพ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคอ้วน และโรคข้อต่อเสื่อมสภาพ [51]

2.5 นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย

2.5.1 ความหมายของนวัตกรรม

พันธุอาจ ชัยรัตน์ ได้กล่าวถึงความหมายของนวัตกรรมในเชิงเศรษฐศาสตร์ไว้ว่า คือ การนำแนวคิดใหม่หรือการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่แล้วมาใช้ในรูปแบบใหม่ เพื่อทำให้เกิด ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ รวมทั้งได้กล่าวว่า ความหมายในเชิงแคบของนวัตกรรม คือ ผลผลิตของความสำเร็จทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับพลวัตของกิจกรรมทางสังคม ในขณะที่ความหมายในเชิงกว้าง หมายถึง แนวความคิด การปฏิบัติหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ใหม่ต่อตัวปัจเจกหรือหน่วยที่รับเอาสิ่งเหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ การรวมเอากิจกรรมที่นำไปสู่การแสวงหาความสำเร็จเชิงพาณิชย์ การสร้างตลาดใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ กระบวนการและการบริการใหม่ การทำในสิ่งที่แตกต่างจากคนอื่น โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวให้กลายมาเป็นโอกาสและนำไปสู่แนวคิดใหม่ที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม สิ่งเหล่านี้ยืนยันได้จากการสำรวจของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้ทำการสำรวจผู้บริหารระดับสูงขององค์กรที่มีนวัตกรรม โดยสรุปพบว่า ผู้บริหารระดับสูงมีความเชื่อมั่นว่านวัตกรรมจะนำไปสู่การสร้าง ความมั่นคงทางการตลาดหรือการสร้างตลาดใหม่ รวมทั้งบริษัทต่าง ๆ ก็ จะเห็นความสำคัญต่อการลงทุนและการพัฒนานวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง [51]

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่เป็นตัวแทนให้การส่งเสริมและพัฒนานวัตกรรมของประเทศ ได้กำหนดความหมายของนวัตกรรมไว้ว่า นวัตกรรม คือ “สิ่งใหม่ที่เกิดจากการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม” จากการให้ความหมายของนวัตกรรมข้างต้น จะพบว่า มีนัยสำคัญที่มีความหมายแตกต่างจากคำว่า “Invention” ก็คือ ประเด็นในส่วนของการแสวงหาผลประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และสังคม เนื่องจากคำว่า Invention ที่แปลว่า สิ่งประดิษฐ์หรือประดิษฐกรรม มีความหมายเพียงการทำให้เกิดความคิดใหม่เป็นความจริงขึ้นมาและสามารถจับต้องได้ อย่างไรก็ตามเมื่อได้ทบทวน วรรณกรรมและพิจารณา

เกี่ยวกับการให้ความหมายของนวัตกรรมจากนักวิชาการในต่างประเทศที่มีชื่อเสียงและมีมุมมองที่แตกต่างกันตามภูมิหลังของแต่ละคนในการให้ ความหมายของคำว่า “นวัตกรรม” [52]

2.5.2 ประเภทของนวัตกรรม

การจำแนกประเภทของนวัตกรรม แบ่งได้หลายประเภทตามลักษณะขอบเขตและวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ การจำแนกที่พบบ่อยและมีการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการวิจัย และการจัดการนวัตกรรมค่อนข้างมากก็จะประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ

1. การจำแนกตามเป้าหมายของนวัตกรรม (The target of Innovation) แบ่งเป็น นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) และ นวัตกรรมกระบวนการ (Process innovation)
2. การจำแนกตามระดับของการเปลี่ยนแปลง (The degree of change) จะแบ่ง นวัตกรรมออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ นวัตกรรมในลักษณะเฉียบพลัน (Radical innovation) และนวัตกรรมในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป (Incremental innovation)
3. การจำแนกตามขอบเขตของผลกระทบ (The area of impact) จำแนกได้ 2 ประเภท คือ นวัตกรรมทางเทคโนโลยี (Technological innovation) และ นวัตกรรมทางการบริหาร (Administrative innovation) สามารถสรุปและอธิบายรายละเอียดของการจำแนก ประเภทของนวัตกรรมในแต่ละลักษณะ [53] ได้ดังนี้

1. การจำแนกตามเป้าหมายของนวัตกรรม

1.1 นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้ให้ความหมายของนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ไว้ว่า นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ คือ การพัฒนาและนำเสนอผลิตภัณฑ์ใหม่ไม่ว่าจะเป็นด้านเทคโนโลยีหรือวิธีการใช้ก็ดี รวมไปถึงการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ถือเป็นผลิตผล

(Outputs) ขององค์การหรือธุรกิจ โดยอาจจะอยู่ในรูปของตัวสินค้า (Goods) หรือการบริการ (Services) ก็ได้และตัวแปรหลักที่สำคัญของการพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์มี 2 ตัวแปร คือ

1.1.1 โอกาสทางด้านเทคโนโลยี หมายถึง องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เครื่องมือ อุปกรณ์ และกระบวนการที่จะทำให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เกิดขึ้นได้

1.1.2 ความต้องการของตลาด หมายถึง ความต้องการของผู้ใช้ที่มีความต้องการในผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นและพร้อมที่จะซื้อหรือใช้ ส่งผลทำให้ผู้เป็นเจ้าของนวัตกรรมได้รับประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจหรือสังคม เช่น บริษัทแอปเปิล ที่ได้มีพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ด้านการออกแบบและการสื่อสารที่เรียกว่า iPod จนทำให้สามารถเป็นที่ต้องการและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคภายใต้รูปแบบและวิถีการดำเนินชีวิตในยุคปัจจุบัน ซึ่งส่งผลทำให้บริษัทประสบความสำเร็จและได้รับผลประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจอย่างมากมาย เป็นต้น

1.2 นวัตกรรมกระบวนการ (Process Innovation) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติให้ความหมายของนวัตกรรมกระบวนการ หมายถึง การประยุกต์ใช้แนวคิดวิธีการหรือกระบวนการใหม่ ๆ ที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตและการทำงานโดยรวมมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบกระบวนการผลิตใหม่ เป็นต้น จากความหมายดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า นวัตกรรมกระบวนการเป็นเรื่องของการเปลี่ยนแปลงในองค์การ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือ กรรมวิธีการผลิต การจัดจำหน่าย หรือรูปแบบการจัดการองค์การ ทั้งนี้โดยมีเป้าหมายที่จะนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ ให้ไปถึงมือผู้บริโภคหรือผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อองค์การมากที่สุด แม้ว่านวัตกรรมผลิตภัณฑ์จะถูกมองเห็นได้ชัดเจนมากกว่า แต่นวัตกรรมกระบวนการก็มีความสำคัญมากเช่นเดียวกัน ในการที่จะทำให้องค์การหรือธุรกิจมีความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันทางธุรกิจ โดยนวัตกรรม กระบวนการส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปในเรื่องของการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) และการปรับปรุงประสิทธิภาพ การผลิตและการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง รวมถึงกิจกรรมหรือกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบในระบบ กล่าวคือ ปัจจัยนำเข้า (Inputs) กระบวนการ (Process) และผลิตผล (Outputs) เช่น บริษัทวอลล์มาร์ท ซึ่งดำเนินธุรกิจค้าปลีกที่สามารถพัฒนาระบบการกระจายสินค้าและการบริหารต้นทุนการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนทำให้สามารถ

จำหน่ายสินค้าได้ในราคาถูกลงกว่าคู่แข่งและสามารถครองตลาดค้าปลีกในประเทศจีนที่มีกำลังซื้อมหาศาล เป็นต้น

2. การจำแนกตามระดับของการเปลี่ยนแปลง

2.1 นวัตกรรมในลักษณะเฉียบพลัน (Radical Innovation) เป็นนวัตกรรมที่มีระดับความใหม่ในลักษณะที่มีความแตกต่างไปจากกรรมวิธีและแนวคิดเดิมไปอย่างสิ้นเชิงหรือเป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงแบบถอนรากถอนโคน ดังนั้น นวัตกรรมที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบเฉียบพลัน จึงมีนัยสำคัญมากกว่าการปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่เดิม แต่เป็นการออกแบบและใช้แนวคิดใหม่ทั้งหมดในการพัฒนานวัตกรรม นอกจากนี้หากพิจารณาการให้ความหมายของนวัตกรรมในลักษณะเฉียบพลัน (Radical Innovation) จะทำให้เกิดการออกแบบที่เป็นต้นแบบใหม่ของนวัตกรรม (New Dominant Design) รวมถึงแนวคิดของการออกแบบและรายละเอียดขององค์ประกอบและโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมด้วย ได้ประมาณว่านวัตกรรมที่มีลักษณะเฉียบพลันจะมีเพียง 10% ของนวัตกรรมทั้งหมด ตัวอย่างนวัตกรรมที่มีลักษณะเป็นนวัตกรรมในลักษณะเฉียบพลัน (Radical Innovation) เช่น กล้องถ่ายรูปแบบดิจิทัลที่เปลี่ยนแปลงมาจากกล้อง ฟิล์มที่ใช้ฟิล์ม โทรศัพท์ที่เกิดขึ้นแทนการส่งข้อความด้วยจดหมายหรือบันทึกข้อความ เป็นต้น ซึ่งนวัตกรรมในลักษณะเฉียบพลันจะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเป็นผู้นำตลาดของธุรกิจ รวมทั้งสามารถสร้างมูลค่าทางการตลาดและความอยู่รอดของธุรกิจได้มากกว่านวัตกรรมที่มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป

2.2 นวัตกรรมในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป (Incremental Innovation) นวัตกรรมประเภทนี้เป็นนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจำนวนมากและมีความถี่ในการเกิดบ่อยมากกว่านวัตกรรมในลักษณะเฉียบพลัน โดยมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่ค่อยเป็นค่อยไป มีการปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นทีละเล็กละน้อย จากเทคโนโลยีหรือสิ่งที่มีอยู่เดิม ได้ให้ความหมายของนวัตกรรมในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป (Incremental Innovation) ว่าเป็นนวัตกรรมที่เปลี่ยนแปลงจากความเชี่ยวชาญขององค์การหรือธุรกิจ ในเรื่องของเทคโนโลยีภายใต้โครงสร้างหรือสถาปัตยกรรมเดิม เช่น เครื่องซักผ้าที่มีการเปลี่ยนระบบการหมุนและประสิทธิภาพในการซักให้มีคุณภาพมากขึ้น หรือเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงระบบการฟอกอากาศและการทำงานให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ก็นับว่าเป็นตัวอย่างของนวัตกรรมในลักษณะค่อยเป็นค่อยไปที่เห็นภาพได้อย่างชัดเจน ดังนั้นกล่าวโดยสรุปได้ว่า นวัตกรรมในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป (Incremental Innovation) เป็นนวัตกรรมที่มีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยจะพัฒนาจากพื้นฐานแนวคิดหรือการ

ออกแบบจากผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่มีอยู่เดิม ทั้งนี้ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงจะมีมากน้อยเพียงไรก็ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพ และความเชี่ยวชาญ และข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่องค์กรมีอยู่

3. การจำแนกตามขอบเขตของผลกระทบ

3.1 นวัตกรรมทางเทคโนโลยี (Technological Innovation) เป็นนวัตกรรมที่มีพื้นฐานหรือขอบเขตของการพัฒนามาจากเทคโนโลยี โดยในปัจจุบันการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีมีบทบาทและความสำคัญต่อหลาย ๆ อุตสาหกรรม ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีช่วยทำให้การพัฒนา นวัตกรรมสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าหรือผู้บริโภคและสร้างความได้เปรียบในเชิง การแข่งขันได้เป็นอย่างดี รวมทั้งเป็นนวัตกรรมที่มีแรงผลักดันที่สำคัญของความก้าวหน้าในด้าน ต่าง ๆ ทั้งทางด้านสังคม เศรษฐกิจ การเมือง สิ่งแวดล้อม และความเป็นอยู่ของประชากร นวัตกรรมทางเทคโนโลยีจึงเป็นได้ทั้งนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ นวัตกรรมกระบวนการ นวัตกรรมที่มี ลักษณะเฉียบพลันและนวัตกรรมที่มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ถ้าการพัฒนา นวัตกรรมนั้นอยู่บน พื้นฐานของการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของนวัตกรรมทาง เทคโนโลยียังจะส่งผลต่อรูปแบบและระดับของการแข่งขันในเชิงธุรกิจได้อีกด้วย

3.2 นวัตกรรมทางการบริหาร (Administrative Innovation) นวัตกรรมทางการบริหารเป็น เรื่องของการคิดค้นและเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิธีการ ตลอดจนกระบวนการจัดการองค์กรใหม่ ที่ ส่งผลให้ระบบการทำงาน การผลิต การออกแบบผลิตภัณฑ์และการให้บริการขององค์กรมี ประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เช่น การบริหารองค์กรในลักษณะโครงสร้างองค์กรแบบเมทริกซ์ การ ใช้แนวคิด Balanced Score Card ในการวางแผนและประเมินผลงานขององค์กรการจัดการความรู้ เพื่อการพัฒนาองค์กร การพัฒนารูปแบบการดำเนินธุรกิจในลักษณะที่เป็น Open Business Models เพื่อให้สอดคล้องกับแนวคิดของการพัฒนานวัตกรรมแบบเปิด (Open Innovation) ก็จัดได้ ว่าเป็นลักษณะของนวัตกรรมทางการบริหาร ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการ ดำเนินงานขององค์กรหรือธุรกิจให้มีประสิทธิภาพหรือประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นกล่าวโดยสรุปได้ว่า นวัตกรรมทางการบริหารเป็นเรื่องที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับนโยบาย โครงสร้างองค์กร ระบบ รูปแบบ และกระบวนการจัดการในองค์กร ซึ่งต่างจากนวัตกรรมทาง เทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และนวัตกรรม กระบวนการ

ถึงแม้ว่า การจำแนกประเภทของนวัตกรรมจะมีได้ในหลายมิติ กระบวนการที่ทำให้เกิดนวัตกรรม (Process of Innovation) ก็ยังสามารถพิจารณาได้หลายมุมมองด้วย โดยหากจำแนกตามปัจจัยหลักของการเกิดนวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วย เทคโนโลยี (Technology) และความต้องการของผู้บริโภค (Market Demand) ทำให้สามารถจำแนกลักษณะของกระบวนการที่ทำให้เกิดนวัตกรรมได้ 3 ลักษณะ คือ 1) การผลักดันด้วยเทคโนโลยี (Technology Push) กล่าวคือ การเกิดนวัตกรรมเกิดขึ้นจากความเข้มแข็งของการลงทุนและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) การดึงด้วยความต้องการของผู้บริโภค (Demand Pull) การเกิดนวัตกรรมในลักษณะนี้ เป็นการพิจารณาจากปัญหาและความต้องการของผู้บริโภคเป็นหลักและนำกลับมาสู่การสร้างและพัฒนาวัตกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค และ 3) การผสมผสานทั้งด้านเทคโนโลยีและความต้องการของผู้บริโภค (Coupling) เป็นการสร้างนวัตกรรมโดยคำนึงถึงทั้งความต้องการของผู้บริโภคและเทคโนโลยีที่มีอยู่ เพื่อพัฒนาวัตกรรมให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคภายใต้การพัฒนาและยกระดับเทคโนโลยีที่มีอยู่ไปพร้อม ๆ กัน [54]

2.6 การตรวจวัดความรู้สึก

การตรวจวัดความรู้สึก (Sensory function) มี 7 วิธี ได้แก่

2.6.1 การทดสอบความรู้สึกทั่วไป

ได้แก่ การทดสอบสัมผัส (Touch sensation) ทำโดยบอกให้ผู้รับบริการหลับตา ใช้สำลีสที่ปั่นยาว ๆ ตะเบา ๆ บริเวณผิวหนังส่วนต่าง ๆ เช่น แขน และขา เป็นต้น ให้ผู้รับบริการบอกว่ารู้สึกสัมผัสหรือไม่ และให้ผู้รับบริการชี้ด้วยว่าสามารถรับรู้สัมผัสที่บริเวณใด ความผิดปกติของการรับรู้สัมผัส ได้แก่ การไม่รับรู้สัมผัส (Anesthesia) การรับรู้สัมผัสลดลง (Hypoesthesia) และการรับรู้สัมผัสเพิ่มขึ้น (Hyperesthesia) และมีอาการชา (Numbness)

2.6.2 การทดสอบความรู้สึกเจ็บปวด (Pain sensation)

ผู้ทดสอบบอกให้ผู้รับบริการหลับตาและใช้เข็มหมุดที่มีทั้งด้านแหลมและทุ่ตะตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายสลับกัน ในขณะที่ใช้เข็มหมุดตะให้ผู้รับบริการตอบว่าวัสดุที่สัมผัสมีลักษณะทุ่หรือแหลมและให้ชี้ด้วยว่าสามารถรับรู้ความรู้สึกเจ็บปวดที่บริเวณใดของร่างกาย

2.6.3 การทดสอบความรู้สึกสั่นสะเทือน (Vibration sense)

ผู้ทดสอบบอกให้ผู้รับบริการหลับตา ผู้ทดสอบเคาะฆ้องเสียงที่มีความถี่ 128 รอบ/วินาที นำไปวางบนกระดูกบริเวณข้อต่าง ๆ เช่น กระดูกนิ้วเท้าท่อนปลายนิ้ว สอบถามความรู้สึกสั่นสะเทือนของผู้รับบริการและเปรียบเทียบความรู้สึกสั่นสะเทือนระหว่าง 2 ข้างของร่างกายว่าเท่ากันหรือไม่ ถ้าผู้รับบริการไม่สามารถรับรู้การสั่นสะเทือนให้เลื่อนตำแหน่งวางฆ้องเสียงให้สูงขึ้น เช่น จากปลายนิ้วมือข้อมือ ข้อศอก จากปลายเท้ามาที่ Tibial tuberosity หรือ Iliac crest เป็นต้น

2.6.4 การทดสอบความรู้สึกอุณหภูมิ (Temperature sensation)

ผู้ทดสอบบอกให้ผู้รับบริการหลับตา ผู้ทดสอบใช้หลอดแก้วใส่น้ำร้อนอุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียสและน้ำเย็นอุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียสอย่างละ 1 หลอด แต่ละบนผิวหนังบริเวณแขนขาจากส่วนปลายมายังส่วนตัวและลำตัวของผู้รับบริการ โดยทำสลับกันระหว่างหลอดแก้วน้ำร้อนและน้ำเย็น สอบถามว่าสามารถรับรู้ความรู้สึกร้อนหรือเย็นที่สัมผัสได้หรือไม่และให้ผู้รับบริการชี้บริเวณที่ได้สัมผัสความร้อนหรือเย็นด้วย

2.6.5 การทดสอบความรู้สึกเกี่ยวกับตำแหน่ง (Position sense)

ผู้ทดสอบใช้นิ้วมือข้างซ้ายจับข้อมือของผู้รับบริการให้แน่น มือขวาจับที่ปลายนิ้วใดนิ้วหนึ่งของผู้รับบริการให้อยู่ในท่าเหยียด (Extension) หรือท่างอ (Flexion) และให้ผู้รับบริการบอกว่านิ้วมืออยู่ในท่าใด กระทำทั้งสองข้าง โดยควรทดสอบข้างที่มีอาการผิดปกติก่อน

ถ้าผู้รับบริการไม่สามารถรับรู้ถึงตำแหน่งของนิ้วมือได้ ฉุกเฉินอาจเกิดจาก Peripheral neuropathies, Lesion of posterior column

2.6.6 การทดสอบความจำแนกลักษณะของวัตถุโดยการสัมผัส (Sterognosia)

ผู้ทดสอบบอกให้ผู้รับบริการหลับตา ผู้ทดสอบนำวัตถุที่คุ้นเคย เช่น ปากกา ยางลบ กุญแจ วางในมือของผู้รับบริการและให้ผู้รับบริการบอกว่าคือวัตถุอะไร ทดสอบทีละข้าง ควรทดสอบข้าง

ที่ผิดปกติก่อน ความผิดปกติที่สามารถตรวจพบได้คือไม่สามารถบอกประเภทของวัตถุได้ ซึ่งอาจเกิดจาก Parietal lobe dysfunction

2.6.7 การระบุตัวเลข (Number identification หรือ Graphesthesia)

ผู้ทดสอบบอกให้ผู้รับบริการหลับตา ผู้ทดสอบเขียนตัวเลขลงบนบริเวณที่ต้องการตรวจ เช่น ฝ่ามือ แล้วถามผู้รับบริการว่าเป็นตัวเลขอะไร วิธีนี้มีประโยชน์ในผู้ป่วยที่ขยับตัวไม่ได้ [54]

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชุตติมา ปราภมมนตรี และคณะได้ทำการต่อยอดนวัตกรรมซึ่งชาดำรงค์ ของดำรงค์ หลวงแสน จัดทำนวัตกรรมยืดหยุ่นกระตุ้นกล้ามเนื้อ (Elastic rehab) เพื่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อแขนและขาของผู้ป่วย จากนั้นนำชิ้นงานไปใช้ในผู้ป่วยธนาคารกรุงเทพชั้น 2 และ 3 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจำนวน 3 คน มีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมเท่ากับ 3.60 ซึ่งบรรลุดัชนีวัดผลการดำเนินงานที่กำหนดไว้ แต่ทางกลุ่มผู้จัดทำไม่สามารถวัดกำลังกล้ามเนื้อได้ เนื่องจากระยะเวลาในการใช้นวัตกรรมค่อนข้างน้อย คือ ประมาณ 1-2 สัปดาห์ [55]

ปัทมฉญา วิวรรณมุกดา ได้จัดทำนวัตกรรมยางยืดออกกำลังกาย (Resistance band) พร้อมทั้งได้นำมาใช้จริงกับผู้ป่วยที่มารับบริการ พบว่าค่าเฉลี่ยของ 30-second chair stand test ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเท่ากับ 7.3 ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำได้อยู่ในช่วง 6-10 ครั้ง หลังเข้าร่วมโปรแกรม 2 สัปดาห์เท่ากับ 9.8 ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำได้ อยู่ในช่วง 8-12 ครั้ง หลังเข้าร่วมโปรแกรม 4 สัปดาห์เท่ากับ 13.5 ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำได้อยู่ในช่วง 11-14 ครั้ง ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น [7]

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาดังนี้เป็นการวิจัยเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระตุ้นการรับรู้ลึกกต มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์หรือออกแบบผลิตภัณฑ์

ขั้นที่ 2 ประเมินผลนวัตกรรมต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ขั้นที่ 3 ประเมินความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายโดยอาสาสมัครจำนวน 14 คน

ขั้นที่ 1 การศึกษาพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์หรือออกแบบผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย

1.1 ทบทวนและค้นหาปัญหาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ

1.2 วางแผน ทบทวนความรู้หรือเทคนิคในการที่จะสร้างนวัตกรรม

1.3 จัดหาวัสดุอุปกรณ์ ออกแบบ และจัดทำนวัตกรรมต้นแบบ

ตารางที่ 5 จัดหาวัสดุอุปกรณ์ ออกแบบ และจัดทำนวัตกรรมต้นแบบ

รายการ	จำนวน	หน่วย	คุณสมบัติ
1. แท่งอะลูมิเนียมแบบกลวง	8	เส้น	อะลูมิเนียมมีจุดหลอมละลายที่ 660 องศาเซลเซียส เป็นโลหะที่มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา รับภาระน้ำหนักได้สูง สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ไม่เสี่ยงต่อรอยร้าว และการแตกหัก ไม่เป็นสนิม ทนต่อการกัดกร่อน และไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ จึงเหมาะสมที่จะนำมาเป็นโครงสร้างหลักของเครื่องนวัตกรรม

ตารางที่ 5 จัดหาวัสดุอุปกรณ์ ออกแบบ และจัดทำนวัตกรรมต้นแบบ (ต่อ)

รายการ	จำนวน	หน่วย	คุณสมบัติ
2. สายรัดเทป ตีนตุ๊กแก	4	ชิ้น	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับยึดติดวัสดุได้อย่างแน่นหนา โดยการประกบแถบของเทปเข้าด้วยกัน และสามารถดึงออกจากกันได้ อย่างง่ายดาย อีกทั้งยังสามารถปะซ้ำได้หลายครั้ง
3. ไม้อัดยาง	1	แผ่น	เป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายสะดวกในการประกอบและรีดถอน
4. เชือกไนลอนถัก แบน	10	เมตร	หาซื้อง่าย ราคาถูก มีความทนทาน
5. ฟาซวอน้ำ	100	อัน	มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ทนทานต่อแรงกดที่ฝ่าเท้า
6. เก้าอี้พลาสติก มีพนักพิง	2	ตัว	มีต้นทุนต่ำ และน้ำหนักเบาทำให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย
7. โครง รถจักรยานเก่า	2	คัน	ราคาต่ำ หาซื้อง่ายและสามารถนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ใหม่
8. สายยาง	6	หุน	ยืดหยุ่นได้ดี สามารถดัดโค้งงอได้ตามต้องการ ทนต่อสภาพ อากาศและทนต่อแรงดึงได้ดี
9. สกรูหัวลูกบิด พลาสติก	4	ชิ้น	ใช้สำหรับเจาะและยึดวัสดุชนิดต่างๆเข้าด้วยกันอย่างแน่นหนา
10. กาวยาง	1	กระป๋อง	ทนทานต่อสภาพอากาศและอุณหภูมิสูง มีความยืดหยุ่นสูง
11. สีสเปรย์	3	กระป๋อง	มีคุณภาพสูง แข็งแรง ทนทาน เงางามและสามารถยึดเกาะได้ดี บนทุกพื้นผิว
12. บันไดจักรยาน	4	ชิ้น	ใช้สำหรับเป็นแป้นจุดหมุน ใ่วางเท้าเวลาปั่น

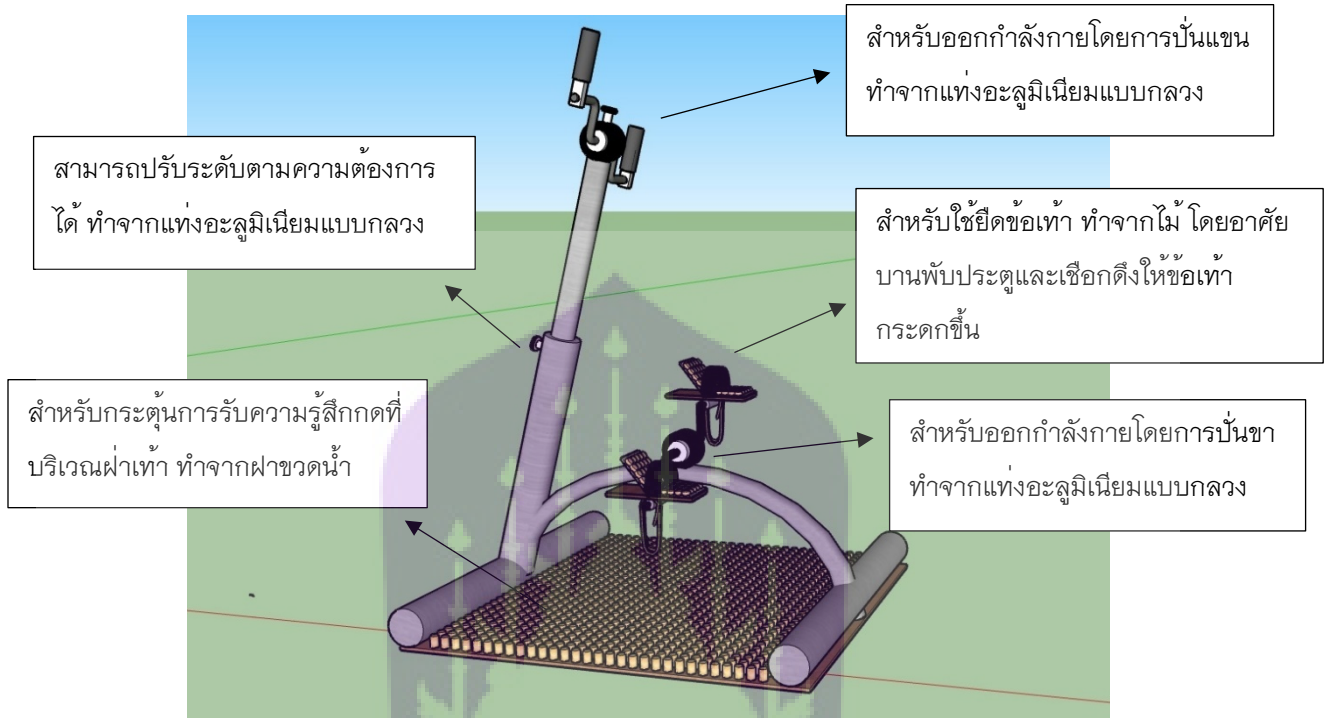
1.4 วัสดุ อุปกรณ์

1.5 งบประมาณ

ตารางที่ 6 งบประมาณ (ราคารวมนวัตกรรม 2 เครื่อง)

รายการ	จำนวน (ชิ้น)	ราคา (บาท)
หมวดค่าวัสดุ/อุปกรณ์		
1. แทงอะลูมิเนียม แบบกลวง	2	490
2. เทปตีนตุ๊กแก	4	40
3. ไม้กระดานยาง	1	470
4. เชือกไนลอนถักแบน	1	-
5. ฟาซวดน้ำ	150	-
6. เก้าอี้มีพนักพิง	2	-
7. โครงรถจักรยานเก่า	3	300
8. สายยาง	1	35
9. กาวยาง	1	69
10. สีสเปรย์	3	105
11. บันไดจักรยาน	4	-
12. ค่าเช่าช่างทำนวัตกรรม	-	1,500
ค่าขนส่งอุปกรณ์		
13. สกรูหัวลูกบิดพลาสติก	6	180
รวม	178	3,189

1.6 นวัตกรรมต้นแบบ



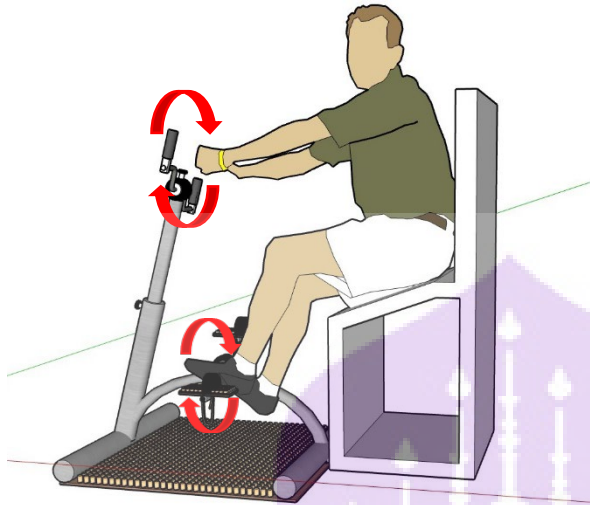
รูปที่ 1 แสดงนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายต้นแบบ

1.7 เครื่องนวัตกรรมการ จำนวน 2 เครื่อง

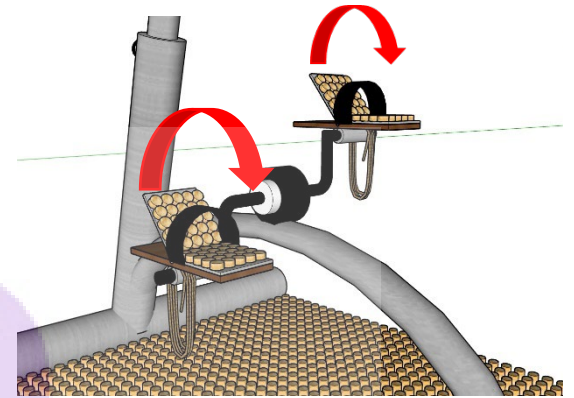


รูปที่ 2 เครื่องนวัตกรรมการ

1.8 วิธีการใช้งาน



รูปที่ 3 แสดงวิธีการใช้งานเครื่องนวัตกรรม



รูปที่ 4 แสดงส่วนที่ใช้ในการยึดข้อเท้า

การใช้งานเครื่องนวัตกรรมออกกำลังกาย คือ ใช้สำหรับออกกำลังกายโดยการปั่นแขนและขา รวมถึงยึดข้อเท้าและใช้ฝ่าเท้ากดลงเพื่อกระตุ้นรับความรู้สึกกดที่ฝ่าเท้า มีวิธีดังนี้

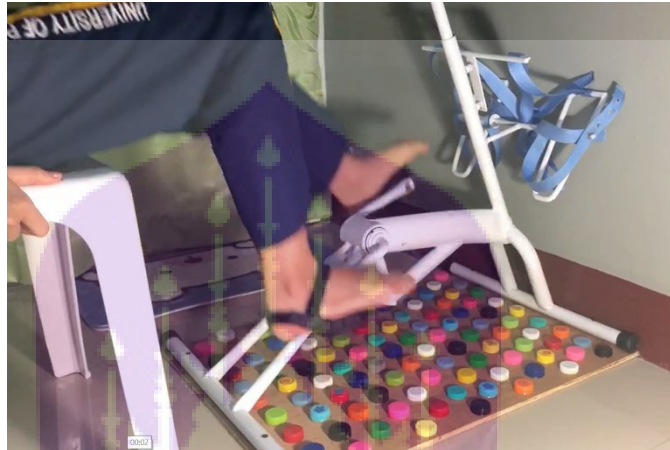
1. ออกกำลังกายโดยการปั่นแขน : ใช้มือทั้ง 2 ข้างจับด้ามจับของเครื่องออกกำลังกาย แล้วทำการปั่นตามจังหวะเครื่อง Metronome เป็นเวลา 30 นาที



รูปที่ 5 ออกกำลังกายโดยการปั่นแขน

2. ออกกำลังกายโดยการปั่นขา : วางเท้าบนที่ปั่นพร้อมกับรัดสายให้กระชับเท้าทำการปั่นตามจังหวะเครื่อง Metronome เป็นเวลา 30 นาที

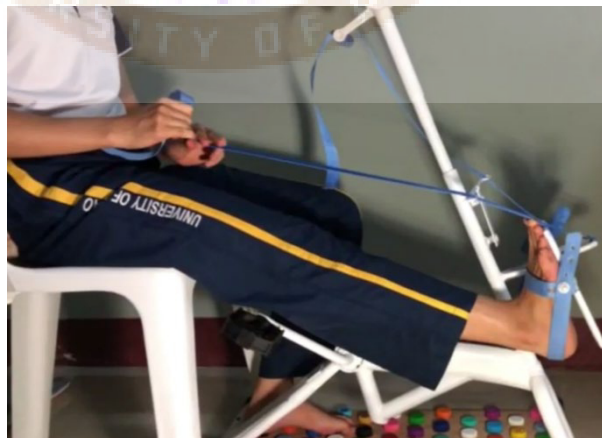
ข้อแนะนำ : วางด้านหน้าของเครื่องนวัตกรรมการชดเชย เพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวขณะใช้งาน



รูปที่ 6 ออกกำลังกายโดยการปั่นขา

3. ยึดข้อเท้า : นำเชือกที่อยู่ใต้ที่วางเท้าออกมา แล้วทำการล็อกส่วนที่ปั่นให้อยู่นิ่ง ทำการดึงเชือกที่คล้องใต้ที่วางเท้าเข้าหาตัวเองให้ข้อเท้ากระดกขึ้น ให้รู้สึกตึงแต่ไม่เจ็บ ยึดค้างไว้ 15- 20 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง

ข้อแนะนำ : วางด้านหน้าของเครื่องนวัตกรรมการชดเชย เพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวขณะใช้งาน



รูปที่ 7 ยึดเอ็นร้อยหวาย

4. กระตุ้นรับรู้ความรู้สึกที่ฝ่าเท้า : วางเท้าบนแผ่นฟลาวอดน้ำ ในกรณีที่ผู้ป่วยสามารถยืนได้อย่างมั่นคงและปลอดภัย ทำการย่ำเท้าอยู่กับที่สลับกัน 2 ข้าง และกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถยืนได้ ให้ประสานมือทั้งสองข้างลงบริเวณหัวเข่าให้แรงกดในทิศทางตั้งฉากกับพื้น ทำ 10 ครั้ง/รอบ ทำ 3 รอบ/วัน



รูปที่ 8 กระตุ้นรับรู้ความรู้สึกที่ฝ่าเท้า

ขั้นที่ 2 ประเมินผลนวัตกรรมต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

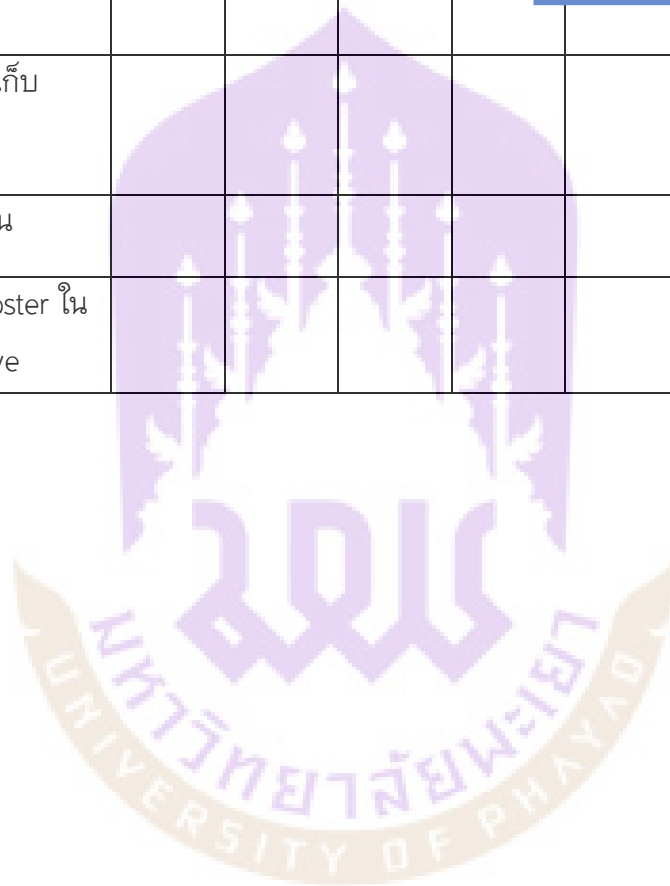
- 2.1 คู่มือการใช้งานนวัตกรรม (ภาคผนวก ก)
- 2.2 แบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถาม (ภาคผนวก ค)
- 2.3 การวิเคราะห์เลือกคำถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ (ภาคผนวก ง)

ขั้นที่ 3 ประเมินความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายโดยอาสาสมัครจำนวน 14 คน ประกอบด้วย

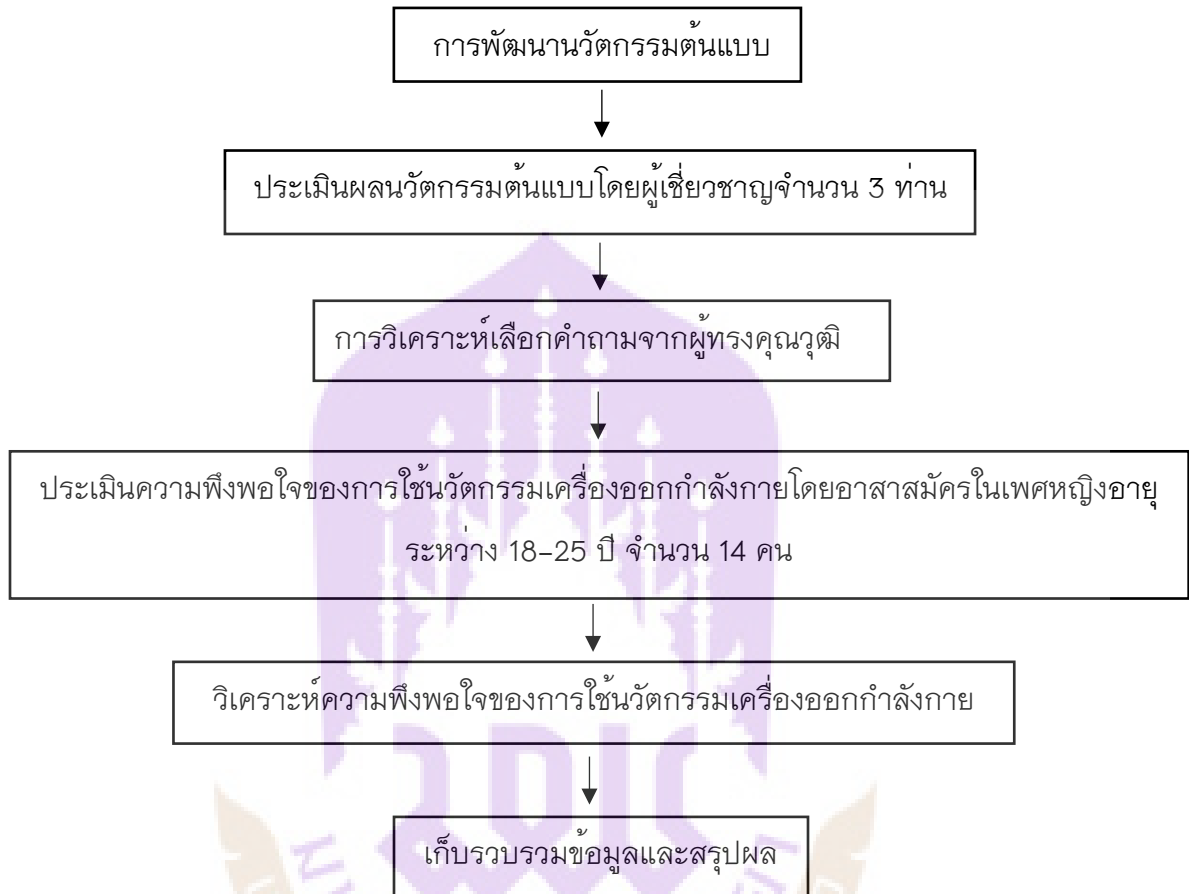
- 3.1 แบบสอบถามความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย (ภาคผนวก ข)

ตารางที่ 7 แผนการดำเนินการ (ต่อ)

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินการ (เดือน)							
	มี.ค. 2564	เม.ย. 2564	พ.ค. 2564	มิ.ย. 2564	ก.ค. 2564	ส.ค. 2564	ก.ย. 2564	ต.ค. 2564
10. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล					—————			
11. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล							—————	
12. สอบป้องกัน								—————
13. เสนอ E-poster ในรูปแบบการ Live								—————



สรุปขั้นตอนการศึกษา



รูปที่ 9 สรุปขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 4

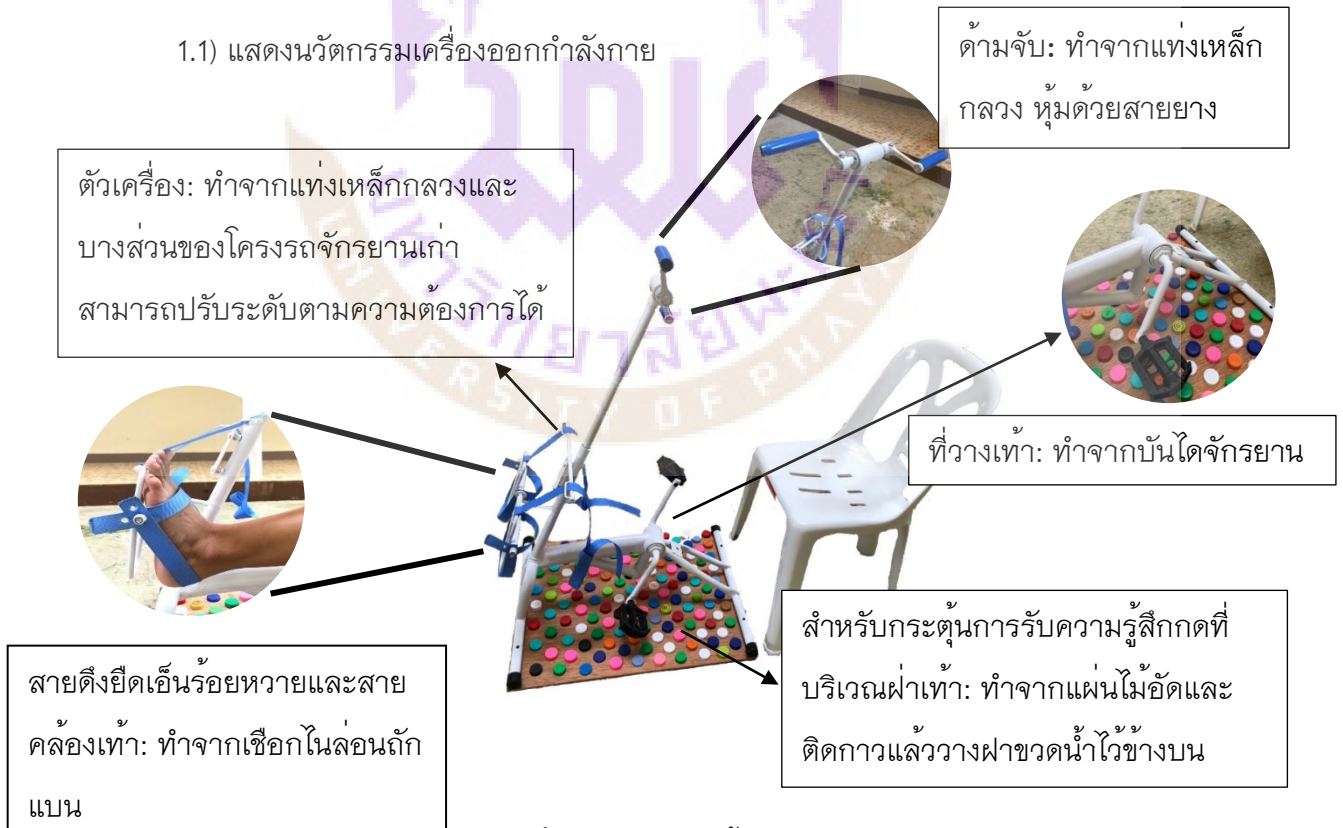
ผลการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์เครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการรับรู้สัมผัสกตบริเวณฝ่าเท้า และช่วยยืด เอ็นร้อยหวาย ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การศึกษาพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์หรือออกแบบผลิตภัณฑ์ **ขั้นที่ 2** ประเมินผลนวัตกรรมต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และ **ขั้นที่ 3** ประเมินความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย

ขั้นที่ 1 การศึกษาพัฒนาและออกแบบนวัตกรรมต้นแบบ

1.1) แสดงนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย

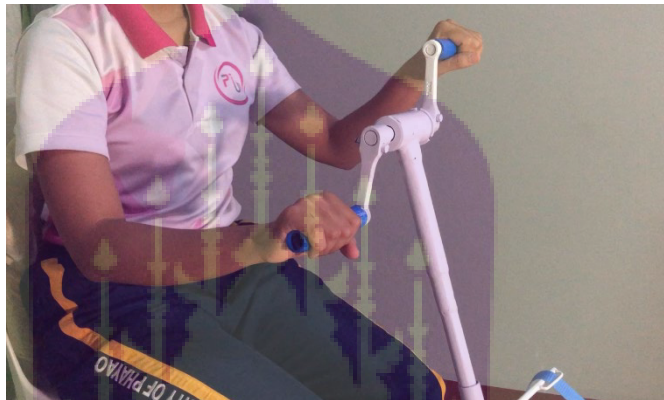


รูปที่ 10 นวัตกรรมต้นแบบ

1.2) วิธีการใช้งาน

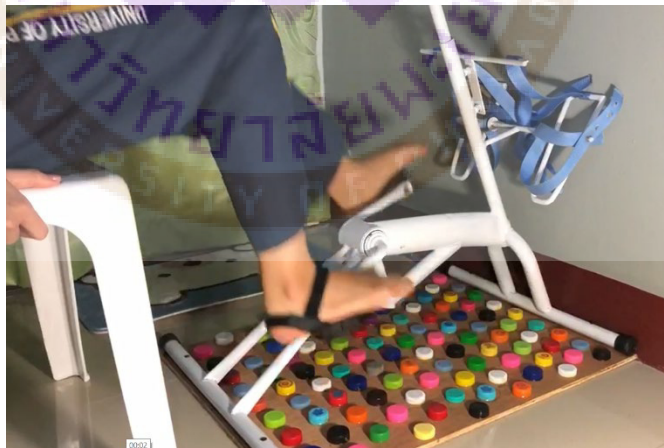
การใช้งานเครื่องนวัตกรรมออกกำลังกาย คือ ใช้สำหรับออกกำลังกายโดยการปั่นแขนและขา รวมถึงยืดข้อเท้าและใช้ฝ่าเท้ากดลงเพื่อกระตุ้นรับความรู้สึกกดที่ฝ่าเท้า มีวิธีดังนี้

1. ออกกำลังกายโดยการปั่นแขน : ใช้มือทั้ง 2 ข้างจับด้ามจับของเครื่องออกกำลังกายแล้วทำการปั่นตามจังหวะเครื่อง Metronome เป็นเวลา 30 นาที



รูปที่ 5 ออกกำลังกายโดยการปั่นแขน

2. ออกกำลังกายโดยการปั่นขา : วางเท้าบนที่ปั่นพร้อมทั้งรัดสายให้กระชับเท้าทำการปั่นตามจังหวะเครื่อง Metronome เป็นเวลา 30 นาที



รูปที่ 6 ออกกำลังกายโดยการปั่นขา

3. ยืดข้อเท้า : นำเชือกที่อยู่ใต้ที่วางเท้าออกมา แล้วทำการลือคส่วนที่ป็นให้อยู่นิ่ง ทำการดึงเชือกที่คล้องใต้ที่วางเท้าเข้าหาตัวเองให้ข้อเท้ากระดกขึ้น ให้รู้สึกตึงแต่ไม่เจ็บ ยืดค้างไว้ 15-20 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง ข้อแนะนำ : วางด้านหน้าของเครื่องนวัตกรรมการชิตผนัง เพื่อป้องกันการเคลื่อนขณะใช้งาน



รูปที่ 7 ยืดเอ็นร้อยหวาย

4. กระตุ้นรับความรู้สึกกดที่ฝ่าเท้า : วางเท้าบนแผ่นฟลิวอดน้ำ ในกรณีที่ผู้ป่วยสามารถยืนได้อย่างมั่นคงและปลอดภัย ทำการย้ำเท้าอยู่กับที่สลับกัน 2 ข้าง และกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถยืนได้ ให้ผู้สานมือทั้งสองข้างลงบริเวณหัวเข่าให้แรงกดในทิศทางตั้งฉากกับพื้น ทำ 10 ครั้ง/รอบ ทำ 3 รอบ/วัน



รูปที่ 8 กระตุ้นรับความรู้สึกกดที่ฝ่าเท้า

ขั้นที่ 2 ประเมินผลนวัตกรรมต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ในการพัฒนาอุปกรณ์เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่างกายของผู้ป่วย ผู้วิจัยได้ประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC	แปลผล
	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ 3		
1. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างนวัตกรรมมีความแข็งแรง	+1	+1	+1	1	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้
2. ความแข็งแรงของนวัตกรรม	+1	+1	+1	1	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้
3. ขนาดของนวัตกรรม	+1	+1	+1	1	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้
4. ความทนทานของวัสดุที่ใช้	+1	0	+1	0.67	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้
5. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องนวัตกรรม	0	+1	+1	0.67	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้
6. ง่ายต่อการใช้งาน	+1	0	+1	0.67	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้
7. ความปลอดภัยของนวัตกรรม	+1	+1	+1	1	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้
8. สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	0	0	+1	0.33	ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้
9. สามารถเพิ่มการรับรู้ลึกลับบริเวณฝ่าเท้า	+1	+1	+1	1	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้

ตารางที่ 8 ผลประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมจากผู้ทรงคุณวุฒิ (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC	แปลผล
	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ 3		
10. สามารถยืดเอ็นร้อยหวาย	+1	+1	+1	1	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้
11. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานนวัตกรรม	+1	+1	0	0.67	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้
12. ความเหมาะสมของ ต้นทุน 3,000 บาท	+1	+1	-1	0.33	ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้
13. นวัตกรรมสามารถใช้งานได้จริง	+1	0	+1	0.67	มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้

จากตารางการวิเคราะห์เลือกคำถามจากผู้ทรงคุณวุฒิแสดงให้เห็นว่าวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างนวัตกรรมมีความแข็งแรง ความแข็งแรงของนวัตกรรม ขนาดของนวัตกรรม ความทนทานของวัสดุที่ใช้ ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องนวัตกรรม ง่ายต่อการใช้งาน ความปลอดภัยของนวัตกรรม สามารถเพิ่มการรับความรู้สึกบริเวณฝ่าเท้า สามารถยืด เอ็นร้อยหวาย ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานนวัตกรรม นวัตกรรมสามารถใช้งานได้จริง ทั้งหมดที่กล่าวมามีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุง ในส่วนของสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความเหมาะสมของต้นทุน 3,000 บาท

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

1. ในการยืดเอ็นร้อยหวาย ส้นเท้าไม่ติดกับตัววางเท้า
2. ที่วางเท้าของที่ปั่นค่อนข้างเล็ก
3. การปั่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงจะเพิ่มแรงต้านอย่างไร

4. อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน
5. ในเรื่องของการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อต่อไม่ชัดเจนว่าอุปกรณ์นี้จะสามารถเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้หรือไม่
6. ใช้ตัววัดติดอะไร เช่น ตะปู ได้ตรวจสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์หรือไม่
7. ขณะใช้จะต้องถอดรองเท้าในการยึดเท้า จะมั่นใจว่านวัตกรรมจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเท้าของผู้ใช้บริการ
9. มีค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเทียบกับจักรยานเพื่อการออกกำลังกายที่มีขายตามท้องตลาด
10. ควรจะชี้หรือเน้นถึงจุดเด่นของนวัตกรรมที่นิสิตประดิษฐ์ขึ้นมา

ขั้นที่ 3 ประเมินความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย

การประเมินความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย คณะผู้วิจัยทำการประเมินจากอาสาสมัครจำนวน 14 คน โดยลักษณะพื้นฐานของอาสาสมัครดังแสดงในตารางที่ 2 ทำการประเมินจากแบบสอบถามจำนวน 7 ข้อ ทุกข้อมีคำตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งระดับความพอใจเป็น 5 ระดับ (1-5) ได้แก่ ความพึงพอใจมากที่สุด ความพึงพอใจมาก ความพึงพอใจปานกลาง ความพึงพอใจน้อย และความพึงพอใจน้อยที่สุด ผลการประเมินความพึงพอใจดังแสดงในตารางที่ 3

ข้อมูลพื้นฐานอาสาสมัคร (n=14)

ข้อมูลพื้นฐานอาสาสมัครจำนวน 14 คน มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ เท่ากับ 21.64 ± 0.84

ตารางที่ 9 ความพึงพอใจต่อนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการรับรู้สีกกตบริเวณฝ่าเท้าและช่วยยืดเอ็นร้อยหวาย (n= 14)

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ (mean±SD)	แปลผล	ค่าเฉลี่ยรวม
1. ความสะดวกในการใช้งาน	4.07 ± 4.66	ความพึงพอใจมาก	-
2. ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	3.64 ± 3.42	ความพึงพอใจมาก	-
3. ความสะดวกในการปรับระดับความหนัก	4.21 ± 3.83	ความพึงพอใจมาก	+
4. ความเหมาะสมในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	4.21 ± 4.76	ความพึงพอใจมาก	+
5. รายละเอียด ความชัดเจนของคู่มือการใช้งาน	4.21 ± 3.83	ความพึงพอใจมาก	+
6. รูปลักษณ์ภายนอก ความสวยงาม	4.07 ± 4.66	ความพึงพอใจมาก	-
7. ความพึงพอใจโดยรวม	4.21 ± 4.76	ความพึงพอใจมาก	+
เฉลี่ย	4.09 ± 0.56	ความพึงพอใจมาก	

จะเห็นว่า ข้อ 3.ความสะดวกในการปรับระดับความหนัก ข้อ 4.ความเหมาะสมในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ข้อ 5.รายละเอียด ความชัดเจน ของคู่มือการใช้งาน และข้อ 7. ความพึงพอใจโดยรวม มีผู้ตอบแบบสอบถามพึงพอใจมาก

ถ้าพิจารณา ค่าเฉลี่ย กับ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแล้วค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งหาได้จากค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) = ผลรวมค่าเฉลี่ยตั้งแต่ข้อ 1 ถึง ข้อ 7 ที่ค่าเฉลี่ยรวม แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในข้อต่าง ๆ กับค่าเฉลี่ยรวม ถ้าค่าเฉลี่ยข้อใดมากกว่าค่าเฉลี่ยรวม ถือว่า

ความคิดเห็นข้อนั้น ใช้ได้ ให้ผลลัพธ์เป็น '+' ถ้าค่าเฉลี่ยข้อใดน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม ถือว่าควรปรับปรุงในข้อนั้น ๆ ให้ผลลัพธ์เป็น '-'

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในข้อต่างๆ กับค่าเฉลี่ยรวม จะเห็นได้ว่ามีความคิดเห็นที่ควรปรับปรุงในข้อที่ 1.ความสะดวกในการใช้งาน ข้อที่ 2.ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และข้อที่ 6. รูปลักษณ์ภายนอก ความสวยงาม และมีความคิดเห็นที่สามารถใช้ได้ข้อที่ 3.ความสะดวกในการปรับระดับ ความหนัก ข้อที่ 4.ความเหมาะสมในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ข้อที่ 5. รายละเอียด ความชัดเจน ของคู่มือการใช้งาน และข้อที่ 7.ความพึงพอใจโดยรวม

ตารางที่ 10 การกระจายตัวของการตอบแบบสอบถามในแต่ละข้อ (n= 14)

หัวข้อการประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ความสะดวกในการใช้งาน	2	11	1	0	0
2. ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	1	7	6	0	0
3. ความสะดวกในการปรับระดับความหนัก	4	9	1	0	0
4. ความเหมาะสมในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	3	11	0	0	0
5. รายละเอียด ความชัดเจนของคู่มือการใช้งาน	4	9	1	0	0
6. รูปลักษณ์ภายนอก ความสวยงาม	2	11	1	0	0
7. ความพึงพอใจโดยรวม	3	11	0	0	0

ค่าระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

นำไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ย [56] ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ความพึงพอใจมาก

2.51-3.50 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย

1.00-1.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด



บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการประเมิน

จากการศึกษาที่ผ่านมาผู้คิดค้นต่อยอดนวัตกรรมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา มาบ้างจำนวนหนึ่ง ได้แก่ ชูติมา ปราบมนตรี และคณะได้ทำการต่อยอดนวัตกรรมซึ่งซ้ำดำรง ของ ดำรง หลวงแสน จัดทำนวัตกรรมยืดหยุ่นกระตุ้นกล้ามเนื้อ (Elastic rehab) เพื่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อแขนและขาของผู้ป่วย จากนั้นนำชิ้นงานไปใช้ในผู้ป่วยธนาคาร กรุงเทพฯ ชั้น 2 และ 3 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง จำนวน 3 คน มีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมเท่ากับ 3.60 ซึ่งบรรลุดัชนีวัดผลการดำเนินงานที่กำหนดไว้ แต่ทางกลุ่มผู้จัดทำไม่สามารถวัดกำลังกล้ามเนื้อได้ เนื่องจากระยะเวลาในการใช้นวัตกรรมค่อนข้างน้อย คือ ประมาณ 1-2 สัปดาห์ [55] ปัทมญา วิวรรณมุกดา ได้จัดทำนวัตกรรมยางยืดออกกำลังกาย (Resistance band) พร้อมทั้งได้ทำมาใช้จริงกับผู้ป่วยที่มาใช้บริการ พบว่าค่าเฉลี่ยของ 30-second chair stand test ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเท่ากับ 7.3 ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำได้อยู่ในช่วง 6-10 ครั้ง หลังเข้าร่วมโปรแกรม 2 สัปดาห์เท่ากับ 9.8 ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำได้ อยู่ในช่วง 8-12 ครั้ง หลังเข้าร่วมโปรแกรม 4 สัปดาห์เท่ากับ 13.5 ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำได้อยู่ในช่วง 11-14 ครั้ง ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น [7]

โดยนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้เพิ่มความสามารถในการแก้ไขปัญหาหรือภาวะแทรกซ้อนได้ครอบคลุมกว่านวัตกรรมที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเพิ่มความแข็งแรงได้ทั้งกล้ามเนื้อแขนและขาได้ในเวลาเดียวกัน อีกทั้งสามารถยืดเอ็นร้อยหวาย และกระตุ้นการรับรู้ความรู้สึกที่ฝ่าเท้าได้ภายในเครื่องเดียว ผลประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมจากผู้ทรงคุณวุฒิแสดงให้เห็นว่าวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างนวัตกรรมมีความแข็งแรงและทนทาน นวัตกรรมมีความแข็งแรง มีขนาดเหมาะสม มีความสะดวกในการใช้งาน มีความปลอดภัย และนวัตกรรมสามารถเพิ่มการรับรู้สื่อบริเวณฝ่าเท้า สามารถยืดเอ็นร้อยหวาย ระยะเวลาที่ใช้ในการทำ นวัตกรรมเหมาะสม นวัตกรรมสามารถใช้งานได้จริง ทั้งหมดที่กล่าวมามีค่าความเที่ยงตรง

ใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุงในส่วนความสามารถในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยในอนาคตควรมีการทดสอบในอาสาสมัครเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องนวัตกรรมการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเหมาะสมของต้นทุน 3,000 บาท ควรศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการทำนวัตกรรมการมีราคาต้นทุนต่ำกว่าแต่ยังคงมีคุณภาพที่ดี อีกทั้งลดต้นทุนค่าช่างโดยหาจากหลายๆแหล่งเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกแหล่งที่ต้นทุนต่ำที่สุด

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิที่สามารถนำมาปรับปรุงได้ จะเป็นในส่วนของการเพิ่มความต้านเพื่อเพิ่มความแข็งแรง โดยการปรับปรุงให้สามารถเพิ่มระดับความหนักได้ เช่น การกำหนดระดับความถี่จากตัวเครื่องได้ การปรับปรุงที่วางเท้าของที่ปั่นให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อสามารถรองรับเท้าของอาสาสมัครได้

ความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและรับความรู้สึกของนิสิตมหาวิทยาลัยพะเยา เพศหญิง อายุ 18-25 ปี จำนวน 7 ท่าน พบว่า

1. ความสะดวกในการใช้งาน พบว่า อาสาสมัครมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.07 โดยคิดเป็นร้อยละ 78.57 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากโครงสร้างของนวัตกรรมมีรูปแบบที่ไม่ซับซ้อนทำให้สะดวกต่อการใช้งาน
2. ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย พบว่า อาสาสมัครมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 3.64 โดยคิดเป็นร้อยละ 50 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนวัตกรรมมีขนาดไม่ใหญ่เกินไปทำให้มีความสะดวกในการนำไปใช้งาน
3. ความสะดวกในการปรับระดับความหนัก พบว่า อาสาสมัครมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.21 โดยคิดเป็นร้อยละ 64.29 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนวัตกรรมมีรูปแบบการปรับความหนักที่ง่ายทำให้สะดวกต่อการปรับระดับความหนัก
4. ความเหมาะสมในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พบว่า อาสาสมัครมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากค่าเฉลี่ย 4.21 โดยคิดเป็นร้อยละ 78.57 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนวัตกรรมมีโครงสร้างและการทำงานที่สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้

5. รายละเอียด ความชัดเจน ของคู่มือการใช้งาน พบว่า อาสาสมัครมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.21 โดยคิดเป็นร้อยละ 64.29 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากได้จัดทำวีดิโอการใช้งานของเครื่องนวัตกรรมการออกกำลังกายละเอียดและอธิบายให้อาสาสมัครเพิ่มเติมในส่วนที่ไม่เข้าใจ

6. รูปลักษณ์ภายนอก ความสวยงาม พบว่า อาสาสมัครมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.07 โดยคิดเป็นร้อยละ 78.57 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนวัตกรรมการตกแต่งให้มีความสวยงามน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น

7. ความพึงพอใจโดยรวม พบว่า อาสาสมัครมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.21 โดยคิดเป็นร้อยละ 78.57 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนวัตกรรมการมีรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน ขนาดไม่ใหญ่เกิน การปรับความหนักที่ง่ายทำให้สะดวกต่อการใช้งาน และมีการตกแต่งให้มีความสวยงามน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ทางผู้วิจัยได้จัดทำวีดิโอการใช้งานของเครื่องนวัตกรรมการออกกำลังกายละเอียดและอธิบายให้อาสาสมัครเพิ่มเติมในส่วนที่ไม่เข้าใจ

ข้อเสนอแนะ จากผู้ตอบแบบสอบถามมีข้อเสนอแนะให้กลุ่มผู้ทำวิจัย คือวีดิโอสอนการใช้งานนวัตกรรมเข้าใจง่าย แต่ตัวเครื่องนวัตกรรมการควรดีไซน์ให้ดูแข็งแรงกว่านี้ โดยการปรับปรุงในส่วนนี้ที่สามารถแก้ไขได้คือ การเพิ่มน้ำหนักของฐานเครื่องนวัตกรรมการให้มีความมั่นคงมากขึ้นและสามารถพับเก็บย่อส่วนได้ โดยการปรับปรุงในส่วนนี้ จะต้องมีการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้าง หรือวิศวกรรมในการพัฒนาเครื่องเพื่อให้สะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

ในการจัดทำกรประเมินเครื่องนวัตกรรมการเพื่อช่วยในการเพิ่มความแข็งแรงและรับความรู้สึก ควรเป็นเครื่องที่ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้ได้ง่ายไม่ซับซ้อน ต้องสามารถใช้เป็นเครื่องที่ช่วยในการเพิ่มความแข็งแรงและรับความรู้สึกได้อย่างแท้จริง เพื่อให้อาสาสมัคร

มองเห็นภาพรวมทั้งหมดของนวัตกรรมและสามารถตัดสินใจในการประเมินได้อย่างถูกต้องและเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งในการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตผู้วิจัยเครื่องนวัตกรรมควรมีเวลาคลุกคลีเพื่อทำความเข้าใจถึงวิธีการสร้างเครื่องนวัตกรรมเพื่อทำการประเมินตั้งแต่ต้นเพื่อให้สามารถเข้าใจลักษณะของการทำงานของนวัตกรรมได้อย่างแท้จริง

1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำเครื่องนวัตกรรม

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในข้อต่าง ๆ กับค่าเฉลี่ยรวม จะเห็นได้ว่ามีความคิดเห็นว่าควรปรับปรุงในข้อที่ 1.ความสะดวกในการใช้งาน ข้อที่ 2.ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และข้อที่ 6.รูปลักษณ์ภายนอก ความสวยงาม จึงอาจจะยังไม่สามารถนำไปใช้งานในผู้ที่มิมีปัญหาได้จริง ดังนั้นในการศึกษาในอนาคตควรปรับปรุงเครื่องนวัตกรรมให้มีความสะดวกในการใช้งาน ง่ายต่อเคลื่อนย้าย และมีรูปลักษณ์ภายนอก ความสวยงามมากยิ่งขึ้น

1.3 ข้อจำกัด

แบบประเมินความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและรับความรู้สึกจากกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กจึงอาจมีความคาดเคลื่อนในการวิจัยสูง เนื่องจากเป็นการประเมินความพึงพอใจจากอาสาสมัครมิใช่ผู้ที่มีปัญหาจริง ดังนั้นในการศึกษาในอนาคตควรประเมินความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมจากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้นและเป็นผู้ที่มีปัญหาจริง รวมทั้งศึกษาผลการทำงานของนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการรับความรู้สึกบริเวณฝ่าเท้าและช่วยยึดเอ็นร้อยหวาย ในผู้ที่มีปัญหาดังกล่าวได้จริงหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

1. วิยะดา คักดีศรี, สุรัตน์ ธนานุภาพไพศาล. คู่มือกายภาพบำบัด ผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก. กรุงเทพฯ: อมรินทร์สุขภาพ; 2552.
2. กิ่งแก้ว ปาจริย์. การฟื้นฟูสมรรถภาพ ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. กรุงเทพฯ; 2547.
3. สำนักงานสถิติจังหวัดพะเยา. ข้อมูลสถิติสาขาสถิติสุขภาพ [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 4 ก.พ. 2564]. เข้าถึงได้จาก <http://phayao.nso.go.th>.
4. สุขุมภรณ์ พูลสวัสดิ์. การป้องกันโรคหลอดเลือดสมอง [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 18 ก.พ. 2564]. เข้าถึงได้จาก <https://www.sirirajstrokecenter.org/2019/2910.html>.
5. จารุวรรณ กิตติวรวิ. การลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อในผู้ใหญ่ที่เป็นโรคหลอดเลือดสมอง. *บูรพาเวชสาร*. 2561;5(2):133.
6. ดำรง หลวงแสน. สิ่งประดิษฐ์ ชิงช้าดำรง [อินเทอร์เน็ต]. 2553 [เข้าถึงเมื่อ 18 ก.พ. 2564]. เข้าถึงได้จาก https://w2.med.cmu.ac.th/nintmed/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=199
7. ปกัญญา วิวรรณมุกดา. นวัตกรรมยางยืดออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : สำนักงานผู้อำนวยการ โรงพยาบาลวชิรพยาบาล คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช; 2560.
8. กองบรรณาธิการ. กล้ามเนื้ออ่อนแรง(Muscle Weakness) [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข้าถึงเมื่อ 17 ก.พ.2564] เข้าถึงได้จาก: <https://hd.co.th/muscle-weakness>.
9. วันทนา ศิริธราธิวัตร. เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การตรวจร่างกาย และสรุปปัญหาทางกายภาพบำบัด ในผู้ป่วยเด็กที่มีความผิดปกติของระบบประสาท. ขอนแก่น [ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2551.
10. Lance JW. Spasticity: Disordered Motor Control. *Year Book Medical Publishers*. 1980; 485–94.

11. Mayer NH. **Clinicophysiologic concepts of spasticity and motor dysfunction in adults with an upper motor neuron lesion.** 2002;1-10.
12. Blackburn M, van Viet PP. Reliability of measurements obtained with the modified Ashworth Scale in the lower extremities of people with stroke. **Phys Ther.** 2002;82:25-34.
13. นิพนธ์ พวงวรินทร์. **โรคหลอดเลือดสมอง.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์; 2544.
14. สถาบันประสาทวิทยา. **แนวทางการพยาบาลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองสำหรับพยาบาลทั่วไป.** กรุงเทพฯ: กรมการแพทย์กระทรวงสาธารณสุข; 2550.
15. นิจศรี ชาญณรงค์. **การดูแลรักษาภาวะสมองขาดเลือดในระยะเฉียบพลัน.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2550.
16. National Institute of Neurological Disorder and Stroke. **Classification of cerebrovascular disease III.** special report; 1989.
17. World Health Organization. **Mass casualty management system guidelines for building health sector capacity** [Internet].2007 [cited 2021 Feb 18]. Available from http://www.who.int/hac/techguidance/MCMguidelines_inside_final.pdf.
18. American Heart Association. **Adult stroke.** American Heart Association [Internet]. 2005 [cited 2021 Feb 18]. Available from: http://circ.ahajournals.org/cgi/reprint/112/24_suppl/IV-111?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=1&andorexacttitle=and&andorexacttitleabs=and&andorexactfulltext=and&searched=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&volume=112&firstpage=111&resourcetype=HWCIT.html.
19. สมบัติ มุ่งทวีพงษ์, พรภัทร ธรรมสโรช. การพัฒนาเครือข่ายการส่งต่อผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (Thammasat Stroke Network). **J Thai Stroke Soc.** 2558;14:14-22
20. พรภัทร ธรรมสโรช. **โรคหลอดเลือดสมองตีบและอุดตัน.** กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์; 2555.

21. Wolf PA, Agostino RB, Neal MA, Sytkowski P, Kase CS, Belanger AJ, et al Secular trends in stroke incidence and mortality. **The Framingham Study**. Stroke. 1992;23:1551–5.
22. Hanchaiphiboolkul S, Pongvarin N, Nidhinandana S, Suwanwela NC, Puthkhao P, Towanabut S, et al. Prevalence of stroke and stroke risk factors in Thailand: Thai Epidemiologic Stroke (TES) Study. **J Med Assoc Thai**. 2011;94:427–36.
23. Rosamond WD, Folsom AR, Chambless LE, Wang CH, McGovern PG, Howard G, et al. **Stroke incidence and survival among middle-aged adults: 9-year follow-up of the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) cohort**. Stroke. 1999;30:736–43.
24. Flossmann E, Schulz UG, Rothwell PM. **Systematic review of methods and results of studies of the genetic epidemiology of ischemic stroke**. Stroke. 2004;35:212–27.
25. Rubattu S, Stanzione R, Gigante B, Bagalino A, Musumeci B, Volpe M. Genetic susceptibility to cerebrovascular accidents. **J Cardiovasc Pharmacol**. 2001;38(2):71–4.
26. Barker DJ, Lackland DT. **Prenatal influences on stroke mortality in England and Wales**. Stroke. 2003;34:1598–602.
27. Aekplakorn W, Abbott KJ, Khonputsa P, Tatsanavivat P, Chongsuvivatwong V, Chariyalertsak S. Prevalence and management of prehypertension and hypertension by geographic regions of Thailand: The Third National Health Examination Survey 2004. **J Hypertens**. 2008;26:191–8.
28. Gaede P, Lund AH, Parving HH, Pedersen O. Effect of a multifactorial intervention on mortality in type 2 diabetes. **N Engl J Med**. 2008;358:580–91.
29. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL. **The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure**. The JNC 7 report. JAMA. 2003;289:2560–72.

30. Wilson PW, Hoeg JM, Agostino RB, Silbershatz H, Belanger AM, Poehlmann H, et al. Cumulative effects of high cholesterol levels, high blood pressure, and cigarette smoking on carotid stenosis. **N Engl J Med.** 1997;337:516–22.
31. Amarenco P, Labreuche J. **Lipid management in the prevention of stroke: Review and updated meta-analysis of statins for stroke prevention.** *Lancet Neurol.* 2009;8:453–63.
32. Goldstein LB, Bushnell CD, Adams RJ, Apple LJ, Braun LT, Chaturvedi S. **Guidelines for the primary prevention of stroke. A guideline for healthcare professionals from The American Heart Association and American Stroke Association.** *Stroke.* 2010.
33. Burns DM. Epidemiology of smoking-induced cardiovascular disease. **Prog Cardiovasc Dis.** 2003;46:11–29.
34. Kannel WB, Benjamin EJ. Status of the epidemiology of atrial fibrillation. **Med Clin North Am.** 2008;92:17–40.
35. Messe SR, Silverman IE, Kizer JR, Homma S, Zahn C, Gronseth G, et al. **Practice parameter: Recurrent stroke with patent foramen ovale and atrial septal aneurysm.** *Neurology.* 2004;62:1042–50.
36. Suk SH, Sacco RL, Boden AB, Cheun JF, Pittman JG, Elkind MS, et al. **Abdominal obesity and risk of ischemic stroke: The Northern Manhattan Stroke Study.** *Stroke.* 2002;34:1586–92.
37. Rossouw JE, Anderson GL, Prentice RL, Lacroix AZ, Kooperberg C, Stefanick M, et al. **Risks and benefits of estrogen plus progestin in healthy postmenopausal women: principal results From the Women's Health Initiative randomized controlled trial.** *JAMA.* 2002;288:321–33.
38. Limpawattana P, Sawanyawisuth K, Busaracome P, Foocharoen C, Phitsanuwong C, Chumjan S, et al. The best criteria to diagnose metabolic syndrome in hypertensive Thai patients. **J Med Assoc Thai.** 2008;91:485–90.

39. Chan WS, Ray J, Wai EK, Ginsburg S, Hannah ME, Corey PN, et al. Risk of stroke in women exposed to low-dose oral contraceptives: A critical evaluation of the evidence. **Arch Intern Med.** 2004;164:741-7.
40. Yaggi HK, Concato J, Kernan WN, Lichtman JH, Brass LM, Mohsenin V. Obstructive sleep apnea as a risk factor for stroke and death. **N Engl J Med.** 2005;353:2034-41.
41. Kurth T, Slomke MA, Kase CS, Cook NR, Lee IM, Gaziano JM, et al. **Migraine, headache, and the risk of stroke in women: A prospective study.** **Neurology.** 2005;64:1020-6.
42. Maclellan LR, Giles W, Cole J, Wozniak M, Stern B, Mitchell BD, et al. **Probable migraine with visual aura and risk of ischemic stroke: The stroke prevention in young women study.** **Stroke.** 2007;38:2438-45.
43. Ridker PM, Danielson E, Fonseca FA, Genset J, Gotto AM, Kastelein JP, et al. Rosuvastatin to prevent vascular events in men and women with elevated C-reactive protein. **N Engl J Med.** 2008;359:2195-207.
44. Centers for Disease Control and Prevention. **Awareness of stroke warning signs 17 states and the U.S. Virgin Islands** [Internet]. 2004 [cited 2021 Feb 20]. Available from:http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15129192.html.
45. Lewis SM, Collier IC. **Medical-Surgical nursing assessment and management of clinical problems.** 2nd ed. New York: McGraw-Hill Books; 1987.
46. Luckman J, Sorensen KC. **Medical-Surgical nursing a psychophysiologic approach.** 2nd ed. Toronto: W.B. Saunders; 1980.
47. Hickey JV. **The clinical practice of neurological and neurosurgical nursing.** Philadelphia: J.B. Lippincott; 1986.
48. สุดศิริ หิรัญชอุณหะ. **การพัฒนาารูปแบบการดูแลสุขภาพที่บ้านของผู้ดูแลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลผู้ใหญ่). กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยมหิดล; 2541.

49. หทัยรัตน์ ตัลยารักษ์. **การพัฒนานวัตกรรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุในจังหวัดนครศรีธรรมราช** [ภาคนิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช]. นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยนครศรีธรรมราช; 2556
50. พระวี เต็งอำนวยการ. **เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร**. เชียงใหม่: สุทินการพิมพ์; 2552.
51. พันธุ์อาจ ชัยรัตน์. **“บทนำเบื้องต้นของการจัดการนวัตกรรมการจัดการนวัตกรรมการสำหรับผู้บริหาร**. กรุงเทพฯ : สำนักงานนวัตกรรมการแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี .2547.
52. สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, พักตร์ผจง วัฒนสินธุ์, อัจฉรา จันทร์ฉาย, ประกอบ คุปรัตน์. **นวัตกรรมการ: ความหมาย ประเภท และความสำคัญต่อการเป็นผู้ประกอบการ**. **วารสารบริหารธุรกิจ**. 2553;33(128):52-7.
53. สำนักงานนวัตกรรมการแห่งชาติ. **สุดยอดนวัตกรรมการไทย**. กรุงเทพฯ : สำนักงานนวัตกรรมการแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2548.
54. Cabral NL, Moro C, Silva GR, Scola RH, Werneck LC. Study comparing the stroke unit outcome and conventional ward treatment: A randomized study in Joinville, Brazil. **Arq Neuropsiquiatr**. 2003;61:188-93.
55. ชุติมา ปราบมนตรี, ญานิตา ดวงเดือน, ฐานิชฐ์ดา ตรงจิตต์วีรกุล, ฐานิกา คำมูล, ณิชฐิยานัน เรือนสวัสดิ์, ปวีณา พวงจำปา และคณะ. **ยึดหยุ่นกระตุ้นกล้ามเนื้อ: นวัตกรรมการนักศึกษาพยาบาล หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต**. **วารสารพยาบาลสภาวิชาชีพไทย**. 2558;8(1):122-33.
56. รพีพรรณ นาคบุบผา, โพลิน ถึงถิ่น. **ความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้โจทย์ปัญหาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางการพยาบาลของการพยาบาลมารดาและทารกระยะคลอดปกติของนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี**. **วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้**. 2559;3(3):174.

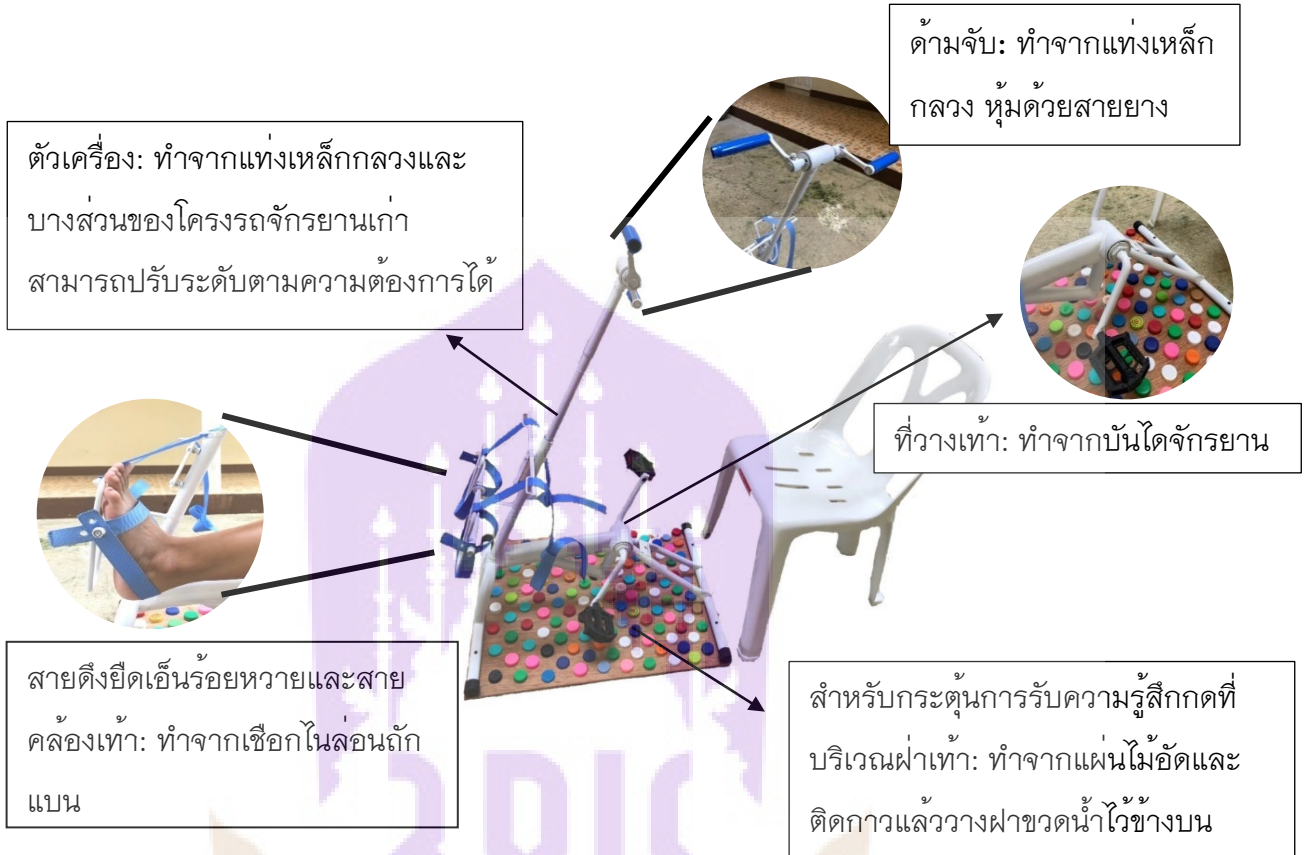




ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานนวัตกรรม

คู่มือการใช้งานนวัตกรรม



ออกกำลังกายโดยการปั่นแขน



ออกกำลังกายโดยการปั่นขา



ยืดเอ็นร้อยหวาย



กระตุ้นรับความรู้สึกที่ฝ่าเท้า

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย



แบบสอบถามความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย

คำชี้แจง

แบบสอบถามความพึงพอใจชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เข้ารับการทดสอบที่มีต่อนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (/) ที่ตรงกับตัวผู้ทดสอบมากที่สุด

1. เพศ () ชาย () หญิง

2. อายุ.....ปี

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เข้ารับการทดสอบที่มีต่อนวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามความเป็นจริงซึ่งตรงกับความคิดเห็นของท่านเพียงคำตอบเดียว

โดยมีระดับความพึงพอใจ 5 ระดับคือ

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ตารางที่ 11 แบบสอบถามความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย

ที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	ความสะดวกในการใช้งาน					
2	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย					
3	ความสะดวกในการปรับระดับ ความหนัก					

ตารางที่ 11 แบบสอบถามความพึงพอใจของการใช้นวัตกรรมเครื่องออกกำลังกาย (ต่อ)

ที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
4	ความเหมาะสมในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ					
5	รายละเอียด ความชัดเจนของคู่มือการใช้งาน					
6	รูปลักษณะภายนอก ความสวยงาม					
7	ความพึงพอใจโดยรวม					

นำมาหาค่าเฉลี่ยและนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ย [56] ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ความพึงพอใจมาก

2.51-3.50 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย

1.00-1.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

สรุป เกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ย คือ.....

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค

แบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถาม

แบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถาม

ตารางที่ 12 แบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถาม

รายงานที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	+1	0	-1
ด้านโครงสร้าง			
1. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างนวัตกรรมมีความแข็งแรง			
2. ความแข็งแรงของนวัตกรรม			
3. ขนาดของนวัตกรรม			
4. ความทนทานของวัสดุที่ใช้			
ด้านการใช้งาน			
5. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องนวัตกรรม			
6. ง่ายต่อการใช้งาน			
7. ความปลอดภัยของนวัตกรรม			
8. สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ			
9. สามารถเพิ่มการรับรู้ลึกกดบริเวณฝ่าเท้า			
10. สามารถยืดเอ็นร้อยหวาย			
ด้านความคุ้มค่า			
11. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานนวัตกรรม			
12. ความเหมาะสมของต้นทุน 3,000 บาท			
ด้านคุณค่าโดยสรุป			
13. นวัตกรรมสามารถใช้งานได้จริง			

ขอเสนอแนะ

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน



ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์เลือกคำถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ

การวิเคราะห์เลือกคำถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์เลือกคำถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC	แปลผล
	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ 3		
1. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้าง นวัตกรรมมีความแข็งแรง					
2. ความแข็งแรงของนวัตกรรม					
3. ขนาดของนวัตกรรม					
4. ความทนทานของวัสดุที่ใช้					
5. ความสะดวกในการ เคลื่อนย้ายเครื่องนวัตกรรม					
6. ง่ายต่อการใช้งาน					
7. ความปลอดภัยของ นวัตกรรม					
8. สามารถเพิ่มความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อ					
9. สามารถเพิ่มการรับ ความรู้สึกกดบริเวณฝ่าเท้า					
10. สามารถยืดเอ็นร้อยหวาย					
11. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำ นวัตกรรม					
12. ความเหมาะสมของ ต้นทุน 3,000 บาท					
13. นวัตกรรมสามารถใช้งานได้ จริง					

การตรวจสอบโดยให้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตาม

วัตถุประสงค์

แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC ตามสูตร

$$\text{สูตร IOC} = \Sigma R/N$$

IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency)

ΣR คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50–1.00 มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้
2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้
3. แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

