

การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

STUDY AND DEVELOPMENT OF AQUATICS EXERCISE EQUIPMENT
FOR KNEE OSTEOARTHRITIS PATIENTS MOVEMENT TRAINING



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560

KMITL-2017-ED-M-222-064

การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

STUDY AND DEVELOPMENT OF AQUATICS EXERCISE EQUIPMENT
FOR KNEE OSTEOARTHRITIS PATIENTS MOVEMENT TRAINING



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017-ED-M-222-064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVELOPMENT OF AQUATICS EXERCISE EQUIPMENT
FOR KNEE OSTEOARTHRITIS PATIENTS MOVEMENT TRAINING



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
PROGRAM IN TECHNOLOGY OF INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2017

KMITL-2017-ED-M-222-064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2017

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ
สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

Study and Development of Aquatics Exercise Equipment
for Knee Osteoarthritis Patients Movement Training

นักศึกษา

นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล

รหัสประจำตัว

56603116

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

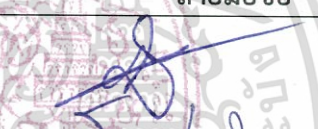



เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.สมชาย เชะวิเศษ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.รัฐไท	พรเจริญ	
ดร.สมชาย	ชะวิเศษ	
รศ.ดร.ทรงวุฒิ	เอกวุฒิวงศา	
ผศ.ดร.อภิศักดิ์	สินธุ์ศักดิ์	
ผศ.ดร.ธเนศ	ภิรมย์การ	

KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ

23 พฤษภาคม 2560 เวลา 11.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ

ณ ห้อง ค. 417 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือนำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

นักศึกษา

นางสาวทิพาพร อธิวิธกรกุล

รหัสประจำตัว

56603116

ปริญญา

ครุศาสตรบัณฑิตสาขารัฐศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา

เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ.

2560

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.สมชาย เสงวีเศษ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาลักษณะอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม 2) เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม และ 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม มีวิธีการดำเนินงานวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลสาเหตุของโรคข้อเข่าเสื่อมจากการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลภาคสนามโดยใช้แบบสัมภาษณ์จากแพทย์จำนวน 1 ท่าน และบุคลากรในกลุ่มเวชศาสตร์ฟื้นฟูจำนวน 6 ท่าน โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกโดยการสุ่มแบบเจาะจง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกับกรอบแนวความคิดเพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยใช้การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เดิม การวิเคราะห์เชิงนิเวศน์ ซึ่งมีผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 6 ท่าน ตรวจสอบประเมินผลการออกแบบและพัฒนาเพื่อสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นนำต้นแบบผลิตภัณฑ์ไปประเมินประสิทธิภาพจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ 3 ท่าน ด้านกายภาพบำบัด 3 ท่าน สุดท้ายนำต้นแบบผลิตภัณฑ์ไปประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัด 10 ท่าน โดยใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์และสรุปผล

ผลการวิจัย พบว่า ด้านการศึกษาลักษณะอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม อุปกรณ์ที่บริหารข้อเข่าจะช่วยเพิ่มแรงต้านทานขณะออกกำลังกายในน้ำทำให้เพิ่มความแข็งแรงให้กับข้อเข่า ซึ่งจากการลงพื้นที่พบปัญหา คือ 1) ด้านวัสดุที่นำมาใช้เมื่ออยู่ในน้ำอุ่นนานๆ เกิดคราบเชื้อราได้ง่ายและเกิดการสีกร่อนไม่คืนรูป 2) ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงเพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ราคาอยู่ที่ 699 – 2,448 บาท 3) อุปกรณ์ไม่ได้มีการผลิตที่รองรับเฉพาะด้าน ซึ่งจากปัญหาที่พบผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด คือ 1) วัสดุที่นำมาใช้เป็นโฟม EVA (Ethylene Vinyl Acetate) ด้วยคุณสมบัติที่ลอยน้ำได้ดี มีความยืดหยุ่นโค้งงอได้ดี มีน้ำหนักเบา ไม่เสียทรงขณะใช้งาน และในส่วนของใบที่เสริมแรงต้าน ทำมาจากวัสดุพลาสติก ABS ด้วยคุณสมบัติที่มีความแข็งแรงทนทาน ต่อแรงต้านในการเคลื่อนไหวในน้ำของผู้ป่วยได้เป็นอย่างดี 2) ต้นทุนวัสดุอยู่ที่ 200-350 บาท สามารถผลิตได้ภายในประเทศจึงเป็นการลดต้นทุนการนำเข้าจากต่างประเทศได้ 3) ด้านอุปกรณ์ เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ที่รองรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมโดยเฉพาะ เนื่องจากลดขั้นตอนในการใช้งาน ประหยัดเวลา ใช้งานได้ง่าย สะดวกสบายต่อการสวมใส่ สามารถเพิ่มหรือลดแรงต้านในการเคลื่อนไหวในน้ำได้ดี มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยอยู่ที่ ($\bar{X}=4.52$, S.D.=0.17) อยู่ในระดับดีมาก ด้านการประเมินประสิทธิภาพ พบว่า อุปกรณ์มีความแข็งแรงต่อการใช้งาน มีความปลอดภัย สะดวกสบาย สามารถเพิ่มแรงต้านได้ดี และมีแรงลดยตัวที่เหมาะสมกับท่ากายบริหารในน้ำ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\bar{X}= 4.37$, S.D.=0.30) อยู่ในระดับมาก การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}= 4.62$, S.D.=0.14)

คำสำคัญ : อุปกรณ์ธาราบำบัด เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	STUDY AND DEVELOPMENT OF AQUATICS EXERCISE EQUIPMENT FOR KNEE OSTEOARTHRITIS PATIENTS MOVEMENT TRAINING
Student	Miss Tipaporn Itthivorakul
Student ID.	56603116
Degree Program	Master of Education in Industrial Education Industrial Design Technology
Year	2017
Thesis	Somchai Seviset, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Associate Professor. Songwut Egwutvongsa, Ph.D.

ABSTRACT

The research objectives are as follows: 1) To study the characteristics of the aquatic exercise equipment corresponding to the patients with osteoarthritis; 2) To develop the Hydrotherapy instrument for the movement training in the water of the patients with osteoarthritis; 3) To estimate the efficiency of Hydrotherapy instrument for the movement training in the water of the patients with osteoarthritis; 4) To estimate the satisfactory in Hydrotherapy instrument for the movement training in the water of the patients with osteoarthritis. Using questionnaire from 1 physician and personal and 6 physical therapist chosen by purposive. The data of action of the aquatic exercise for the patients with osteoarthritis was analyzed in order to provide the limitation in the design in comparison with the previous product (SWOT Analysis) and analysis in concept from the professional and expert in product design (6 persons). These professionals evaluated the design and development to create a prototype. After that, the prototype was evaluated the efficiency from professional group in prosthesis (3 persons) and professional group in Physical therapy (3 persons). Additionally, the prototype was evaluated the satisfactory from consumer group (10 persons) by statistic methods for the analysis and summary.

The researcher data found that the equipment which helps the osteoarthritis patients exercises their knees by using the water resistance while exercising which strengthen their joints. The researcher also found several problems 1) The materials using under a heated or warm water will get molded easily and become deformed over time. 2) The initial investment is higher due to materials importation from other countries; which cost around 699 baht -2448 baht. 3) There are no existing products made for this purpose. Having found these problems the researchers created equipment for Hydrotherapy especially for osteoarthritis patients. 1) The materials used must be EVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับบริการเชิงวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Ethylene Vinyl Acetate) due to its floatation quality, flexibility, lightweight, and cannot be easily deformed. Furthermore, the resistance area is made of ABS plastic which has high resistance to force motion under water. 2) Raw materials cost as low as 200 – 350 baht, and can easily be produced in Thailand. 3)The equipment is made especially for osteoarthritis patients which lower the production process, time, user friendly, and can be adjusted for more/less resistance under water which average at (\bar{X} = 4.52, S.D. = 0.17); and considered to be a high efficiency value. The equipment is extremely durable, safe and can be adjusted according to the user. It also has floatation quality average at (\bar{X} = 4.37, S.D. = 0.30) which has a high value. In addition, from the average of the opinion from the patients that treat with aquatic physical therapy in the case of osteoarthritis, we found that the values of (\bar{X} = 4.62, S.D. = 0.14)

Keywords : aquatic exercise equipment, underwater movement, osteoarthritis patients



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาและข้อเสนอแนะตลอดจนข้อมูลและเอกสารต่างๆ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังนี้

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.สมชาย เศษวิเศษ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงวุฒิตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม และ รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา บุญภักดี

ขอขอบพระคุณ พันตำรวจโท นพ. ธนวัฒน์ อัมพันธ์ทรัพย์ ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแพทย์ออร์โธปิดิกส์ ในการแนะนำข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ นางสาวสุกัญญา เดชกัญจร นางสาวทิพย์วิภา กรอารีรัตน์ นายสุขุม วงษ์โพธิ์ นายภูวรินทร์ นามแดง บุคลากรกายภาพบำบัด ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด นางสาววิศรดา อินทรแสน นางสาวนิตา วงศ์สวัสดิ์ ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ในการแนะนำข้อมูลไปใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุมาลี ทองรุ่งโรจน์ อาจารย์สาริตา พูลเกื้อ และอาจารย์อินทิดา บุญพรต ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ นางสาววิศรดา อินทรแสน นางสาวนิตา วงศ์สวัสดิ์ ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต คุณนิภา สุดใจ ประรารณา คุณสุนทร ประชาสิทธิ์ อานนท์ แปนทอง ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแบบทางด้าน การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ นางสาววิศรดา อินทรแสน นางสาวนิตา วงศ์สวัสดิ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด นางสาวสุกัญญา เดชกัญจร นางสาวทิพย์วิภา กรอารีรัตน์ นายภูวรินทร์ นามแดง ให้ความร่วมมือในการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ขอขอบพระคุณกลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่รับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำ จาก ศูนย์กายภาพบำบัด คณะเวชศาสตร์ มหาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มตัวอย่างให้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้เป็นแนวทางเพื่อศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมแต่ผู้ที่สนใจต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ทิพาพร อิทธิวรกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VII
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญภาพ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	6
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	9
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 สุขภาวะผู้สูงอายุ.....	11
2.2 โรคข้อเข่าเสื่อม.....	15
2.3 การจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าเสื่อม.....	28
2.4 การออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	28
2.5 การออกกำลังกายในน้ำ.....	31
2.6 อุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ.....	48
2.7 ทฤษฎีและหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์.....	56
2.8 การยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกล.....	59
2.9 ขนาดสัดส่วนมนุษย์ที่ใช้ในการออกแบบ.....	66
2.10 จิตวิทยาการใช้สีกับผลิตภัณฑ์.....	69
2.11 ด้านวัสดุที่นำมาใช้.....	70
2.12 การทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์.....	75
2.13 ทฤษฎีความพึงพอใจ.....	79
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	80
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	82
3.1 เพื่อศึกษารูปแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ ที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ประโยชน์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	85
3.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	88
3.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	91
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
4.1 ผลการวิเคราะห์การศึกษารูปแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ ที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	95
4.2 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	104
4.3 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	131
4.4 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อ อุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำเพื่อฝึกการเคลื่อนไหว สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	134
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	136
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	136
5.1.1 สรุปผลการศึกษารูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัด ที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	138
5.1.2 สรุปผลการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	136
5.1.3 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัด เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	137
5.1.4 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อ อุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	138
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	139
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	143
ภาคผนวก.....	146
ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	147
ภาคผนวก ข เครื่องมือในงานวิจัย.....	166
ภาคผนวก ค ภาพถ่ายขั้นตอนการลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูล.....	188
ภาคผนวก ง ผลการออกแบบ.....	205
ประวัติผู้เขียน.....	220



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวของข้อต่างๆ.....	27
2.2 สภาพพื้นที่ในสระธาราบ้ำบัด	38
2.3 อัตราค่าบริการสำหรับการเข้ารับบริการในสระธาราบ้ำบัด.....	47
2.4 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนขาของคนไทย.....	69
4.1 การวิเคราะห์การออกกำลังกายโดยใช้อุปกรณ์.....	98
4.2 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของห่วงยางรองคอ.....	104
4.3 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของห่วงยางที่เอว.....	105
4.4 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของแผ่นโฟมคางเอว.....	106
4.5 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ Noodles.....	107
4.6 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ ท่อนโฟมเท้า.....	108
4.7 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ ครีบบมือ.....	109
4.8 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ ครีบท้ำ.....	110
4.9 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ อุปกรณ์ช่วยพยุงตัว.....	111
4.10 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ นัมเบล.....	112
4.11 การวิเคราะห์ที่อุปกรณ์ธาราบ้ำบัดที่ใช้กับท่าทางการออกกำลังกาย ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	114
4.12 แสดงผลการวิเคราะห์รูปแบบอุปกรณ์ธาราบ้ำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ ผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มีในท้องถิ่น.....	115
4.13 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....	118
4.14 แสดงการวิเคราะห์ที่อุปกรณ์ธาราบ้ำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม จำนวน 30 แบบ โดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย.....	123
4.15 เถลถายแปลความหมายค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น.....	127
4.16 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....	128
4.17 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความคิดเห็นด้าน ประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้าน กายอุปกรณ์ จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด.....	133
4.18 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ป่วย โรคข้อเข่าเสื่อมที่มารับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำที่มีต่อ ต้นแบบอุปกรณ์ธาราบ้ำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างข้อเข่าปกติ.....	16
2.2 โครงสร้างข้อเข่าเสื่อม.....	18
2.3 สรรสารบำบัด.....	32
2.4 ตัวอาคารที่โพล่งโโล่ง.....	36
2.5 บริเวณทางเดินที่กว้างและต่อเนื่องลงสระน้ำ.....	37
2.6 บันไดลงสระพร้อมราวจับ.....	37
2.7 ดิ่งขามาด้านหน้า ดิ่งขาขึ้นลงสลับกัน.....	42
2.8 ดิ่งขากลับ ดิ่งขาขึ้นลงไปทางด้านหลัง.....	42
2.9 กางขา – หุบขา ไปทางด้านข้างซ้ายสลับขวา.....	43
2.10 เตะขาขึ้น ลง สลับกัน.....	43
2.11 ก้าวขึ้นบันได สลับขาซ้ายขวาขึ้นลงบันได.....	44
2.12 ก้าวสลับขา มือไขว้ที่หน้าอก เท้าไขว้สลับซ้ายขวา.....	44
2.13 นั่งเตะขาสลับขึ้นลง อย่างช้าๆ.....	45
2.14 เดินพุ่งตัวไปข้างหน้า โดยย่อขึ้นย่อลงเบาๆ.....	45
2.15 วิ่งในระดับน้ำลึก การแกว่งตัวไปข้างหน้าโดยการขยับขา.....	46
2.16 ก้าวยาว การแกว่งขาไปทางด้านหน้าในน้ำลึก.....	46
2.17 ห่วงยางรองคอ ทำจากวัสดุลอยน้ำ ซึ่งสามารถช่วยพยุงคอในน้ำได้.....	50
2.18 ห่วงยางที่เอว ใช้พยุงตัวในน้ำ.....	50
2.19 แผ่นโฟมคาคเอาว (Aqua Jogger) ทำจากวัสดุลอยน้ำ.....	51
2.20 Noodles หรือ Doodle เป็นเส้นโฟมทรงกลม ท่อนยาว.....	51
2.21 ฟันโฟมเท้า (Hydro boots).....	52
2.22 แผ่นพลาสติกมือ.....	53
2.23 ครีบท้ำ.....	54
2.24 อุปกรณ์ช่วยพยุงตัว.....	54
2.25 ดัมเบล.....	55
2.26 โครงกระดูก.....	60
2.27 ชนิดข้อต่อ.....	61
2.28 กล้ามเนื้อ.....	62
2.29 กล้ามเนื้อเรียบ.....	62
2.30 กล้ามเนื้อหัวใจ.....	63
2.31 กล้ามเนื้อลาย.....	63
2.32 การทำงานของกล้ามเนื้อ.....	64
2.33 กล้ามเนื้อส่วนขาและเท้า.....	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.34 ตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนขาของคนไทย.....	68
2.35 ตารางประเภทวัสดุ.....	71
2.36 การหาพื้นที่ของทรงกระบอกกลาง.....	75
2.37 การหาพื้นที่ของทรงกระบอกกลาง (วงแหวน).....	76
2.38 สูตรการคำนวณหาแรงพยุง.....	78
2.39 สูตรการหาค่าแรงต้านในน้ำ.....	78
3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	94
4.1 แสดงภาพการวิเคราะห์พื้นที่สระธาราบำบัด สถานที่โรงพยาบาลธรรมศาสตร์รังสิต.....	96
4.2 แสดงภาพห่วงยางรองคอ ทำจากวัสดุลอยน้ำ ซึ่งสามารถช่วยพยุงคอในน้ำได้.....	104
4.3 แสดงภาพห่วงยางที่เอวใช้พยุงตัวในน้ำ.....	105
4.4 แสดงภาพแผ่นโฟมคาดเอว (Aqua Jogger) ทำจากวัสดุลอยน้ำ.....	106
4.5 แสดงภาพNoodles หรือ Doodle เป็นเส้นโฟมทรงกลมท่อนยาว.....	107
4.6 แสดงภาพหุ่นโฟมเท้า (Hydro boots).....	108
4.7 แสดงภาพครีบริมมือ ทำจากพลาสติก เพื่อฝึกความตึงตัวของกล้ามเนื้อ.....	109
4.8 แสดงภาพครีบริมเท้า.....	110
4.9 แสดงภาพอุปกรณ์ช่วยพยุงตัว.....	111
4.10 แสดงภาพดัมเบล.....	112
4.11 แสดงภาพการวิเคราะห์วัสดุ.....	117
4.12 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 1-7.....	119
4.13 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 8-9.....	120
4.14 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 10-13.....	120
4.15 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 14-19.....	121
4.16 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 20-2.....	121
4.17 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 25-26.....	122
4.18 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 27-29.....	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.19 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝีกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 30.....	123
4.20 แสดงแบบ Sketch Design 1 อุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝีกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	125
4.21 แสดงแบบ Sketch Design 2 อุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝีกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	126
4.22 แสดงแบบ Sketch Design 3 อุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝีก การเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	126
4.23 แสดงภาพต้นแบบอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝีก การเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม.....	131
4.24 ผลการทดสอบการประเมินประสิทธิภาพอุปกรณ์ธาราบ้ำบัต.....	132



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงของสังคมไทย ทั้งในเรื่องการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิต และการเติบโตของภาวะสังคมผู้สูงอายุ ปัจจัยเหล่านี้เป็นต้นเหตุของปัญหาสุขภาพของประชาชนที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และจากแนวโน้มของกลุ่มผู้สูงอายุที่เพิ่มมากขึ้นนี้ นำมาซึ่งภาวะเสี่ยงและปัญหาด้านสุขภาพ โดยเฉพาะการเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรัง เนื่องจากวัยสูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ถดถอยทั้งร่างกาย จิตใจ เศรษฐกิจ และสังคม การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะทำให้คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุลดลง (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2553)

จากการเปลี่ยนแปลงเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง 3 ด้าน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย จิตใจ และสังคม เป็นผลมาจากความเสื่อมตามอายุ และจากผลสำรวจสุขภาพผู้สูงอายุไทยปี 2556 โดยกรมอนามัยพบว่าผู้สูงอายุไทยร้อยละ 5 มีสุขภาพแข็งแรง ส่วนที่เหลือร้อยละ 95 เจ็บป่วยด้วยโรคต่างๆ การเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรังในระบบกระดูกและข้อ ระบบกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นต่างๆ ในผู้สูงอายุนำมาซึ่งภาวะทุพพลภาพทำให้ไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเอง โดยจะพบมากยิ่งขึ้นและมีความรุนแรงมากขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2557) และในประเทศไทยปัญหาเรื่องกระดูกและข้อที่ไม่ได้เกิดจากการบาดเจ็บพบอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการเสื่อมของกระดูกอ่อนผิวข้อต่างๆ ของร่างกายภายหลังการใช้งานมานาน ภาวะข้อเสื่อมตามสภาพร่างกายนั้นจึงเกิดขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น ทั้งนี้พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่เริ่มมีอาการเมื่ออายุ 40-60 ปีขึ้นไป พบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย เนื่องจากข้อเกิดการสึกกร่อนบริเวณผิวกระดูกอ่อนทำให้กระดูกบริเวณข้อต่อเกิดการเสียดสีกัน รวมทั้งมีการอักเสบซึ่งมีอาการปวด บวม แดง ร้อน บริเวณข้อต่อนั้น และร่วมกับการมีน้ำหนักและการใช้งานมาก ซึ่งทำให้เกิดพยาธิสภาพของข้อเข่าเสื่อมได้ (ศูนย์สมเด็จพระสังฆราช ญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ. 2554) อีกทั้งยังทำให้เกิดความสูญเสียความสมดุลในการควบคุมการทรงตัว และการเคลื่อนไหวในผู้สูงอายุเกิดความยากลำบากในการทำกิจวัตรประจำวันซึ่งทำให้เกิดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้ม โดยเป็นอุบัติเหตุที่พบได้บ่อยในผู้สูงอายุ ทำให้เกิดการบาดเจ็บและอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต ซึ่งความเสี่ยงของการล้มมีความสัมพันธ์กับอายุที่มากขึ้น หากปล่อยให้ร่างกายเสื่อมไปตามวาระ โดยไม่ได้รับการพัฒนาและรักษาสมรรถภาพให้เหมาะสมย่อมเกิดปัญหาทางด้านสุขภาพตามมา (ชูศักดิ์ เวชแพศย์. 2538)

ทั้งนี้พบว่าความเจ็บป่วยเป็นสิ่งที่ไม่มีใครปรารถนา ยิ่งความเจ็บป่วยที่เกิดจากความเสื่อมของร่างกายที่ยากจะรักษาให้หายขาด ซึ่งโรคนั้นนอกจากจะรับประทุกันยาแล้ว การออกกำลังกายหรือการทำกายภาพบำบัดเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายลดปัจจัยที่ก่อให้เกิดการล้มและช่วยแก้ปัญหาค่าใช้จ่ายในการทำกิจวัตรประจำวันที่เกิดจากอาการของข้อเข่าเสื่อม ซึ่งความเจ็บปวดจะทำให้ผู้ป่วยไม่อยากออกกำลังกาย เนื่องจากกลัวอันตรายจึงทำให้เกิดข้อยึด กล้ามเนื้ออ่อนแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมรรถภาพทางกายลดลง (สมาคมเวชศาสตร์ฟื้นฟูแห่งประเทศไทย. 2539) และในปัจจุบันการออกกำลังกายในน้ำ (Aqua exercise) หรือธาราบำบัด (Hydrotherapy) เป็นทางเลือกหนึ่งของการรักษาฟื้นฟูสภาพร่างกายซึ่งใช้รักษาผู้ป่วยโรคกระดูกและข้อ (กรมการแพทย์. 2556) การออกกำลังกายในน้ำสามารถลดความตึงหรือของร่างกายได้อย่างปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับออกกำลังกายบนบก โดยอาศัยคุณสมบัติของน้ำเป็นตัวกลางในการรักษา ช่วยพยุงรอง (Buoyancy) รับทุกส่วนสัดของร่างกาย ซึ่งลดอัตราการเกิดการบาดเจ็บที่อาจเกิดจากแรงกระแทกของข้อต่อขณะออกกำลังกาย แรงต้านทานในน้ำจะต้านการเคลื่อนไหวของร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อมีการทำงานอย่างทั่วถึง และสภาพใต้น้ำนั้นยังทำให้ร่างกายส่วนต่าง ๆ มีอิสระในการเคลื่อนไหวควบคุมการเคลื่อนไหวได้ดีกว่าบนบก ซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์และนักกายภาพบำบัด (ปวีณา เย็นนาน. 2552) นอกจากนี้ยังมีการใช้อุปกรณ์ในการออกกำลังกายในน้ำเป็นตัวช่วยในการฝึกการเคลื่อนไหวทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และการทรงตัวที่ดีขึ้น อุปกรณ์ที่ลอยน้ำหรือจมน้ำมีผลต่อการให้แรงช่วยหรือแรงต้านต่อการเคลื่อนที่ในน้ำของผู้ป่วยซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะขนาดรูปร่าง และจำนวนอุปกรณ์ตลอดจนตำแหน่งที่ถือหรือที่รัดไว้ อุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวไม่ว่าจะใช้ในการฝึกบริหารหรือการเล่นเกมส์นันทนาการในน้ำจะต้องเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นการรับรู้และการทำงานตอบสนองของผู้ป่วยได้ รวมทั้งเสริมสร้างในด้านความรู้แก่ผู้ใช้ โดยอาศัยรูปร่างสีฐาน ลักษณะ สี เสียง เป็นสิ่งกระตุ้น อีกทั้งการรักษาแบบธาราบำบัดเป็นการออกกำลังกายในน้ำโดยใช้น้ำอุ่น เนื่องจากน้ำอุ่นจะช่วยทำให้ระบบหมุนเวียนของโลหิตดีขึ้น กระแสเลือดอุ่นจะช่วยลดอาการปวดและอาการข้อติด ผ่อนคลายกล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี การออกกำลังกายในน้ำนับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ประชาชนสามารถนำไปปฏิบัติ เพื่อเป็นการส่งเสริมสุขภาพร่างกายให้มีความแข็งแรง เพราะนอกจากจะมีผลดีต่อสุขภาพกายแล้วยังมีผลดีต่อสุขภาพจิตใจด้วย (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530)

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการรักษาด้วยธาราบำบัด และการเข้าไปสังเกตการณ์สถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในสระธาราบำบัดตามโรงพยาบาล และการสอบถามข้อมูลจากแพทย์และนักกายภาพบำบัด ผู้วิจัยพบว่าผู้ป่วยที่มารักษาแบบธาราบำบัดที่ใช้บ่อยที่สุดคือ กลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมซึ่งพบมากในผู้สูงอายุที่มีปัญหาด้านการเคลื่อนไหว ผู้วิจัยจึงได้กำหนดแผนงานคือ การศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในธาราบำบัดในระยะก่อนทำวิจัย โดยกำหนดสถานที่ในการเก็บข้อมูลในระยะเริ่มต้นเป็นโรงพยาบาลและศูนย์กายภาพบำบัดในเขตกรุงเทพมหานคร ทั้งนี้จากการสัมภาษณ์ข้อมูลพบว่า ธาราบำบัดเป็นโปรแกรมรักษาเป็นรายบุคคลโดยแพทย์จะเป็นผู้ตรวจดูอาการของความเจ็บป่วยและประเมินว่าผู้ป่วยควรจะได้รับการรักษาแบบธาราบำบัดหรือไม่ บางคนการรักษาแบบธาราบำบัดน่าจะได้ผลดีแต่สภาพร่างกายอาจจะไม่เอื้ออำนวย เช่น ทรงตัวไม่ได้ หรือพูดไม่ได้ ก็ไม่เหมาะที่จะทำกายภาพในน้ำเพราะอาจเกิดอันตรายได้ จากนั้นจึงกำหนดโปรแกรมการรักษาโดยมีนักกายภาพบำบัดเป็นผู้ดูแลรักษาผู้ป่วยตามโปรแกรมพร้อมทั้งบันทึกความเปลี่ยนแปลงเพื่อประเมินผลการรักษาต่อไป ซึ่งการรักษาแบบธาราบำบัดนั้นมักจะควบคู่ไปกับการให้ยาหรือมีการทำกายภาพบนบกไปด้วย แต่ส่วนใหญ่ที่พบมาก คือ ผู้ป่วยบางคนไม่สามารถทำกายภาพบำบัดบนบกได้ เพราะทำแล้วผู้ป่วยมีอาการเจ็บปวดจึงทำให้ไม่อยากออกกำลังกาย เช่น โรคเข่าเสื่อม โดยเห็นได้ชัดเวลาผู้ป่วยเดินบนพื้นราบจะมีแรงกระแทกลงมาที่สันเท้าและขึ้นมาที่ข้อเข่าผู้ป่วยซึ่งจะเกิดอาการปวดเพราะไม่มีตัวพยุง แต่ถ้าลงไปเดินในน้ำ น้ำจะเป็นตัวพยุงและจากคุณสมบัติของน้ำเมื่อเราลงไปอยู่ในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้น้ำหนักของเราน้อยกว่าน้ำหนักขณะอยู่บนพื้นเพราะมีน้ำเป็นตัวช่วยถ่วงน้ำหนักจากตัวเราและลดแรงกระทำ (ปวีณา เย็นนาน. 2552)

เพราะฉะนั้นคนไข้ที่มีอาการปวดเข่าเมื่อเดินในน้ำบางที่ไม่ปวดเลย อีกทั้งอุณหภูมิของน้ำจะอยู่ที่ 33-37 องศา ซึ่งความอุ่นของน้ำจะช่วยให้เส้นเอ็นต่างๆ อ่อนตัวลงและมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ทำให้ผู้ป่วยสามารถออกกำลังกายได้ง่าย ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการรักษาแบบธาราบำบัดนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมการรักษาเพียงอย่างเดียว อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆก็ยังคงมีความจำเป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่การใช้อุปกรณ์นั้นจะช่วยเพิ่มแรงต้านทานของน้ำขณะทำการเคลื่อนไหวทำให้เพิ่มความแข็งแรงให้กับข้อเข่าและการทรงตัวที่ดีขึ้น แต่อุปกรณ์ที่นำมาใช้มักจะมีปัญหาในการใช้งาน ซึ่งจากการลงพื้นที่ผู้วิจัยพบปัญหา ดังนี้ 1) ด้านวัสดุที่นำมาใช้เมื่ออยู่ในน้ำอุ่นนานๆ เกิดการสึกกร่อน ไม่คงรูป 2) ด้านอุปกรณ์ที่ใช้ยึดหรือรัดมักเกิดการชำรุด 3) ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงเพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ 4) อุปกรณ์ส่วนใหญ่ไม่ได้มีการผลิตที่รองรับเฉพาะโรคของผู้ป่วย นักกายภาพบำบัดจึงจำเป็นต้องนำอุปกรณ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้เอง เพื่อปรับให้เหมาะสมกับชนิดของอาการผู้ป่วยนั้นๆ และจากการสัมภาษณ์จากนักกายภาพบำบัดพบว่าผู้ป่วยที่เข้าใช้ธาราบำบัดส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุที่มีปัญหาด้านข้อเข่าเสื่อมซึ่งเป็นปัญหาหลักดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงทำศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยเป้าหมายเพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ป่วยให้สามารถกลับไปใช้ชีวิตประจำวันได้ใกล้เคียงปกติมากที่สุด และเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับผู้ป่วยอีกด้วย

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยใช้หลักการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาด้านวัสดุให้เกิดความแข็งแรงทนทาน ลดภาระค่าใช้จ่ายในด้านอุปกรณ์ที่มีต้นทุนสูง ตลอดจนการใช้งานให้เหมาะสมกับสรีระของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม อีกทั้งยังเสริมสร้างกล้ามเนื้อให้กับข้อเข่า เพื่อให้เกิดการบริหารข้อเข่าเพิ่มมากขึ้น ช่วยชะลอการดำเนินของโรคไม่ให้รบกวนการดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้ป่วยและป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่จะตามมาอันจะเป็นประโยชน์ในการรักษาฟื้นฟูและศึกษาต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
- 1.2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
- 1.2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

1.3 กรอบแนวคิดและทฤษฎีการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ผู้วิจัยได้มีแนวทางในการศึกษาโดยใช้กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ข้อดังนี้ดังต่อไปนี้

1.3.1 กรอบแนวคิดด้านการศึกษา

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาลักษณะอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

1.3.1.1 โรคข้อเข่าเสื่อม โรคข้อเสื่อมเป็นโรคในกลุ่มข้ออักเสบ (Osteoarthritis, OA) ชนิดหนึ่งที่พบได้บ่อยที่สุดพบได้ทั้งในผู้ชายและผู้หญิงที่มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไปทั้งชายและหญิงจะมีข้อเสื่อมมากกว่าร้อยละ 80 - 90 แต่อาจมีอาการต่างกันไปเช่นมีข้อเสื่อมแต่ไม่มีอาการปวดถ้าไม่ใช้งานข้อนั้นๆ มากข้อต่อที่มักพบการเสื่อมได้แก่ข้อนิ้วข้อเข่าข้อสะโพกข้อกระดูกหลังทั้งกระดูกสันหลังระดับคอและกระดูกสันหลังระดับเอว (สุธี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ วิชระ รุจิเวชพงศธร. 2539)

1.3.1.2 ธาราบำบัด (Hydrotherapy) เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการรักษาทางกายภาพบำบัดซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลางหรือสื่อในการรักษา มักจะกระทำในรูปแบบการฝึกออกกำลังกายในน้ำ หรือการใช้คุณสมบัติของน้ำในการรักษาปัญหาของผู้ป่วยให้ดีขึ้น (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530 : 201-209)

1.3.1.3 ข้อมูลอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อมของสระธาราบำบัด ควรเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมส่วนเฉพาะสำหรับการใช้งานไม่เปิดเผยเห็นชัดเจนจากภายนอก ตัวอาคารควรมีลักษณะโปร่งโล่ง กระตุ้นเร้าใจในการลงสระธาราบำบัด มีความสะอาดและปลอดภัยสูง ขึ้น (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530 : 201-209)

1.3.1.4 อุปกรณ์สำหรับการฝึกออกกำลังในน้ำ (Apparatus for Exercise) การเลือกอุปกรณ์และเสื้อผ้าที่จะทำให้สามารถออกกำลังกายได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งคำแนะนำเรื่องความปลอดภัยด้วยการใช้อุปกรณ์ในการออกกำลังกายนั้นจะช่วยเพิ่มแรงต้านของน้ำขณะทำการเคลื่อนไหวทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและการทรงตัวที่ดีขึ้นโดยอุปกรณ์ในแต่ละชนิดนั้นก็จะให้แรงต้านที่แตกต่างกันออกไป (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530 : 210-214)

1.3.1.5 ท่าทางการออกกำลังกายในน้ำที่ใช้ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม การจัดทำเริ่มต้นที่ดีสำหรับการฝึกจะช่วยให้ผู้ถูกฝึกรู้สึกผ่อนคลายได้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยลดการเกร็งของกล้ามเนื้อ (Muscle spasm) ที่ทำให้เกิดข้อติด (Joint Stiffness) โดยแบ่งท่าทางการออกกำลังกายในน้ำที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530 : 216-230)

1.3.2 กรอบแนวคิดด้านการพัฒนา

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

1.3.2.1 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เดิม (SWOT) เป็นการประเมินผลิตภัณฑ์โดยกำหนดจุดแข็งและจุดอ่อนจากสภาพแวดล้อมภายใน โอกาสและอุปสรรคจากสภาพแวดล้อมภายนอก (Albert Humphrey, 2016) โดยใช้กรอบแนวคิด หลักการออกแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ นำมาประยุกต์ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเรื่องการออกแบบที่สัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยผู้วิจัยได้ศึกษาตามกรอบแนวคิด (สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ 2540 : 64-69) ดังนี้

- (1) หน้าที่ใช้สอย (Function)
- (2) ความปลอดภัย (Safety)
- (3) ความแข็งแรง (Construction)
- (4) ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics)
- (5) ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales appeal)
- (6) ราคา (Cost)
- (7) การซ่อมแซมง่าย (Ease of maintenance)

1.3.2.2 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ธาราบำบัดในท้องตลาด ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา (2557 : 97)

1.3.2.3 กรอบแนวคิดข้อมูลการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพกระบวนการใช้มโนทัศน์เพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา 2557:97) โดยใช้กรอบแนวคิดด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (ธีรชัย สุขสด 2544 : 17-18) ดังนี้

- (1) หน้าที่ใช้สอย (Function)
- (2) ความปลอดภัย (Safety)
- (3) ความแข็งแรง (Construction)
- (4) ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics)
- (5) ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales appeal)
- (6) ราคา (Cost)
- (7) การซ่อมแซมง่าย (Ease of maintenance)

1.3.3 กรอบแนวคิดด้านการประเมินประสิทธิภาพ

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

1.3.3.1 การหาค่าแรงและการเคลื่อนที่ โดยการหาค่าแรงที่วัดได้เมื่อชั่งในน้ำ, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ, ค่าแรงต้าน ในกรณีที่มีความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที จากเอกสารศูนย์ข้อมูลการแพทย์ทางเลือก ระบุว่า ค่าแรงและค่าแรงลอยตัวในน้ำมีค่าน้อยกว่า 1 นิวตันวัตถุจะลอยน้ำ การเพิ่มแรงต้านของน้ำขณะทำการเคลื่อนไหวทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เดิมกับผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนา

1.3.3.2 แบบประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านกายบำบัดมีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดสำหรับฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

1.3.4 กรอบแนวคิดด้านการประเมินความพึงพอใจ

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ตามหลักการออกแบบของ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร 2550 :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18-19) นำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการหาค่าและประเมินความพึงพอใจโดยผู้วิจัยได้ศึกษาตามกรอบแนวคิดดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความปลอดภัย (Safety)
3. ความแข็งแรง (Construction)
4. ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics)
5. ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales appeal)
6. การซ่อมแซมง่าย (Ease of maintenance)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นเพื่อศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mix Methodology) ระหว่างการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ซึ่งการวิจัยเชิงคุณภาพจะทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร การเข้าไปมีส่วนร่วม การสังเกต และการสัมภาษณ์ โดยทำการเก็บข้อมูลทางภาคสนามเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบและพัฒนา สำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ จะใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวัดค่าตัวแปรต่างๆ โดยวิเคราะห์ผลทางสถิติในรูปของความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125) โดยเลือกให้สอดคล้องและตรงตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1.4.1 ขอบเขตของการวิจัย ตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 เพื่อศึกษารูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1.4.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1.1 ประชากร คือ แพทย์และบุคลากรในกลุ่มเวชศาสตร์ฟื้นฟู 3 หน่วยงาน

1.4.1.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ แพทย์และบุคลากรในกลุ่มเวชศาสตร์ฟื้นฟู 3 หน่วยงาน จำนวน 7 ท่าน การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

(1) แพทย์และบุคลากรในกลุ่มเวชศาสตร์ฟื้นฟู

(1.1) ผู้เชี่ยวชาญด้านแพทย์ออร์โธปิดิกส์จากโรงพยาบาลตำรวจ จำนวน 1 ท่าน

(1.2) ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัดเวชศาสตร์ฟื้นฟู จากโรงพยาบาลธนบุรี, จำนวน 1 ท่าน, ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 2 ท่าน, ศูนย์กายภาพบำบัดมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน รวมทั้งหมดจำนวน 4 ท่าน

(1.3) ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ จากศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 2 ท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1.4.1.2.1 แบบสัมภาษณ์เป็นแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Non-Structured interview) เพื่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับธาราบำบัด, โรคของผู้ป่วยที่ใช้ธาราบำบัด, ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะอุปกรณ์ธาราบำบัด, การบริหารภายในน้ำที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุโรคข้อเข่าเสื่อม

1.4.1.2.2 แนวคำถามในการสัมภาษณ์

1.4.1.3 ประเภทข้อมูลที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

1.4.1.3.1 ข้อมูลทุติยภูมิ คือ วรรณกรรมเกี่ยวกับผู้สูงอายุเรื่องสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย, โรคที่เกิดขึ้นในผู้สูงอายุ, ผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม, การออกกำลังกายในน้ำหรือธาราบำบัด, งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัวและการเคลื่อนไหวในผู้สูงอายุ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้สูงอายุโรคข้อเข่าเสื่อม

1.4.1.2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ คือ การสัมภาษณ์แพทย์และบุคลากรในกลุ่มเวชศาสตร์ฟื้นฟู

1.4.2 ขอบเขตของการวิจัย ตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1.4.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.2.1 ประชากร คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

1.4.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต จำนวน 8 ท่าน การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

(1) ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

(1.1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จำนวน 3 ท่าน

(1.2) ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกมหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 2 ท่าน

(1.3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต design บริษัท เทรียนไทย อินเทอร์เน็ต จำกัด จำนวน 2 ท่าน, บริษัท Forth Corporation Public Company Limited จำนวน 1 ท่าน

1.4.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1.4.2.3.1 แบบประเมินความคิดเห็นโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต เพื่อประเมินข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดสำหรับเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

1.4.2.3.2 ประเภทของข้อมูลที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

(1) ข้อมูลทุติยภูมิ คือ วรรณกรรมการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เดิม, การวิเคราะห์ข้อมูลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ (SWOT), การวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ, วรรณกรรมเกี่ยวกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม, วรรณกรรมเกี่ยวกับการออกกำลังกายในน้ำ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรรณกรรมเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์, วรรณกรรมเกี่ยวกับวัสดุ, วรรณกรรมเกี่ยวกับจิตวิทยาการใช้สี, งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการทรงตัวของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

(2) ข้อมูลปฐมภูมิ คือ การสัมภาษณ์และการประเมินความคิดเห็นโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

1.4.3 ขอบเขตของการวิจัย ตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม มีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.4.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.3.1.1 ประชากร คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์

1.4.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด จำนวน 3 ท่าน, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ จำนวน 2 ท่าน การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสอนง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

(1) ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์และผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด

(1.1) ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัดจากศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล, ศูนย์กายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน

(1.2) ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ จากศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดลจำนวน 2 ท่าน

1.4.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1.4.3.2.1 แบบทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์ธาราบำบัดจากหาค่าแรงและการเคลื่อนไหวที่ ได้แก่ แรงที่วัดได้เมื่อขังในน้ำ, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ, ค่าแรงต้าน ในกรณีที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที

1.4.3.2.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพอุปกรณ์ธาราบำบัดเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนา

1.4.3.2.3 แบบประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัดที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

1.4.3.3 ข้อมูลที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัย

1.4.3.3.1 ข้อมูลทุติยภูมิ คือ วรรณกรรมที่เกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์ธาราบำบัดจากหาค่าแรงที่วัดได้เมื่อขังในน้ำ, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ, ค่าแรงต้าน และวรรณกรรมการเปรียบเทียบผลผลิตผลิตภัณฑ์เดิมกับผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนา

1.4.3.3.2 ข้อมูลปฐมภูมิ คือ การประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านนักกายภาพบำบัดและผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์

1.4.4 ขอบเขตของการวิจัย ตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม มีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.4.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.4.1.1 ประชากร คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มารับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำ

1.4.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มารับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำ จำนวน 10 ท่าน การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

(1) กลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มารับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำซึ่งอยู่ในความดูแลของผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด ศูนย์กายภาพบำบัด คณะเวชศาสตร์ มหาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 10 ท่าน

1.4.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดสำหรับฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่ได้รับการพัฒนา โดยเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยออกแบบ แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

1.4.4.3 ข้อมูลที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

1.4.4.3.1 ข้อมูลหัตถิภุมิ คือ วรรณกรรมเกี่ยวกับทฤษฎีการประเมินความพึงพอใจ

1.4.4.3.2 ข้อมูลปฐมภูมิ คือ การประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มที่มารับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 ธาราบำบัด หมายถึง รูปแบบหนึ่งของวิธีการรักษาทางกายภาพบำบัด ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลางหรือสื่อในการรักษา มักจะกระทำในรูปแบบการฝึกออกกำลังกายในน้ำ หรือการใช้คุณสมบัติของน้ำในการรักษาปัญหาของผู้ป่วยให้ดีขึ้น

1.5.2 อุปกรณ์ธาราบำบัด หมายถึง อุปกรณ์สำหรับช่วยฝึกการบริหารร่างกายในน้ำ เพื่อฝึกการบริหารช่วงการเคลื่อนไหว ทำให้เสริมสร้างกล้ามเนื้อรอบๆ ข้อเข่า โดยมี 2 รูปแบบ คือ อุปกรณ์ที่ไม่มีใบดำนใช้สำหรับผู้ที่มีอาการปวดเข่าค่อนข้างมากหรือเพิ่งเริ่มออกกำลังกายในน้ำ และอุปกรณ์ที่มีใบดำนสำหรับผู้ที่ต้องการเพิ่มแรงต้านในการออกกำลังกายในน้ำ

1.5.3 ฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ หมายถึง การออกกำลังกายโดยการบริหารช่วงการเคลื่อนไหวในรูปแบบต่างๆ โดยอาศัยคุณสมบัติของน้ำ 3 ประการด้วยกันที่เป็นประโยชน์ต่อการออกกำลังกาย คือ แรงลอยตัวและแรงต้านขณะออกกำลังกาย

1.5.4 ผู้สูงอายุ หมายถึง บุคคลที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลและประเมินผล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.5 โรคข้อเข่าเสื่อม หมายถึง โรคที่เกิดจากการสึกกร่อนของกระดูกอ่อนผิวข้อ ซึ่งเป็นผลมาจากอายุที่เพิ่มขึ้นและการใช้งานมาก ทำให้เกิดการอักเสบของข้อเข่าทำให้เข่าไม่สามารถรับน้ำหนักหรือเคลื่อนไหวได้ตามปกติ

1.5.6 ผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม หมายถึง ชายหรือหญิงที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปเข้ามารับการตรวจรักษาที่ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู โดยมีอาการป่วยที่ข้อเข่า และได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ระดับเล็กน้อยถึงปานกลางตามเกณฑ์ โดยเจาะกลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มารับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำ

1.5.7 ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการของอุปกรณ์ธาราบำบัดที่ใช้ฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม เพื่อเพิ่มพิสัยของข้อ (Range of Motion)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้ทราบรูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้สูงอายุโรคข้อเข่าเสื่อม
- 1.6.2 ได้รูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
- 1.6.3 ได้ทราบระดับความพึงพอใจของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัด
- 1.6.4 อุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมได้รับการพัฒนาประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในด้านข้อมูลภาคเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 สุขภาวะผู้สูงอายุ
- 2.2 โรคข้อเข่าเสื่อม
- 2.3 การจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าเสื่อม
- 2.4 การออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
- 2.5 การออกกำลังกายในน้ำ
- 2.6 อุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ
- 2.7 ทฤษฎีและหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์
- 2.8 การยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกล
- 2.9 ขนาดสัดส่วนมนุษย์ที่ใช้ในการออกแบบ
- 2.10 จิตวิทยาการใช้สีกับผลิตภัณฑ์
- 2.11 ด้านวัสดุที่นำมาใช้
- 2.12 การทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์
- 2.13 ทฤษฎีความพึงพอใจ
- 2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สุขภาวะผู้สูงอายุ

2.1.1 ความหมายของผู้สูงอายุ

ศรีเรือน แก้วกังวาล (2530 : 18) ได้เรียกผู้สูงอายุว่า “วัยชรา” และได้กำหนดไว้ว่าวัยชรา นั้นเริ่มตั้งแต่อายุ 60 ปี เป็นวัยที่มีการเสื่อมโทรมและต้องซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย ซึ่งบุคคลที่มีอายุ 55 ปีขึ้นไป ส่วนใหญ่เริ่มคิด รู้สึกและรับรู้ว่าตนเองใกล้ถึงวัยสูงอายุ จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมตัว เข้าสู่วัยสูงอายุ มีนักวิชาการด้านผู้สูงอายุยอมรับว่า มีความแตกต่างกันเกี่ยวกับภาวะสุขภาพและความสามารถในการดำเนินชีวิตของบุคคลในระยะ 20 - 30 ปี หลังจากเข้าสู่วัยชราหรือหลังจากเกษียณอายุราชการ ได้แก่ วัยสูงอายุ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

- 2.1.1.1 วัยเริ่มสูงอายุ (Young old) คือ อายุระหว่าง 55 - 64 ปี
- 2.1.1.2 วัยสูงอายุตอนกลาง (Middle old) คือ อายุระหว่าง 65 - 74 ปี
- 2.1.1.3 วัยสูงอายุตอนปลาย (Old old) คือ อายุระหว่าง 75 - 84 ปี
- 2.1.1.4 วัยสูงอายุแท้จริง (Real old) คือ อายุตั้งแต่ 85 ปีขึ้นไป

องค์การอนามัยโลกได้ให้คำจำกัดความของผู้สูงอายุ (Elderly) ว่า คือบุคคลที่มีอายุระหว่าง 60 - 74 ปี คนชรา (Old) มีอายุระหว่าง 75-90 ปี และคนชรามาก (Very old) มีอายุ 90 ปีขึ้นไป

เอกสารบรรลุ ศิริพานิช (2528 : 40) กล่าวว่า ผู้สูงอายุ คือ ผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป โดยนับอายุตามปฏิทิน ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ความเปลี่ยนแปลงในวัยสูงอายุ

ความชราหรือกระบวนการความแก่ (Aging process) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย เริ่มตั้งแต่อยู่ในครรภ์จนเติบโตเป็นทารกและเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ในช่วงเวลาเหล่านี้เซลล์จะเปลี่ยนแปลงในทางเสริมสร้าง ทำให้เจริญเติบโตเมื่อพ้นวัยผู้ใหญ่แล้ว จะมีผล การสลายของเซลล์มากกว่าการสร้างเซลล์ ทำให้สมรรถภาพการทำงานของอวัยวะต่างๆ ลดลง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล การเปลี่ยนแปลงในวัยสูงอายุ นอกจากจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาแล้ว ยังมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจ อารมณ์ และการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ซึ่งสามารถอธิบายพอสังเขปได้ดังนี้

2.1.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย เป็นการเปลี่ยนแปลงของระบบต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่

2.1.2.1.1 ระบบผิวหนัง ผิวหนังจะบางแห้ง เหี่ยวย่น ขาดความมันและความยืดหยุ่น ต่อมเหงื่ออ่อนแอลง ทำให้การปรับตัวต่ออุณหภูมิไม่ดีเช่นวัยอื่น

2.1.2.1.2 ระบบประสาทรับสัมผัส จะมีการเสื่อมลงของตา คือ ลูกตามีขนาดเล็กลงเนื่องจากไขมันของลูกตาลดลง หนึ่งตาดก รูปร่างตาเล็กลง ปฏิกริยาของม่านตาต่อแสงลดลง ทำให้การมองเห็นไม่ดี ความสามารถในการอ่านและลานสายตาลดลง ประสาทรับเสียงเสื่อมลง หูตึงต้องพูดเสียงดังๆ จึงจะได้ยิน ประสาทรับกลิ่นเสื่อมลงและการรับรู้รสอ่อนลง

2.1.2.1.3 ระบบประสาท เซลล์สมองและเซลล์ประสาทมีจำนวนลดลง ทำให้ความไวและความรู้สึกตอบสนองต่อปฏิกริยาต่างๆ ลดลง การเคลื่อนไหวและความคิดเชิงซ้ำ ความจำเสื่อม

2.1.2.1.4 ระบบทางเดินอาหาร เหงือกและฟันของผู้สูงอายุไม่แข็งแรง รับประทานอาหารไม่สะดวก ต่อมน้ำลายขับน้ำลายออกมาน้อย ภาวะอาหารและลำไส้เคลื่อนไหวช้าลง ทำให้เกิดภาวะท้องผูกได้ การดูดซึมแร่ธาตุลดลง

2.1.2.1.5 ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก จำนวนและขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อลดลง เคลื่อนไหวได้ช้าลง กระดูกมีแคลเซียมน้อยทำให้กระดูกบาง เปราะและหักง่าย กระดูกอ่อนบริเวณข้อต่างๆ เสื่อมลง น้ำไขข้อลดลง การเคลื่อนไหวของข้อต่างๆ ไม่สะดวก เกิดการติดแข็ง ข้ออักเสบและติดข้อได้ง่ายและมีอาการปวดตามข้อ

2.1.2.1.6 ระบบทางเดินหายใจ ปอดเสื่อม การยุบและการขยายตัวไม่ดี เหนื่อยง่าย กล่องเสียงเสื่อม เสียงแหบแห้ง กล้ามเนื้อทรวงอกเสื่อมจึงทำให้การหายใจไม่ดี

2.1.2.1.7 ระบบหัวใจและหลอดเลือด กล้ามเนื้อหัวใจอ่อนกำลัง หลอดเลือดแข็งตัว ขาดความยืดหยุ่น ความดันโลหิตสูงขึ้น ไขมันเกาะผนังหลอดเลือดหนาขึ้น ทำให้มีโอกาสเป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือดมากขึ้น

2.1.2.1.8 ระบบทางเดินปัสสาวะไตเสื่อมลงทำให้ขับของเสียน้อยแต่ขับน้ำออกมามากต้องปัสสาวะบ่อย ส่วนกระเพาะปัสสาวะนั้น กล้ามเนื้อหูรูดของท่อปัสสาวะหย่อนจึงกลั้นปัสสาวะได้ไม่ดีบางคนต่อมลูกหมากโตขึ้นเป็นผลให้ถ่ายปัสสาวะลำบาก

2.1.2.1.9 ระบบต่อมไร้ท่อต่อมใต้สมองโดยเฉพาะสมองส่วนหน้าจะเสื่อม การผลิตฮอร์โมนต่ำลงทำให้เบื่ออาหาร ตับอ่อนหลังสารอินซูลินลดลง ต่อมเพศทำงานลดลงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่างและโครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์ รวมทั้งอวัยวะที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางจิตใจและอารมณ์ของผู้สูงอายุ

แม้ว่าสภาพร่างกายและบทบาททางสังคมของคนวัยชราจะเสื่อมลงอย่างเห็นได้ชัดแต่สภาพทางจิตใจไม่จำเป็นจะต้องเสื่อมตามไปด้วย (เพ็ญแข ประจันปัจจนิก. 2545 : 71) สมองอาจจะทำงานล่าช้าแบบเสื่อมถอยไป เช่น ความจำเสื่อมและความคิดไม่ว่องไวเช่นเดิม แต่สภาพทางอารมณ์และจิตใจอาจไม่เสื่อม ในที่นี้หมายถึง ยังมีความสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้ สามารถยอมรับสภาพต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปทำตนให้เป็นที่ยอมรับและรักใคร่ของผู้อื่น และไม่ทำตนให้เป็นที่เบื่อหน่ายหรือเป็นภาระกับผู้อื่นจนเกินไป สภาพทางอารมณ์และจิตใจของคนวัยชราจะเป็นเช่นไรขึ้นอยู่กับลักษณะอุปนิสัยบุคลิกภาพซึ่งมาจากพัฒนาการในวัยเด็ก และประสบการณ์ชีวิตในวัยผู้ใหญ่ที่ผ่านมา

ปัญหาทางด้านจิตใจที่พบได้บ่อยในผู้สูงอายุ ได้แก่ ความวิตกกังวล แสดงออกโดยมีความกลัวหรือความวิตกกังวลในเรื่องต่างๆ นอนไม่หลับ หงุดหงิด เครียด แสดงออกโดยอาการทางร่างกาย เช่น ปวดท้อง ท้องอืด กลัวจะเป็นโรคร้ายแรง อาจกังวลมากขึ้นเมื่อมีภาวะกดดัน เช่น เจ็บป่วย ย้ายที่อยู่ ได้รับอุบัติเหตุ

อารมณ์เศร้าซึม พบได้บ่อยมาก มีอาการอ่อนเพลีย กินไม่ได้ นอนไม่หลับสมาธิเสีย ตัดสินใจไม่ได้ ละเลยการดูแลตนเอง บ่นว่าตนเองไร้ค่า เบื่อชีวิต คิดฆ่าตัวตาย

อาการระแวง ไม่ไว้วางใจผู้อื่น กลัวถูกปองร้าย เชื่อว่าจะมีคนมาทำร้ายหรือมาขโมยของ โกรธญาติและสมาชิกในครอบครัว หลงลืมข่าวของแล้วโทษว่ามีคนขโมยไปคิดว่ามีคนมาแกล้งตน

สับสน ความจำเสื่อม สับสนเรื่องบุคคล เวลา และสถานที่ หลง ส่วนมากมีสาเหตุมาจากความเสื่อมของสมอง

นอนไม่หลับ การนอนไม่หลับทำให้ผู้สูงอายุหงุดหงิด และอาจรบกวนสมาชิกในครอบครัวได้ อาจเกิดจากไม่คอยได้ออกกำลังกาย นอนหลับตอนกลางวันมากเกินไป อาจเป็นผลของความวิตกกังวลและอารมณ์เศร้า อาจมีโรคทางกาย เช่น ท้องผูก หรือลุกขึ้นปัสสาวะบ่อย

2.1.2.3 การเปลี่ยนแปลงทางสังคม

ปัจจัยทางสังคมมีส่วนเกี่ยวข้องกับสาเหตุของปัญหาทางกายและทางจิตใจของผู้สูงอายุ ตัวอย่าง เช่น กระบวนการทางสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมากของสังคมไทย มีแนวโน้มไปทางตะวันตกมากขึ้นย่อมเกิดผลกระทบต่อผู้สูงอายุ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ได้แก่

2.1.2.3.1 การเปลี่ยนแปลงสถานภาพทางสังคมและบทบาททางสังคม เช่น บทบาทที่เกี่ยวข้องกับการงาน ตลอดจนบทบาทในครอบครัว ผู้สูงอายุซึ่งเคยเป็นผู้หาเลี้ยงครอบครัว เป็นหัวหน้าครอบครัว ต้องกลับเป็นผู้พึ่งพิงอาศัย เป็นผู้รับมากกว่าผู้ให้ ทำให้ผู้สูงอายุเสียอำนาจและบทบาททางสังคมที่เคยมี การเปลี่ยนแปลงบทบาทมาเป็นผู้อาศัยในครอบครัว ทำให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่าตนหมดความสำคัญ บทบาทใหม่ที่ผู้สูงอายุได้รับ คือ คนเลี้ยงเด็กแทนที่บทบาทผู้นำ และผู้แนะแนวทางการดำเนินชีวิต ถ้าคนเรารู้สึกว่าไม่มีบทบาทสำคัญเช่นเดิมและต้องพึ่งพาอาศัยผู้อื่นด้วย ปัจจัยเหล่านี้อาจก่อให้เกิดความอับอายคิดว่าตนเองเป็นตัวปัญหา หรือเป็นภาระของสังคม

2.1.2.3.2 การถูกทอดทิ้ง ผลของการเปลี่ยนแปลงสังคมแบบดั้งเดิมไปสู่สังคมสมัยใหม่ทำให้เกิดการขยายตัวหรือเติบโตของชุมชนเมือง (Urbanization) ระบบการผลิตเปลี่ยนจากเกษตรกรรมเป็นอุตสาหกรรม ทำให้วิถีการดำเนินชีวิตเปลี่ยนไป ผู้สูงอายุที่เป็นภาระหรือไม่สามารถประกอบอาชีพได้ หรือไม่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมักจะถูกทิ้งไว้ข้างหลัง ทำให้ผู้สูงอายุถูกทอดทิ้ง เกิดความรู้สึกว่าเหว่

เอกสารว่าเหว่ เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3.3 การเสื่อมความเครพ ในสมัยก่อนผู้สูงอายุได้รับการเคารพนับถือจากผู้อาวุโสในฐานที่เป็นผู้มีประสบการณ์ ผู้แนะนำสั่งสอน แต่ในปัจจุบันค่านิยมเหล่านี้กำลังเปลี่ยนไปตามอย่างสังคมตะวันตก ที่ยึดอิสรภาพส่วนบุคคล และคิดว่าผู้สูงอายุเป็นคนที่ไม่ทันต่อเหตุการณ์ (Behind the time) ผู้สูงอายุควรอยู่ส่วนผู้สูงอายุ ส่วนคนหนุ่มสาวก็อยู่ตามทางของคนหนุ่มสาวซึ่งความคิดเช่นนี้ก่อให้เกิดช่องว่างระหว่างวัยขึ้น

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เมื่อบุคคลเริ่มเข้าสู่วัยสูงอายุก็จะพบกับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นใน 3 ด้าน คือ การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย การเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจและอารมณ์ และการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนแปลงไปตามวัยของแต่ละบุคคล คือ ถ้าผู้สูงอายุบางคนรู้จักการดูแลสุขภาพร่างกายของตนเองเป็นอย่างดีก็จะทำให้ร่างกายมีความแข็งแรง และมีความเสื่อมสภาพช้าลง แต่ถ้าผู้สูงอายุไม่มีการดูแลตนเองก็จะทำให้ร่างกายเสื่อมสภาพเร็วขึ้น และเกิดความเจ็บป่วยซึ่งทำให้ผู้สูงอายุมีความพึงพอใจในชีวิตลดลงและมีผลทำให้คุณภาพชีวิตลดลงตามไปด้วย

2.1.3 การดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุ

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองที่มีความเจริญในทุกๆ ด้าน และเป็นเมืองที่มีความหนาแน่นของประชากรอยู่มากเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ คือ มีความหนาแน่น 3,650 คน/ตร.กม.(สำนักนโยบายและแผน กรุงเทพมหานคร. 2545 : 12) และจากข้อมูลสถิติของสำนักบริหารการทะเบียนกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ทำการสำรวจเมื่อเดือนธันวาคม 2544 พบว่ามีประชากรจากทะเบียนราษฎร์ของกรุงเทพมหานครทั้งหมด 5,778,900 คน และเป็นประชากรสูงอายุทั้งหมด 484,394 คน คิดเป็นร้อยละ 8.38 ของประชากรทั้งหมด และมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนประชากรสูงอายุเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในภายภาคหน้าสังคมไทยก็อาจจะมีสภาพเป็นสังคมผู้สูงอายุ จากการที่มีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และการเป็นผู้สูงอายุที่มีคุณภาพก็ต้องมีการดูแลตนเองที่ดีด้วย

ในเรื่องสุขภาพของประชาชนนั้นการดูแลสุขภาพตนเองมีความสำคัญมาก เนื่องจากการปฏิบัติเพื่อสุขภาพและชีวิตของตนเองโดยลดการพึ่งพาบุคคลอื่น และเป็นความรับผิดชอบต่อตนเอง เพราะการดูแลตนเองเป็นสิ่งที่จะทำให้บุคคลมีความสุขที่ดี ในปัจจุบันมีจำนวนผู้ป่วยเรื้อรังมากขึ้น ระบบบริการสุขภาพได้เปลี่ยนไปเป็นการให้บริการเชิงรุก กระตุ้นให้ประชาชนหันมาดูแลสุขภาพตนเองเป็นการป้องกันการเกิดโรคดีกว่าที่จะมาแก้ไขหรือทำการรักษาเมื่อเกิดการเจ็บป่วยภายหลังประชาชนเริ่มมองว่าการรักษาทางการแพทย์อย่างเดียวยังมีส่วนที่จะทำให้ตนเองสุขภาพดีและมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นได้น้อย การมีสุขภาพที่ดีขึ้นอยู่กับวิถีการดำเนินชีวิตซึ่งมีความสัมพันธ์กับเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมของประชาชน การศึกษาความรู้เรื่องสุขภาพอนามัยจากสื่อต่างๆ มากขึ้นทำให้ประชาชนเริ่มมองเห็นสิทธิของตนเองมากขึ้น ป้องกันสิทธิขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับสุขภาพและชีวิตของตนเองประชาชนมีส่วนร่วมในการควบคุมดูแลสุขภาพตนเองมากขึ้น (วิไล ตั้งตระกูล. 2543 : 37)

2.1.4 ภาวะการล้มในผู้สูงอายุ

การหกล้มเป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญในกลุ่มผู้สูงอายุ ประชากรในชุมชนประมาณร้อยละ 30 หรือประมาณ 1/3 ของประชากร ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไปมีโอกาสที่จะหกล้มได้ทุกปี และพบว่ามี สัดส่วนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 50 เมื่อมีอายุ 80 ปีขึ้นไป โดยในกลุ่มเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้สูงอายุ ที่หกล้มนั้นปัญหาที่ตามมาคือการเกิดภาวะกระดูกหัก โดยพบได้ประมาณ ร้อยละ 87 การหกล้มเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านจิตใจ และก่อให้เกิด ความบกพร่องในการเคลื่อนไหว รวมถึง การเกิดภาวะที่ผู้สูงอายุกลัวการหกล้ม และการจำกัดการเคลื่อนไหว ปัจจัยเสี่ยงต่อการหกล้มสามารถแบ่งออกได้ เป็น 2 กลุ่ม

2.1.4.1 ปัจจัยจากภายนอก จากสิ่งแวดล้อม การสวมรองเท้าที่ไม่เหมาะสม สภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่ดีพอ เช่น พื้นลื่น มีของระเกะระกะ สะดุดพรม เช็ดเท้า สายไฟหรือของเล่น แสงสว่างที่ไม่เพียงพอ เป็นต้น

2.1.4.2 ปัจจัยภายใน มักเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น ความบกพร่องในการทรงตัว เซ ล้มได้ง่าย เปลี่ยนท่าลุกนั่งแล้ว มีนศีรษะ หน้ามืด มีความบกพร่องทางด้านสายตา เช่น สายตายาว มองไม่ชัด ปัญหาทางด้านระบบประสาท เช่น อัมพาต อัมพฤกษ์ การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะส่วนของขา การบกพร่อง เกี่ยวกับการรับรู้ในด้านต่างๆ เช่น หูไม่ค่อยได้ยินหรือ มีอาการขาชา ปลายเท้าชา ผลที่ตามมาจากการหกล้มยังเกิดกับภาวะจิตใจอีกด้วย ผู้สูงอายุจำนวนไม่น้อยจะเกิดความรู้สึกอาย รู้สึกเศร้าเนื่องจากกังวล ว่าตนเองชราหรือเกิดปัญหาจากความชรา หรือแม้แต่หมดความมั่นใจ ในตนเอง

แนวทางป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ

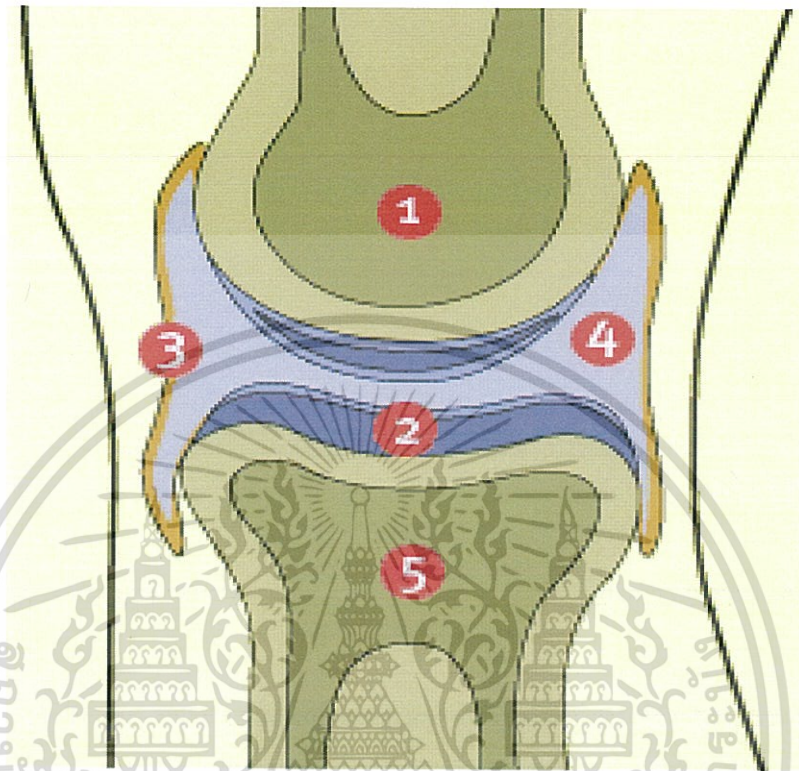
1. การส่งเสริมสุขภาพ ได้แก่ การฝึกเดินที่ถูกต้อง รวมถึงการสวมรองเท้าที่เหมาะสม การออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้าง กำลังของกล้ามเนื้อ ฝึกการทรงตัว การสร้างเสริมภาวะโภชนาการที่ดี การรับประทานอาหารเช้าให้ครบ 5 หมู่ หลีกเลี่ยง การใช้ยาที่ไม่จำเป็น หรือมากเกินไป หรือเมื่อต้องใช้ยาควรที่จะปรึกษาแพทย์หรือเภสัชกร
2. การใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน เช่น โครงเหล็ก 4 ขา (Walker) ไม้เท้า
3. การปรับพฤติกรรมส่วนตัว เช่น การค่อยๆ ลุกยืนอย่างช้าๆ การหาราวสำหรับเกาะเดิน
4. ปรับเปลี่ยนสิ่งแวดล้อม เช่น ควรมีวัสดุกันลื่นในห้องน้ำ ไม่วางของระเกะระกะ ควรมีแสงสว่างเพียงพอ โดยเฉพาะ ตรงราวบันได ติดตั้งหลอดไฟบริเวณมุมมืดที่เดินผ่านบ่อยๆ โดยปุ่มสวิตช์อยู่ใกล้มือเอื้อม มีอุปกรณ์เครื่องเรือน บริเวณที่อยู่เท่าที่จำเป็น และต้องแข็งแรงมั่นคงอยู่สูงจากพื้นมองเห็นได้ง่าย ไม่ย้ายที่บ่อยๆ เตียงนอน เก้าอี้ และ โถส้วมมีความสูงพอเหมาะ ไม่เตี้ยเกินไป ทางเดินและบันได ควรมีราวจับตลอด และชั้นบันไดสม่ำเสมอ พื้นห้อง สม่่าเสมอและเป็นวัสดุที่ไม่ลื่นโดยเฉพาะในห้องน้ำ บริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างห้องควรอยู่ในระดับเดียวกัน หลีกเลี่ยง ธรณีประตู ไม่ควรมีสิ่งของเกะกะ เช่น พรมเช็ดเท้า สายไฟฟ้า

2.2 โรคข้อเข่าเสื่อม

2.2.1 โรคข้อเสื่อม (Degenerative joint disease)

โรคข้อเสื่อมเป็นโรคในกลุ่มข้ออักเสบ (Osteoarthritis, OA) ชนิดหนึ่งที่พบได้บ่อยที่สุด พบได้ทั้งในผู้ชายและผู้หญิงที่มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป โดยพบว่าในกลุ่มผู้ที่มีอายุน้อยกว่า 45 ผู้ชายเป็นมากกว่าผู้หญิง ในกลุ่มอายุมากกว่า 45 ปีผู้หญิงเป็นมากกว่าผู้ชาย และในผู้ที่มีอายุเกินกว่า 75 ปีขึ้นไป ทั้งชายและหญิงจะมีข้อเสื่อมมากกว่าร้อยละ 80 - 90 แต่อาจมีอาการต่างกันไป เช่น มีข้อเสื่อมแต่ไม่มีเอกซเรย์เป็นเอกซเรย์ที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งชายและหญิงจะมีข้อเสื่อมมากกว่าร้อยละ 80 - 90 แต่อาจมีอาการต่างกันไป เช่น มีข้อเสื่อมแต่ไม่มีอาการปวดถ้าไม่ใช้งานข้อนั้นๆ มาก ข้อต่อที่มักพบการเสื่อม ได้แก่ ข้อนิ้ว ข้อเข่าข้อสะโพก ข้อกระดูกหลังทั้งกระดูกสันหลังระดับคอ และกระดูกสันหลังระดับเอว



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างข้อเข่าปกติ 1 คือ ปลายกระดูกต้นขา (femur) 2 คือ กระดูกอ่อนผิวข้อ (articular cartilage) 3 คือ เปลือกหุ้มข้อ (capsule) และเยื่อข้อ (synovium) 4 คือ น้ำไขข้อ (synovial fluid) 5 คือ กระดูกปลายขา (tibia)

ที่มา : Durak (1998)

2.2.1 กระดูกอ่อนผิวข้อ (articular cartilage)

คือเนื้อเยื่อที่หุ้มปลายกระดูกของข้อเรียกว่า hyalin cartilage มีลักษณะคล้ายแก้วปราศจากหลอดเลือด หลอดน้ำเหลืองและเส้นประสาทมาเลี้ยงมีเซลล์ condrocytes ฝังอยู่ องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ และ proteoglycan protien และ collagen มีความแข็งแรงและยืดหยุ่น มีความหนาประมาณ 2-4 มิลลิเมตรรับอาหารและ oxygen จากการซึมผ่านมาทาง synovial fluid

2.2.2 เยื่อข้อ (synovium)

คือเยื่อบุด้านในของเปลือกข้อและส่วนของกระดูกที่อยู่ในขอบเขตของเยื่อหุ้มข้อแต่ไม่มีกระดูกอ่อนมาปกคลุมแบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นที่อยู่ผิวเป็น synovial lining cells ส่วนที่ลึกลงมาเป็น connective tissue ซึ่งประกอบด้วย collagen และ ground substance มีเลือดน้ำเหลือง ไชมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นไม่ชัดเจน เยื่อบุข้อมีหน้าที่ควบคุมความเข้มข้นของสารต่างๆภายในข้อและนำ oxygen และอาหารจากเลือดเข้ามาในข้อ

2.2.3 น้ำไขข้อ (synovial fluid)

คือ สารเหลวที่เป็นฟิล์มบางเคลือบกระดูกอ่อนผิวข้อ ในภาวะปกติจะมีไม่มากพอที่จะดูดออกมาได้ (ประมาณ 4-7 มิลลิลิตร) องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นfiltrates จากเลือดที่ผ่านเข้ามาในข้อ ประโยชน์ของน้ำไขข้อคือช่วยนำ oxygen และอาหารเข้ามาเลี้ยง chondrocytes ช่วยหล่อลื่นข้อ ลดสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (friction coefficient) และช่วยให้ข้อมั่นคงโดยทำให้เกิดแรงดูดระหว่างผิวข้อ

2.2.4 เปลือกหุ้มข้อ (capsule)

เป็นเส้นใยที่ยึดกระดูกที่เป็นส่วนประกอบของข้อให้อยู่ด้วยกันและแยกระหว่างส่วนในและส่วนนอกข้อ

2.2.5 เอ็นยึดข้อ (ligament)

เป็นเนื้อเยื่อที่เชื่อมระหว่างกระดูกข้อเพื่อกระชับกระดูกเข้าด้วยกัน รวมทั้งเอ็นกล้ามเนื้อที่ทอดผ่านข้อต่อด้วยข้อเข้า ประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้นคือกระดูกต้นขา (femur) กระดูกแข้ง (tibia) และกระดูกสะบ้า (patella) แยกได้เป็น 2 ข้อคือpatello-femoral joint และ tibio-femoral joint คุณสมบัติโดยทั่วไปของข้อเข้า

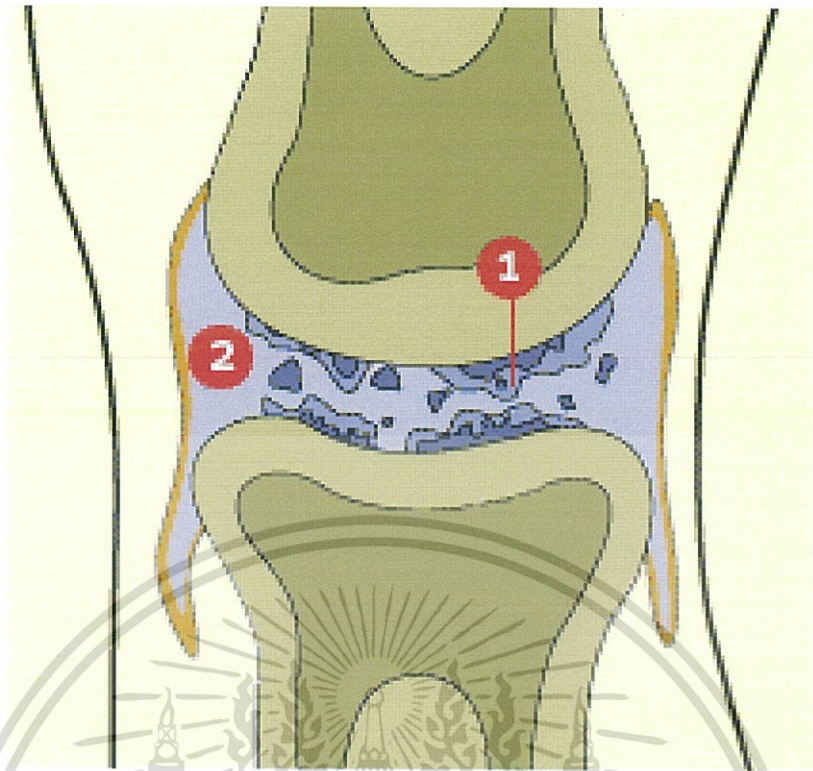
1. แนวรับน้ำหนักจะลากผ่านจุดกึ่งกลางของสะโพกลงมาที่จุดกึ่งกลางของข้อเข้าและข้อเท้า แกนของกระดูกจะทำมุม 7 องศากับแนวรับน้ำหนัก ในผู้หญิงมุมนี้จะกว้างกว่าเล็กน้อย
2. ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข้าปกติประมาณ 140 องศา เริ่มจากเข้าเหยียดตรง (0 องศา) ไปจนถึงงอสุดประมาณ 130-140 องศา ขึ้นกับปริมาณกล้ามเนื้อและไขมันด้านหลังข้อพับ

2.2.2 การจำแนกชนิดโรคข้อเข้าเสื่อม

โรคข้อเข้าเสื่อมสามารถจำแนกความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ 2 ชนิดดังนี้

2.2.2.1 ข้อเข้าเสื่อมปฐมภูมิ (Primary osteoarthritis) เป็นการเสื่อมของข้อเข้าที่เกิดขึ้นโดยไม่มีโรคหรือความผิดปกติมาก่อน ไม่ทราบสาเหตุที่ชัดเจน ซึ่งมีปัจจัยส่งเสริมร่วมกันหลายประการ เช่น พันธุกรรม น้ำหนักตัว อายุที่มากขึ้น รูปร่างลักษณะของขาที่ผิดปกติ เช่น ขาโก่งออกนอก (genu varum) หรือขาโก่งเข้าใน (genu valgum) (สุธี สุทัศน์ ณ อยุธยา และวัชร รุจิเวชพงศธร, 2539)

2.2.2.2 ข้อเข้าเสื่อมทุติยภูมิ (Secondary osteoarthritis) เป็นการเสื่อมข้อเข้าที่เกิดขึ้นโดยมีสาเหตุมาก่อน ทราบสาเหตุที่แน่นอน เช่น การได้รับอุบัติเหตุจากอาชีพ หรือการกีฬา โรคกระดูกและข้อแต่กำเนิด โรคจากความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ การอักเสบและการติดเชื้อจากสาเหตุใดๆ ก็ตาม (วรวิทย์ เลหาเรณู, 2546)



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างข้อเข่าเสื่อม 1 คือ กระดูกอ่อนผิวข้อ (articular cartilage)
 เสื่อมสภาพ 2 คือ เปลือกหุ้มข้อ (capsule) และเยื่อข้อ (synovium)
 อักเสบ หนาตัว
 ที่มา : Durak (1998)

- (1) กระดูก มีการหนาตัวของกระดูกบริเวณขอบ จะเห็นกระดูกงอก รูปร่างของกระดูกเปลี่ยนไป ได้ผิวกระดูกอ่อนมีโพรง (cysts) บางจุด
- (2) กระดูกอ่อนผิวข้อ มีการนุ่ม ยุบ เป็นหย่อมๆ เมื่อเป็นมากผิวกระดูกอ่อนจะหายไปทำให้กระดูกมาถูกัน หากการสึกหรอไม่เท่ากันจะทำให้ข้อด้านที่สึกมากกว่าทรุดเข้าหากันแนวของข้อจะผิดปกติกไป
- (3) เปลือกหุ้มข้อ มีการหนาตัว บางที่มีการยึดติดกับกระดูกทำให้มีการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อ
- (4) กล้ามเนื้อ มีอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อที่พาดผ่านข้อต่อโดยเฉพาะกล้ามเนื้อ quadriceps-femoris มักจะฝ่อลง ทำให้ข้อไม่มั่นคง

2.2.3 ปัจจัยเกี่ยวกับโรคข้อเข่าเสื่อม

โรคข้อเข่าเสื่อมเป็นโรคที่เกิดขึ้นจากสาเหตุทางด้านร่างกายหลายอย่างรวมกัน (multifactorial) ได้แก่ ปัจจัยที่เสี่ยงทำให้เกิดโรค (systemic risk factors for osteoarthritis) และปัจจัยเฉพาะทางชีวเคมี (local biomechanical factor) เช่น น้ำหนักตัว อาชีพ การได้รับบาดเจ็บในอดีต ส่งผลกระทบต่อความก้าวหน้าของโรคที่เพิ่มขึ้น ซึ่งปัจจัยนี้สามารถแบ่งเป็นหัวข้อใหญ่ได้ 2 หัวข้อ

2.2.3.1 ปัจจัยที่เสี่ยงทำให้เกิดโรค (systemic risk factors for osteoarthritis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.1.1 อายุ (Age) ที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อกระบวนการชรา ทำให้จำนวนของคอลลาเจนกระดูกอ่อนผิวข้อลดลง คุณสมบัตินในการยึดขยายเยื่อหุ้มข้อ และการเพิ่มขึ้นของน้ำไขข้อส่งผลให้น้ำไขข้อเจือจางลง ผู้สูงอายุจะมีการลดลงของเลือดที่มาเลี้ยงบริเวณกระดูกใต้กระดูกอ่อน จึงทำให้การซ่อมแซมบริเวณระหว่างรอยต่อกระดูกอ่อนผิวข้อและเนื้อกระดูกบางลง รวมถึงมีการลดลงของ โปรติโอกลัยแคน (สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล, 2542) นอกจากนี้การที่ร่างกายมีการสูญเสียความยืดหยุ่นของบริเวณเอ็นรอบๆข้อ จึงทำให้ข้อเข่าหลวม รวมถึงการตอบสนองของระบบประสาทส่วนปลายช้าลง ข้อเข่าจึงเสื่อม (Felson & Zhang, 1998)

2.2.3.1.2 เพศและชาติพันธุ์ (Gender and Ethnicity) จากการศึกษา พบว่าเพศหญิงเป็นโรคข้อเข่าเสื่อมมากกว่าเพศชายโดยประมาณ 2 เท่า แต่ในผู้ชายที่มีอายุต่ำกว่า 45 ปีผู้ชายจะพบมากกว่าผู้หญิง และจะเท่ากันในช่วงอายุ 45-55 ปี ภายหลังจากอายุ 55 ปีผู้หญิงจะมีการดำเนินของโรคมมากกว่า (Lane & Wallae, 2001) ซึ่งคาดว่าเกิดจากมวลไขมันพบว่าผู้หญิงจะมีมวลของไขมันมากกว่ากล้ามเนื้อและยีนบนโครโมโซมเพศหญิง รวมทั้งฮอร์โมนเอสโตรเจนมีบทบาทในการกระตุ้นการสร้างกระดูกอ่อน ช่วยในการยับยั้งการสลายกระดูก (bone resorption) ของออสติโอคลาส (osteoclast) จึงช่วยลดการสูญเสียมวลกระดูก แต่การสนับสนุนข้อมูลดังกล่าวยังมีน้อย นอกจากนี้จากการศึกษาระหว่างชาวเอเชียและชาวยุโรปที่ประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรม พบว่าชาวเอเชียมีอัตราการเป็นโรคของกระดูกข้อเข่าหลัก (tibiofemoral joint) มากกว่าชาวยุโรป (Inoue et al., 2001)

2.2.3.1.3 พันธุกรรม (Genetic) ได้มีการศึกษาวิจัยในฝาแฝด พบว่าอัตราการเกิดโรคข้อเข่าเสื่อมสูงกว่าบุคคลทั่วไป ซึ่งคาดว่าเกิดจากยีนในการสร้างโมเลกุลคอลลาเจนและบางโมเลกุลเดี่ยวของนิวคลีโอไทด์ (single-nucleotide polymorphism) เชื่อมโยงกับการเกิดข้อเสื่อมและการสร้างที่ผิดปกติภายในคอนโดไซต์ (chondrodysplasia) และพบว่าการเกิดข้อเสื่อมมีหลายปัจจัย (multifactorial) ไม่มียีนที่ส่งผลโดยตรง แต่ได้มีการวิเคราะห์พบโครโมโซมที่เกี่ยวข้องได้แก่ โครโมโซมที่ 2, 4, 6, 7, 11, 16 และโครโมโซมเพศหญิง ซึ่งตัวแปรที่กล่าวมานั้นแตกต่างกันไปตามเชื้อชาติ และพบว่ายีนการสร้างโปรตีนภายในกระดูกอ่อน (cartilage oligomeric matrix protein COMP) มีความเชื่อมโยงกับข้อเสื่อมในชาวเอเชีย (Das and Farooqi, 2008)

2.2.3.1.4 อาหาร (Food) ที่มีสารแอนติออกซิเดนท์ เช่น เบตาแคโรทีน วิตามินอี จะช่วยในการชะลอความเสื่อมของเซลล์เนื่องจากช่วยเสริมสร้างเนื้อเยื่อเมื่อเซลล์ได้รับบาดเจ็บ รวมถึงการได้รับวิตามินซี นอกจากนี้การลดลงของระดับวิตามินดีในร่างกายมีผลต่อการเกิด โรคภูมิคุ้มกันทำลายตัวเอง (autoimmune) เพราะระดับวิตามินดีที่ลดลง มีผลต่อความก้าวหน้าของโรคที่เพิ่มสูงขึ้น ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของวิตามินดีที่ผ่านมาพบว่าระดับวิตามินดีที่ลดลงมีผลต่อการสูญเสียกระดูกอ่อนหุ้มข้อ และสัมพันธ์กับระดับซีรั่ม 25(OH)D ซีรั่มดังกล่าวช่วยในการสร้างกระดูก (Bone Mass Density) (Das and Farooqi, 2008)

2.2.3.2 ปัจจัยเฉพาะทางชีวเคมี (Local biomechanical factor)

2.2.3.2.1 ภาวะอ้วน (Obesity) จากการที่กระดูกอ่อนผิวข้อสามารถทนต่อแรงกดได้ประมาณ 200-800 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เมื่อมีแรงกดเพิ่มมากขึ้นจะทำให้มีการทำลายของกระดูกอ่อนผิวข้อ (วรรณิ สัตย์วิวัฒน์, 2551) ซึ่งน้ำหนักตัวที่ลดลง 1 ปอนด์ จะสามารถลดแรงกดที่กระทำต่อกระดูกอ่อนผิวข้อได้ 4,800 ปอนด์ต่อการเดิน 1 ไมล์ (Messier, Gutekunst, Davis, and DeVita, 2005) โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงที่กดลงบนข้อเข่าจะมีความแตกต่างกันในแต่ละจุดที่มีการรับน้ำหนัก ซึ่งแรงนี้จะตกผ่านด้านนอกมากกว่าด้านใน การลดน้ำหนักเป็นแนวปฏิบัติในการช่วยชะลอความรุนแรงของโรค เพราะการลดลงของดัชนีมวลกาย 2 Kg/cm² มีผลต่อลดอาการปวด และ แนวแรงที่กดลงบนข้อเข่า (Messier, et al., 2004) ผู้สูงอายุที่มีดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 37.5-40 Kg/cm² มีอัตราการผ่าตัดข้อเข่าเสื่อมสูงถึง 9.4 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายปกติ ทั้งนี้พบว่าผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายมากกว่า 25 Kg/cm² ส่งผลต่อการยกระดับค่า ซี รีแอ็กทีฟ โปรตีน (c-reactive protien) และเพิ่มอัตราอีรีโทรไซต์ ซีดีเมนเตชัน (erythrocyte sedimentation) ซึ่งทั้งสองอย่างมีผลต่อกระบวนการอักเสบ (Sharkey, Meade, Paskin, and Rothman, 2005)

2.2.3.2 การได้รับบาดเจ็บบริเวณข้อ (Injury) จะทำให้เอ็นหรือหมอนรองกระดูกข้อเข่าเกิดการฉีกขาด เกิดความไม่มั่นคงของข้อเข่า ทำให้การกระจายและการรับน้ำหนักไม่สม่ำเสมอ เมื่อเกิดการได้รับบาดเจ็บบริเวณเดิมที่ซ้ำๆ จะส่งผลต่อข้อเข่าและกระดูกอ่อนผิวข้อเสื่อมตามมา (สุรศักดิ์ นิลกานวนศ์, 2548)

2.2.3.2.3 อาชีพ (Occupation) อาจจะทำให้การเสียดสีของกระดูก ได้มีการอธิบายไว้ว่า เมื่อมีการนั่งในท่าขัดสมาธิ การคุกเข่าไหว้พระ การนั่งยองๆ และการนั่งพับเพียบทำให้มีการหมุนของข้อเข่ามากกว่า 120 องศา มีผลทำให้ความดันภายในข้อเข่าเพิ่มขึ้น มีผลต่อการลำเลียงสารอาหารไปเลี้ยงภายในข้อเข่าลดลง การซ่อมแซมของกระดูกอ่อนลดลง เกิดการทำลายของเอ็นมินิคัสและกระดูกอ่อนผิวข้อได้ง่าย ซึ่งได้มีการศึกษาในจังหวัดสงขลาพบความสัมพันธ์ระหว่างการนั่งท่ากิจกรรมกับพื้นบ้าน การนั่งยองๆ การนั่งพับเพียบ นั่งขัดสมาธิกับภาวะข้อเข่าเสื่อมในประเทศไทยกิจกรรมเหล่านี้เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดข้อเข่าเสื่อม (Tangtrakulwanick, Chongsuvivatwong, Geater, 2006) เช่นเดียวกับผู้หญิงไทยส่วนใหญ่ต้องทำงานบ้าน ซักผ้า มักจะนั่งกับพื้นบ้าน หรือนั่งยองบ่อยๆ การใช้ งานบ่อยๆซ้ำๆ ทำให้เกิดข้อเสื่อมได้โดยเฉพาะข้อเข่า ประกอบกับ ขนบธรรมเนียมประเพณีที่มีการสืบทอดมาแต่โบราณในการนั่งฟังพระเทศน์ที่วัด การไหว้พระที่ต้องนั่งคุกเข่า ส่งผลต่อการใช้งานของข้อ

2.2.4 พยาธิสภาพโรคข้อเข่าเสื่อม

โรคข้อเข่าเสื่อมเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของผิวของกระดูกอ่อนหุ้มข้อ ซึ่งภายในเซลล์กระดูกอ่อนมีกระบวนการทำลายของเนื้อกระดูก (matrix) เพิ่มขึ้นและการซ่อมแซมเนื้อกระดูกที่ไม่มีประสิทธิภาพ มีการย่อยสลายเพิ่มขึ้น ทำให้การเกาะกลุ่มกันของโปรติโอไกลแคนลดลง สูญเสียความสามารถในการซึมผ่านเข้าออกของสารน้ำเสียไป เมื่อมีแรงกระทำต่อข้อเข่าส่งผลให้มีการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว เกิดการอักเสบ มีการทำลายของเซลล์กระดูกอ่อนเพิ่มขึ้นและมีการสร้างของเนื้อกระดูกที่ไม่สม่ำเสมอ โปรติโอไกลแคนลดลง เส้นใยคอลลาเจนชนิดที่ สองถูกทำลาย กระดูกอ่อนสูญเสียความยืดหยุ่นของข้อภายในข้อ ส่งผลต่อการสร้างแผ่นหล่อลื่นบริเวณผิวข้อลดลง เกิดร่องรอยบนกระดูกอ่อน มีการแตกของเศษกระดูก หักซ้าๆกัน ลอยในน้ำไขข้อ ทำให้เนื้อเยื่อหุ้มข้อ (synovitis) โดยผู้สูงอายุมีอาการปวดระยะแรกจะมีอาการปวดเวลาใช้ข้อ เช่น เวลาเดินขึ้น-ลงบันได นั่งยองๆ หรือเมื่อมีกิจกรรม และมีอาการมากที่สุดในตอนเย็น จะมีข้อบวมโตขึ้น (swelling) จากการมีน้ำในเยื่อหุ้มข้อเพิ่มมากขึ้น จากกระบวนการเกิดการอักเสบซึ่งจะกระตุ้นตัวรับความเจ็บปวดที่อยู่บริเวณรอบเยื่อหุ้มข้อทำให้มีการหลั่งสาร พรอสตาแกรนดิน (prostaglandins) สารซบสแตนท์พี (substance p) ไซโตไคน์ (cytokins) แลคติก แอซิด (lactic acid) ส่งกระแสประสาททำให้เกิดความเจ็บปวด ผู้สูงอายุจะมีการเคลื่อนไหวที่

ลดลง บริเวณกระดูกใต้กระดูกอ่อนจะมีการหนาตัวขึ้น ขณะเดียวกันบริเวณขอบกระดูกจะมีการงอก (marginal osteophyte) เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรองรับ ส่งผลต่อการกระจายของแนวแรงในกระดูกอ่อนรวมถึงกระดูกใต้กระดูกอ่อนหนาตัวขึ้น ขอบกระดูกที่ไม่เรียบ ทำให้ช่องว่างระหว่างข้อเข่าแคบลง เกิดการเสียดสีของขอบกระดูกเมื่อเคลื่อนไหว เกิดเสียงกรอบแกรบ ข้อติด ยิ่งลดการสร้างคอลลาเจน ชนิดที่ 2 (collagen type 2) ลดการกระตุ้นการผลิตคอนโดรไซต์ (chondrocyte) เพิ่มการผลิต ไนตริกออกไซด์ (nitric oxide) เพิ่มการสร้างโปรสตาแกลนดิน (prostaglandine) ทำให้การซ่อมแซม ลดลง เกิดภาวะข้อเสื่อม (วรวิทย์ เลหาเรณู, 2546) เมื่อเกิดระยะนานขึ้นส่งผลให้มีการสร้างพังผืด เอ็นหัดสั้นเข้ากล้ามเนื้ออ่อนแรง ทำให้มีการเดินที่ผิดปกติ ซึ่งอาจพบขาโก่ง ถ้ารุนแรงมากจะปวดตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืนจะพบในรายที่มีการทำลายของข้อในระยะท้ายๆ (สุรศักดิ์ นิลกานวงศ์, 2548)

2.2.5 อาการของโรคข้อเข่าเสื่อม

อาการของโรคข้อเข่าเสื่อมในผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพยาธิสภาพความรุนแรงของโรค การดำเนินของโรคนี้อาจเป็นไปอย่างช้าๆ และเรื้อรัง ซึ่งจะมีอาการและอาการแสดงได้ดังนี้

2.2.5.1 อาการปวด (Pain) ของโรคข้อเข่าเสื่อมในผู้สูงอายุ โดยระยะแรกจะมีอาการปวดเวลาใช้งานข้อ เช่น เวลาเดินขึ้น-ลงบันได นั่งยองๆหรือเมื่อมีกิจกรรมและมีอาการมากที่สุดในตอนเย็น ถ้ารุนแรงมากจะปวดแม้แต่อยู่เฉยๆอาการปวดเวลากลางคืนจะพบในรายที่มีการทำลายของข้อในระยะท้ายๆ (advance structural damage) (วรรณิ สัตย์วิวัฒน์, 2551) เนื่องจากการไหลเวียนเลือดที่มาเลี้ยงบริเวณข้อเข่าลดลงมีผลทำให้ความดันภายในข้อเข่าสูงขึ้นจึงเกิดอาการปวด

2.2.5.2 ข้อบวมโตขึ้น (Swelling) ซึ่งมีได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ เมื่อมีการดำเนินของโรคเพิ่มขึ้น เกิดข้ออักเสบทำให้ข้อเข่าบวมโตขึ้นจากการที่มีน้ำในเยื่อหุ้มข้อเพิ่มมากขึ้นจากกระบวนการเกิดการอักเสบ ส่งผลทำให้มีอาการปวดเพิ่มมากขึ้น และแบบที่ 2 คือมีการสร้างของกระดูกเพิ่มขึ้นมาใหม่ (osteophyte) (วรรณิ สัตย์วิวัฒน์, 2551)

2.2.5.3 อาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ หรือเกิดกล้ามเนื้อรอบๆข้อลีบ ผลจากการที่เคลื่อนไหวข้อเข่าลดลง จากอาการปวดของข้อเข่า ส่งผลให้กล้ามเนื้อต้นขา (quadriceps muscles) มีการหดตัวลดลงและ การบวมภายในข้อเข่าขัดขวางการส่งกระแสประสาทที่ไปกระตุ้นให้กล้ามเนื้อมีการหดตัว เมื่อร่างกายไม่มีการเกร็งและหดตัวของกล้ามเนื้อส่งผลให้มีการสลายของกล้ามเนื้อมากกว่าการสร้างกล้ามเนื้อจึงเกิดกล้ามเนื้อลีบ (พิสมณต์ คุ่มทวีพร, 2546; Felson, 2004)

2.2.5.4 เสียงกรอบแกรบจากการเสียดสีของกระดูก (Crepitus) เกิดจากเมื่อกระดูกใต้กระดูกอ่อนเริ่มมีการหนาตัวขึ้น ส่งผลให้ช่องว่างภายในข้อแคบลงส่งผลให้เกิดการเสียดสีของกระดูกอ่อนผิวข้อที่มีพยาธิสภาพหรือมีความขรุขระของปลายกระดูกอ่อน

2.2.5.5 การติดขัดของเคลื่อนไหวของข้อเข่าเสื่อม (Limited movement) ซึ่งเกิดจากผิวบริเวณกระดูกอ่อนผิวข้อขรุขระ กล้ามเนื้อต่างๆรอบข้อมีการเกร็งตัวและหดรั้ง มีกลไกกีดขวางการทำงานของข้อ จากกระดูกที่สร้างขึ้นใหม่ ซึ่งอาจส่งผลให้ลดการทำงานของข้อเข่าลง จากอาการปวด การติดขัด ไม่สามารถลงน้ำหนักได้เต็มที่ เมื่อมีอาการมากขึ้นทำให้กล้ามเนื้อหน้าขาอ่อนแรง ลีบ จนอาจเน้นให้เห็นขนาดของข้อเข่าโตขึ้น (วรรณิ สัตย์วิวัฒน์, 2551)

2.2.5.6 ความรู้สึกของข้อเข่าไม่มั่นคง (Sensation of insecurity or instability) โดยเมื่อ

กระดูกอ่อนผิวข้อบางลง จนทำให้กระดูกใต้กระดูกอ่อนหนาตัวขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระดูกอ่อนผิวข้อและทำให้ส่วนประกอบภายในข้อเข่าหลวม จึงเกิดการพลัดตกหกล้มได้ง่าย

2.2.5.7 การเดินที่ผิดปกติ (Gait disturbance) ซึ่งเป็นผลจากการชำรุดของข้อต่อและกล้ามเนื้อ ร่วมกับโครงสร้างภายในข้อที่มีการเปลี่ยนแปลง ช่องว่างภายในข้อแคบลง มีการงอกของกระดูกเพิ่มขึ้น เมื่อมีแรงกดลงบนพื้นผิวข้อเข่าไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมักตรวจพบการเดินที่ผิดปกติจากความเจ็บปวดขณะลงน้ำหนัก ผู้สูงอายุที่เป็นโรคข้อเข่าเสื่อมมักจะใช้การลงน้ำหนักขาข้างนั้นให้น้อยที่สุดและสั้นที่สุด ถ้าเป็นทั้งสองข้างประกอบกับเข่าคดโค้งจะเดินกะเผลกโยกตัวเอนไปมา เพื่อลดความเจ็บปวดรวมทั้งปรับสมดุลไม่ให้ล้ม (วรรณิ สัตย์วิวัฒน์, 2551)

2.2.5.8 อาการผิดรูปของข้อ (Joint deformity) โดยจะมีการตรวจพบขาโก่ง (bow leg) คือมีอาการข้อเข่าแยกออกจากกันเห็นได้ชัดเจน บางรายอาจมาด้วยข้อเข่าชิดกันเรียกว่าขาฉิ่ง (knock knee) (สุรศักดิ์ นิลกานุงศ์, 2548)

2.2.6 การรักษาโรคข้อเข่าเสื่อม

โรคข้อเข่าเสื่อมเป็นโรคเรื้อรังที่ไม่อาจรักษาให้หายขาดได้ และ เมื่อเป็นจะมีการเสื่อมของกระดูกอ่อนภายในข้อเข่า พยาธิสภาพที่เกิดขึ้น ดังกล่าวอาจทำให้ร่างกายเกิดความพิการและภาวะแทรกซ้อน เช่น การติดของข้อเข่า อาการของผู้สูงอายุในแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันเนื่องจากศักยภาพความสามารถและประสบการณ์ผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน การรักษาโรคข้อเข่าเสื่อม มีส่วนสำคัญในการป้องกันการทำลายของข้อ เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันต่างๆในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งมีดังนี้

2.2.6.1 วิธีการไม่ใช้ยา (Non Pharmacological Therapy) ได้แก่

2.2.6.1.1 การให้ความรู้ (Patient education) เช่น การให้ความรู้การจัดการตนเองโรคข้อเข่าเสื่อม เพื่อให้ผู้สูงอายุที่เป็นโรคข้อเข่าเสื่อมมีความสามารถในการดูแลตนเองซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ โดยผู้ป่วยรับรู้และตระหนักถึงโรคของตนเอง และความก้าวหน้าของโรค จึงจะทำให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ผู้สูงอายุได้ตั้งไว้ (Sttik, Yonclas, Foye, and Schoenherr, 2005) ซึ่งความรู้ที่ประกอบด้วยการอธิบายโรคข้อเข่าเสื่อม ปัจจัยที่ทำให้เกิดอาการและปัจจัยที่ทำให้การเกิดโรค โภชนาการที่เหมาะสม การใช้ยาที่ถูกต้อง การออกกำลังกาย การจัดการความเครียด (Foster, Taylor, Eldridge, Ramsay, and Griffiths, 2007)

(1) การปรับเปลี่ยนการดำเนินชีวิต ข้อเข่าเสื่อมจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนการดำเนินชีวิต ในรายที่มีแรงกดที่ลงบนพื้นผิวข้อเข่ามากจะทำให้เกิดอาการปวด ดังนั้นควรลดแรงกดลง เช่น จากการประกอบอาชีพบางอย่าง ได้แก่ งานที่ต้องยกของหนัก ผู้สูงอายุจึงควรมีการประเมินถึงประสิทธิภาพของข้อเข่าต่อความทนในการรับน้ำหนักของข้อเข่า รวมถึงระยะเวลาในการใช้งานของข้อเข่า นอกจากนี้ยังควรปรับเปลี่ยนการทำงานของตนเองตามสมรรถภาพของข้อเข่า (สุรศักดิ์ นิลกานุงศ์ และ สุรวุฒิ ปรีชานนท์, 2548)

(2) การออกกำลังกาย ผู้ป่วยควรมีการออกกำลังกาย 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์ และควรมีความต่อเนื่อง เพราะข้อเข่าเสื่อมเป็นโรคที่เรื้อรังจึงมีความจำเป็นที่ต้องออกกำลังกาย ซึ่งคล้ายกับการสังการรักษาในการรับประทานยา การออกกำลังกายนี้จะเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบๆ ข้อเข่า ส่งผลทำให้ข้อเข่ามีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้กล้ามเนื้อรอบข้อ

แข็งแรงและเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันภาวะทุพพลภาพ (Pederson and saltin, 2006) และการลดน้ำหนักเพื่อช่วยในการลดแรงกดบนพื้นผิวข้อเข่า

2.2.6.1.2 เวชศาสตร์ฟื้นฟู (Physical therapy) โปรแกรมการกายภาพบำบัดและการฟื้นฟูสมรรถภาพสภาพช่วยให้เพิ่มความสามารถทำหน้าที่ต่างๆของข้อเข่าให้ดีขึ้น จากการออกกำลังกายซึ่งจะช่วยเพิ่มมุมมองของข้อ (range of motion) เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบๆข้อเข่า (periarticular muscle strengthening) และ นักกายภาพช่วยในการอธิบายการใช้อุปกรณ์ช่วยพยุงข้อเข่า (Sttik, Yonclas, Foye, and Schoenherr, 2005)

(1) การใช้อุปกรณ์ช่วย (Supports devices) อุปกรณ์ที่ช่วยพยุงข้อเข่าเพื่อลดแรงที่กระทำผ่านข้อเข่า ปรับแนวข้อที่ผิดปกติให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีการใช้อุปกรณ์ในการช่วยเดินซึ่งควรมีการพิจารณาเฉพาะราย (Hunter and Pollo, 2006)

(2) การใช้ความร้อนหรือความเย็น (thermal modalities) ซึ่งมี 2 แบบ 1. ความร้อนตื้น (superficial heat) เช่น กระจ่างน้ำร้อน พาราฟิน อินฟราเรด เลเซอร์เย็นเชื่อว่า กระตุ้นการทำงานของ แม็กโครฟาจ (macrophage) และไฟโบบลาสต์ (fibroblasts) เพิ่มการสร้างคอลลาเจนและ 2. ความร้อนลึก (deep heat) มี 2 ชนิด shortwave diathermy ช่วยเพิ่มพิสัยของข้อ โดยเฉพาะข้อที่อยู่ลึกๆ และอัลตราซาวด์ (ultrasound therapy) ช่วยลดความหนืดของ ฮัยยาลูนิคในข้อ เพิ่มความยืดหยุ่นให้เอ็นและกล้ามเนื้อคลายตัว และการดูดซึมแคลเซียมที่อยู่ในชั้นเนื้อเยื่อลดอาการปวดจากปลายประสาท ส่วนการใช้ความเย็นในการรักษา เรียก cryotherapy ใช้ในการรักษาการบาดเจ็บของเนื้อเยื่ออย่างเฉียบพลัน ส่วนมากใช้ในการรักษาหลังการผ่าตัดข้อเข่าเทียมมีผลต่อการลดความไวในการรับรู้ความรู้สึกของเส้นประสาท จึงทำให้อาการปวดลดลง (ศิริวรรณ บุญฐิติกุล และ ยุพาวรรณ จิตตาทิวัฒน์, 2545) การที่จะเลือกใช้การประคบร้อนหรือประคบเย็นนั้นควรมีการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผู้ป่วยในแต่ละราย

2.2.6.1.3 การแพทย์ทางเลือก (Complementary and Alternative Medicine) ปัจจุบันมีแนวทางหลากหลายในการรักษา การแพทย์ทางเลือกเป็นที่นิยมรักษาผู้ป่วยที่มีอาการเรื้อรัง อาทิ การประคบร้อนด้วยสมุนไพรจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 30 ราย โรงพยาบาลนครพิงค์จังหวัดเชียงใหม่ โดยประเมินอาการปวด ข้อฝืด และความลำบากในการทำกิจกรรมของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม พบว่าสามารถช่วยลดอาการปวดและข้อติดแข็ง รวมทั้งเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ($p < 0.05$) (พยอม สุวรรณ, 2543) การฝังเข็มเป็นการกระตุ้นประสาทเล็กๆยับยั้งการส่งกระแสของ ซี ไฟเบอร์ (c-fiber) และ ไยประสาท เอ-เดลต้า (a-delta fiber) ที่ส่งผ่านไขสันหลังทำให้อาการปวดลดลงและมีการหลั่งเอนโดर्फิน (ศุภนิมิต ทีฆขุณหเสถียร, 2546)

2.2.6.1.4 การจัดการด้านอารมณ์ โกรธ กลัว เศร้า ซึมเศร้าที่มีผลกระทบมาจากความเจ็บป่วย ซึ่งเป็น การจัดการความเครียด ซึ่งโรคเรื้อรังต้องมีการเผชิญกับความเครียดที่เกิดขึ้น ปัจจัยทางด้านจิตใจนี้เป็นสิ่งที่มีมาจากการประสบการณ์การเจ็บปวด ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม และปัจจัยดังกล่าวจะเป็นตัวกระตุ้นตัวรับความเจ็บปวดส่งกระแสประสาททาลายโครงสร้างภายในข้อ (nociceptive) และรับกระแสประสาท (sensory fiber neuropathic) ที่มีผลต่อการเพิ่มความดันภายในข้อเข่ามีการยึดเหนี่ยวของแคปซูล เกิดภาวะน้ำซึมผ่านภายในข้อเข่า เยื่อหุ้มข้อเกิดการอักเสบ (Maly, Costigan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and Olney, 2005) เกิดการสูญเสียความสามารถในการทำหน้าที่ด้านร่างกาย (loss of function) ซึ่งเทคนิคการฝึกลมหายใจซึ่งเป็นการช่วยในการคลายความเครียด เทคนิคการผ่อนคลายกล้ามเนื้อและการใช้จินตนาการ (กรมสุขภาพจิต. 2541) ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้จินตนาการและเทคนิคการผ่อนคลายในผู้หญิงสูงอายุ

2.2.6.2 วิธีการใช้ยา (pharmacological therapy) ในปัจจุบันมียาหลายประเภทในการรักษาข้อเข่าเสื่อม ได้แก่

2.2.6.2.1 ยาทาภายนอก ประเภทครีมชนิดที่ทาแล้วรู้สึกร้อน และยาที่เข้าตัวยาด้านการอักเสบที่ทาแล้วร้อน

2.2.6.2.2 ยาต้านการอักเสบที่ไม่มี สเตียรอยด์เป็นยาที่ใช้ได้ผลดีมีหลายชนิดแต่ก็สามารถทำให้เกิดผลข้างเคียงได้ เช่น การระคายเคืองกระเพาะอาหาร เกิดภาวะชืด และน้ำคั่ง เป็นต้น ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการระคายเคืองกระเพาะอาหารจึงควรรับประทานยาพร้อมกับ อาหาร และระมัดระวังยา NSAID บางตัวในการที่จะใช้กับผู้ที่เป็โรคหัวใจ ความดันโลหิตสูงเนื่องจากมีเกลือโซเดียมเป็นส่วนประกอบ

2.2.6.2.3 ยาต้านอักเสบที่มี สเตียรอยด์ซึ่งเป็ยาคิดใช้ได้ผลดีในระยะที่มีการอักเสบมากจนผู้ป่วยจะไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เลย หรือในกรณีที่มีข้ออักเสบนานเกิน 2-3 สัปดาห์ แต่ไม่ควรฉีดบ่อยเกิน 3-4 ครั้งต่อปี เพราะตัวยาทำให้ข้อเข่าที่เสื่อมมีการทำลายรวดเร็วยิ่งขึ้นนอกจากนี้การฉีดยายังเสี่ยงต่อการนำเชื้อโรคเข้าไปในข้อ เกิดการอักเสบติดเชื้อหรือทำให้ข้อพิการส่วนยาไม่ควรรับประทานเพราะยามีผลข้างเคียงรุนแรงมาก

2.2.6.3 การรักษาด้วยการผ่าตัด (Surgery) ใช้ในกรณีที่ผู้สูงอายุมีอาการปวดข้อเข่ารุนแรง ข้อหักงอ ไม่สามารถเหยียดงอเข้าได้ มีความพิการหรือเข่าติดในท่างอ ข้อเข่าข้างนั้นไม่สามารถตอบสนองต่อการรักษาต่างๆ เช่น ในกรณีที่ผู้ป่วยได้รับการฉีดยาสเตียรอยด์เข้าข้อเข่าเกิน 3 ครั้งต่อปี ควรพิจารณาให้ได้รับการผ่าตัดข้อเข่าเทียม (คณะทำงานแนวทางเวชปฏิบัติการรักษาโรคข้อเข่าเสื่อม, 2549) การผ่าตัดโดยการล้างข้อเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดการทำลายข้อเนื่องจากได้ชะล้างเอาสารที่เป็นตัวกระตุ้นการอักเสบออกรวมถึงในขณะที่ทำการล้างข้อจะมีการโป่งและแพบของเยื่อหุ้มข้อทำให้การยึดหยุ่นของเยื่อหุ้มข้อเพิ่มขึ้น อาการปวดจึงลดลง การผ่าตัดเพื่อปรับแนวข้อ (high tibial osteotomy) ช่วยให้ขาผู้ป่วยตรง บรรเทาอาการปวดข้อเข่าลง (วรรณิ สัตย์วิวัฒน์. 2551)

2.3 การจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าเสื่อม

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการยึดติดของข้อต่อ ประกอบด้วย ลักษณะทางโครงสร้างของเนื้อเยื่อประสาน (connective tissue) ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นเส้นใย (fiber) และ ground substance เส้นใยมี 3 ชนิดคือ collagen , reticulin และ elastin ทั้งหมดสร้างจาก fibroblast เป็นส่วนที่อยู่นอกเซลล์และไม่มีชีวิต เส้นใยเหล่านี้กระจายอยู่ใน ground substance ซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมีเป็น glycoaminoglycans มีหน้าที่ช่วยให้เกิดความยืดหยุ่น (viscoelasticity) การหล่อลื่น (lubrication) และรักษาโครงสร้าง (structural integrity) glycoaminoglycans ที่สำคัญ คือ hyaluronic acid และ chondroitin sulfate เส้นใย collagen เป็นเส้นใยที่พบมากที่สุดถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (dry weight) ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อเยื่อประสานที่มีหน้าที่ทำให้เกิดความแข็ง (stiffness) และความแข็งแรง (tensile strength) เส้นใยชนิดนี้ยึดตัวได้ไม่เกิน 6-8 เปอร์เซ็นต์ก็จะทำให้ขาดได้ ส่วนเส้นใย elastin ช่วยทำให้เกิดความอ่อนตัวยืดหยุ่น (extensibility) ถ้าใช้น้ำหนักน้อยๆ สามารถยืดได้ถึง 200 เปอร์เซ็นต์กว่าจะขาด แต่หากใช้น้ำหนักมากจะยืดได้เพียง 20 เปอร์เซ็นต์ของ collagen และเส้นใย reticulin มีโครงสร้างคล้าย collagen แต่เรียงตัวกันเป็นร่างแหทำให้มีลักษณะเป็นก้อน (bulk)

การเคลื่อนไหวของข้อจะทำได้มาก น้อยอย่างไรขึ้นอยู่กับส่วนประกอบ 2 อย่างคือ ตัวข้อเอง (joint mobility) เช่น ลักษณะของกระดูก กระดูกอ่อน การหล่อลื่นภายในข้อ ความผิดปกติจากโรคหรือความเสื่อม และส่วนที่อยู่นอกข้อ (soft tissue mobility) ได้แก่ เนื้อเยื่ออ่อนทั้งหมด เช่น เส้นเอ็น กล้ามเนื้อ เอ็นยึดข้อ เป็นต้น ปัจจัยทั้งหลายจะเป็นตัวกำหนดว่าข้อจะ เคลื่อนไหวไปมากน้อยเพียงใด ทิศทางใด เวลาที่จะทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งและเป็นตัวทำให้เกิดความมั่นคงและจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวที่ไม่ต้องการ

2.3.1 ช่วงการเคลื่อนไหว (range of motion : ROM)

2.3.1.1 ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อ (joint range) เป็นระยะที่ข้อเคลื่อนไหวได้จากทิศหนึ่งไปยังอีกทิศตรงข้าม ใช้เครื่องมือ universal goniometer เป็นเครื่องมือวัด ข้อหนึ่งๆอาจมีพิสัยในระนาบต่างๆไม่เท่ากัน เช่น ทิศงอ -เหยียด ไม่เท่ากับทิศกาง - หุบ

2.3.1.2 ช่วงการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ (muscle range) เป็นระยะทางที่หดสั้นลง (excursion) เมื่อมีการหดตัวของกล้ามเนื้อจากตำแหน่งที่ถูกเหยียดเต็มที่ถึงตำแหน่งที่หดตัวมากที่สุด

2.3.2 การสูญเสียช่วงการเคลื่อนไหว

ตามปกติแล้วการเคลื่อนไหวของข้อต่อในการทำกิจวัตรประจำวันเพียงพอสำหรับรักษาพิสัยของข้อต่อไว้ได้ การเคลื่อนไหวของเส้นใย (collagen) เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับรักษาคุณสมบัติในการยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อ ในกรณีที่ขาดเคลื่อนไหว เช่นการจำกัดจากภาวะข้ออักเสบ ปวด บวม จะเกิดการหดค้ำ มีการยึดติดของข้อต่อ ซึ่งมีกลไก ดังนี้

2.3.2.1 การปรับตัวหดสั้น (adaptive shortening) ของกล้ามเนื้อ ในกรณีที่มีการอยู่ในลักษณะหดสั้นนานๆ กล้ามเนื้อจะทำงานได้ไม่เต็มที่ ช่วงการหดตัวสั้นลง ร่างกายจะปรับตัวโดยลดจำนวนซาร์โคเมียร์ตามยาว (serial) ลงเพื่อให้ที่เหลือยืดยาวได้ในช่วงที่เหมาะสมเมื่อหดตัวจะได้แรงสูงสุด เป็นการปรับตัวภายในกล้ามเนื้อเองไม่มีระบบประสาทเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.3.2.2 การเสริม collagen และ reticulin ทำให้เนื้อเยื่อมีความหนาแน่นสูงขึ้น เกิดภาวะหดตัวค้ำ การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดในเวลา 1 สัปดาห์หลังขาดการเคลื่อนไหว หรือภายใน 3 วันหากมีการอักเสบ บวม บาดเจ็บร่วมด้วย (Delisa, 1993)

2.3.2.3 มีการเปลี่ยนแปลง ground substance จำนวนน้ำและ glycoaminoglycans ลดลงซึ่งเดิมมีหน้าที่หล่อลื่น ลดความฝืดระหว่างเนื้อเยื่อ ลดการเกิดการยึดระหว่างใยกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวจึงเป็นการลดการยึดติดของข้อและกระตุ้นการสร้าง proteoglycans และยับยั้งการยึดระหว่างเส้นใยของเนื้อเยื่อประสาน เมื่อขาด ground substance จึงเกิดการหดค้ำการหล่อลื่นของข้อลดลง เชื่อว่าเกิดจาก polymerization ของ mucopolysaccharide ทำให้ความหนืดของข้อมากขึ้น เมื่อขาดการเคลื่อนไหวนานๆจะมีเนื้อเยื่อประสาน (fibrofatty) ภายในข้อทำให้ข้อยึดติด (Enneking, 1972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การวัดช่วงการเคลื่อนไหว

ในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆในร่างกายเพื่อประเมินพิสัยการเคลื่อนไหวหรือความอ่อนตัวของข้อต่อนั้น ในคนปกติโดยทั่วไปสามารถประเมินแบบคร่าวๆได้โดยทดสอบให้ทำการเคลื่อนไหวในท่าทางต่างๆที่สอดคล้องกับการใช้งานของข้อต่อนั้น เช่น ข้อไหล่ให้ทดสอบโดยไขว้มือจับกันด้านหลัง (hand behind back and hand behind neck) เป็นต้น ส่วนการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่วัดออกมาเป็นค่าองศา มักใช้ในการประเมินอาการยึดติดของข้อต่อในผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อและโครงร่าง (musculoskeletal system) โดยเฉพาะกรณีที่มีปัญหาบริเวณข้อต่อ เช่น ข้ออักเสบ ข้อเสื่อม เป็นต้น การวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อวัดได้ 2 วิธี ได้แก่

2.3.3.1 Active range of motion (AROM) เป็นการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อโดยให้ผู้ป่วยเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายเองให้ได้ช่วงการเคลื่อนไหวมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งในระหว่างการเคลื่อนไหวผู้วัด (นักกายภาพบำบัดหรือแพทย์) จะสังเกตลักษณะการเคลื่อนไหวตลอดช่วง ความสามารถในการเคลื่อนไหวและความร่วมมือของผู้ป่วย โดยทั่วไปการทำ AROM จะมีผลต่อส่วนที่เป็น contractile structure (muscle, tendon & attachments) และ inert structure (joint capsule, fascia, ligament, bursae, dura matter, dural sheaths around nerve root)

2.3.3.2 Passive range of motion (PROM) เป็นการวัดช่วงการเคลื่อนไหวที่ทำหลังจากวัด AROM แล้ว PROM เป็นการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่ทำโดยผู้อื่นช่วยทำการเคลื่อนไหวให้หลังจากการเคลื่อนไหวที่ทำได้ถึงตำแหน่งสุดท้ายที่ทำได้แล้วผู้อื่นจะช่วยเคลื่อนต่อไปจนพบแรงต้านและเคลื่อนต่อไปอีกเล็กน้อยเพื่อดูลักษณะของแรงต้าน (end feel) หากกล้ามเนื้อยังผ่อนคลายอยู่แรงต้านที่เกิดจะมาจาก inert structure ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการวัดช่วงการเคลื่อนไหวแบบให้ผู้ป่วยเคลื่อนไหวเอง (AROM) เพื่อประเมินความสามารถที่ผู้ป่วยทำได้เอง อันมีผลต่อการเคลื่อนไหวข้อต่อในการออกกำลังกายและการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันจริงของผู้ป่วย

การเคลื่อนไหวของข้อเข่าเคลื่อนไหวได้ 2 ทิศทาง คือ การงอ (Flexion) และการเหยียด (Extension)

2.3.3.2.1 การงอข้อเข่า (Flexion) คือ มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่มุมข้อเข่ามากขึ้นจากท่าปกติหรือท่า 0 องศา ซึ่งท่าปกติก็คือ ท่าที่ข้อเข่าเหยียดตรงตามแนวแกนยาวโดยต้นขาและปลายขาอยู่ในแนวเดียวกัน

2.3.3.2.2 การเหยียด (Extension) คือ การเหยียดข้อเข่าออกจากท่า Flexion เข่าจะเหยียดเต็มที่มาอยู่ในท่าปกติหรือ 0 องศา ในคนปกติบางคนข้อเข่าสามารถทำให้มีการเหยียดเกิน (Hyperextension) ได้อีก 15 องศา

2.3.3.2.3 มุมการเคลื่อนไหว ค่ามุมที่เข่าเหยียดปกติจะมีค่าเป็น 0 องศา (ในบางรายอาจมีการเหยียดเกินค่า 0 องศาได้ประมาณ 5-10 องศา) ข้อเข่าที่งอได้ดี คือ สามารถงอได้ถึง 155 องศาในคนที่มีรูปร่างบาง (งอได้ดีจนสั้นเท้าชิดกับกัน) และงอได้ประมาณ 135-145 องศา ในคนทั่วไปและต้นขาไม่ใหญ่มาก ในคนที่รูปร่างท้วมงอได้ประมาณ 125 องศา ในขณะที่คนอ้วนใหญ่และต้นขาใหญ่มักงอเข่าได้ประมาณ 100-120 องศา

ตารางที่ 2.1 ค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวข้อต่อต่างๆ

ชนิดของข้อ	ชนิดการเคลื่อนไหว	ค่ามุมการเคลื่อนไหว (องศา)
ข้อสะโพก	- การงอข้อสะโพกเข้าหาหน้าอก (Flexion) - การเหยียดข้อสะโพกออกจากหน้าอก (Extension)	0 – 120 0 – 30
ข้อเข่า	- การงอข้อเข่า (Flexion) - การเหยียดข้อเข่า (Extension)	0 – 120 0
ข้อเท้า	- การเคลื่อนไหวของข้อเท้าออกจากหน้าแข้ง (Flexion) - การเคลื่อนไหวของข้อเท้าเข้าหาหน้าแข้ง (Dorsiflexion)	0 – 50 0 – 20

2.3.4 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว

สำหรับการออกกำลังกายเพื่อรักษาโรคข้อเข่าเสื่อมนั้น มีเป้าหมายที่แตกต่างกันในผู้ป่วยแต่ละราย ตามระยะของโรคและอาการ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าที่มีปัญหาผิวดึงหรือจำกัดช่วงการเคลื่อนไหว ประเภทของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว มี 4 ประเภท คือ

2.3.4.1 Active exercise คือ ให้ผู้ป่วยทำเองตลอดช่วง มักใช้ในรายที่ข้อไม่ติด

2.3.4.2 Active assistive exercise คือ ให้ผู้ป่วยทำเองให้มากที่สุด แล้วจึงช่วยให้ครบพิสัย แรงช่วยมาจากภายนอกจะใช้มือหรือเครื่องมือ (continuous passive motion : CPM) ก็ได้

2.3.4.3 Passive exercise คือ ให้ผู้ป่วยอยู่เฉยๆแล้วใช้แรงจากภายนอกมาช่วยเคลื่อนไหว ข้อแรงที่ใช้อาจจะทำโดยผู้บำบัด โดยใช้เครื่องมือ ใช้แรงโน้มถ่วงของโลก หรือใช้ส่วนอื่นของร่างกาย ผู้ออกกำลังกายมักใช้ในกรณีพิสัยของข้อไม่ติด

2.3.4.4 Passive stretching exercise คือ ใช้แรงจากภายนอกช่วยดัดยืดเพื่อเพิ่มพิสัยข้อที่ติดการออกกำลังกายบริหารช่วงการเคลื่อนไหวแบบผู้ป่วยออกแรงเอง (active range of motion exercise) โดยการจัดทำทางให้ไม่มีการลงน้ำหนักผ่านข้อเข่า เป็นคำแนะนำที่ผู้ป่วยจะได้รับจากการรักษาในระยะแรก ซึ่งจำเป็นสำหรับผู้ป่วยเพื่อคงสภาพช่วงการเคลื่อนไหวที่เหลืออยู่หรือให้เป็นปกติที่สุดไว้ ดังนั้นการออกกำลังกายจะต้องไม่กระตุ้นอาการของโรค และขณะเดียวกันจะต้องบรรลุเป้าหมายของการออกกำลังกายที่ตั้งไว้ด้วย (Eungpinichpong, 1997) วิธีการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวเมื่อมีการยึดติดของข้อต่อ

2.3.4.4.1 การช่วยดัด (passive stretching) ได้แก่ การดัดโดยผู้บำบัดใช้มือช่วยดัด (manual passive stretching) การดัดโดยใช้แรงจากภายนอกจากเครื่องมือช่วยดัด (prolong mechanical passive stretching) เป็นการให้แรงน้อยๆ ประมาณ 5-15 ปอนด์เป็นเวลานานๆ ประมาณ 20 นาทีขึ้นไป การใช้อุปกรณ์เสริม เช่น dynasplint วันละ 8-10 ชั่วโมง และการดัดโดยใช้เครื่องมือ (cyclic mechanical stretching) เช่น autorange ช่วยดัดแทนโดยสามารถตั้ง เวลาดัด เวลาพัก และ แรงดัด

2.3.4.4.2 Active inhibition เป็นเทคนิคที่ให้ผู้ป่วยพยายามผ่อนคลายกล้ามเนื้อโดยหวังผล
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์การเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เชิงพาณิชย์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของรีเฟล็กซ์ ช่วยในการยับยั้งไม่ให้กล้ามเนื้อหดตัว จึงเกิดการคลายตัวตามมา การดัดยืดก็จะทำได้ง่าย และได้ผล ได้แก่ เทคนิค เกร็ง-หย่อน (contract-relax , hold-relax) เป็นการกระตุ้น golgi tendon ให้ไปหย่อนกล้ามเนื้อที่จะดัดยืด เทคนิคเกร็ง-หย่อน-เกร็ง (contract-relax-contrast , hold-relax-contrast)เป็นการกระตุ้นให้เกิด reflex แบบเทคนิคแรกก่อนแล้วให้ออกแรงกล้ามเนื้อตรงข้ามตามทันที และเทคนิคเกร็งกล้ามเนื้อตรงข้ามกับกล้ามเนื้อที่ต้องการยืด (agonist contraction) เป็นการให้เกร็งกล้ามเนื้อด้านตรงข้ามด้านแรงต้านเบาๆจะเกิดการยับยั้งแบบ reciprocal ทำให้กล้ามเนื้อหย่อนลงเหมาะสำหรับกล้ามเนื้อที่เจ็บหรือเพ็งพื้นตัว

2.3.4.4.3 ผู้ป่วยตัวเอง (self stretching) จัดอยู่ในจำพวก การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว (flexibility exercise)

2.4 การออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ชนิดของการออกกำลังกายจะต้องมีผลลดกระบวนการอักเสบและความเจ็บปวดในข้ออักเสบ ชนิดของการออกกำลังกายไม่ว่าจะเป็นแอโรบิคหรือการฝึกความแข็งแรงจะต้องมีเงื่อนไขเฉพาะเพื่อลดปวด ทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น เพิ่มการหล่อลื่นข้อต่อขณะเคลื่อนไหว และช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคในระบบหัวใจและหลอดเลือด การออกกำลังกายที่จัดสำหรับข้อต่ออักเสบ เช่น weight training , water therapy , low impact aerobic แต่ละชนิดช่วยให้ผู้ป่วยปฏิบัติมีสมรรถภาพใกล้เคียงปกติได้ (Durak, 1998)

2.4.1 หลักและประเภทของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ ซึ่งบุคคลควรปฏิบัติเพิ่มขึ้นจากการทำกิจวัตรประจำวัน โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับเพศและวัย เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกายและจิตใจ

หลักการออกกำลังกายทั่วไปใช้เกณฑ์ LITTE หมายถึง ความถี่ (Frequency) ความหนักเบา (Intensity) ระยะเวลา (Time) และประเภท (Type) ของการออกกำลังกาย (American College of Sports Medicine : ACSM 2000) (บรรลุ ศิริพานิช) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1.1 ความถี่ของการออกกำลังกาย(Frequency of exercise) เป็นการกำหนดจำนวนครั้งในการออกกำลังกายต่อวันหรือสัปดาห์ ควรกระทำอย่างสม่ำเสมอ ในช่วงแรกของการฝึกควรกระทำอย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ โดยฝึกวันเว้นวันแล้วจึงเพิ่มความถี่ 5 ครั้ง/สัปดาห์ แต่ไม่ควรออกกำลังกายมากกว่า 6 ครั้ง/สัปดาห์ (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กระทรวงสาธารณสุข 2545) อย่างไรก็ตามการออกกำลังกายอย่างเบาสามารถออกกำลังกายได้ทุกวันทั้งนี้การกำหนดความถี่ในการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับการกำหนดระยะเวลา ความหนักเบาในการออกกำลังกาย และสอดคล้องกับการออกกำลังกายและสอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจและความสามารถ ของผู้สูงอายุที่จะออกกำลังกาย (สมนึก กุลสถิตพร 2549)

2.4.1.2 ความหนักเบาในการออกกำลังกาย(Intensity of exercise) เป็นการกำหนดความสามารถในการออกกำลังกาย สำหรับผู้สูงอายุแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความหนักสัมพัทธ์ และความหนักสมบูรณ์ ความหนักสัมพัทธ์เป็นการกำหนดความหนักของการออกกำลังกาย จากการเต้นของหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงสุด คำนวณได้จาก (220- อายุ) เป็นที่นิยมเนื่องจากง่ายต่อการประยุกต์ใช้ (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุกระทรวงสาธารณสุข. 2545)

2.4.1.3 ระยะเวลาการออกกำลังกาย (Time of exercise) เป็นช่วงเวลาในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง โดยทั่วไปควรอยู่ระหว่าง 15-20 นาที มีความต่อเนื่องต่อการออกกำลังกาย เพื่อความทนทานของปอด และหัวใจ ควรใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที/ครั้ง และติดต่อกันไม่น้อยกว่าครั้งละ 20 นาที (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กระทรวงสาธารณสุข. 2545)

2.4.2 ขั้นตอนการออกกำลังกายที่ถูกต้อง

ผู้สูงอายุควรออกกำลังกายตามขั้นตอน (สถาบันเวชศาสตร์ ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ 2545) ดังนี้

2.4.2.1 การอบอุ่นร่างกาย (Warm up) และยืดกล้ามเนื้อ (Stretching) เป็นการเตรียมพร้อมร่างกายก่อนออกกำลังกายจริงใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที การยืดกล้ามเนื้อทำให้มีการเตรียมของข้อต่อและกล้ามเนื้อ ป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการออกกำลังกายเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อ ทั้งนี้การอบอุ่นร่างกายควรเพิ่มความหนักและความถี่ของการเคลื่อนไหวทีละน้อย ทำให้หัวใจค่อยๆเพิ่มการทำงาน ส่งผลให้เพิ่มอุณหภูมิในกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เกิดการประสานงานระหว่างประสาทและกล้ามเนื้อ หรือระหว่างกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างถูกต้องและราบรื่น ปรับการหายใจและระบบไหลเวียนของโลหิต เพื่อเตรียมพร้อมในการออกกำลังกาย

2.4.2.2 การออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง (Exercise) ใช้เวลาอย่างน้อย 10 นาที จนถึง 30-60 นาที โดยใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ของร่างกายมีความหนักในการออกกำลังกายในระดับเป้าหมาย เพื่อเพิ่มการใช้พลังงานในร่างกายเสริมสร้างสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและการหายใจและเพิ่มพลังงานจากการใช้พลังงานไขมันที่สะสมในร่างกาย

2.4.2.3 ระยะเวลาผ่อนคลาย (cool down) ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที เป็นการลดความหนักในช่วงการออกกำลังกายลดอย่างช้าๆ จนกระทั่งความเหนื่อยลดลง หรืออัตราการเต้นของหัวใจเข้าสู่ภาวะใกล้เคียงปกติ เป็นเดินช้าๆ และสิ้นสุดด้วยการยืดกล้ามเนื้ออีกครั้ง

2.4.3 ข้อควรพิจารณาและข้อควรระวังในการออกกำลังกาย

ในการออกกำลังกายของผู้สูงอายุข้อเข่าเสื่อม ควรพิจารณาวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสมและปฏิบัติให้ถูกวิธี เพื่อไม่ให้เพิ่มการเสื่อมของข้อจากการออกกำลังกาย โดยคำนึงถึงโรคประจำตัวทั้งจากข้อเสื่อมและโรคอื่นๆของผู้สูงอายุ ความรุนแรงและสมรรถภาพของผู้สูงอายุ อายุข้อเข่าเสื่อม (วิไล ชินสกุล. 2545) ดังนี้

2.4.3.1 ควรประเมินสภาพกล้ามเนื้อรอบเข่า ข้อเข่าควรเรียบ กดไม่เจ็บงอเขามาด้านหลัง 130 องศา จากแนวเข่าเหยียดตรง ถ้าบวม มีข้อเข่าอักเสบข้อเข่าหยาบตึงกดเจ็บ ถือเป็นอาการผิดปกติ ควรงดการออกกำลังกายข้อเข่า

2.4.3.2 อย่าให้มือแรงหรือน้ำหนักถ่วงข้อเท้าเมื่ออยู่ในท่านั่งเพราะจะดึงให้ข้อเข่าหลวม

2.4.3.3 ไม่ควรออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวอย่างรุนแรงเร็วหรือกระชากหลีกเลี่ยง

ท่าที่ทำให้ข้อเข่าบิด พับงอ รับน้ำหนักเป็นเวลานานเพราะจะทำให้บาดเจ็บที่เข่าเพิ่มขึ้น เช่น นั่งยองๆ และลุกขึ้น

2.4.3.4 ในระยะข้อเข่าเสื่อมเฉียบพลันและข้ออักเสบควรเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว โดยขยับข้อด้วยตัวเองก่อน วันละ 1-2 ครั้ง เพื่อป้องกันข้อยึดติด เมื่อการดีขึ้นค่อยมาทำการบริหารกับเครื่องใหม่

2.4.3.5 ระยะข้อเข่าเสื่อมเรื้อรัง โรคสงบข้อไม่อักเสบ เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวออกกำลังกายแบบยืดกล้ามเนื้อ เสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยการขยับข้อ และพัฒนาความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อโดยการออกกำลังกายโดยใช้เครื่องบริหารให้ถูกจุด

2.4.3.6 การออกกำลังกายแบบเพิ่มพิสัยของข้อ และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เป็นการออกกำลังกายที่สำคัญที่สุด เพราะสามารถลดความเจ็บปวด และพัฒนาการเคลื่อนไหวของข้อ

อย่างไรก็ตามในการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข และบรรลุ ศิริพานิช 2551) ดังนี้

2.4.3.6.1 ถ้ามีการเจ็บตึงบริเวณกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายควรหยุดพักเหยียดยืดกล้ามเนื้อส่วนนี้ เพื่อป้องกันการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ

2.4.3.6.2 ขณะออกกำลังกายข้อเข่า ไม่ควรมีน้ำหนักรวมทั้งน้ำหนักตัวกดลงบนเข่า เช่นการย่อเข่าแล้วลุกขึ้น เป็นต้น

2.4.3.6.3 หากมีอาการดังต่อไปนี้ให้หยุดการออกกำลังกายทันที และไปพบแพทย์เพื่อรับการตรวจและรักษา ได้แก่

- (1) ใจสั่นมีอาการแน่นหน้าอก อาจร้าวไปที่แขนซ้ายและคอ
- (2) มีอาการเจ็บที่หน้าอก หรือต้นแขน หรือที่ขากรรไกร มักเป็นที่ซีกซ้าย
- (3) หายใจตื่นเร็วอย่างรุนแรง หายใจลำบาก หรือเวลาหายใจมีเสียงดัง
- (4) มีอาการวิงเวียน รู้สึกเหมือนจะเป็นลม คลื่นไส้อาเจียน
- (5) มีเหงื่อออกมาผิดปกติ
- (6) เป็นตะคริว มีอาการเจ็บ หรือปวดกล้ามเนื้ออย่างรุนแรง
- (7) หลังการออกกำลังกายแล้วร่างกายมีอาการอ่อนล้าและหมดแรงเป็นเวลานาน

2.4.4 ประโยชน์จากการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอในผู้สูงอายุในข้อเข่าเสื่อม มีประโยชน์ (วิไล ชินสกุล 2554) ดังนี้

2.4.4.1 ข้อเข่าและข้อต่อต่างๆ ของร่างกายมีการเคลื่อนไหว ทำให้การยืดหยุ่นของข้อ และการยืดหยุ่นของข้อ และกล้ามเนื้อรอบๆข้อดีขึ้น ช่วยกระชับและปกป้องข้อต่อต่างๆให้มั่นคง

2.4.4.2 กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้น เพิ่มการทำงานที่ประสานกันของกล้ามเนื้อ ระบบประสาทและข้อต่อส่วนต่างๆ ของร่างกาย เพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อ

2.4.4.3 เพิ่มความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองมากขึ้น

2.4.4.4 ทำให้อารมณ์ดี สุขภาพจิตแจ่มใส เสริมสร้างความมั่นใจ และความรู้สึกถึงคุณค่าของตนเอง

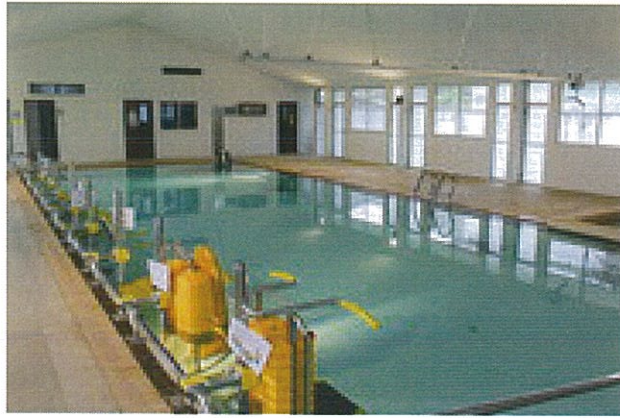
การออกกำลังกายเป็นวิธีการรักษาที่ได้ผลดีสำหรับผู้สูงอายุข้อเข่าเสื่อม ซึ่งควรออกกำลังกายโดยการเดินหรือว่ายน้ำ และการบริหารกล้ามเนื้อรอบเข่าอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยให้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ข้อต่อต่างๆ เคลื่อนไหวได้ดี เกิดความยืดหยุ่นของข้อและกล้ามเนื้อรอบๆ กล้ามเนื้อแข็งแรง และเพิ่มการประสานงานของกล้ามเนื้อ ระบบประสาทและข้อต่อส่วนต่างๆ ส่งผลให้ผู้สูงอายุข้อเข่าเสื่อมมีอาการปวดลดลง เพิ่มความสามารถในการทำงานของข้อเข่า ข้อต่างๆ มั่นคง และเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อ ทำให้ผู้สูงอายุมีความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองและเพิ่มคุณภาพชีวิต

2.5 การออกกำลังกายในน้ำ

2.5.1 การออกกำลังกายในน้ำ น้ำ (Aqua exercise) หรือธาราบำบัด (Hydrotherapy)

การออกกำลังกายด้วยวิธีการและท่าทางต่างๆ เช่นบนบกหากแต่นำไปปฏิบัติในน้ำระดับเอว หรือระดับอกแทน ด้วยอาศัยคุณสมบัติของน้ำในการพยุงตัวทำให้น้ำหนักส่วนของร่างกายเบากว่าปกติ ซึ่งแรงพยุงลอยตัวนี้ใช้เป็นแรงช่วยหรือต้านการเคลื่อนที่ได้เป็นอย่างดีนอกเหนือจากอุปกรณ์บริหารภายในน้ำที่ใช้ คุณสมบัติอีกสิ่งคือแรงดันอุทกสถิตของน้ำในการออกแรงกดรอบๆ ส่วนร่างกายที่จมอยู่ในน้ำที่มีค่าแปรผันตามระดับความลึกของน้ำส่วนใหญ่เมื่อก้าวถึงการออกกำลังกายในน้ำหรือในสระน้ำก็มักนึกถึงการว่ายน้ำ ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่ดีอย่างหนึ่งที่กล้ามเนื้อทุกส่วนได้มีการเคลื่อนออกกำลังกาย เป็นการฝึกความอดทนความอ่อนตัว และความคล่องแคล่วว่องไว เหมาะสำหรับผู้ที่ข้อเข่าเสื่อม น้ำหนักไม่ได้ลงเข่าทำให้เข่าไม่มีการเจ็บปวด การเดินในน้ำ ก็เหมาะสำหรับคนข้อเข่าเสื่อม เพราะน้ำจะช่วยพยุงน้ำหนักทำให้แรงกดลงบนเข่าลดลง แต่เพิ่มแรงต้านในการเดิน ทำให้กล้ามเนื้อได้ออกแรงมากขึ้น จุดอ่อนของการว่ายน้ำก็คือ หาสระว่ายน้ำได้ยาก สำหรับคนที่ข้อเข่าไม่เสื่อม การ ออกกำลังกายว่ายน้ำอย่างเดียว ร่างกายไม่ได้รับน้ำหนักเลย ทำให้โครงกระดูกไม่ได้รับน้ำหนักไม่ได้ผลดี ในการเพิ่มพูนมวลกระดูก ดังนั้นผู้ออกกำลังกายว่ายน้ำแล้ว ควรเพิ่มการออกกำลังกายด้วยการเดิน หรือยกน้ำหนักด้วย จนทำให้ได้ผลในทางสุขภาพดียิ่งขึ้น



ภาพที่ 2.3 สระธาราบำบัด

ที่มา : โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ จังหวัดชลบุรี. 2537

อุณหภูมิของน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 33-37 องศา ซึ่งความอุ่นของน้ำจะช่วยให้เส้นเอ็นต่างๆอ่อนตัวลง และมีความยืดหยุ่นมากขึ้น อุณหภูมิของน้ำสำหรับผู้ป่วยแต่ละคนก็ไม่เท่ากัน ขึ้นกับอายุ ชนิดของอาการปวด ชนิดของโรค ระยะเวลาที่แช่อยู่ในน้ำ อย่างถ้าแช่ 40 นาที ความร้อนอาจไม่ร้อนมาก ระยะเวลาในการรักษาแต่ละครั้งก็อยู่ที่ 5 นาที จนถึง 45 นาที ขึ้นอยู่กับอายุและสุขภาพ ถ้าอายุมาก และร่างกายอ่อนแอ ครั้งแรกก็อาจให้ลงแค่ 5-10 นาที และน้ำไม่ร้อนเกินไป ถ้าเดินไม่ได้เลยก็จะมีนักกายภาพช่วยพยุง มีอุปกรณ์ต่างๆช่วยพยุงให้ผู้ป่วยลอยตัวในน้ำได้

หลักฟิสิกส์พื้นฐาน

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

คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำที่เอื้อต่อการออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วยโรคข้ออักเสบ เอกสารนี้ได้แก่ แรงลอยตัว (buoyancy) การเคลื่อนที่ของน้ำ (turbulence) แรงดันตามระดับความลึกของน้ำ ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(hydrostatic pressure) ความหนืดของน้ำ (viscosity) และอุณหภูมิ (temperature) (Stiskal, 2003) ทำให้การออกกำลังภายในน้ำ ทำได้ง่าย โดยการช่วยให้แรงโน้มถ่วงเป็นกลางจากแรงลอยตัว ไม่เกิดความเครียดและอันตรายต่อร่างกาย ทำให้เกิดแรงดันอย่างสม่ำเสมอรอบๆ ข้อต่อ ลดแรงกดจากน้ำหนักตัวต่อข้อเข่า ช่วยทำให้เคลื่อนไหวข้อต่อที่ยึดติดได้โดยไม่เจ็บปวด ผู้สูงอายุจะสามารถกระโดด วิ่ง ผลักดัน เดินได้อย่างสะดวกสบายในสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัยคือในน้ำนั่นเอง การผลักดันน้ำจะเกิดแรงต้านทานโดยรอบซึ่งจะเพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อได้อย่างสมดุลเพราะการที่ร่างกายแช่อยู่ในน้ำจะมีแรงดันน้ำกระทำกับร่างกายสม่ำเสมอ เมื่อมีการเคลื่อนไหวของร่างกายก็จะเกิดแรงต้านทาน

ผลที่ได้รับทางสรีระวิทยา (Physiological Effect)

ระหว่างที่ผู้ป่วยอยู่ในน้ำอุ่น จะได้ผลเหมือนกับการรักษาด้วยความร้อน แต่แตกต่างกันที่ปริมาณน้อยกว่า อุณหภูมิของร่างกายจะเพิ่มสูงขึ้น อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าบริเวณผิวหนัง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.5 องศาเซลเซียส ร่างกายได้รับความร้อน จากส่วนที่จมอยู่ใต้น้ำและถ่ายเทความร้อนไปตามเส้นเลือด ที่อยู่ผิวตื้นๆ ตลอดจน ต่อมเหงื่อที่อยู่ผิวหน้า เช่น บริเวณผิวหนังและคอ ร่างกายได้รับความร้อนที่เกิดจากน้ำและพลังงานกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนแปลงมาจากการออกกำลังการเพิ่มอุณหภูมิจะเกิดขึ้นเองและแตกต่างกันในแต่ละรายเมื่อผิวหนังได้รับความร้อน เส้นเลือดบริเวณผิวหนังจะขยายตัวและทำให้เลือดมาเลี้ยงบริเวณผิวส่วนนั้นบริเวณมากขึ้น กระแสเลือดที่วิ่งผ่านเส้นเลือดฝอยนี้ถูกให้ความร้อนโดย การนำ (Conduction) อุณหภูมิของสิ่งอื่นที่อยู่ใต้ผิวหนังนั้น (อาทิเช่น กล้ามเนื้อ) จะสูงขึ้น เส้นเลือดที่เลี้ยงจะขยายตัวและปริมาณเลือดไปเลี้ยงจะเพิ่มมากขึ้น มีผลต่อการกระจายเลือดทั่วไปและเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในจะหดตัว เพื่อไปเพิ่มปริมาณเลือดให้กับบริเวณส่วนปลาย อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเมื่ออวัยวะภายในสูงขึ้น ทั้งนี้ยังเป็นผลจากการออกกำลังเพิ่มขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิของน้ำและ ความรุนแรงของการออกกำลัง เมื่อผู้ป่วยลงสระเส้นเลือดที่ผิวหนังจะหดตัวทันทีทำให้เกิดความต้านทานที่ผิวและความดันโลหิตจะสูงขึ้น ระหว่างการแช่น้ำ เส้นเลือดแดงฝอย (Arterioles) เริ่มขยายตัว เป็นการลดความต้านทาน (Peripheral Resistance) และทำให้ความดันลดลง การเพิ่มอุณหภูมิจะเป็นการเพิ่มเมตาบอลิซึม (Metabolism) ดังนั้น เมตาบอลิซึมที่ผิวหนังและกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้นและเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นอีกเป็นการกระตุ้นการหายใจมากขึ้น (Respiratory rate) ความร้อนระดับอุ่นๆจะลดความไว (Sensitivity) ของปลายประสาทรับความรู้สึก และเมื่อกกล้ามเนื้อถูกทำให้อุ่นโดยเลือดผ่าน ความตึงตัว (Tone) ก็ลดลงไปด้วยในส่วนหนึ่งของผิวหนัง เกิดการหดตัวของเส้นเลือด (Vasoconstriction) ทำให้ผิวหนังซีดขาวแล้วต่อมาจึงมีสีชมพูแดง นั่นคือเกิดเส้นเลือดขยายตัว (Vasodilatation) เหงื่อออกมาก ต่อมเหงื่อต่อมไขมันทำงานมากขึ้น หลังจากแช่น้ำหรือขึ้นจากน้ำจะเกิดกลไกสูญเสียความร้อนเพื่อปรับอุณหภูมิให้อยู่สภาพปกติ โดยการไหลเวียนของเลือด จึงควรใช้ผ้าคลุมตัวหรือเสื้อคลุม รอสักครู่หนึ่ง อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ และอัตราเมตาโบลิซึมซึ่งจะกลับสู่ภาวะปกติ

2.5.2 ประโยชน์ของการออกกำลังภายในน้ำในภาวะข้อเข่าเสื่อม

ที่น้ำลึกระดับอกจะมีแรงพยุงน้ำหนักร่างกาย 85-90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการลดแรงเครียดที่กระทำกับข้อต่อ โดยเฉพาะในภาวะข้ออักเสบ แรงลอยตัวจะเป็นตัวช่วยพยุงในผู้สูงอายุ ลดความเสี่ยงต่อการล้มและกระตุกหักได้ หากอยู่ในน้ำลึกระดับข้อต่อจะรับน้ำหนักตัวเพียง 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

เอกสารเพื่อการล้มและกระตุกหักได้ หากอยู่ในน้ำลึกระดับข้อต่อจะรับน้ำหนักตัวเพียง 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายในน้ำโดยการเดินจะเผาผลาญพลังงานได้ 525 แคลอรีต่อชั่วโมงซึ่งเทียบกับการออกกำลังกายบนบกจะเผาผลาญพลังงานเพียง 240 แคลอรีต่อชั่วโมง การออกกำลังกายในน้ำมีแรงต้านมากกว่าการออกกำลังกายแบบไม่ลงน้ำหนักบนบกเนื่องจากความหนาแน่นของน้ำมีมากกว่าอากาศ ผลของแรงต้านจากน้ำจะช่วยเพิ่มความอดทนให้กล้ามเนื้อและเพิ่มความตึงตัวแต่ไม่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อ (Resnick, 2003)

การออกกำลังกายในน้ำจะเพิ่มความยืดหยุ่นให้ข้อต่อโดยไม่เพิ่มแรงกดต่อผิวข้อ เป็นการเคลื่อนไหวที่ทำได้ง่าย ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว เป็นประโยชน์ที่สำคัญในการรักษาปัญหาในข้อต่อที่มีการลดลงของช่วงการเคลื่อนไหวเนื่องจากเจ็บปวด หรือภาวะเนื้อเยื่อหดสั้น

2.5.3 ข้อบ่งชี้ในการออกกำลังกายในน้ำ

ทุกเพศทุกวัยสามารถลงสระน้ำเพื่อออกกำลังกายหรือบริหารกายในน้ำได้ หากไม่มีคุณสมบัติข้อห้ามซึ่งจะดังกล่าวต่อไป หากแต่ต้องทราบตนเองว่ามีโรคหรือปัญหาประจำตัวหรือไม่ ต้องปรึกษาแพทย์หรือนักกายภาพบำบัดเพื่อดูแล ให้คำแนะนำในท่าทางและวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมเป็นเฉพาะราย

ข้อบ่งชี้ที่เหมาะสมกับการออกกำลังกายในน้ำ สำหรับคนปกติทั่วไป คือ

1. ผู้ที่ไม่ชอบการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาที่มีการปะทะ หรือออกกำลังกายมาก
2. ผู้ที่ไม่ต้องการมีแรงกระทำกดในข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพกหรือข้อต่อกระดูกสันหลัง
3. ผู้ที่มีภาวะกระดูกผุพรุนที่เสี่ยงต่อการเสื่อมสีกหรือในการทำกิจกรรมอื่น
4. ผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักตัวและไขมันที่สะสมอยู่ในร่างกายลดลง
5. ผู้ที่ต้องการฝึกการทรงตัว ความคล่องแคล่วของร่างกาย
6. ผู้สูงอายุทั่วไป
7. ผู้ที่ต้องการความแข็งแรงหรือความทนทานของกล้ามเนื้อ
8. ผู้ที่ต้องการความทนทานของระบบการทำงานของหัวใจและปอด

นอกเหนือจากที่กล่าวโดยรวมนี้ ยังมีสิ่งบ่งชี้อีกหลายอย่างที่สามารถกระทำได้ ซึ่งก็ต้องพิจารณาเป็นรายบุคคลว่าไม่มีปัญหาหรืออุปสรรค

ข้อห้ามในการลงสระ

1. สภาพมีไข้สูง ตัวร้อน
2. โรคผิวหนังที่ติดต่อ แผลติดเชื้อ เช่น โรคเชื้อราที่เท้า เชื้อราที่หนังศีรษะ และ กลาก เป็นต้น
3. การติดเชื้อทุกประเภท เช่น เจ็บคอ ไข้หวัดใหญ่ การติดเชื้อระบบการย่อยและทางเดิน

อาหาร ไข้ไทฟอยด์ อหิวาตกโรค โรคไขสันหลังอักเสบหรือโปลิโอ และโรคบิดลำไส้ใหญ่

4. ความผิดปกติของการควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะ อุจจาระ
5. ขณะที่มีประจำเดือน
6. โรคชัก ลมบ้าหมู
7. แก้วหูทะลุ หูเป็นฝี หนองหู

ข้อพึงระวัง

จะต้องคอยควบคุมดูแลและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด หากประสงค์จะลงสระน้ำ

1. ความผิดปกติทางระบบหัวใจและหลอดเลือดของเลือด เช่น ความดันโลหิตสูงหรือต่ำเกิน

เอกสารไปและโรคทางระบบหลอดเลือดหรือภาวะหัวใจล้มเหลวเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความอึดอัดทางระบบหัวใจ ในรายที่มีความจุอากาศของปอดน้อยกว่า 1 ลิตร ไม่ควรลงสระน้ำ ถ้าจะนำลงต้องระวังและเลือกกรณีที่ไม่มีปัญหามากนัก
3. การได้รับการฉายรังสีเอกซเรย์เพื่อการรักษา
4. โรคและปัญหาทางระบบขับถ่ายปัสสาวะ ซึ่งจะมีปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมการสูญเสียของเหลวในร่างกาย
5. หูด แผลเรื้อรังเน่าเปื่อย หรือแผลเปิดกว้าง ถ้าจะลงสระต้องปิดแผลด้วยแผ่นพลาสติกยางกันน้ำ และฉีดพ่นสเปรย์เคลือบไว้

2.5.4 หลักการพัฒนาการบริหารหรือการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายในน้ำมีประโยชน์ในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการทรงตัว โดยน้ำเป็นสื่อที่ช่วยให้ออกกำลังกายได้ง่ายหรือยากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังต่อไปนี้

การจัดเปลี่ยนท่าเริ่มต้น ท่าเตรียมตัวบริหารมีผลต่อช่วงการเคลื่อนไหวและทิศทาง รวมถึงการช่วยหรือการต้านจากแรงพยุงลอยตัวของน้ำ ควรอยู่ในท่าที่สบายและมั่นคงเหมาะสำหรับการเคลื่อนไหวของส่วนที่ต้องการออกกำลังกายได้โดยไม่เสียศูนย์

ระดับความลึกของน้ำมีผลต่อแรงดันของน้ำที่กระทำต่อส่วนของแขนขาหรือลำตัวในระดับที่ลึกจะมีผลมากและสามารถใช้ลดบวมหรือฝีกการขยายตัวของปอดได้

การเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวที่ ของข้อต่อต่างๆ มีการเพิ่มมุมหรือช่วงการเคลื่อนไหวในข้อต่อที่เกี่ยวข้องโดยการบริหารภายในระดับน้ำที่แตกต่างกัน แรงดันพยุงลอยตัวของน้ำจะดันพาส่วนแขนขาให้ลอยสู่วิถีน้ำได้มากขึ้นอาจใช้อุปกรณ์ทุ่นลอยหรือโฟม ห่วงรัดแขนหรือขา ช่วยกระทำให้ได้มากยิ่งขึ้น การปรับเปลี่ยนความยาวของคานในการเคลื่อนไหวมีผลต่อโมเมนต์ของการหมุน การงอหรือเหยียดข้อต่อทำให้ระบบคานสั้นลงหรือยาวขึ้น มีผลต่อความยากหรือง่ายในการบริหารส่วนนั้น

2.5.4.4 การเพิ่มความเร็วของการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการเคลื่อนไหวในส่วนที่ออกกำลังกาย การเคลื่อนที่อย่างช้าๆกระทำได้ง่าย และเมื่อเพิ่มความเร็วก็จะเกิดแรงต้านในการเคลื่อนไหวมากยิ่งขึ้นอันเป็นคุณสมบัติของความหนืดของของไหล

การเพิ่มจำนวนครั้งของการออกกำลังกาย และความถี่ต่อสัปดาห์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ ประสาทการรับรู้และประสาทยนต์ การทำงานของหัวใจและปอด ทำให้เกิดความแข็งแรงขึ้นเมื่อฝึกอย่างสม่ำเสมอทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลักการฝึกว่ามีวัตถุประสงค์ในด้านเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหรือความทนทานของกล้ามเนื้อ หรือความทนทานของระบบการไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

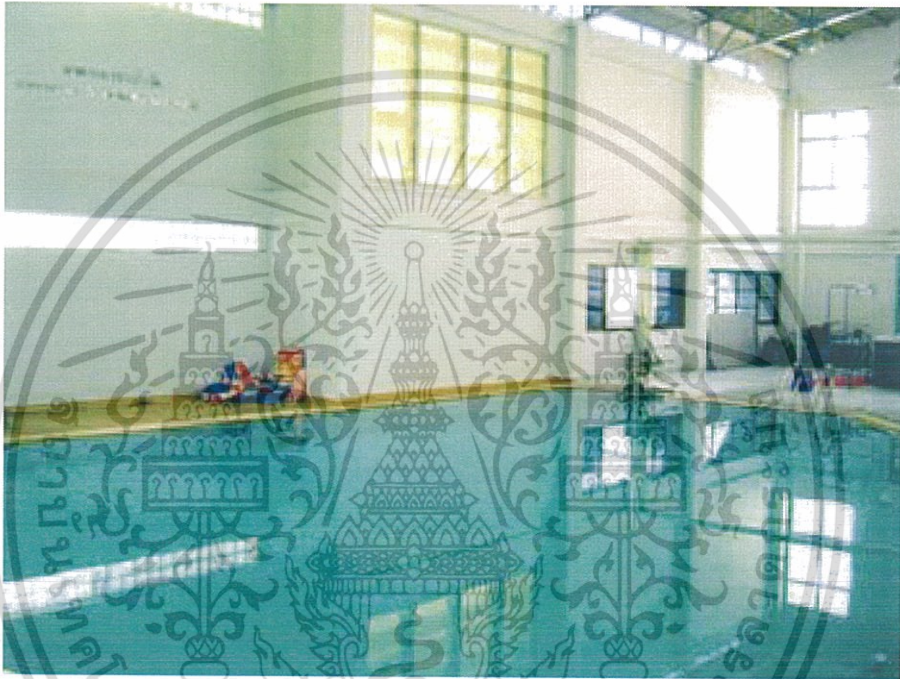
การใช้อุปกรณ์ทุ่นลอย จำนวนและตำแหน่งที่ให้อุปกรณ์ที่ลอยน้ำและจมน้ำ มีผลต่อการให้แรงช่วยหรือแรงต้านต่อการเคลื่อนที่ในน้ำซึ่งปริมาณดังกล่าวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะขนาดรูปร่างและจำนวนอุปกรณ์ตลอดจนตำแหน่งที่ถือหรือสวมรัดไว้ เนื่องจากมีผลต่อระบบคานและโมเมนต์ของการหมุน

ดังนั้น การออกกำลังกายเพื่อให้ได้ประสิทธิผลดีต้องคำนึงถึงหลักการดังกล่าวและจัดทำเป็นโปรแกรมรูปแบบวิธีการฝึกที่มีการจดบันทึกถึงรายละเอียดของกระบวนการปฏิบัติเพื่อการพัฒนาปรับเปลี่ยนให้หนักยากขึ้นเรื่อยๆตามสภาพร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 อาคารและสถานที่สำหรับสระธาราบำบัด

อาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อมของสระธาราบำบัด เป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้ามเพราะสถานที่ที่ให้บริการนั้นควรเป็นส่วนที่เหมาะสม ส่วนเฉพาะสำหรับการใช้งาน ไม่เปิดเผยชัดจากภายนอก เหมือนห้องออกกำลังกายหรือ สระว่ายน้ำทั่วไป ตัวอาคารควรมีลักษณะที่โปร่งโล่ง กระตุ้นใจในการลงสระธาราบำบัดหรือกระทำกิจกรรมอื่นๆ นอกจากนี้ยังต้องให้ผู้รับบริการสามารถเข้าถึงตัวอาคารได้สะดวก นอกเหนือจากเรื่องความสะดวกและความปลอดภัยที่เป็นหลัก ประตูดูควรจะกว้างพอให้เก้าอี้ล้อเข็นนั่งและเตียงเปลผ่านได้ง่าย สรุป คือ อาคารจะต้องมีความสมบูรณ์ในตัวเองเปรียบเสมือนกับบ้านที่อยู่อาศัยเราเอง



ภาพที่ 2.4 ตัวอาคารที่โปร่งโล่ง
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530

บริเวณสระ ทางเดินโดยรอบสระทั้งสามด้านควรกว้างอย่างน้อย 1.22 เมตร ส่วนด้านที่สี่ซึ่งต้องติดตั้งเครื่องยกตัวขึ้นลงสระและทางขึ้นลงเป็นขั้นบันไดควรกว้างอย่างน้อย 2.44 เมตร และมีเนื้อที่พอสำหรับเปลและเก้าอี้หลาย ๆ ตัว ในกรณีที่สระน้ำให้บริการแก่ผู้พิการหรือผู้ที่มีความผิดปกติทางการเคลื่อนไหว ซึ่งในที่ขอเรียกว่า กลุ่มพิเศษ หากเป็นสระที่เปิดสำหรับคนทั่วไปอาจไม่ต้องคำนึงประเด็นนี้ ทางเดินเหล่านี้ควรปูด้วยกระเบื้องพื้นหยาบเล็กน้อยหรือปูวัสดุที่กันลื่นและควรลาดน้อยๆ เพื่อให้มีการระบายน้ำที่ล้นออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในกรณีที่สระน้ำเปิดบริการให้แก่ผู้สูงอายุหรือกลุ่มพิเศษ ควรมีราวจับที่กำแพงเหนือจากทางเดิน เพื่อความปลอดภัยราวจับนี้ไม่เพียงมีประโยชน์ในแง่เป็นราวให้เกาะยึดได้เท่านั้น แต่เป็นการช่วยให้กำลังใจกลุ่มพิเศษ เพื่อจะได้ขึ้นลงสระได้อย่างปลอดภัย ถ้าทางเดินกว้างพอ (2.44 เมตร) อาจติดตั้งฝักบัวที่ผนัง ฝักบัวเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่จะลงสระน้ำได้ชำระล้างร่างกายก่อนลงสระและทางเดินอื่นๆ ภายในอาคาร ควรจะมีเนื้อที่พอสำหรับการหมุนกลับริดเข็นหรือเตียงเปลไปรอบๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 บริเวณทางเดินที่กว้างและต่อเนื่องลงสระน้ำ
ที่มา : ปรากฏ โพธิ์ทองสุนันท. 2530



ภาพที่ 2.6 บันไดลงสระพร้อมราวจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มา : ปรากฏ โพธิ์ทองสุนันท. 2530
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงและการระบายอากาศ บริเวณสระกรรมแสงสว่างพอ และควรเป็นแสงจากธรรมชาติ นอกเหนือนี้ควรออกแบบที่ทำให้เกิดความรู้สึกว่าเนื้อที่กว้างขวางปลอดโปร่ง ภายในห้องควรมีหน้าต่าง และช่องระบายอากาศ เพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศที่ดีหรือเปิดประตู หน้าต่างได้ เพื่อสามารถรับอากาศบริสุทธิ์

ตารางที่ 2.2 สภาพพื้นที่ในสระธาราบ้ำบัด

รายการ	สภาพพื้นที่ในสระธาราบ้ำบัด
อาคารบริเวณสระ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทางเดินโดยรอบสระทั้งสามด้านควรกว้างอย่างน้อย 1.22 เมตร 2. ด้านที่ติดตั้งเครื่องยกตัวขึ้นลงสระและขึ้นลงเป็นขั้นบันไดควรกว้างอย่างน้อย 2.44 เมตร และมีเนื้อที่พอสําหรับเปลและเก้าอี้หลายตัว 3. ทางเดินควรปูด้วยกระเบื้องพื้นหยาบเล็กน้อยหรือปูวัสดุกันลื่น 4. ควรมีราวจับที่กําแพงเหนือทางเดิน 5. ติดตั้งฝักบัวเพื่อล้างร่างกายก่อนลงสระ 6. ควรมีพื้นที่พอสําหรับการหมุนกลับรถเข็นหรือเตียงเปลรอบๆได้
แสงและการระบายอากาศ	<ol style="list-style-type: none"> 1. บริเวณสระควรมีแสงสว่างพอ และเป็นแสงธรรมชาติ 2. หน้าต่างควรเป็นกระจกเคลือบ 2 ชั้น ทำด้วย Frosted glass และติดตั้งในตำแหน่งที่ทำให้แสงแดดไม่จําเข้าตาผู้ป่วยระหว่างการรักษา 3. ภายในห้องควรมีช่องสําหรับระบายอากาศ เพื่อถ่ายเทอากาศที่ดี 4. อุณหภูมิห้องประมาณ 25-27 องศาเซลเซียส ส่วนห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า อุณหภูมิ 23-24 องศาเซลเซียส ควรรักษาความชื้นไว้ที่ 50-60%
ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า ห้องอาบน้ำ ห้องเก็บ เครื่องใช้อุปกรณ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีห้องอาบน้ำมากพอ แยกชายและหญิง 2. จัดวางตู้เก็บสิ่งของหรือชั้นวางสําหรับเปลี่ยนชุดและเดินเข้าห้องอาบน้ำได้สะดวก 3. ปราศจากกลิ่นอับชื้นและไม่ให้พื้นเปียกแฉะ 4. มีสัญญาณหรือกริ่งฉุกเฉินภายในบริเวณห้อง 5. ตะกร้ารองรับผ้าเช็ดตัวที่ใช้และถังล้างขยะ 6. อุปกรณ์สําหรับการออกกําลังกายควรจัดเก็บไว้บนชั้นให้เรียบร้อยและฝึงลมให้แห้ง ไม่ให้โดนแสงแดด 7. อุปกรณ์ทำความสะอาดหรือพื้นห้องควรจัดบริเวณแยกเฉพาะและอยู่ด้านหลังหรือส่วนล่างของอาคารหรือสระน้ำ
ห้องพักผู้ให้บริการ (กลุ่มพิเศษ) และห้อง พนักงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ห้องพักผู้ให้บริการเป็นมุมที่พนักงานสามารถมองเห็นได้ทั่วถึง 2. มีที่นั่งพักคอยหลังให้บริการ เป็นที่ที่ไม่มีลมโกรกแรงหรือร้อนอบอ้าว 3. มีเครื่องบริการน้ำดื่ม เพื่อป้องกันภาวะการขาดน้ำหลังการบริหาร 4. อาจจัดเป็นห้องรับประทานอาหารว่างเพื่อพักผ่อนระหว่างผู้มาใช้บริการ 5. ห้องพนักงานเป็นห้องที่ติดกับบริเวณต้อนรับ สามารถมองเห็นพื้นที่ให้บริการได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สําหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

รายการ	สภาพพื้นที่ในสระธาราบ้ำบัด
	6. จัดอุปกรณ์ช่วยเหลือหรือการปฐมพยาบาลเบื้องต้นและอุปกรณ์ทำแผล ยาตามหรือยาแก้เวียนศีรษะ รวมทั้งเก้าอี้ล้อเข็นหรืออุปกรณ์เคลื่อนย้ายในกรณีฉุกเฉิน 7. ป้ายทางออกฉุกเฉิน กรณีเพลิงไหม้หรือเกิดอุบัติเหตุที่จะต้องนำผู้ที่ได้รับอุบัติเหตุส่งโรงพยาบาล
สระน้ำ โครงสร้างสระน้ำ	1. โครงสร้างพื้นและผนังสระเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด 2. ขนาดของสระน้ำ 9 x 4.5 เมตร สามารถใช้ได้สำหรับ 10-15 คน
พื้นที่สระและ ความลึก	1. พื้นที่เป็นระดับ 2-3 ระดับ 2. ความลึก 1.20 - 1.40 เมตร น้ำจะอยู่ระดับอกของผู้ป่วย 3. พื้นที่สระปรับเปลี่ยนระดับขึ้นลงด้วยเครื่องควบคุมแบบไฮดรอลิค
ราวจับ	1. ทำด้วยสแตนเลส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร อยู่ห่างจากผนังสระ 50-80 มิลลิเมตรและสูงเท่าระดับน้ำ
ที่ล้างเท้า	จุ่มเท้าในน้ำผสมคลอรีน (Voxsan 100 มิลลิเมตรต่อน้ำ 5 ลิตร)
ระบบของสระว่ายน้ำ	ระบบน้ำล้น (Overflow) จะมีรางน้ำล้นโดยรอบ
ระบบบำบัดน้ำ	ระบบคลอรีน
อุณหภูมิ	35-36 องศาเซลเซียส
รูปทรงของสระน้ำ	รูปทรงเรขาคณิต

ที่มา : ปรากฏส โพร้ทองสุนันท์. 2530

2.5.6 การเลือกชุดสวมใส่

2.5.6.1 ชุดว่ายน้ำ ควรเลือกที่กระชับกับลำตัว ไม่อมซับน้ำ ใส่แล้วมิดชิด ควรทำด้วยผ้าใยสังเคราะห์ประเภทไนลอนหรือโพลีเอสเตอร์ ที่ไม่ใช่ทำจากฝ้ายซึ่งเมื่อโดนน้ำอุ่นบ่อยครั้ง ใยฝ้ายชิ้นเล็กๆ จะหลุดลอยออกมาเป็นปัญหากับเครื่องกรองของระบบสระน้ำ นอกจากนี้หากผมยาวเกินใบหูควรสวมใส่หมวกว่ายน้ำเพื่อมิให้ผมร่วงหลุดลอยในน้ำเช่นกัน

2.5.6.2 รองเท้า เป็นรองเท้าน้ำสำหรับวิ่งในน้ำหรือออกกำลังกาย ซึ่งจะมีลักษณะเบา พื้นไม่ลื่น ตัวทำด้วยพลาสติกหนาหรือยาง บางครั้งอาจใช้รองเท้าน้ำที่ทำด้วยหนังใส่ลงสระ แต่ต้องแยกใช้เฉพาะใช้ในน้ำเพื่อความสะอาดและควรผึ่งตากให้แห้งเมื่อเลิกใช้

2.5.7 การเลือกการออกกำลังกายและการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

การกำหนดจุดมุ่งหมายในการออกกำลังกายในน้ำสำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการให้เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าเสื่อม ลดอาการปวด ลดความฝืดตึงและเพิ่มความสามารถในการทำกิจกรรมประจำวัน ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระดับปานกลางถึงมาก ดังนั้นรูปแบบการจัดโปรแกรมจึงมุ่งเน้นให้เป็นการยืดเหยียด (flexibility exercise) ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7.1 Warm up (5-10 นาที) เพื่อเพิ่มอุณหภูมิร่างกาย

2.5.7.1.1 Musculoskeletal warm up (thermal warm up) ใช้เวลา 3-5 นาที เป็น การเตรียมการเคลื่อนไหว เพิ่มการไหลเวียนของเลือดไปที่กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อรอบข้อ ต่อ เพิ่มอุณหภูมิการ กระตุ้น synovial membrane ในการหลั่ง synovial fluid ภายในข้อ การเพิ่ม อุณหภูมิภายใน 2 องศาเซลเซียส จะเพิ่มออกซิเจนไปที่กล้ามเนื้อทำให้ปฏิกิริยาภายในกล้ามเนื้อดีขึ้น ข้อ ต่อเคลื่อนไหวได้ดีขึ้นผิวข้อเคลื่อน (glide) ได้ดีขึ้น

2.5.7.1.2 Prestretch เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ โดยการช่วยให้กล้ามเนื้ออุ่นและยืดหยุ่นได้ ดีใช้เวลา 5-10 นาที

2.5.7.1.3 Cardiovascular warm up ให้มีการเคลื่อนไหวระดับปานกลางค่อยๆเพิ่มความ หนักให้หัวใจ ปอดและเส้นเลือด ใช้เวลา 3-5 นาที การเพิ่มความหนักจะเพิ่มความต้องการออกซิเจนของ กล้ามเนื้อ ขณะที่กล้ามเนื้อมีการหดตัวจะบีบไล่เลือดให้กลับสู่หัวใจทางเส้นเลือดดำเร็วขึ้น ทำให้หัวใจ บีบตัวเร็วและแรงขึ้น กล้ามเนื้อหายใจจะทำงานมากขึ้นในการทำให้ช่องอกขยายออกแรงดันภายในช่อง อกจะลดต่ำลงทำให้อากาศไหลเข้าปอดเร็ว แรง ทำให้มีการหายใจลึกขึ้นร่างกายจึงได้รับออกซิเจนมาก ขึ้นและขับคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้มากขึ้นกล้ามเนื้อหัวใจได้รับออกซิเจนมากขึ้น อุณหภูมิแกนกลาง (core temperature) สูงขึ้น อุณหภูมิกล้ามเนื้อที่สูงขึ้น 15 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ muscle fluid เพิ่ม ขึ้นการหดตัวมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพิ่มความแรงและอัตราการหดตัว เพิ่มความยืดหยุ่นและความไว ต่อ Stretch reflex เพิ่มความอ่อนตัวของเอ็นกล้ามเนื้อ ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ เพิ่มปฏิกิริยาการ สลายสารอาหารคาร์โบไฮเดรตและไขมัน (metabolic reaction of carbohydrate & fat) เพิ่มอัตรา ความต้องการออกซิเจนสูงสุด และเพิ่มระยะเวลาทำงาน (work time to exhaustion)

2.5.7.2 Cardiovascular workout เป็นช่วงของการเผาผลาญพลังงานมีเป้าหมายเพื่อ สนับสนุนการบริหารระบบหัวใจและหายใจ The American College of Sports Medicine (ACSM) แนะนำไว้ว่าการฝึกอย่างมีคุณภาพในระดับที่เหมาะสมจะทำให้สมรรถภาพของระบบหัวใจ และหายใจองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อมีสมรรถภาพที่ดี โดยจะ ต้องกำหนด ดังนี้

2.5.7.2.1 รูปแบบของการออกกำลังกาย (mode) ให้มีการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ เช่นต้นขา สะโพกเคลื่อนไหวเป็นจังหวะต่อเนื่องโดยให้ร่างกายส่วนล่างเคลื่อนที่ตลอดเวลา

2.5.7.2.2 ระยะเวลา (duration) ควรจะปฏิบัติให้ได้ประมาณ 20 – 60 นาที หรือเฉลี่ย 20 – 30 นาที สำหรับระยะเวลาและความหนักให้ปรับให้สมดุลกัน การกำหนดระยะเวลาที่ระดับความ หนักน้อยจะเผาผลาญพลังงานได้ดีกว่า

2.5.7.2.3 ระดับความหนัก (intensity) ช่วงความหนักที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 50 – 85 % VO₂max. หรือ 60 – 90 % HRmax. การเริ่มต้นควรให้ระดับความหนักต่ำๆและระยะเวลาน้อยก่อน แล้วจึงปรับตามสมรรถภาพ 2.4 ความถี่ (frequency) ควรปฏิบัติที่ 3 – 5 ครั้งต่อสัปดาห์ หากทำได้เกิน 5 ครั้งต่อสัปดาห์จะช่วยป้องกันการบาดเจ็บจากการใช้งาน (overuse injuries) ได้

2.5.7.2.4 Toning เป็นการฝึกกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อลำ ตัวกล้ามเนื้อส่วนบนและส่วนล่าง โดยใช้แรงลอยตัวเพื่อเป็นเครื่องมือในการฝึกเพื่อความแข็งแรงและ ความอดทนของกล้ามเนื้อ

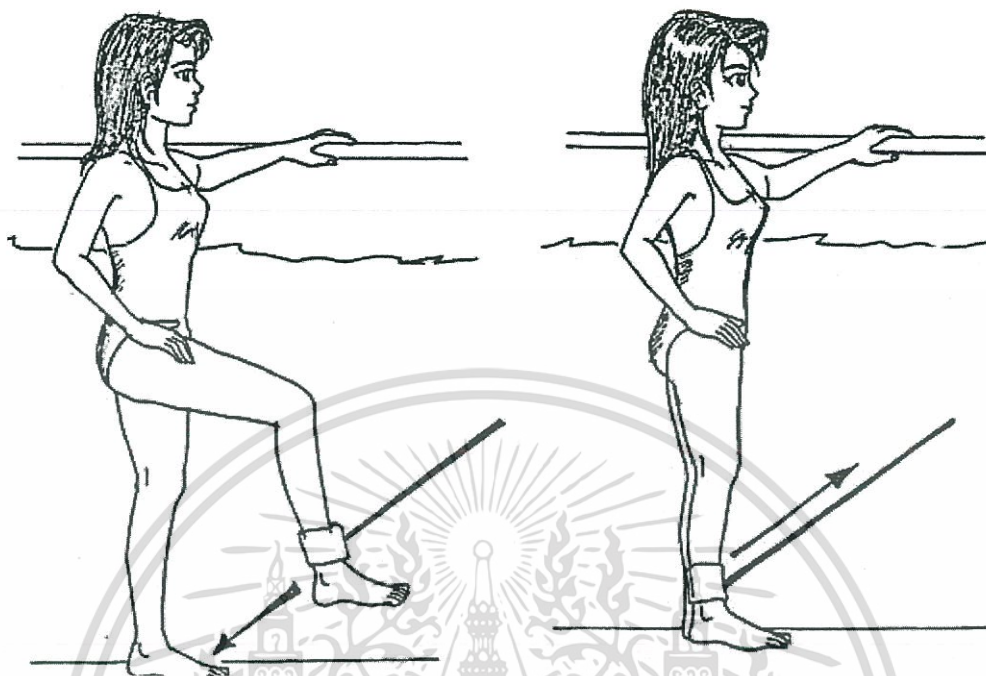
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7.2.5 Flexibility ความสำคัญในการออกกำลังกายในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม คือ การออกกำลังกายเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว (ROM exercise) เพื่อสนับสนุนให้ทำการเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงปกติ ควรทำการเคลื่อนไหวช้าๆ ไม่รุนแรง การทำการเคลื่อนไหวในน้ำจะช่วยให้เคลื่อนไหวได้ง่ายและช่วงกว้างขึ้น เช่น การเดินในน้ำ และการออกกำลังกายในระดับน้ำลึก (walking & deep water exercise) เป็นการออกกำลังกายที่ดีมากสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม มีการยืดเหยียดร่างกายแต่ละส่วนใช้เวลานาน 30 วินาที ทำหลังจากกล้ามเนื้ออุ่นขึ้น สำหรับผู้ป่วยควรเน้นทุกข้อต่อไม่เฉพาะข้อต่อใหญ่ๆเท่านั้น ให้ฝึกการเคลื่อนไหวที่ละเอียดอ่อนด้วย อุณหภูมิน้ำอุ่น(31-33 องศาเซลเซียส)เหมาะสมสำหรับการออกกำลังกายเพิ่มความอ่อนตัว การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแต่ละมัดทำโดยให้กล้ามเนื้อหดตัว 30-60 วินาที แล้วยืดค้าง (static)ไว้ 30-60 วินาที แล้วจึงทำแบบเดียวกันกับกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม วิธีนี้จะไม่ทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการยืดมากเกินไป เนื่องจากมีกลไกการป้องกันจาก stretch reflex การยืดค้างจะยับยั้ง stretch reflex ทำให้กล้ามเนื้อยืดยาวออกได้ (Sova,1993)

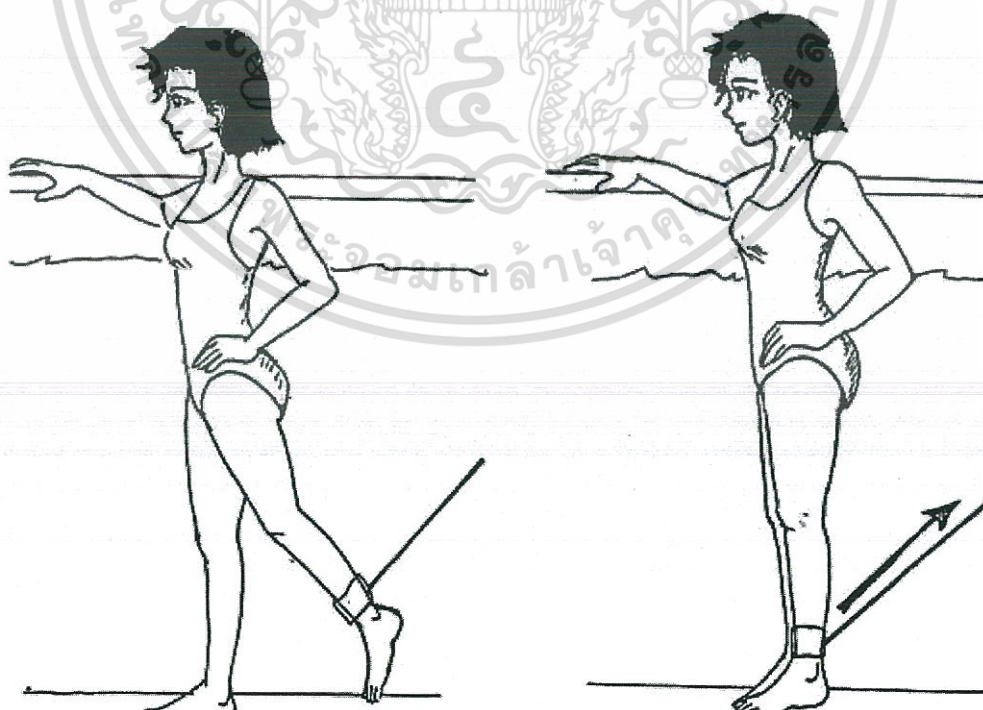
2.5.7.2.6 Cool down เป็นการช่วยลดระดับอัตราการทำงานของร่างกายให้กลับสู่สภาวะพักได้เร็วขึ้น ช่วยให้เลือดกลับสู่หัวใจได้ดี ป้องกันเลือดคั่งอยู่ตามกล้ามเนื้อแขนขา ลดอาการเจ็บกล้ามเนื้อ ช่วยในการกำจัดของเสียที่เกิดจากระบวนการใช้พลังงาน (metabolic wastes) ใช้เวลาประมาณ 5 นาที



ท่าการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

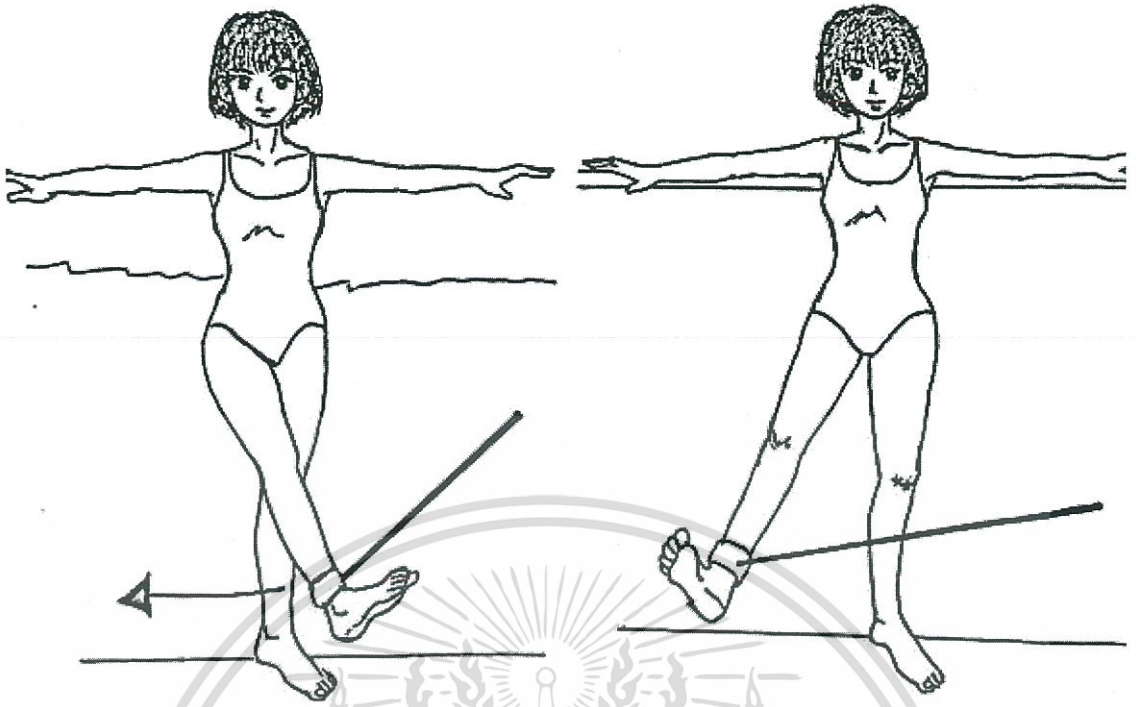


ภาพที่ 2.7 ดึงขามาด้านหน้า ดึงขาขึ้นลงสลับกัน
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530

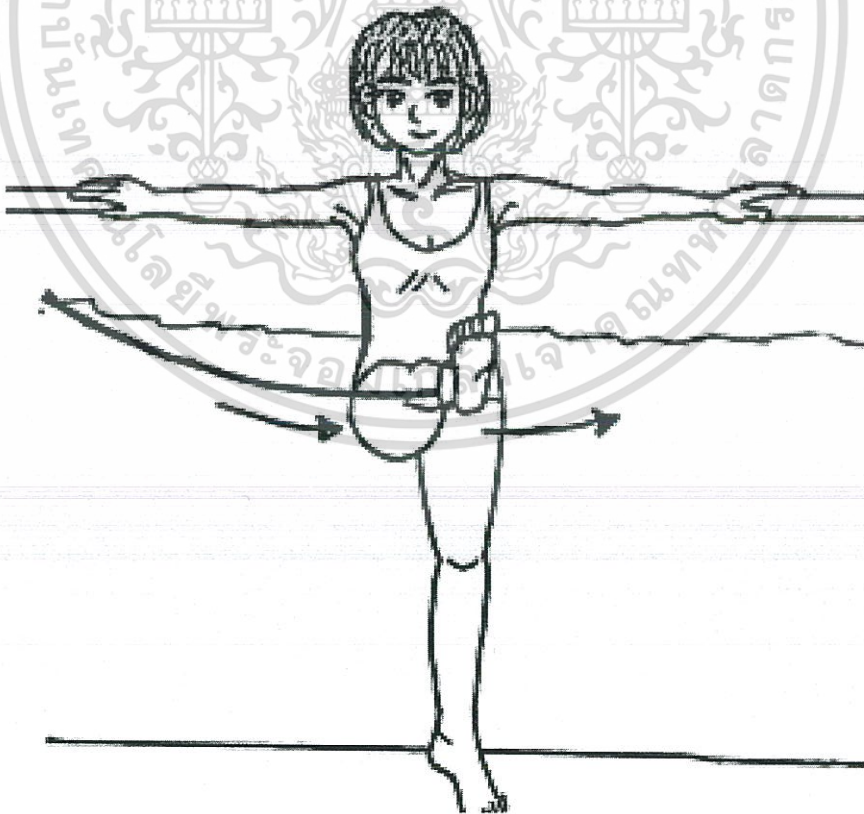


ภาพที่ 2.8 ดึงขากลับ ดึงขาขึ้นลงไปทางด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้กับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

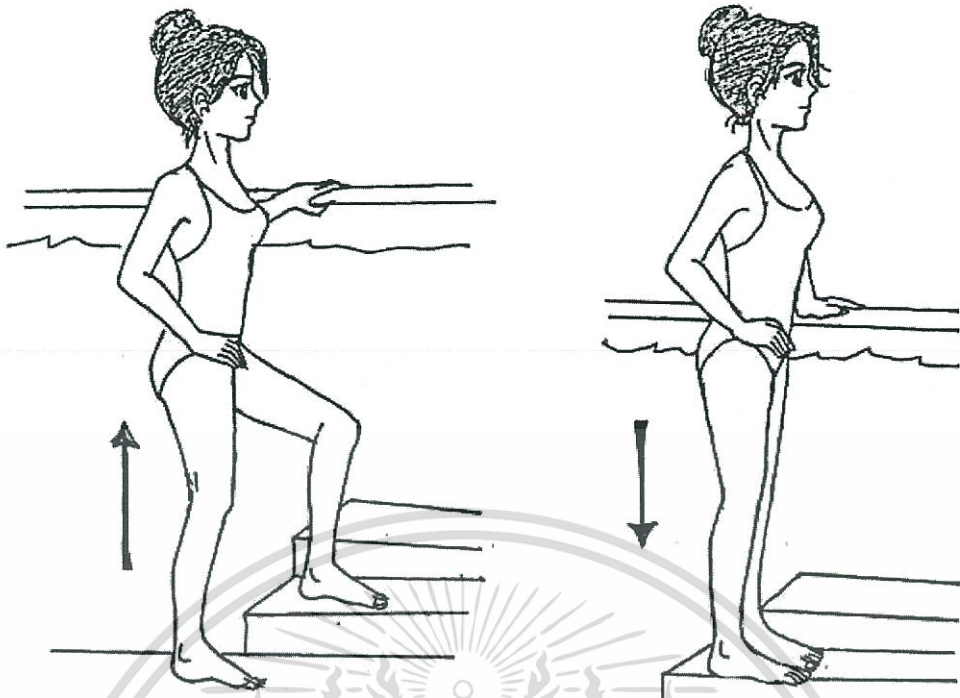


ภาพที่ 2.9 กางขา - หุบขา ไปทางด้านข้างซ้ายสลับขวา
ที่มา : ประภาส โปธิทองสุนันท์. 2530

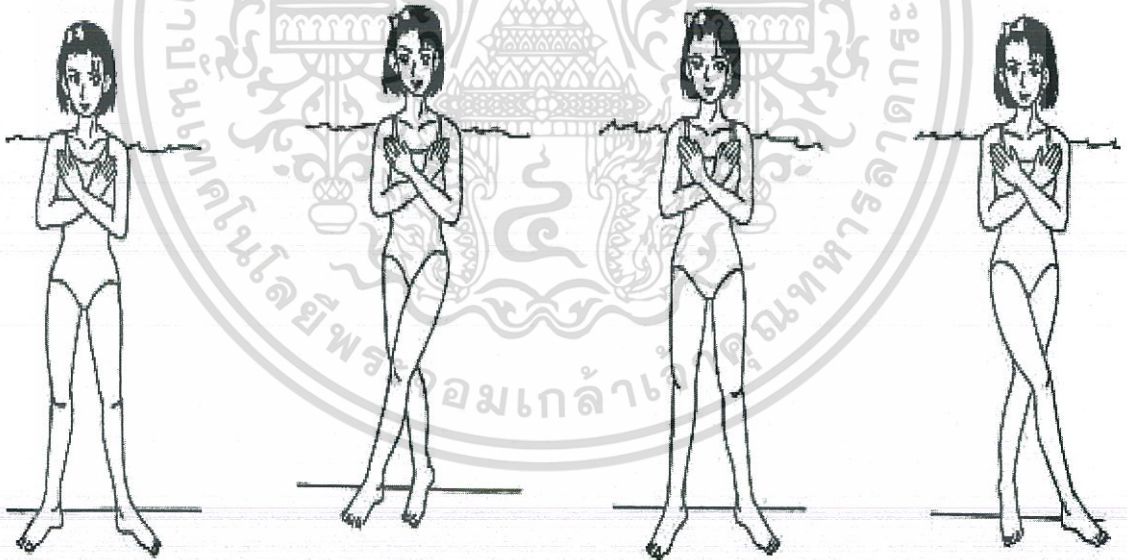


ภาพที่ 2.10 เตะขาขึ้น ลง สลับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

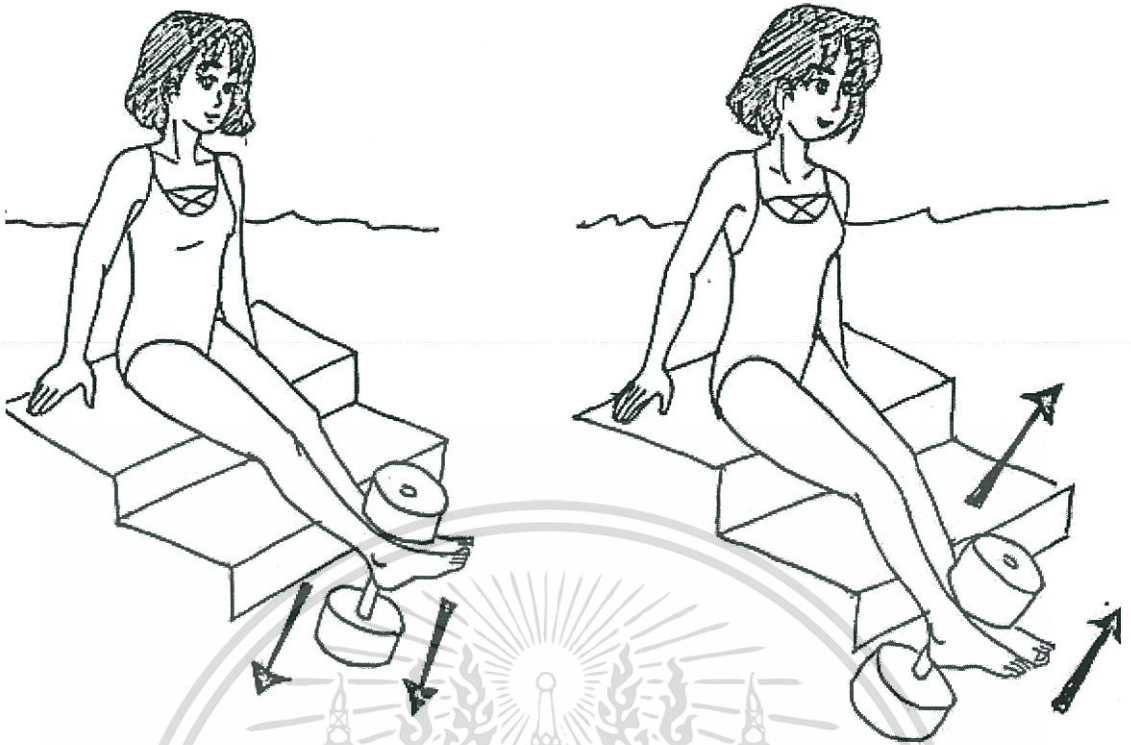


ภาพที่ 2.11 ก้าวขึ้นบันได สลับขาซ้ายขวาขึ้นลงบันได
ที่มา : ประภาส โพร้ทองสุนันท์. 2530

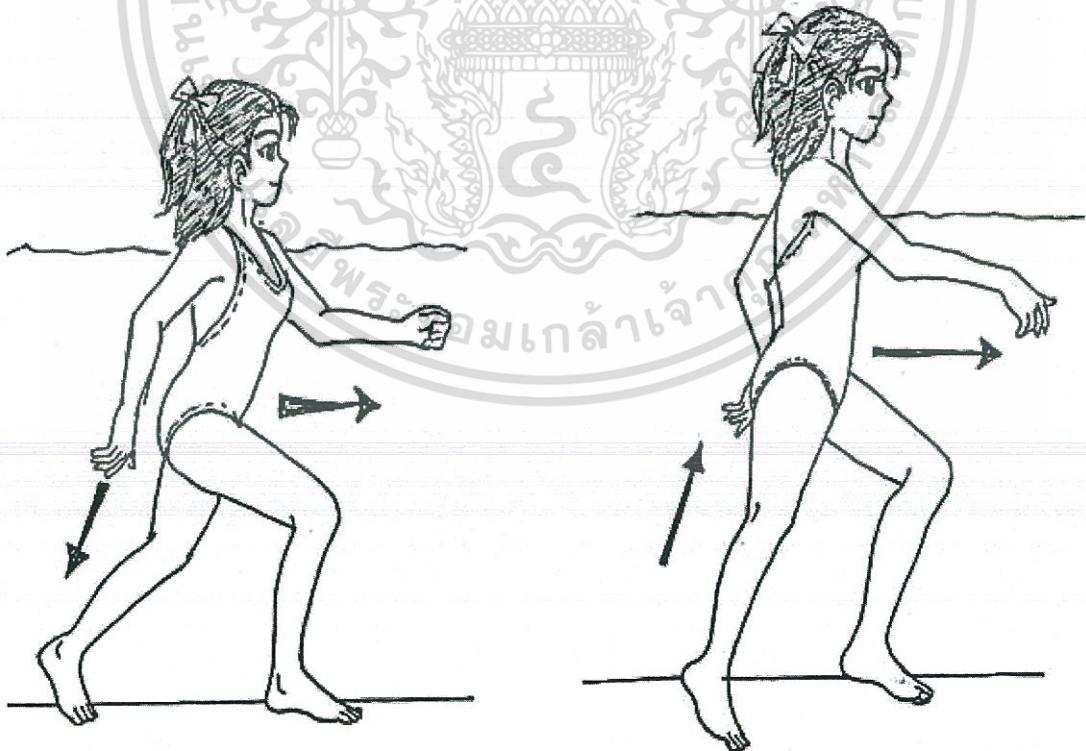


ภาพที่ 2.12 ก้าวสลับขา มือไขว้ที่หน้าอก เท้าไขว้สลับซ้ายขวา
ที่มา : ประภาส โพร้ทองสุนันท์. 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

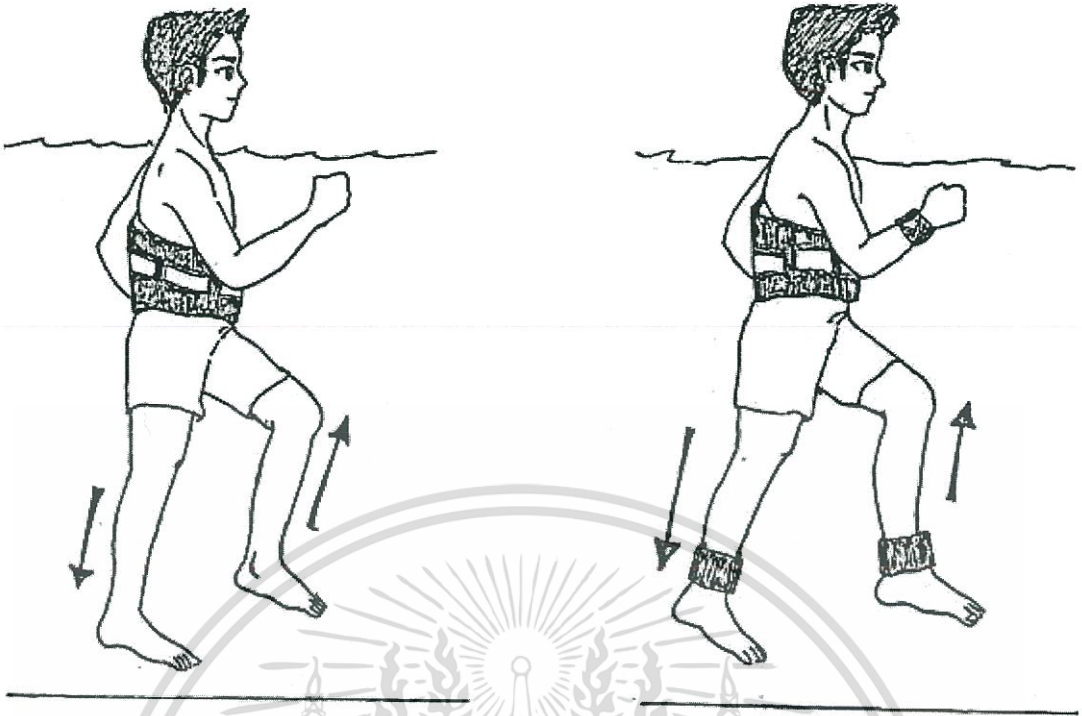


ภาพที่ 2.13 นั่งเตะขาสลับขึ้นลง อย่างช้าๆ
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530

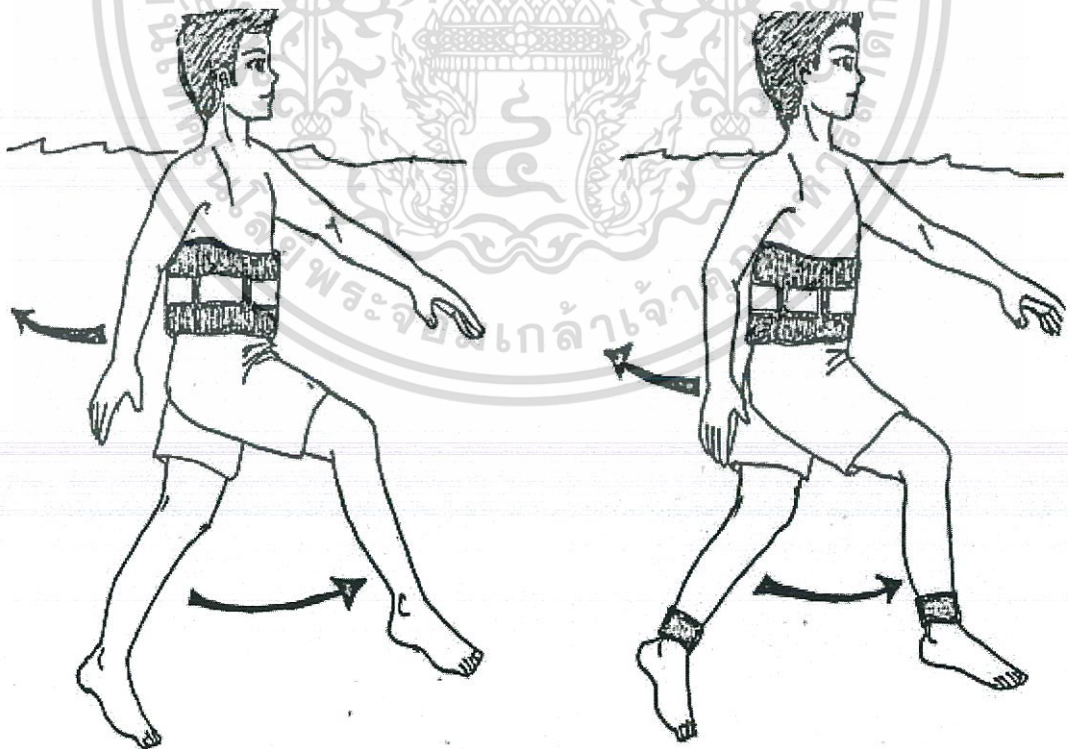


ภาพที่ 2.14 เดินพุ่งตัวไปข้างหน้า โดยย่อขึ้นย่อลงเบาๆ

เอกสารที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530 านเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 วิ่งในระดับน้ำลึก การแกว่งตัวไปข้างหน้าโดยการขยับขา
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530



ภาพที่ 2.16 ก้าวยาว การแกว่งขาไปทางด้านหน้าในน้ำลึก

เอกสารนี้ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530 เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป้าหมายและข้อบ่งชี้ของการออกกำลังกายในน้ำ (Schrepfer, 2002)

- (1) ส่งเสริมการบริหารช่วงการเคลื่อนไหว
- (2) เหมาะสำหรับการเริ่มต้นฝึกบริหารแบบมีแรงต้าน
- (3) ทำให้กิจกรรมที่มีการลงน้ำหนักทำได้สะดวกขึ้น
- (4) เพิ่มระดับความหนักได้โดยจัดตำแหน่งร่างกาย
- (5) จัดให้ผู้ป่วยมีการบริหารทุกทิศทาง
- (6) ส่งเสริมการบริหารระบบหัวใจและหลอดเลือด
- (7) เริ่มต้นทำกิจกรรมทางกายแบบจำลองซึ่งทำได้ง่ายกว่า
- (8) มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บน้อยที่สุด
- (9) ส่งเสริมให้ผู้ป่วยผ่อนคลาย

ตารางที่ 2.3 อัตราค่าบริการสำหรับการเข้ารับบริการในสระธาราบำบัด (อัตราค่าบริการแล้วแต่ชนิดโรคของผู้ป่วยและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการรักษา)

รายการ	อัตราค่าบริการในโรงพยาบาลภาครัฐ	อัตราค่าบริการในโรงพยาบาลภาคเอกชน	หน่วย
การออกกำลังกายในน้ำ	100 – 150 บาท	500 – 1200 บาท	เทคนิค/ครั้ง

ที่มา : ศูนย์กายภาพบำบัด มหาลัยธรรมศาสตร์. 2553, ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ. 2545

จะเห็นได้จากลักษณะโครงสร้างตามธรรมชาติของข้อเข่า ในการทำหน้าที่เป็นข้อต่อสำหรับรองรับน้ำหนักของร่างกายขณะทรงท่าทางและเคลื่อนไหว กลไกการเคลื่อนไหวของข้อเข่าและปัจจัยที่เป็นพื้นฐานทางกายภาพของแต่ละบุคคลทั้งเรื่อง เพศ อายุ ลักษณะรูปร่าง ความหนักของการทำงานในการทำกิจกรรมต่างๆรวมทั้งการประกอบอาชีพ สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อสภาวะข้อเข่าเสื่อมที่มีการเสื่อมสลายของกระดูกอ่อนผิวข้อและความรุนแรงของอาการอันได้แก่ ปวด บวมข้อผิดตึง หากรุนแรงและไม่ได้รับการบำบัดรักษาที่เหมาะสมจะทำให้ข้อเข่าผิดรูป ยึดติดเหยียด งอได้ไม่สุด กล้ามเนื้ออ่อนแรง จนถึงมีความบกพร่องในการทำกิจวัตรประจำวันได้ อันถือเป็นความทุพพลภาพสำหรับผู้ป่วย ปัญหาข้อยึดติดเป็นเรื่องที่สำคัญและส่งผลเสียมากมายต่อผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม ระดับความรุนแรงมีตั้งแต่การจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวในการเหยียด งอ ข้อเข่าเนื่องมาจากความเจ็บปวด บวมภายในข้อและบริเวณรอบๆเนื่องจากการอักเสบ เมื่อนานเข้าจนเรื้อรังข้อเข่าจะยึดติดถาวรทั้งจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในข้อต่อเองและการปรับตัวหดรัดของเนื้อเยื่อโดยรอบ กล้ามเนื้ออ่อนแรงลง จนกระทั่งรบกวนการเคลื่อนไหวในการทำกิจวัตรประจำวันขัดขวางการบริหารกล้ามเนื้อและเห็นความพิการผิดรูปของข้อเข่าชัดเจน แม้ว่าบุคลากรทางการแพทย์จะได้พยายามหาวิธีการในการบำบัดรักษาอาการตั้งแต่ระยะเริ่มต้นก็ตาม แต่ในที่สุดผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมมักไม่ค่อยประสบผลสำเร็จในการออกกำลังกายเพื่อรักษาโรคซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในโรคข้อเข่าเสื่อม สาเหตุนั้นมีทั้งปัจจัยที่ตัวผู้ป่วยเองในเรื่องแรงจูงใจ การรับรู้ประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการออกกำลังกายและปัจจัยภายนอกในเรื่องรูปแบบการออกกำลังกาย ระยะเวลาที่ให้ ความยาก
ง่ายของวิธีการและความเสี่ยงต่อการกระตุ้น

2.6 อุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ

2.6.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกกำลังกาย

ในสังคมของเราตั้งแต่วัยก่อนเรียนเป็นต้นมาเรacunเคยกับการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่
รวดเร็วและเปลี่ยนแปลงมาก เราสนุกไปกับครูที่ร่าเริงและเราชอบที่จะได้เรียนรู้ถึงเครื่องมือต่างๆ
อุปกรณ์นั้นสามารถเป็นประโยชน์ต่อการออกกำลังกายในน้ำและก่อให้เกิดความท้าทายสำหรับนักเรียน
ที่เปื้อหรือมีสุขภาพดีอยู่แล้ว

2.6.1.1 อุปกรณ์

อุปกรณ์ทั้งหมดนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานใดพื้นฐานหนึ่งต่อไปนี้ การลอยตัว น้ำหนักหรือความ
ต้านทาน หากอุปกรณ์ไม่ได้สร้างขึ้นมาเพื่อการบำบัดหรือทำให้คนลอยตัวในน้ำลึกแล้ว มันก็จะสร้าง
ขึ้นมาเพื่อยับยั้งการเคลื่อนไหว (ความต้านทาน) เพิ่มน้ำหนักหรือเพิ่มแรงกดที่จำเป็นต่อการเคลื่อนไหว
(การลอยตัว) ซึ่งเป็นการเพิ่มความหนัก น้ำหนักสามารถเพิ่มแรงอัด สร้างความแข็งแรงและอดทนของ
กล้ามเนื้อ

2.6.1.1.1 อุปกรณ์ลอยตัวนั้นปกติจะลดแรงอัดและเพิ่มความแข็งแรงหรือความอดทนของ
กล้ามเนื้อ

2.6.1.1.2 อุปกรณ์ต้านทานนั้นไม่มีผลต่อแรงอัดแต่จะเพิ่มความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อ

2.6.2 หลักการของอุปกรณ์

2.6.2.1 การลอยตัว อุปกรณ์ลอยตัวที่ติดกับข้อมือหรือถือไว้ในมือนั้น เพิ่มแรงที่แขน
ต้องใช้ในการถืออุปกรณ์ใต้น้ำขนาดของอุปกรณ์ลอยตัวบางอย่าง (Hydro-Fit) นั้นใช้แนวคิด
ของความต้านทานและการลอยตัวเพื่อยับยั้งการเคลื่อนไหว การลอยตัวนั้นเพิ่มปริมาณแรงที่จำเป็น
ต่อการถืออุปกรณ์ไว้ใต้น้ำ และยังเพิ่มความต้านทานเมื่อแขนเคลื่อนไหวอยู่ในน้ำ อุปกรณ์ลอยตัวที่ติด
อยู่กับขาหรือข้อเท้าจะเพิ่มปริมาณแรงที่ขาจำเป็นต้องใช้เพื่อเตะพื้นสระหลังจากเตะหรือเคลื่อนไหว
ในแบบคล้ายๆ กัน อุปกรณ์ลอยติดขา เช่น Hydro-Fit ยังเพิ่มความหนักผ่านความต้านทานเมื่อขาต้อง
เคลื่อนไหวอยู่ในน้ำ

เข็มขัดลอยตัวหรือเสื้อลอยตัว เช่น เข็มขัดโฟม J&B เสื้อ Wet เข็มขัด Hydro-Tone เข็มขัด
Sprint, Rothhammer และ Aqua Jogger นั้นถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อให้ร่างกายลอยตัวในขณะออก
กำลังกายในน้ำลึก หรือเพื่อลดแรงอัดในขณะที่ออกกำลังกายในน้ำตื้น การลอยตัวของเสื้อหรือเข็มขัด
นั้นไม่ใ้ดวงขึ้นเพื่อความหนักแต่เพื่อให้ผู้ออกกำลังกายได้เคลื่อนไหวอย่างอิสระ

2.6.2.2 ความต้านทาน

อุปกรณ์ความต้านทานออกแบบขึ้นเพื่อยับยั้งการเคลื่อนไหวของเอ็นหรือร่างกายในน้ำ
อุปกรณ์ความต้านทานสำหรับร่างกายส่วนบนได้แก่ถุงมือ Frisbees แผ่นฟิสเนส Dynabands และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อวัตถุประสงค์ในการศึกษา ไม่สามารถทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.3 น้ำหนัก

อุปกรณ์ที่มีพื้นฐานแนวคิดเรื่องน้ำหนักนั้นเพิ่มน้ำหนักต่อเอ็นในการเคลื่อนไหวในน้ำ ดังนั้นก็จะเพิ่มความหนักด้วยน้ำหนักข้อมือและข้อเท้า ลูกบอลหนัก เสื้ออึก เข็มขัด และอุปกรณ์น้ำหนักอื่น ๆ ใช้ได้ในน้ำ

การเพิ่มน้ำหนักต่อการออกกำลังกายในน้ำบางครั้งดูเหมือนจะต่อต้านประสิทธิภาพหลาย ๆ คนออกกำลังกายในน้ำเพื่อการลอยตัวและแรงอัดที่ลดลง การเพิ่มน้ำหนักเป็นการเพิ่มแรงโน้มถ่วงและแรงอัด คนที่ออกกำลังกายในน้ำเพื่อแรงอัดที่ลดลงนั้น ไม่ควรใช้อุปกรณ์หนัก คนที่ออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับการเดินในน้ำ หรือโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำแรงอัดต่ำ เช่น การฝึกความแข็งแรงหรือตีกล้ำมเนื้อสามารถใช้อุปกรณ์น้ำหนักได้อย่างอิสระ แรงอัด

2.6.3 อุปกรณ์สำหรับการฝึกออกกำลังกาย (Apparatus for Exercise) สิ่งที่ใช้ในอาคารหรือสระน้ำอาจแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะตามการใช้งานคือ ได้แก่

2.6.3.1 อุปกรณ์ทุ่นลอยหรือวัสดุช่วยลอยตัว วัสดุที่ใช้ทำมักเป็นพลาสติก โฟมหรือแผ่นยางที่รู้จักกันดีคือห่วงยางชูชีพ แผ่นโฟม สำหรับเกาะว่ายน้ำ ท่วงรัดแขนหรือขาห่วงคอเป็นห่วงยาง รูปครึ่งวงกลมอาจใช้ในการพยุงศีรษะของผู้ป่วยให้ลอยอยู่ได้ห่วงยางที่ใช้ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 300-600 มิลลิเมตร และสามารถใช้กับลำตัวและแขนขาได้ เส้นผ่าศูนย์กลาง 120, 180, 240 มิลลิเมตร มีประโยชน์สำหรับการออกกำลังกายเพิ่มความคืบหน้า (Progressive exercises)

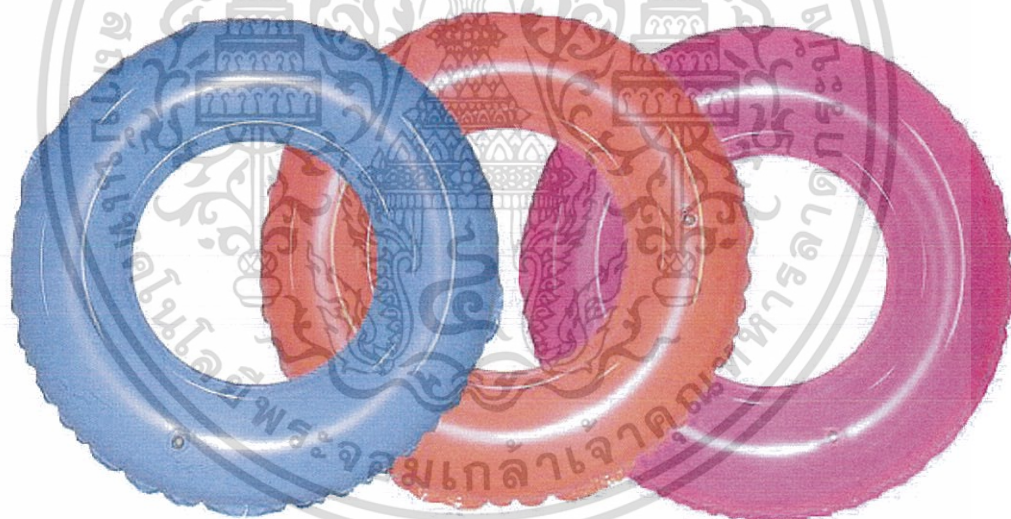
2.6.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกบริหารกาย การฝึกออกกำลังกายหรือบริหารกายในน้ำตามหลักกายภาพบำบัด นอกเหนือจากการใช้วัสดุอุปกรณ์ทุ่นลอยในการช่วยพยุงตัวแล้ว ยังสามารถใช้วัสดุเหล่านี้เป็นตัวต้านทานการเคลื่อนที่ในน้ำหรือช่วยปรับปรุงให้ดีและง่ายขึ้นโดยวิธีการจัดทำทางและตำแหน่ง นอกจากนี้ยังมีเก้าอี้เตี้ยใช้น้ำ ที่รองพยุงศีรษะ รองเท้าถ่วงน้ำหนัก อุปกรณ์หรือของเล่นต่างๆ ที่ใช้ในการฝึกนั้นทนทานการ อาทิเช่นขวดพลาสติก ลูกบอล ของเล่นลอยน้ำ สามารถถูกเลือกนำมาใช้ตามความเหมาะสมเพื่อการกระตุ้นระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อที่ควบคุมการเคลื่อนไหว

2.6.3.3 อุปกรณ์ในการว่ายน้ำ ผู้ที่ผ่านการฝึกฝนเป็นอย่างดี มีความคืบหน้ามากขึ้น จะถูกฝึกสอนวิธีการว่ายน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้คือ แวนตากันน้ำ หน้ากากดำน้ำ โฟมเตะขา ตีนกบ เป็นต้น

อุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวไม่ว่าจะใช้ในการฝึกบริหารหรือการเล่นเกมส์นั้นทนทานการในน้ำนั้น จะต้องเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นการรับรู้และการทำงานตอบสนองของผู้ป่วยได้ รวมทั้งเสริมสร้างในด้านความรู้แก่ผู้ใช้ โดยอาศัยรูปร่างสัณฐาน ลักษณะ สี เสียง เป็นสิ่งกระตุ้น ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม



ภาพที่ 2.17 ห่วงยางรองคอ ทำจากวัสดุลอยน้ำ
ที่มา : ประภาส โปธิทองสุนันท. 2530

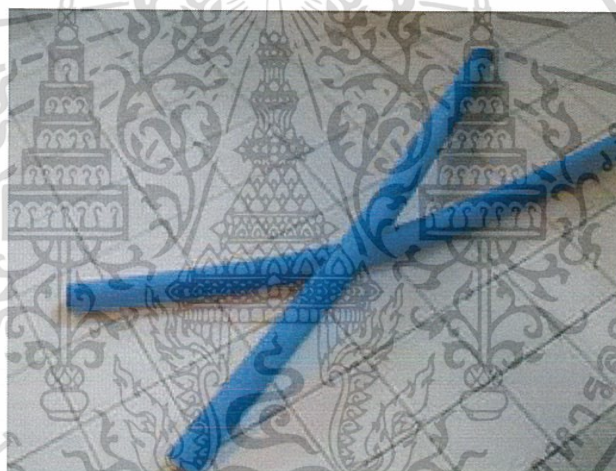


ภาพที่ 2.18 ห่วงยางที่เอว ใช้พองตัวในน้ำ
ที่มา : ประภาส โปธิทองสุนันท. 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

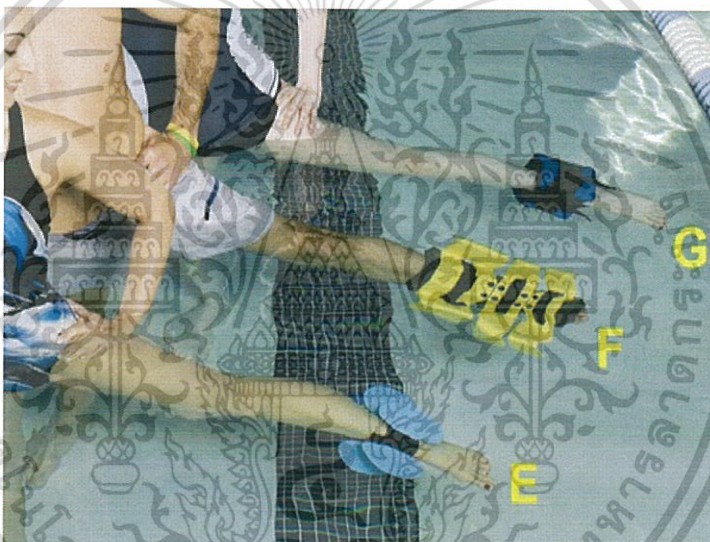


ภาพที่ 2.19 แผ่นโฟมคาดเอว (Aqua Jogger) ทำจาก
วัสดุลอยน้ำ ซึ่งสามารถช่วยพยุงตัวในน้ำ
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530



ภาพที่ 2.20 Noodles หรือ Doodle เป็นเส้นโฟมทรงกลม
ท่อนยาวสำหรับพยุงลอยตัว
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



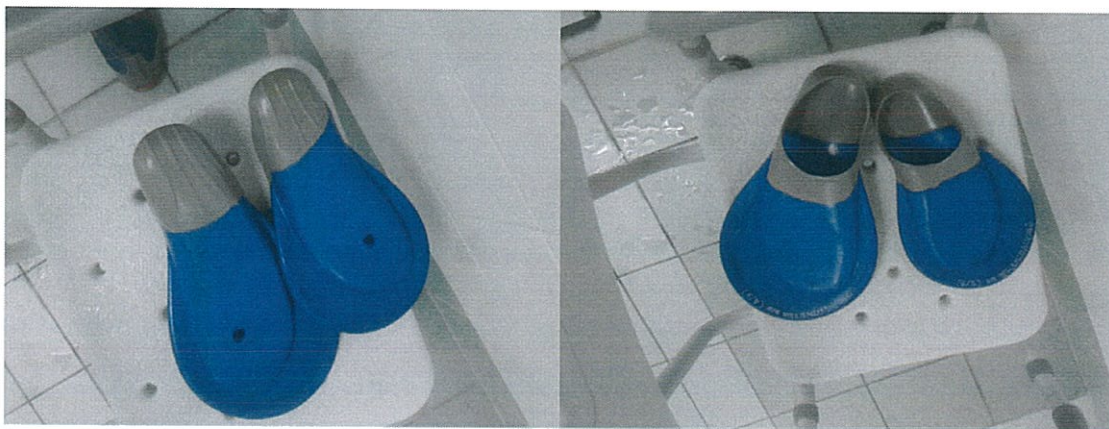
ภาพที่ 2.21 ฟันโฟมเท้า (Hydro boots) ใช้สวมที่เท้าในการ
บริเวณส่วนขา อาจนำมาสวมที่มือได้เช่นกันเพิ่มความ
แข็งแรงกล้ามเนื้อขาและการทรงตัว

ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530



ภาพที่ 2.22 แผ่นพลาสติกมือ ใช้สำหรับติดที่ฝ่ามือ
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.23 ครีบท้ำ

ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (ถ่ายเมื่อ วันที่ 13 มกราคม 2558)



ภาพที่ 2.24 อุปกรณ์ช่วยพยุงตัว

ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (ถ่ายเมื่อ วันที่ 13 มกราคม 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.25 ต้มเบล ซึ่งมีหลายขนาดและหลากหลายรูปร่างโดยขนาดใหญ่นั้นจะมีแรงต้านที่มากกว่าขนาดเล็ก

ที่มา : ทิพาพร อธิวัตรกุล (ถ่ายเมื่อ วันที่ 13 มกราคม 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ทฤษฎีและหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบ (Design) การออกแบบมีมานานเพราะมนุษย์รู้จักการพัฒนาเพื่อให้เกิดความอยู่รอดของตัวเอง ในวิถีชีวิตของมนุษย์ในอดีตส่วนใหญ่จะใช้ความสามารถทางด้านกล้ามเนื้อ กำลัง มากกว่าการใช้สมองคิด โดยใช้พละกำลังเอาชนะธรรมชาติเพื่อความอยู่รอด แต่มนุษย์มีความคิดและรู้จักสังเกตและปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติและความต้องการ ตลอดจนข้อจำกัดของการดำรงชีวิต

ศิริพงศ์ พะยอมแย้ม (2537 : 22) กล่าวว่า การออกแบบย่อหมายถึง กระบวนการทางความคิดในอันที่จะวางแผนการรวบรวมองค์ประกอบทั้งหลายเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ

วิรุณ ตั้งเจริญ (2539 : 20) กล่าวว่า การออกแบบ คือ การวางแผนสร้างสรรค์รูปแบบโดยการวางแผนจัดส่วนประกอบของการออกแบบให้สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย วัสดุ และการผลิตสิ่งของที่ต้องการนั้น

อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2540 : 21) กล่าวว่า การออกแบบ คือ การรวบรวมหรือการจัดองค์ประกอบทั้งที่เป็นงาน 2 มิติ และ 3 มิติ เข้าด้วยกันอย่างมีหลักเกณฑ์ ในการนำองค์ประกอบของการออกแบบมาจัดรวมกัน ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงผลประโยชน์ใช้สอยความงามอันเป็นลักษณะสำคัญที่พึงมีของการออกแบบ การออกแบบเป็นศิลปะของมนุษย์ เนื่องจากการสร้างค่านิยมทางความงาม และตอบสนองการใช้ประโยชน์ใช้สอยที่คุ้มค่าให้แก่ผู้ใช้

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ การจินตนาการที่ก้าวกระโดดจากความจริงในปัจจุบันสู่ความเป็นไปได้ในอนาคต การออกแบบผลิตภัณฑ์จึงเป็นการวิเคราะห์ศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ผลงานด้านผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดการใช้งานตามความต้องการของผู้บริโภคและต้องเป็นประโยชน์ที่คุ้มกับการลงทุน ตลอดจนไม่มีผลกระทบจากการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.7.1 ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระบวนการวิเคราะห์ (Design Analysis) หมายความว่า ขั้นตอนในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ เพื่อหาการศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ , กลไกผลิตภัณฑ์ , การใช้งานผลิตภัณฑ์ , ขั้นตอนการใช้งานผลิตภัณฑ์ ฯลฯ ซึ่งในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์นี้เป็นขั้นตอนแรกเริ่มที่จะทำการสรุปถึงปัญหาของตัวผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่จะทำการพัฒนารูปแบบซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จะทำการศึกษาถึงสภาพปัญหาของผลิตภัณฑ์เก่าโดยนักออกแบบทำการสังเกต จากนั้นจึงหาวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆที่พบในขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ด้วยวิธีการต่างๆแล้วนำเสนอเป็นขั้นตอนการแก้ไขปัญหานั้นแต่ละด้านจนครบตามจำนวนปัญหาที่ผู้ออกแบบพบและสังเกตได้จากนั้นทำการออกแบบแก้ไขปัญหานั้นทั้งหมด จึงเริ่มเข้าสู่กระบวนการระดมความคิดเพื่อพัฒนาแบบ (Design Development) ดังนั้นการได้มาซึ่งขั้นตอนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จะต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาเสียก่อนจึงจะเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์องค์รวมทั้งหมดได้ สามารถแบ่งแนวทางสาขารับการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เพื่อการแก้ปัญหาได้ดังนี้

2.7.1.1 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เดิม SWOT Analysis เป็นกระบวนการที่เน้นการวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบและใช้สำหรับการตัดสินใจเลือกทางเลือกหนึ่ง โดยใช้การพิจารณาจากการวิเคราะห์ปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาแบบ ซึ่ง SWOT นั้นจะสามารถแยกออกเป็นรายชื่อแนวคิดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S : Strengths (จุดแข็ง) คือ จุดดีหรือจุดที่แข็งของผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างและได้เปรียบในรูปแบบต่างๆเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ข้างเคียง ซึ่งโดยมากจะเป็นข้อที่มีความเด่นชัด

ในเรื่องตอบสนองปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อชิ้นงานผลิตภัณฑ์นั้น เช่น ตัวผลิตภัณฑ์มีความสวยงามและมีความแข็งแรง, ตัวผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการใช้งาน, ตัวผลิตภัณฑ์สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานได้หลากหลาย ฯลฯ

W : Weakness (จุดอ่อน) คือ ลักษณะของจุดอ่อนหรือจุดที่มีความด้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่เปรียบเทียบ เป็นการมองในมุมของบุคคลผู้ใช้งาน (ผู้บริโภค) ว่าเมื่อผู้ออกแบบเป็นผู้บริโภคแล้วใช้งานผลิตภัณฑ์นั้นได้รับผลกระทบอย่างไรและมีสิ่งใดที่คิดว่าไม่เหมาะสมและเสียเปรียบผลิตภัณฑ์ข้างเคียงหรืออ่อนด้อยกว่า เช่น ผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็กไม่เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคที่สูงอายุ ,ผลิตภัณฑ์ที่ใช้มีสีสันทันที่ไม่สบายตาและไม่เหมาะสมใช้งานในห้องนอน ฯลฯ

O : Opportunity (โอกาส) คือ ลักษณะของสิ่งคาดว่าผลิตภัณฑ์มีโอกาสกับสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตโดยอ้างอิงจากระแสหรือแนวโน้มแต่เป็นสิ่งที่คาดว่าจะมีโอกาสจะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ และเป็นลักษณะของโอกาสที่จะส่งเสริมให้กับผลิตภัณฑ์นั้นๆประสบความสำเร็จเช่น มีโอกาสในการพัฒนาและขยายตัวของตลาดได้สูงในอนาคต , มีตัวแทนผู้จำหน่ายจำนวนมาก , มีผู้บริโภคที่คาดว่าจะขยายตัวในอนาคต ฯลฯ

T : Threats (อุปสรรคและความเสี่ยง) คือ เป็นปัจจัยที่อาจจะส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาให้ไม่ประสบความสำเร็จในด้านต่างๆ หรือไม่สามารถบรรลุตามข้อวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ตั้งแต่ต้นได้ เช่น ภาวะการณ์ของสภาพเศรษฐกิจโลกที่ปรับเปลี่ยนตลอด , ภาวะความน่าเชื่อถือของผู้ผลิต , ราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ , กระบวนการผลิตที่ต้องพึ่งพาแรงงานมนุษย์จำนวนมากซึ่งควบคุมได้ยากลำบาก

การวิเคราะห์ SWOT นั้นจะต้องอาศัยประสบการณ์จากข้อมูลทางด้านต่างๆในตัวผู้ออกแบบเข้ามาร่วมเป็นอย่างมาก เนื่องจากการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส ความเสี่ยง นั้นผู้ออกแบบจะเป็นการประมวลผลจากประสบการณ์โดยตรงของผู้วิเคราะห์ หากผู้ออกแบบมีประสบการณ์ไม่มากจะส่งผลต่อการประมวลผลการออกแบบในภาพรวมผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบจะมีความผิดพลาดไม่ตอบสนองความต้องการ

2.7.1.2 การออกแบบในช่วงการปฏิวัติทางอุตสาหกรรม (Design Between Industrial Revolution Periods)

สมัยของการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมนั้นเริ่มมาตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 17 เป็นต้นมา มีการคิดค้นเครื่องมือ เครื่องจักรกลและความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่างๆ ที่เอื้ออำนวยความสะดวกแก่ระบบอุตสาหกรรมเป็นอันมาก ตลอดเวลาระหว่างศตวรรษที่ 17-18 นี้เอง นักออกแบบได้หันมานิยมเครื่องจักรกลมาช่วยในการออกแบบเป็นจำนวนมาก ดังนี้

- (1) ความต้องการในการผลิตมีมาก
- (2) การเปลี่ยนแนวความคิด และทัศนคติของประชาชนผู้ใช้ผลิตผลของการออกแบบเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ความเจริญทางเทคโนโลยีด้านเครื่องจักรกลและความสามารถดัดแปลง เครื่องจักรกลของมนุษย์ เพื่อการใช้งานด้านการออกแบบมีมากขึ้น

(4) การสร้างผลงานทางการออกแบบ มุ่งเน้นที่จะสนองความต้องการของ สังคมความก้าวหน้าทางด้านวัสดุมีมากขึ้น

2.7.1.3 หลักการออกแบบอุตสาหกรรมการออกแบบทั่วไป โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบต้องพิจารณาด้านต่างๆ ดังนี้ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2540 : 10-12)

(1) หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย

(2) ความปลอดภัย (Safety) ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วย

(3) ความแข็งแรง ทนทาน (Durability) ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

(4) ความประหยัด (Economic) จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานโดยที่ราคาไม่แพง

(5) วัสดุ (Material) ต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานมีความทนทานและประหยัด

(6) โครงสร้าง (Construction) วิธีการทำโครงสร้างควรทำให้เหมาะสมกับงานมีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม

(7) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน ขนาดความสูง

(8) ความสวยงาม (Aesthetic) เมื่อมันมีรูปร่างและขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ขนาดความสูง กว้าง ยาว

(9) มีลักษณะเฉพาะ (Personality) นักออกแบบที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระเพื่อจะได้แสดงว่า นักออกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง

(10) กรรมวิธีการผลิต (Production) เมื่อทำการออกแบบแล้ว สามารถจะทำการผลิตได้ง่าย

(11) การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance) เมื่อนำไปใช้งานได้รับความเสียหาย ความสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย

(12) การขนส่ง (Transportation) นักออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ค่าขนส่ง ต้องบรรจุหีบห่ออย่างไรที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย

2.7.1.4 กระบวนการใช้งานมโนทัศน์เพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์

การใช้มโนทัศน์เพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์นั้นถือว่ามีความจำเป็นกับนักศึกษาและผู้สนใจทางด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างมากเนื่องจากการคิดแก้ปัญหาเบื้องต้นด้วยจินตนาการที่มีขอบเขต นั่นคือ “มโนทัศน์” ในการแก้ปัญหาด้วยข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่ในตนเองเสียก่อน จากนั้นจึงมีการคิดอย่างเป็นระบบในการกำหนดองค์ประกอบของข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมจึงทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาข้อมูลตามองค์ประกอบที่กำหนดอย่างถี่ถ้วนจากนั้นผู้ศึกษาจะทำการประมวลผลเบื้องต้นพร้อมข้อมูลที่ได้รับ ด้วยวิธีการต่างๆตามที่ผู้ศึกษาต้องการนำมาประยุกต์ใช้งานในทางการออกแบบผลิตภัณฑ์

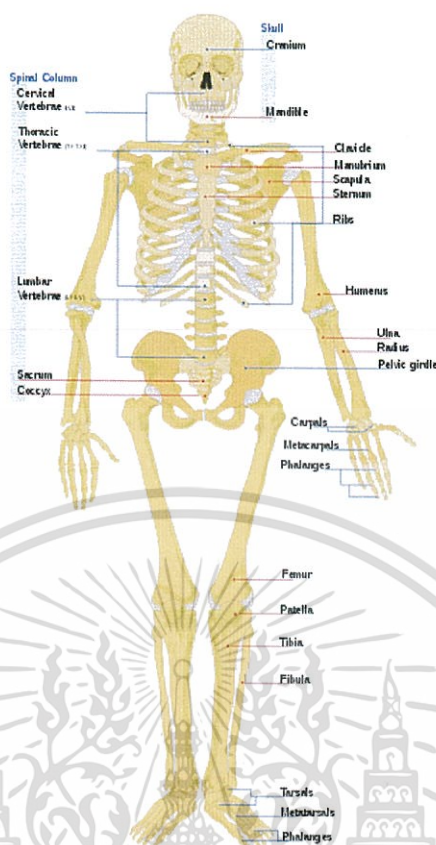
2.8 การยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกล

มีจุดประสงค์หลักที่จะศึกษาเกี่ยวกับระบบโครงสร้างร่างกายมนุษย์ ขนาดสัดส่วนมาตรฐาน การทำงานของกระดูกและกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหวลักษณะและข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวร่างกายมนุษย์ ความสัมพันธ์ในการมองเห็นและได้ยิน จิตวิทยาการรับรู้ ความปลอดภัย และสาเหตุที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการทำงานมนุษย์ การยศาสตร์ให้ความสำคัญในเรื่องพฤติกรรมของมนุษย์ และปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ ที่มีต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ การใช้เครื่องมืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก และสิ่งแวดล้อมตลอดจนกระบวนการที่มนุษย์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือสมรรถนะให้กับการทำงานตามที่กำหนด ลดข้อผิดพลาด ลดความเครียด ลดความเมื่อยล้า เพิ่มความปลอดภัย และความพึงพอใจในการทำงานของมนุษย์ เป็นต้น

2.8.1 ระบบโครงกระดูก (The Skeletal System)

2.8.1.1 ระบบกระดูกของมนุษย์ทำหน้าที่พยุงและป้องกันอวัยวะภายในของร่างกายตลอดจนเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อประกอบด้วยโครงกระดูกมากกว่า 200 ชิ้น จำนวนกระดูกแยกได้ ดังนี้

- (1) กะโหลกศีรษะ (Cranium) 8 ชิ้น
- (2) กระดูกหน้า (Face) 14 ชิ้น
- (3) กระดูกหู (Ear) 6 ชิ้น : กระดูกโคนลิ้น (Hyoid bone) 1 ชิ้น
- (4) กระดูกสันหลัง 26 ชิ้น
- (5) กระดูกหน้าอก (Sternum) 1 ชิ้น
- (6) กระดูกซี่โครง (Ribs) 24 ชิ้น
- (7) กระดูกแขน (Upper extremities) 64 ชิ้น
- (8) กระดูกขา (Lower extremities) 62 ชิ้น



ภาพที่ 2.26 โครงกระดูก

ที่มา : Human skeleton. 2007

2.8.1.2 กระดูกของคนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.8.1.2.1 กระดูกแกน (Axial Skeleton) หมายถึง กระดูกที่อยู่บริเวณกลางๆ ของร่างกายมีจำนวน 80 ชิ้น ประกอบด้วย กระดูกกะโหลกศีรษะ (Skull) กระดูกสันหลัง (Vertebra) กระดูกซี่โครง (Ribe)

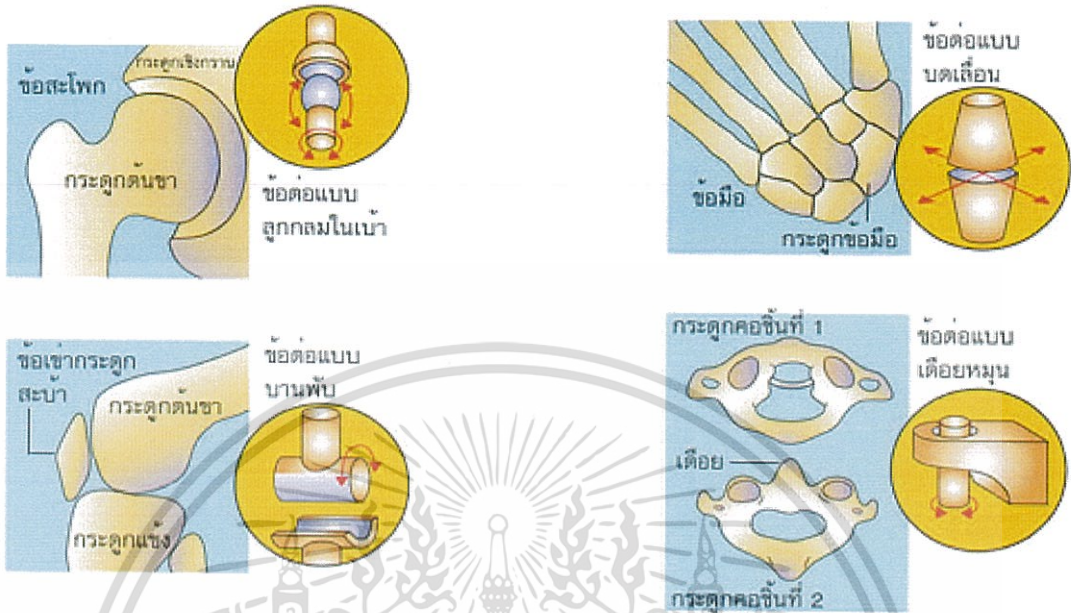
2.8.1.2.2 กระดูกแขนง (Appendicular Skeleton) หมายถึงโครงกระดูกที่อยู่รอบนอกกระดูกแกนซึ่งช่วยในการเคลื่อนไหวของแขน ขา โดยตรง รวมทั้งกระดูกสะบักและกระดูกเชิงกรานที่เป็นฐานรองกระดูกแขนและกระดูกขากระดูกแขนเริ่มแต่บริเวณไหล่ มีกระดูกสะบักและกระดูกไหปลาร้าทำหน้าที่เป็นฐานรองแขน เชื่อมโยงระหว่างกระดูกสันหลังด้านบนของลำตัวกับกระดูกต้นแขนกระดูกขาเริ่มตั้งแต่บริเวณเชิงกรานที่ต่อกับกระดูกต้นขา และจากกระดูกต้นขา มีสะบ้าหัวเข่าที่ฝังอยู่ในเอ็นของกล้ามเนื้อและต่อกับกระดูกเข้ง

ข้อต่อและเอ็นเชื่อมกระดูก

ข้อต่อเกิดจากกระดูกตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไปที่อยู่ใกล้กันมาเชื่อมต่อกันโดยมีเอ็นลากล้ามเนื้อช่วยยึดเสริมความแข็งแรง ทำให้มีความยืดหยุ่นในการเคลื่อนไหวได้สะดวกขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของข้อต่อ



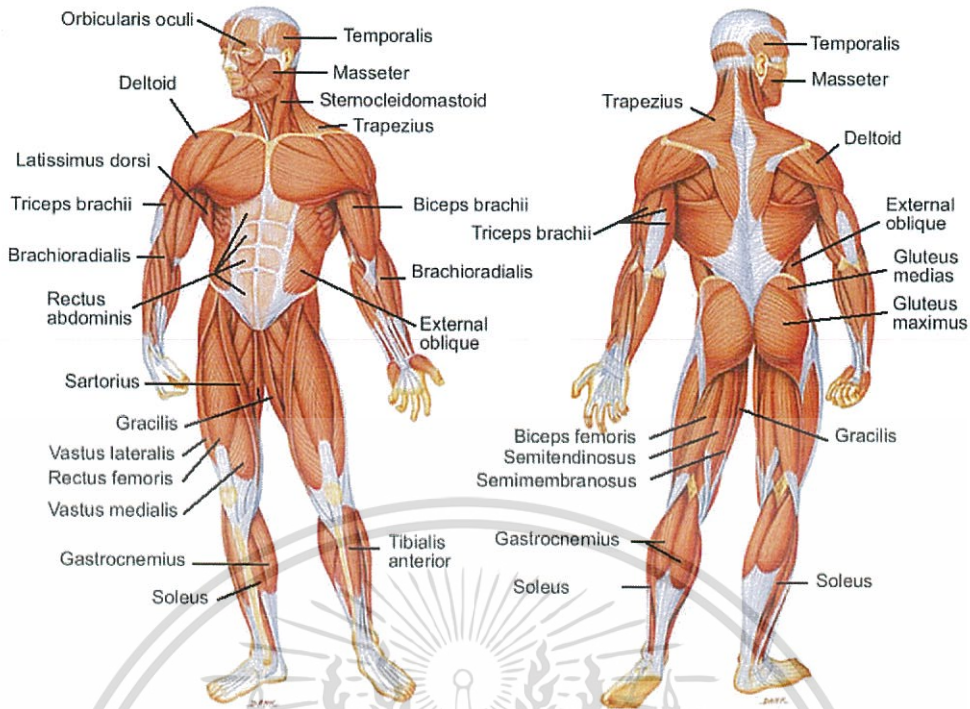
ภาพที่ 2.27 ชนิดข้อต่อ

ที่มา : ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์ และ ญัฐภัสสร เหล่าเนตร์. 2554 : 85-87

2.8.2 ระบบกล้ามเนื้อ (Muscle)

2.8.2.1 กล้ามเนื้อ (Muscle) เป็นเนื้อเยื่อที่หดตัวได้ในร่างกาย เปลี่ยนแปลงมาจากเมโซเดิร์ม (mesoderm) ของชั้นเนื้อเยื่อในตัวอ่อน และเป็นระบบหนึ่งของร่างกายที่สำคัญต่อการเคลื่อนไหวทั้งหมดของร่างกาย แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ กล้ามเนื้อโครงร่าง (skeletal muscle) กล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle) และกล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle)

กล้ามเนื้อทำหน้าที่หดตัวเพื่อให้เกิดแรงและทำให้เกิดการเคลื่อนที่ (motion) รวมถึงการเคลื่อนที่และการหดตัวของอวัยวะภายใน กล้ามเนื้อจำนวนมากหดตัวได้นอกอำนาจจิตใจ และจำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น การบีบตัวของหัวใจ หรือการบีบรัด (peristalsis) ทำให้เกิดการผลักดันอาหารเข้าไปภายในทางเดินอาหาร การหดตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจมีประโยชน์ในการเคลื่อนที่ของร่างกาย และสามารถควบคุมการหดตัวได้ เช่นการกลอกตา หรือการหดตัวของกล้ามเนื้อควอดริเซ็บ (quadriceps muscle) ที่ต้นขา



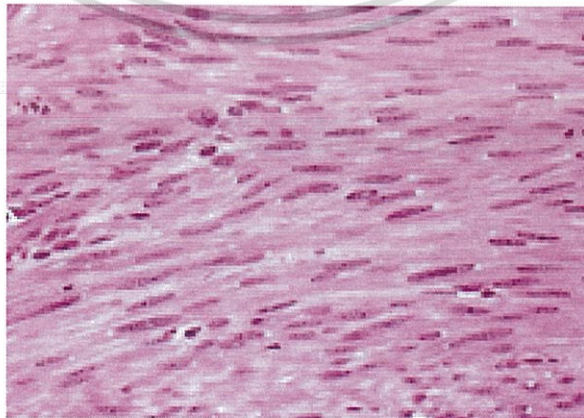
ภาพที่ 2.28 กล้ามเนื้อ

ที่มา : Human skeleton. 2007

2.8.2.2 ประเภทของกล้ามเนื้อ

2.8.2.2.1 กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth Muscle)

พบได้ที่อวัยวะภายในของร่างกาย และเป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานอยู่ตลอดเวลา กล้ามเนื้อแบบนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า กล้ามเนื้อนอกอำนาจจิตใจ (Involuntary Muscle) เพราะเราไม่สามารถควบคุมกล้ามเนื้อชนิดนี้ได้ สมองและร่างกายจะสั่งให้กล้ามเนื้อเรียบทำงานด้วยตัวของมันเอง เช่น ในกระเพาะ (Stomach) และระบบการย่อยอาหาร (Digestive System) กล้ามเนื้อเหล่านี้จะหดตัวแน่นขึ้นและขยายตัวออก เพื่อให้อาหารเดินทางไปตามระบบย่อยอาหารส่วนอื่นๆของร่างกายได้



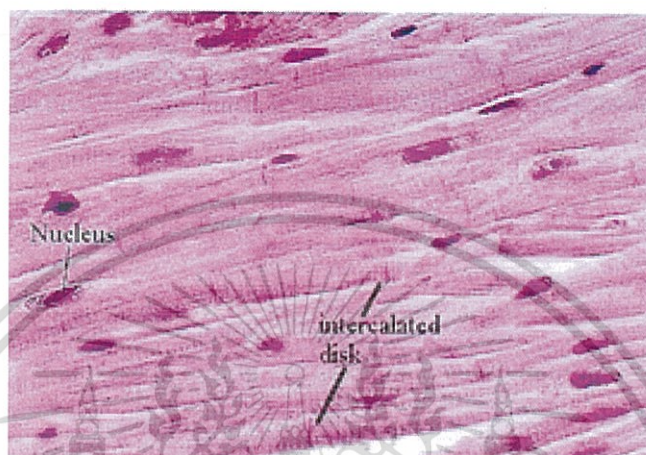
ภาพที่ 2.29 กล้ามเนื้อเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา : Human skeleton. 2007

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.2.2 กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac Muscle)

กล้ามเนื้อที่ประกอบขึ้นเป็นหัวใจมีชื่อเรียกว่ากล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อชนิดนี้เป็นกล้ามเนื้อนอกอำนาจจิตใจเหมือนกับกล้ามเนื้อเรียบ ทำให้เกิดการเต้นของหัวใจ (Heart Beat) อยู่ตลอดเวลา กล้ามเนื้อหัวใจจะบีบตัว (Contract) เพื่อดันเลือดส่งออกไปยังส่วนต่างๆของร่างกาย และคลายตัว (Relax) เพื่อให้เลือดไหลกลับเข้ามาสู่หัวใจหลังจากที่ไหลวนไปสู่ส่วนอื่นๆของร่างกายแล้ว



ภาพที่ 2.30 กล้ามเนื้อหัวใจ
ที่มา : Human skeleton. 2007

2.8.2.2.2 กล้ามเนื้อลาย (Skeletal Muscle)

กล้ามเนื้อลายเป็นกล้ามเนื้อภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary Muscle) ชนิดเดียวในร่างกาย กล้ามเนื้อลายเป็นกล้ามเนื้อที่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อชนิดนี้ได้ กล้ามเนื้อลายจะห่อหุ้มโครงกระดูกของเราไว้ และทั้งสองอย่างจะทำงานร่วมกัน ทำให้ร่างกายสามารถทำงาน กล้ามเนื้อลายมีรูปร่างและขนาดที่หลากหลาย จึงทำงานได้หลากหลายรูปแบบ

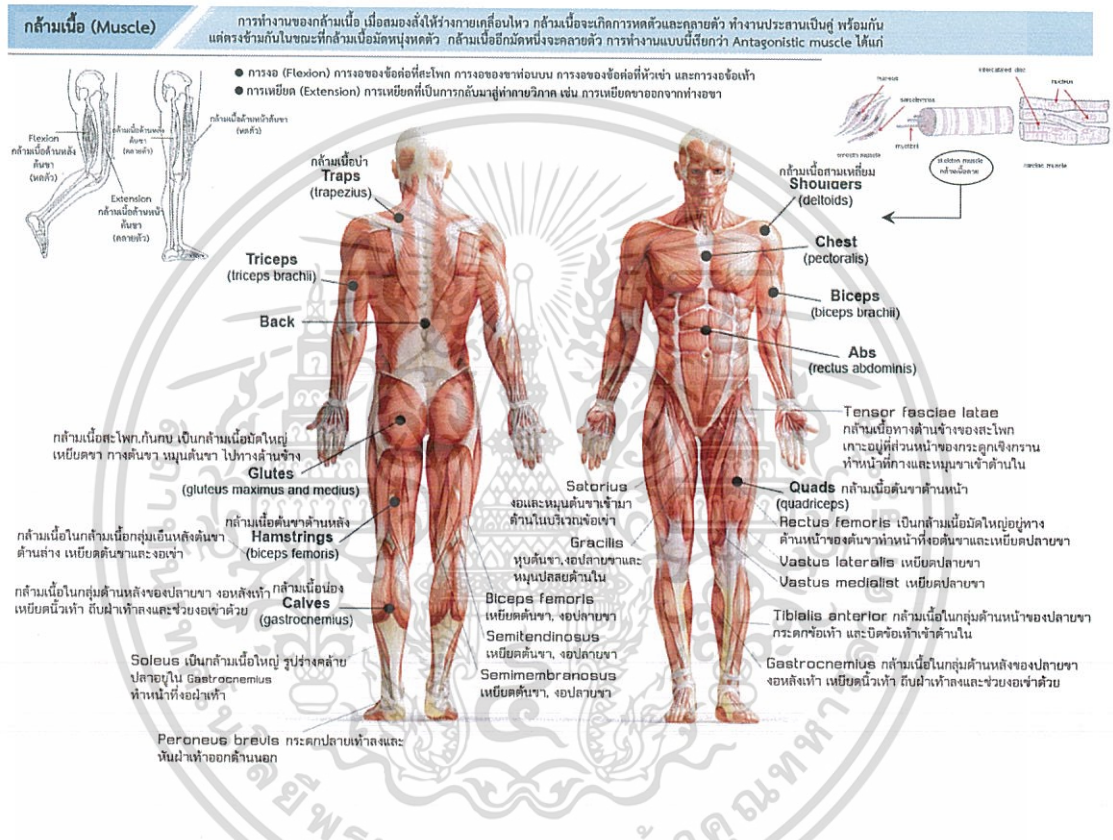


ภาพที่ 2.31 กล้ามเนื้อลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.3 การทำงานของกล้ามเนื้อ

เมื่อสมองสั่งให้ร่างกายเคลื่อนไหว กล้ามเนื้อจะเกิดการหดตัวและคลายตัว ทำงานประสานเป็นคู่ๆ ร่วมกัน แต่ตรงข้ามกัน ในขณะที่กล้ามเนื้อมัดหนึ่งหดตัว กล้ามเนื้ออีกมัดหนึ่งจะคลายตัว การทำงานของกล้ามเนื้อในลักษณะนี้ เรียกว่า Antagonistic muscle เมื่อกล้ามเนื้อไบเซพหรือ Flexors คลายตัว กล้ามเนื้อไตรเซพหรือ Extensors จะหดตัว ทำให้แขนเหยียดออก ส่วนเมื่อกล้ามเนื้อไบเซพหรือ Flexors หดตัว กล้ามเนื้อไตรเซพหรือ Extensors จะคลายตัว ทำให้แขนงอเข้ากล้ามเนื้อส่วนสะโพกและขา (Muscle of the lower limb)



ภาพที่ 2.32 การทำงานของกล้ามเนื้อ
ที่มา : ทิพาพร อิทธิวรกุล

2.8.2.3.1 กล้ามเนื้อส่วนสะโพกและก้นกบ

- (1) Gluteus maximus เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ และหน้าที่สุดของส่วนสะโพก มีจุดเกาะที่ Ilium และ Sacrum ของกระดูกเชิงกราน แล้วไปเกาะยังกระดูกต้นขา ทำหน้าที่เหยียดขา กางต้นขา หมุนต้นขา ไปทางด้านข้าง
- (2) Tensor fasciae latae เป็นกล้ามเนื้อทางด้านข้างของสะโพก เกาะอยู่ที่ส่วนหน้าของกระดูกเชิงกรานทำหน้าที่กางและหมุนขาเข้าด้านใน

2.8.2.3.2 กล้ามเนื้อส่วนโคนขา

กล้ามเนื้อส่วนนี้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามตำแหน่งหน้าที่ และประสาทที่มาเลี้ยง ด้านหลังของต้นขาเรียกว่า Flexor surface เป็นที่อยู่ของกล้ามเนื้อกลุ่มเอ็นหลังต้นขาด้านล่าง (Hamstring group) ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ก็ตาม มีเหตุใดเปลี่ยนแปลงเนื้อที่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกกลุ่มหนึ่งคือ กล้ามเนื้อกลุ่มดึงข้อ (Adductor group) และยังมีกล้ามเนื้อกลุ่มด้านหน้าของต้นขา (Anterior group) กล้ามเนื้อส่วนโคนขาзадที่สำคัญ มีดังนี้

(1) Biceps femoris เป็นกล้ามเนื้อในกลุ่มเอ็นหลังต้นขาด้านล่าง จุดเกาะเริ่มจากกระดูก Ischium และกระดูกต้นขาไปยังส่วนหัวของกระดูกปลายขาท่อนเล็ก (Fibula) ทำหน้าที่เหยียดต้นขาและงอเข่า

(2) Rectus femoris เป็นกล้ามเนื้อในกลุ่มด้านหน้าของต้นขา (Anterior group) เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่อยู่ทางด้านหน้าของต้นขา จุดเกาะเริ่มจากกระดูก Ilium ไปยังกระดูกปลายขาท่อนใหญ่ (Tibia) ทำหน้าที่งอต้นขาและเหยียดปลายขา

(3) Satorius เป็นกล้ามเนื้อในกลุ่มด้านหน้าของต้นขา มีลักษณะยาวแบนพาดเฉียงบนโคนขา จุดเกาะเริ่มจาก Iliac spine ไปยังส่วนบนของกระดูกปลายขาท่อนใหญ่ (Tibia) ทำหน้าที่งอต้นขา และปลายขา

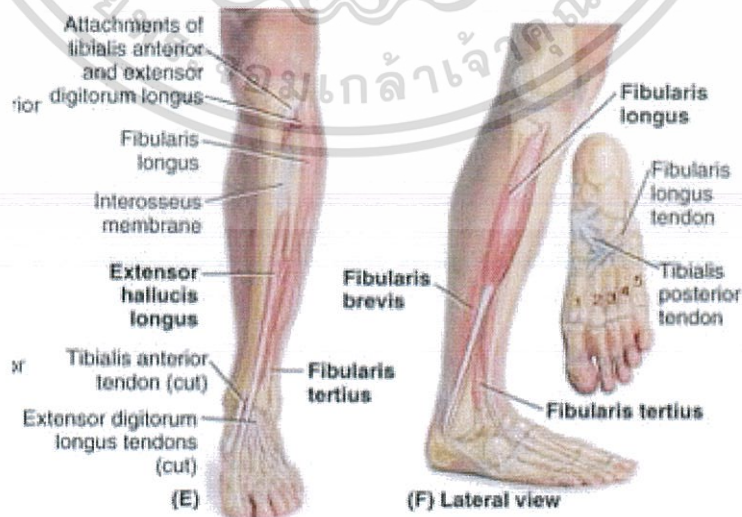
2.8.2.3.3 กล้ามเนื้อส่วนปลายขา

กล้ามเนื้อส่วนปลายขาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มด้านหน้าของปลายขา (Anterior compartment) กลุ่มด้านข้างของปลายขา (Lateral compartment) และกลุ่มด้านหลังของปลายขา (Posterior compartment) กล้ามเนื้อส่วนปลายขาที่สำคัญ ได้แก่

(1) Tibialis anterior เป็นกล้ามเนื้อในกลุ่มด้านหน้าของปลายขา เกาะจากด้านข้างของกระดูกปลายขาท่อนใหญ่ (Tibia) และจากผังผืด ซึ่งยึดระหว่างกระดูกปลายขาท่อนใหญ่และท่อนเล็ก และเกาะที่กระดูกฝ่าเท้าทำหน้าที่กระดกข้อเท้า และบิดข้อเท้าเข้าด้านใน

(2) Gastrocnemius เป็นกล้ามเนื้อในกลุ่มด้านหลังของปลายขา เป็นกล้ามเนื้อน่องเกาะจากส่วนปลายของกระดูกต้นขาทั้งสองด้าน ส่วนปลายกลายเป็นเอ็นเกาะที่กระดูกสันเท้า (Achillis tendon) ทำหน้าที่งอหลังเท้า เหยียดนิ้วเท้า ถีบฝ่าเท้าลงและช่วยงอเข่าด้วย

(3) Soleus เป็นกล้ามเนื้อใหญ่ รูปร่างคล้ายปลาอยู่ใน Gastrocnemius ทำหน้าที่งอฝ่าเท้า



ภาพที่ 2.33 กล้ามเนื้อส่วนขาและเท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ที่มา : Human skeleton. 2007

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.3.4 กล้ามเนื้อส่วนเท้า

เป็นกล้ามเนื้อที่เกาะคล้ายบริเวณมีข้อมือแตกต่างกันตรงที่เป็นกล้ามเนื้อที่ควบคุมสันเท้า ระหว่างการเดิน กล้ามเนื้อส่วนเท้าที่สำคัญ มีดังนี้

(1) Flexor hallucis longus เกาะจากด้านหลังของกระดูกช่วงล่าง ส่วนปลายเป็นเอ็นเกาะที่กระดูกหัวแม่เท้า ท่อนปลายทำหน้าที่อปลายนิ้วหัวแม่เท้า ทำหน้าที่กระดูกข้อเท้าลง และบิดเท้าเข้าด้านใน

(2) Extensor digitorum brevis เป็นกล้ามเนื้อด้านหลังเท้า ตรงปลายเป็นเอ็นไปเกาะที่นิ้วเท้าทั้ง 4 ยกเว้นนิ้วหัวแม่เท้า ทำหน้าที่เหยียดข้อของนิ้วเท้าทั้ง 4

(3) Adductor hallucis เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ลึกสุด ทำหน้าที่เหยียดหัวแม่เท้า

(4) Flexor digitorum brevis เป็นกล้ามเนื้อบริเวณอุ้งเท้า ทำหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนไหว เป็นกล้ามเนื้อที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของเท้าเวลาเดิน

2.9 ขนาดสัดส่วนมนุษย์ที่ใช้ในการออกแบบ

คำว่า เอร์โกโนมิกส์ (Ergonomics) มาจากคำว่า Erg = work (งาน) และ nomy = law (กฎระเบียบ) ดังนั้นจึงแปลว่า กฎระเบียบของงาน นักวิชาการหลายท่านได้ให้นิยามเกี่ยวกับคำว่า เอร์โกโนมิกส์ ไว้ซึ่งอาจจะพอสรุปได้ คือ วิทยาการที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ระหว่างคนกับสิ่งแวดล้อมในการทำงาน หรือ วิทยาการที่ว่าด้วยการออกแบบงานให้เหมาะสมกับคนที่ทำงานนั้น องค์ประกอบของเอร์โกโนมิกส์สามารถจัดเป็นหมวดหมู่ได้ 3 กลุ่ม คือ

2.9.1 ด้านกายวิภาคศาสตร์ (anatomy)

2.9.1.1 ขนาดมนุษย์ (anthropometry) ปกติแล้วจะมุ่งพิจารณาปัญหาที่อาจจะเกิดจากขนาด รูปร่างของคนและท่าทางการทำงานของคน

2.9.1.2 ชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) จะมุ่งพิจารณาปัญหาที่อาจจะเกิดจากการออกแรงหรือใช้แรงในขณะทำงานของคน

2.9.2 ด้านสรีรวิทยา (physiology)

2.9.2.1 สรีรวิทยาการทำงาน (work physiology) จะมุ่งพิจารณาถึงการใช้งลังงานขณะทำงาน ถ้าหากงานนั้นเป็นงานหนักใช้พลังงานมากก็อาจเกิดปัญหาต่อสุขภาพร่างกายได้

2.9.2.2 สรีรวิทยาสิ่งแวดล้อม (environmental physiology) จะมุ่งพิจารณาถึงผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดจากการทำงานเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น ความร้อน แสง เสียง การสั่นสะเทือน เป็นต้น

2.9.3 ด้านจิตวิทยา (psychology)

2.9.3.1 ความชำนาญ (skill psychology) จะเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในลักษณะงานของบุคคล ทราบว่าควรจะทำงานอะไร และทำอย่างไร ตลอดจนการตัดสินใจในการทำงานนั้นๆ ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความสมบูรณ์ของข่าวสารข้อมูลด้วย ทั้งนี้เพื่อมิให้เกิดการทำงานผิดพลาดซึ่ง นอกจาก

เอกสารนี้จะทำให้เกิดผลเสียต่อการผลิตแล้วยังอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3.2 จิตวิทยาการทำงาน (occupational psychology) จะพิจารณาถึงปัญหาด้านจิตวิทยาสังคมของบุคคลที่เกิดหรือเนื่องมาจากการทำงาน โดยจะหมายรวมถึงปัญหาสถานะด้านเวลาและสถานะด้านสังคมด้วย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพิสัยการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายที่สัมพันธ์กับอุปกรณ์โคมเท้าสำหรับผู้ป่วย สรุปได้ ดังนี้

2.9.3.2.1 อายุ (Age) โดยวงจรชีวิตของข้อต่อตามธรรมชาติแล้ว มักจะค่อยๆ เสื่อมสภาพลง ฉะนั้นพิสัยของการเคลื่อนไหวร่างกายมนุษย์ค่อนข้างจะมีค่ามากในวัยผู้ใหญ่ตอนต้นแต่จะลดน้อยถอยลงเรื่อยๆ เมื่ออยู่ในวัยสูงอายุ โดยข้อต่อจะเริ่มมีการตึงตัว (Stif) ส่วนเซลล์กล้ามเนื้อที่ประกอบเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อก็จะค่อยๆ แทนที่ด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ทำหน้าที่หดตัว มีผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดน้อยลงเรื่อยๆ ซึ่งก็เป็นปัจจัยประการหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อพิสัยการเคลื่อนไหวร่างกายของคนเรา

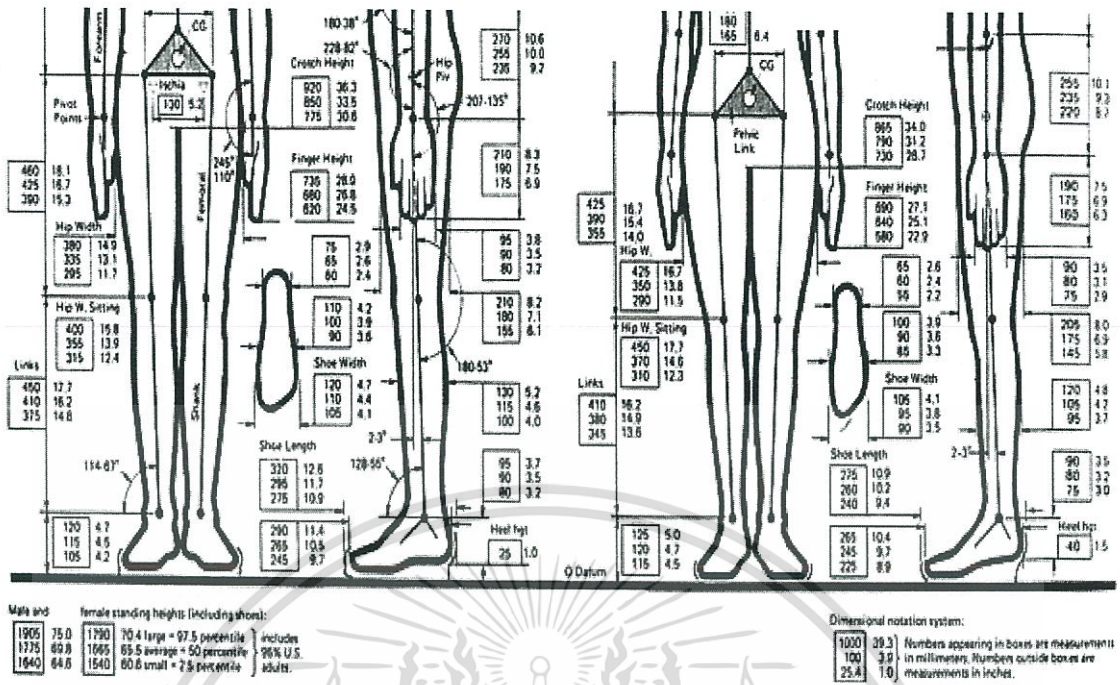
2.9.3.2.2 เพศ (Gender) โดยปกติผู้ชายจะมีพิสัยการเคลื่อนไหวมากกว่าผู้หญิง เนื่องจากลักษณะโครงสร้างกระดูกของผู้ชายจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรงกว่า และข้อต่อของกระดูกก็มีพื้นที่สัมผัสผิวใหญ่และกว้างกว่าผู้หญิง รวมทั้งปริมาณของเส้นใยกล้ามเนื้อก็มากกว่าด้วย สิ่งเหล่านี้ทำให้ค่าพิสัยการเคลื่อนไหวในเพศชายแลผู้หญิงมีความแตกต่างกันดังกล่าว

2.9.3.2.3 ขนาดรูปร่าง (Body build) มนุษย์เราโดยทั่วไปจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ อ้วนล่ำ (Endomorph) สันทัด (Mesomorph) และผอมบาง (Ectomorph) ดังนี้

(1) อ้วนกลม (Endomorph) ลักษณะของคนประเภทนี้คือ โครงกระดูกใหญ่ อ้วน ตัวกลมๆ คอ แขน ขา สัน หน้ากลมช่วงบน , กลาง , ล่าง ของลำตัวใหญ่เท่าๆกันหมด มีเซลล์ไขมันมาก และมองไม่เห็นกล้ามเนื้อ เมตาบอลิซึม (Metabolism) ในร่างกายจะเกิดขึ้นช้า

(2) สันทัด (Mesomorph) ลักษณะของคนประเภทนี้ถือว่าเป็นรูปร่างในอุดมคติที่ใครๆ ก็อยากได้ใครมี กล่าวคือ โครงกระดูกใหญ่ และกล้ามเนื้อที่หุ้มอยู่ก็ใหญ่และหนาแน่นตามไปด้วย ไหล่กว้าง ช่วงอกกว้างและหนา ลำตัวยาว เรียวไปหาเอวที่เล็กลงเป็นรูปตัววี ข้อมือ นิ้วมือ และปลายแขน มีขนาดใหญ่ ไขมันในร่างกายมีระดับต่ำ กล้ามเนื้อขึ้นได้ง่ายและมองเห็นชัดเจน เมตาบอลิซึม (Metabolism) ในร่างกายจะเกิดขึ้นเร็ว

(3) ผอมบาง (Ectomorph) ลักษณะของคนประเภทนี้คือ โครงกระดูกเล็ก ผอมเพรียวคอ แขน ขายาวแต่ลำตัวสั้น ช่วงไหล่แคบ หน้าอกแบน สะโพกเล็ก ไขมันในร่างกายมีน้อย และกล้ามเนื้อมีลักษณะบาง ยาว และมีน้อยด้วย เมตาบอลิซึม (Metabolism) ในร่างกายจะเกิดขึ้นเร็ว



ภาพที่ 2.34 ตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนขาของคนไทย
ที่มา : Niels Diffrient : 2008

ตารางที่ 2.4 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนขาของคนไทย (หน่วย : เซนติเมตร)

ลำดับ	มิติส่วนขาของร่างกาย	อัตราส่วน	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ระยะจากกันถึงเข่า	0.0329	48.78	52.83	55
2	ระยะจากสันเท้าถึงเข่า	0.303	44.73	48.73	50
3	ระยะจากสันเท้าถึงปลายเท้า นิ้วเท้า	0.153	22.05	25.67	29.03

จากสถิติการให้การรักษาของผู้ป่วยในแผนกกายภาพผู้ป่วยกระดูกและข้อคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล ปี 2544 – 2545 อายุ 16 – 75 ปี เพศชายและเพศหญิงมีมิติ ขนาดความยาวของขา โดยเฉลี่ย ขาที่อ่อนล่างจากสันเท้าถึงเข่า 44-45 เซนติเมตร และกันถึงเข่า 49-56 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องและใกล้เคียงกับอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนขาคนไทย

2.9.4 การประยุกต์หลักเอร์โกโนมิกส์เพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรม

มีจุดประสงค์ที่จะเพิ่มผลผลิตในการทำงาน และต้องการให้คนงานมีประสิทธิภาพที่ดีมีความปลอดภัย ระบบการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักรนั้นถ้ามีการวางแผนที่ดีก็จะทำให้คนงานมีความสะดวกสบาย คนงานก็สามารถตั้งใจพิจารณาทำงานได้อย่างละเอียดมีประสิทธิภาพ ความผิดพลาดก็จะน้อยลง การทำงานกับเครื่องจักรนั้นเน้นหลักการประหยัดพลังงานในการเคลื่อนไหวร่างกาย เช่น เอกสารการจับต้องเครื่องจักรต้องมีความสะดวกรวดเร็ว มีความแน่นอน การเคลื่อนไหวของแขนควรเป็นไปไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างสม่ำเสมอ ควรใช้มือในการทำงานมากกว่าเท้าหรือส่วนอื่นในร่างกาย วัสดุและเครื่องมือควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเอื้อมถึงได้หรือไม่ต้องออกแรงมากเกินไปในการหยิบจับ จะเห็นได้ว่าการออกแบบด้านเออร์โกโนมิกส์จะช่วยให้ทำงานได้สะดวกรวดเร็ว ปราศจากความเครียดในการทำงาน นอกจากนี้ ยังช่วยให้ผลผลิตในการทำงานเพิ่มขึ้นอีกด้วย

2.10 จิตวิทยาการใช้สีกับผลิตภัณฑ์

สีมีอิทธิพลต่อมนุษย์มาก สีเป็นเหตุให้เกิดอารมณ์เปลี่ยนแปลงได้หลายอารมณ์ การใช้สีคล้อยตามไปกับหน้าที่และประโยชน์ใช้สอยของสถานที่นั้นๆ ทำให้สีมีประสิทธิภาพมากขึ้นในบางเวลา สีช่วยแก้ความรู้สึกบกพร่องต่างๆ ได้ด้วย

2.10.1 ลักษณะและอิทธิพลของสี

สีแต่ละสีจะก่อให้เกิดความรู้สึกต่างกันออกไป อิทธิพลที่มีต่อมนุษย์ จะส่งผลออกมาต่างกั กัน ดังนี้

- สีแดง ให้ความรู้สึก ก้าวร้าว ร้อนแรง ตื่นเต้น ระวัง และกล้าหาญ
- สีเหลือง ก่อให้เกิดความสดชื่น เป็นสีที่แสดงออกถึง ศักดิ์สิทธิ์ นำเลื่อมใส สูงส่ง
- สีน้ำเงิน ให้ความรู้สึก สุขุม สง่างามเสีย มีสมาธิ สบายตา หนักแน่น
- สีม่วง แสดงถึงความเยือกเย็น สงบเสถียร อำนาจ เกียรติยศ
- สีเขียว ความรู้สึกชุ่มชื้นสดชื่นกระปรี้กระเป่าผ่อนคลาย ชื่อสัตย์ภักดี
- สีฟ้า ให้ความรู้สึกเบา โปร่งโล่ง สะอาด
- สีขาว ให้ความรู้สึกบริสุทธิ์ สะอาด เบา สุขภาพเกียรติยศ สันติภาพ
- สีน้ำตาล จะก่อให้เกิดความรู้สึกมั่นคง อบอุ่น หนักแน่น แข็งแกร่ง เศร้า
- สีดำ เงียบเหงา เศร้าหมอง ต่ำช้า ความกลัว ความตาย หลุมศพ ความมืด
- สีเทา ให้ความรู้สึกเย็น การใช้สีเทาจะสามารถใช้เป็นสีกลางได้โดยตลอด

2.10.2 จิตวิทยาการใช้สี

สีเป็นปรากฏการณ์ที่เป็นสิ่งกระตุ้นความสนใจของมนุษย์ และยังเป็นสิ่งที่ทางด้านของนักวิทยาศาสตร์ได้พยายามค้นคว้าวิจัยจนได้พบว่า สีที่เกิดจากคลื่นแสงซึ่งมีความยาวและความสั้นสะท้อนแตกต่างกันจึงทำให้มีสีและความเข้มไม่เหมือนกันสีต่างๆ ส่งผลต่อมนุษย์ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ อวัยวะถ่ายทอดการมองเห็นสีจะส่งความรู้สึกต่อไปสมองและจิตใต้สำนึกของมนุษย์ ทำให้เกิดความรู้สึกเกี่ยวกับสี ความรู้สึกที่เกิดจากสีอาจแตกต่างกันในแต่ละบุคคลและอาจเกี่ยวเนื่องกับสัญลักษณ์ที่มีอยู่ในคุณสมบัติของแต่ละรวมทั้งธรรมชาติของบุคคล และทางด้านประสบการณ์ในเรื่องสีที่ได้รับโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจ สีในด้านจิตวิทยาถือว่า เป็นสิ่งเราทำให้เกิดความรู้สึกตอบสนอง ขบวนการของสิ่งเร้าจะมีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์และพฤติกรรมของมนุษย์ ในทางทฤษฎีสีแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ 2 กลุ่ม คือ สีร้อน (Warm color tone) เป็นสีที่ดึงความรู้สึก มีความสะดุดตาเมื่อมองเห็น เป็นสีที่ทำให้ความรู้สึกเร้าแรงสดชื่น ส่วนสีเย็น (Cool colortone) เป็นสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึก แต่ให้ความรู้สึกสบายตาเมื่อมองเห็นและรู้สึกสงบ เยือกเย็นสามารถมองได้นานโดยไม่ระคายเคือง

2.11 ด้านวัสดุที่นำมาใช้

2.11.1 กฎการเลือกวัสดุ

2.11.1.1 ในการเลือกวัสดุต่างๆ มาใช้เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น มีอยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับการใช้ที่ถูกต้องและเหมาะสม การเลือกใช้วัสดุมีข้อกำหนดและกฎการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ดังนี้ (อุทมศักดิ์ สาริบุตร. 2540 : 106-109)

- (1) Formability หมายถึง ความสามารถที่ทำให้วัสดุนั้นเป็นงานสำเร็จรูปได้ง่าย
- (2) Machinability หมายถึง ความสามารถที่ทำให้วัสดุนั้นสำเร็จรูปได้ง่ายโดยอาศัย

เครื่องมือกล

- (3) Mechanical Stability หมายถึง สมบัติทางกลในขณะที่ใช้งานไม่เกิดการ

เปลี่ยนแปลง

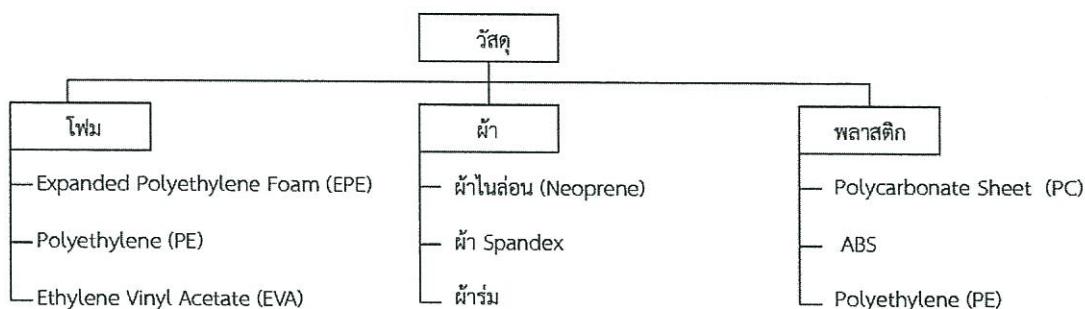
- (4) Chemical Stability หมายถึง สมบัติทางเคมี ต้องไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
- (5) Electrical Behaviours สมบัติทางไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับงาน
- (6) Cost ราคาที่เหมาะสม

ดังนั้นในการเลือกใช้วัสดุต้องสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอยหลัก ประโยชน์ใช้สอยรอง ประโยชน์ใช้สอยทางจิตใจ ซึ่งการพัฒนาอุปกรณ์ดังกล่าว ให้สอดคล้องและสัมพันธ์กัน นวลน้อย บุญวงษ์ 2539 ทฤษฎีที่ว่าด้วยประโยชน์ใช้สอย

2.11.1.1.2 วัสดุการแพทย์สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายลักษณะ ทั้งการนำตัววัสดุนั้นไปใช้ประโยชน์ในการทำหน้าที่ต่างๆ โดยตรง และการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอุปกรณ์การแพทย์ เพื่อที่จะนำไปใช้งานทางการแพทย์อีกต่อหนึ่งก็ได้ วัสดุบางประเภทอาจนำไปใช้งานเป็นระยะเวลาสั้นๆ บางประเภทอาจใช้งานได้เพียงระยะเวลายาวนาน หากมองถึงวัตถุประสงค์ในการใช้งานโดยรวม ของวัสดุการแพทย์แล้ว อาจแบ่งออกได้ ดังนี้ (อัศวิน เทพาคำ. 2531)

- (1) ใช้ในการทดแทนส่วนของร่างกายที่เสียหาย
- (2) ช่วยรักษาการบาดเจ็บของร่างกาย
- (3) ปรับปรุงการทำงานของร่างกาย
- (4) เพื่อเพิ่มความสวยงาม
- (5) ช่วยในการวิเคราะห์โรคและการรักษา

การศึกษาวัดใช้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและสร้างอุปกรณ์ออกกำลังกายภายในน้ำรวม ทั้งการออกแบบและสอดคล้องกับกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมโดยศึกษาวัด ดังนี้



ภาพที่ 2.35 ตารางประเภทวัสดุ

ที่มา : ทิพาพร อิทธีวรกุล

2.11.2 ประเภทวัสดุ

2.11.2.1 โฟม FOAM

(1) โฟมEPE FOAM (Expanded Polyethylene Foam) ผลิตจาก Polyethylene เป็นโฟมเอนกประสงค์ ทั้งงานด้านบรรจุภัณฑ์ และงานด้านก่อสร้าง เช่น ชั้นส่วนรถยนต์, เสื่อชูชีพ, เพอร์นิเจอร์, อิเล็กทรอนิกส์, ฉนวนกันความร้อน เป็นต้น และเนื่องจากเป็นวัสดุที่ปลอดภัย ปลอดภัย สาร CFC ทำให้ เป็นที่ยอมรับของทุกประเทศ

ด้วยคุณสมบัติของเซลล์ปิด ขนาดเล็ก จัดเรียงตัวแบบรังผึ้ง ทำให้มีประสิทธิภาพสูง ในการรับแรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือน จึงเหมาะ สำหรับใช้ป้องกันสินค้าจากความเสียหายระหว่างการขนส่ง มีความยืดหยุ่น คืนตัวสูง ทนต่อการเสียดสี น้ำหนักเบา นุ่ม และเหนียว สามารถตัดเป็นรูปแบบต่างๆ ได้, ทนต่อสารเคมี ความชื้น และน้ำมัน, ปลอดภัยพิษ โลหะหนัก และไม่เป็นแหล่งสะสมเชื้อโรค, กันเสียงแรงสั่นสะเทือน, ปราศจากสาร CFC

(2) PE Foam (Polyethelyne) โฟม PE ของเราสามารถใช้ใน: ทุกชนิดของวัสดุ ที่เบาของถุงมือกีฬาและอุปกรณ์ป้องกัน, เบาะมีนาคม, ชั้นยิมนาสติก, แผ่นโยคะ, เบาะเกม, อุปกรณ์เล่นสกีบอร์ดสกีน้ำ, เสื่อชูชีพ, หลายชนิดของวัสดุลอย

ด้วยคุณสมบัติ โฟม PE เมกะโทเชื่อมขวางทางร่างกายมีลักษณะดังต่อไปนี้: การดูดซึมน้ำต่ำมาก (โครงสร้างเซลล์ปิด), ฉนวนกันความร้อนที่ดี, ฉนวนกันความร้อนอะคูสติก, การประหยัดพลังงาน, ต้านทานความหนาวเย็นโดยไม่เปราะ (ต่ำ TG) แผ่นเรียบ เหนียว ลอยตัวในน้ำได้ดี เป็นฉนวนกันความร้อนและสามารถทนต่อแรงกระแทกได้ดีเยี่ยม มีน้ำหนักเบาและมีเฉพาสีขาว

(3) แผ่น EVA FOAM (Ethylene Vinyl Acetate) คือสารโพลิเมอร์ชนิดหนึ่ง ที่ได้จากการทำโพลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) ของสารเอทิลีนโมโนเมอร์ (ethylene monomer) กับสารไวนิลอะซิเตท-โมโนเมอร์ (vinyl acetate monomer-vam)

คุณสมบัติมีความเหนียวนุ่ม ยืดหยุ่น น้ำหนักเบา ทนทาน ทนต่อแรงกระแทก ทำความสะอาดง่าย ทนแดดและฝน ไม่อมน้ำ(จึงลอยน้ำได้) มีหลากหลายสีส้น มีอายุการใช้งานยาวนาน (แต่ต้องระวังของมีคม) น้ำหนักเบา ใช้กันความร้อนและความชื้นได้ สามารถปั๊มเป็นลวดลายต่างๆ ได้ด้วยระบบ Hot Press และ Cold Press สามารถนำไปแปรรูปเป็นสินค้าเพื่อเพิ่มมูลค่า และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2.2 ผ้า

(1) ฟ้านีโอพรีน (Neoprene) เป็นการผสมผสาน โฟม Neoprene กับผ้าไนลอน เคลือบทั้งสองด้านจะกลายเป็นผ้าที่เรียกว่า ผ้าไนลอนนีโอพรีนที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานจำนวนมาก ที่มีการตกแตงต่างๆ

ด้วยคุณสมบัติพิเศษของฟ้านีโอพรีนความต้านทานแรงดึงต่ำ การยืดตัวได้ดี ทนต่อแรง การฉีกขาดได้ดีและมีความต้านทานต่ออุณหภูมิสูง ไม่ซึมน้ำ มีการระบายอากาศได้ดี เนื้อผ้านุ่ม ไม่เสีรูปร่าง มีความกระชับ ทนทานและง่ายต่อการดูแลรักษา เหมาะกับการผลิตผลิตภัณฑ์กีฬาและเวชภัณฑ์รวมถึง neoprene braces, support wetsuits สายรัดเข้ามือข้อเท้ากีฬา และผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ฯลฯ

(2) ฟ้ายืด หรือ SPANDEX เป็นผ้าชนิดหนึ่งผลิตโดยนำเส้นใยสังเคราะห์ผสมกับเส้นใย ผ้าชนิดต่างๆ ทำให้ได้ผ้าที่มีลักษณะยืดหยุ่นได้ดี มีการระบายอากาศได้ดี เนื้อผ้านุ่ม SPANDEX หรือ ฟ้ายืด ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการผลิตเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม เช่น เสื้อ กางเกง ชุดว่ายน้ำ ชุดกีฬา และชุด ใช้ในการแสดงต่างๆ ด้วยคุณสมบัติที่มีการซึมซับของเหลวเช่นเหงื่อได้ดี เนื้อผ้าจะนุ่มไม่มีความกระด้าง และมีการยืดหยุ่นได้ดีเป็นเส้นด้ายที่มีคุณสมบัติที่เมื่อยืดแล้วจะสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ โดยไม่เสีรูปร่าง มีความกระชับ นุ่ม สวมใส่สบาย ทนทานและง่ายต่อการดูแลรักษา แต่ควรเลี่ยงการซักที่ อุณหภูมิสูง ไม่ควรซักในเครื่องและอบแห้งบ่อยๆ เพราะจะทำให้เสื้อผ้าเสื่อมสภาพและลดอายุการใช้งานลง

(3) ผ้าร่ม (210เส้น) ผลิตจากเส้นใยไนลอน หรือพอลิเอไมด์ เป็นผ้าที่ผลิตจากเส้นใย สังเคราะห์ด้วยคุณสมบัติที่สามารถกันลม กันน้ำ สีสด ราคาถูก เหมาะสำหรับทำเสื้อแจ็คเก็ต ระบาย อากาศได้ไม่ดี ความทนทานน้อยกว่าผ้าตัวอื่น

2.11.2.3 พลาสติก

พลาสติก คือ สารประกอบอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้น เพื่อใช้แทนวัสดุธรรมชาติ หรือ หาก อธิบายลงลึกไปในทางวิทยาศาสตร์ พลาสติกคือ สารประกอบของไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วย โมเลกุลสั้นๆต่อกันเป็นโมเลกุลสายยาวๆประกอบด้วยธาตุสำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน นอกจากนี้อาจมีธาตุอื่นๆเช่น ส่วนประกอบย่อย ซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ,ฟลูออรีน,คลอรีน และกำมะถัน เป็นต้น

(1) Polycarbonate Sheet (PC) เป็นเทอร์โมพลาสติก ที่ผลิตจากเม็ดพลาสติกผสม ด้วยสารที่มีคุณสมบัติทำให้แผ่นมีความยืดหยุ่น หรือขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน และคลายตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง จึงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศได้ดีกว่าพลาสติกชนิดอื่น

ด้วยคุณสมบัติที่มีความทนต่อแรงกระแทกและยากต่อการแตกหัก มีความโปร่งแสงดีเยี่ยม ทนความร้อนได้สูงอีกทั้งช่วยป้องกันแสงยูวีได้ สะดวกต่อการใช้สอย มีน้ำหนักเบา มีความยืดหยุ่นและ ง่ายต่อการตัดโค้ง กันไฟได้

(2) Polyethylene (PE) เป็นเทอร์โมพลาสติก มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ เป็นฉนวน ไฟฟ้าที่ดี, มีความเหนียว และทนทานต่อแรงดึงปานกลาง พวกที่มีความหนาแน่นต่ำจะใสมากแต่จะขุ่น เมื่อความหนาแน่นสูง ปกติจะไม่ละลายในตัวทำละลายใดๆ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 70 C จะเริ่มละลาย PE ได้ถูกจำแนกเป็นหลายชนิดตัวหลักๆ ที่ใช้กันมากคือ LDPE, LLDPE, MDPE, HDPE การใช้งาน

ของ PE กว้างขวางมาก ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น ขวด, แผงบรรจุยา สายน้ำเกลือ, ชิ้นส่วนรถยนต์, เชือก, แห, อวน, ถุงพลาสติก, ท่อและรางน้ำ เป็นต้น

ด้วยคุณสมบัติด้านต้นทุนในการผลิต จะสูงกว่างานพลาสติกตัวอื่นๆ เพราะใช้อัดแล้ว หลอมละลาย เป็นตัวงานแท้ๆมากกว่า นิยมในรถยนต์ ชิ้นส่วนต่างๆ คือ ด้านในจะเขียนว่า PP PE หรือตามวัสดุต่างๆ ในรถยนต์ ด้านหลังชิ้นงานจะลงไว้ว่าเป็นตัวงานนี้ ข้อดี ตัวงานดีกว่างาน ABS , PU ทนต่อแรงกระแทกและการเสียดสี ทนความร้อนได้ พลาสติกสามารถนำมารีไซเคิล หรือ แปรรูปใหม่ได้ นำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์มากที่สุด จัดเป็นกลุ่มที่มีความปลอดภัยสูง ข้อเสีย ราคาสูงกว่างาน ABS ,PU และ FRB ไฟเบอร์

(3) เอบีเอส (ABS) เป็นชื่อย่อของ อะคริโลไนไตรล์-บิวทาไดอีน-สไตรีน (acrylonitrile-butadiene-styrene) ซึ่งเป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่งเราพบและสัมผัสพลาสติกชื่อเหมือนระบบเบรกของรถยนต์ชนิดนี้ได้บ่อยมากอย่างไม่ทันสังเกต เนื่องจากมันเป็นส่วนประกอบในเครื่องใช้ไฟฟ้า หลากหลายชนิดที่ใช้ในชีวิตประจำวันตั้งแต่สินค้าไฮเทคอย่างเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก โทรศัพท์มือถือ โทรทัศน์ ไม้เทนนิส ไม้เบสบอล ไม้เทนนิสของเด็กเล่นอย่างตัวต่อเลโก้ (lego) เป็นต้น เพราะว่าพลาสติกชนิดนี้ถูกใช้เป็นตัวสำหรับตัวกล่อง (case) หรือตัวสินค้าภายนอกนั่นเอง

ด้วยคุณสมบัติ โดยทั่วไปพลาสติกที่มีความแข็ง จะมีลักษณะแข็งแต่เปราะ หรือหากมีสมบัติแข็งเหนียวก็จะมีลักษณะอ่อนนิ่มร่วมด้วย แต่เอบีเอสแตกต่างจากพลาสติกทั่วไป เพราะเป็นพลาสติกที่มีความสมดุลทั้งในเรื่องความแข็ง (hardness) และความเหนียว (toughness) ทำให้พลาสติกมีสมบัติทนแรงกระแทก (impact resistance) ดี นอกจากนี้เอบีเอสยังมีสมบัติเด่นอีกหลายเรื่อง เช่น ทนต่อแรงเสียดสี (abrasion) คงสภาพรูปร่างได้ดี (dimension stability) ทนความร้อน ทนสารเคมี มีช่วงอุณหภูมิใช้งานกว้าง (ตั้งแต่ - 20 C -80 C) และสามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายวิธี

นักออกแบบมีทางเลือกอย่างกว้างขวางสำหรับการนำวัสดุต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีทางการผลิตที่ก้าวหน้ามาใช้กับงานออกแบบ ลักษณะงานออกแบบที่ดีควรมีการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอยในด้านความแข็งแรงทนทาน ปลอดภัยต่อการใช้งาน

2.11.3 กรรมวิธีการผลิต

การผลิตเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา จากการใช้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ การดำเนินการผลิตจะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของการกระทำก่อนหลังกล่าวคือ จากวัตถุดิบที่มีอยู่จะถูกแปรสภาพให้เป็นผลผลิต เพิ่มความต้องการเพิ่มให้การผลิตบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว นั้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดการให้อยู่ในรูปแบบของระบบผลิต ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2540 : 150-151)

1. ปัจจัยการผลิต (Input)
2. กระบวนการแปรสภาพ (Conversion)
3. ผลผลิต (Output) (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2540 : 106-109)

(1) กระบวนการผลิตโพลี โพลีเอทิลีนส่วนใหญ่ที่นำมาใช้งานเป็นอีวีเอชนิดเทอร์โมพลาสติก วิธีขึ้นรูปจึงเหมือนการขึ้นรูปเทอร์โมพลาสติกทั่วไปคือ สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีฉีดเข้าแบบ (injection molding) วิธีอัดรีด (extrusion) วิธีเป่าเข้าแบบ (blow molding) และวิธีรีดเป็นแผ่นเอกสาร (calendering) แต่มีบางสิ่งๆที่ควรทราบเกี่ยวกับการขึ้นรูปอีวีเอ เนื่องจากอีวีเอเป็นโพลีเมอร์ที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ ไม่ว่าจะรีไซเคิลอย่างไรก็ตามมันให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทนความร้อนสูง จากกระบวนการขึ้นรูปอย่างเช่น วิธีการฉีดเข้าแบบได้นัก สภาพแวดล้อมที่ร้อนเกินพิกัด จะทำให้โพลิเมอร์สูญเสียสมบัติทางกายภาพ

นอกจากนี้ยังทำให้หมู่ไวนิลอะซีเตด ของโพลิเมอร์สลายตัวให้กรดอะซีติก (acetic acid) ออกมาซึ่งสังเกตได้จากมีกลิ่นน้ำส้มสายชูเกิดขึ้น ดังนั้นการทำแม่พิมพ์และตาย (die) สำหรับอีวีเอจึงควรเลือกใช้โลหะที่มีความทนทานต่อการกัดกร่อน การขึ้นรูปอีวีเอด้วยการฉีดขึ้นรูป จึงไม่ควรใช้อุณหภูมิสูงเกินความจำเป็น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะสมบูรณ์แบบ สิ่งที่ควรคำนึงอีกประการหนึ่งคือ ควรให้ผลิตภัณฑ์มีช่วงเวลากการเย็นที่นานเพียงพอ เนื่องจากหากชิ้นงานยังไม่แข็งแรงเพียงพอแรงกระแทกจากเข็มกระทุ้ง (pin) ที่ทำให้ชิ้นงานหลุดออกจากแม่พิมพ์ จะทำให้ชิ้นงานเสียหายได้ การขึ้นรูปด้วยการอัดรีดอีวีเอ เนื่องจากอีวีเอมีสมบัติความอ่อนนุ่มในตัว การควบคุมรูปทรงของชิ้นงานให้มีความสมบูรณ์จึงเป็นปัญหาหลัก ดังนั้นระบบทำความเย็นและอุปกรณ์ควบคุมรูปทรง จึงเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่จำเป็นต้องมี

(2) กระบวนการผลิตผ้าไนโอพรีน เป็นผู้ผลิตผ้าไหมเทียมยางสังเคราะห์ 30% CR (Chloroprene Rubber) และ 70% SBR (Styrene Butadiene Rubber) สำหรับไนลอนและผ้าโพลีเอสเตอร์การถักไหมพรมแบบเดี่ยวถูกนำไปใช้กับเนื้อผ้าทั้งสองเพื่อเพิ่มความสามารถในการฉีกขาดและความต้านทานการแตกร้าวของเส้นดัดเนื่องจากโครงสร้างถัก Neotex Union Industries ผลิตเฉพาะผ้าคุณภาพสูงผ้าโพลีเอสเตอร์สำหรับผ้าลินิน 72D / 24T 130G / Y และผ้าไนลอนสำหรับ 6, 72D / 24T 140G / Y การไหลย้อมผ้า กระบวนการอบแห้งผ้าย้อมสี

กระบวนการเคลือบทุกชั้นตอนได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ได้ผ้า neoprene คุณภาพสูงรวมถึงความถูกต้องของขนาดความแข็งแรงของกาวและความยืดหยุ่นความทนทานความร้อนที่ดีและระเหยต้นทุนการผลิตสูงสุด มีเครื่องตัดแบบไดนามิก 3D CNC สำหรับมุม 3D และตัดเส้นโค้ง 3D เหมาะสำหรับการสร้างต้นแบบอย่างรวดเร็ว การเย็บเป็นจักรเย็บผ้า Overlock การเย็บแบบ Zig-zag

(3) กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกเริ่มต้นจากการนำสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีขนาดเล็กซึ่งได้จากกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบมาทำปฏิกิริยากันจนได้เป็นสายโซ่ยาว เรียกว่าโพลิเมอร์ ซึ่งโพลิเมอร์แต่ละชนิดสังเคราะห์โดยใช้วัตถุดิบเริ่มต้นที่แตกต่างกันไป ทำให้โพลิเมอร์มีสมบัติที่แตกต่างกันออกไปด้วย โดยโพลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้นี้ จะถูกนำไปขึ้นรูปเป็นเม็ดพลาสติกและผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต่อไป ตัวอย่างเช่น การผลิตเม็ดพลาสติกโพลีเอทิลีน (PE) โดยเริ่มต้นจากก๊าซเอทิลีนซึ่งถูกเก็บในถังปฏิกิริยา เมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม จะเกิดปฏิกิริยาขึ้น โมเลกุลขนาดเล็กๆ จำนวนมากจะปฏิกิริยาการสังเคราะห์โพลิเมอร์ หรือที่เรียกโดยทั่วไปว่าปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) คือปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้โมโนเมอร์โมเลกุลเล็กๆ เกิดปฏิกิริยาต่อกันเป็นสายโซ่ยาวๆ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1.1) การสังเคราะห์โพลิเมอร์แบบลูกโซ่หรือรวมตัว กระบวนการสังเคราะห์แบบรวมตัวเป็นการนำเอาโมโนเมอร์ซึ่งเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กและไม่อิมตัวคือมีพันธะคู่ หรือพันธะสามอยู่ในโมเลกุลมาทำปฏิกิริยาซึ่งกันและกันจนได้เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งการทำปฏิกิริยาเริ่มต้นจากโมเลกุลที่มีพันธะคู่หรือพันธะสามจะถูกความร้อนและตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ที่เหมาะสม ทำให้พันธะ 1 พันธะแตกออกซึ่งว่องไวในการทำปฏิกิริยายึดติดกับพันธะที่แตกออกของโมเลกุลที่อยู่ข้างเคียงกัน เกิดการต่อกันที่ละโมเลกุลจนได้โมเลกุลใหม่ที่มีลักษณะเป็นเป็นสายโซ่ที่ยาวขึ้น การสังเคราะห์โพลิเมอร์แบบนี้ไม่มีผลิตภัณฑ์อื่นๆ หลุดออกมา ทำให้จำนวนอะตอมของธาตุในหน่วยซ้ำของโพลิเมอร์

โพลิเมอร์แบบนี้ไม่มีผลิตภัณฑ์อื่นๆหลุดออกมา ทำให้จำนวนอะตอมของธาตุในหน่วยซ้ำของโพลิเมอร์ เท่ากับจำนวนอะตอมในโมเลกุลของโมโนเมอร์ ตัวอย่างพลาสติกที่เกิดจากการสังเคราะห์โพลิเมอร์แบบนี้ ได้แก่ โพลีไวนิลคลอไรด์ โพลีโพรพิลีน และโพลิเอทิลีน เป็นต้น

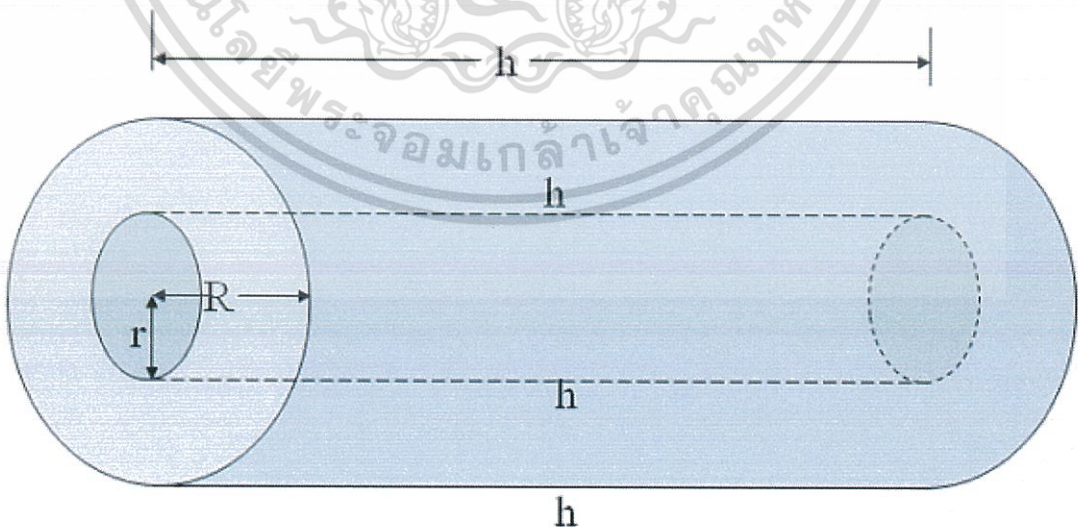
(2) การสังเคราะห์โพลิเมอร์แบบขั้น หรือควบแน่นกระบวนการสังเคราะห์แบบควบแน่น เกิดจากโมโนเมอร์ 2 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กและมีหมู่ฟังก์ชันเหมือนกันอย่างน้อย 2 หมู่ที่ปลายสุดของโมเลกุล หรืออาจเกิดจากโมโนเมอร์เพียง 1 ชนิดที่มีหมู่ฟังก์ชันแตกต่างกันอย่างน้อย 2 หมู่ที่ปลายสุดของโมเลกุล ที่สามารถทำปฏิกิริยากันระหว่างหมู่ฟังก์ชันอย่างต่อเนื่องได้ ผลิตภัณฑ์เป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ การสังเคราะห์โพลิเมอร์แบบนี้ส่วนใหญ่จะเกิดสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น H_2O HCl และ CH_3OH เป็นผลพลอยได้ (by product) เป็นสาเหตุให้จำนวนอะตอมของธาตุในหน่วยซ้ำของโพลิเมอร์มีน้อยกว่าจำนวนอะตอมในโมเลกุลของโมโนเมอร์ ตัวอย่างพลาสติกที่เกิดจากการสังเคราะห์ด้วยกระบวนการควบแน่น ได้แก่ ไนลอน และโพลิเอสเทอร์ เป็นต้น

2.12 การทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์

การดูแลรักษาผู้ป่วยนั้นโดยทั่วไปนอกจากการรักษาด้วยยา ตลอดจนหัตถการแพทย์อื่นๆ การออกกำลังกายบริหารเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ถูกนำมาใช้ในการดูแลรักษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมสุขภาพและในการฟื้นฟูผู้ป่วยและการเลือกใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมต่อไป (อารมณ ชุนภาชี. 2554 : 39)

2.12.1 การหาค่าประสิทธิภาพอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม คือการหาค่าประสิทธิภาพจากตัวอุปกรณ์โดยการใช้สูตรการหาค่าแรงและการเคลื่อนที่กฎของนิวตัน ดังนี้

การหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอกกลาง



ภาพที่ 2.36 การหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอกกลาง

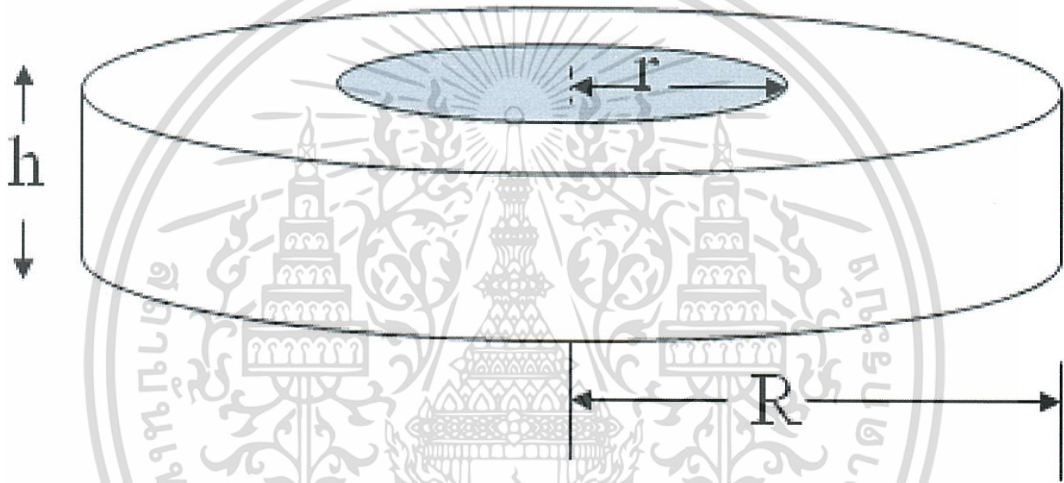
เอกสารนี้ที่มา : จันทรจิรา ไม้ดีคำ. 2548 งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร พื้นที่ผิววงแหวน = $2(\pi R^2 - \pi r^2) + 2\pi Rh + 2\pi rh$

เมื่อ r หมายถึง รัศมีภายใน
 R หมายถึง รัศมีภายนอก
 h หมายถึง ส่วนสูง

- จะได้ว่า (1) พื้นที่หน้าตัดทั้งสอง = $2(\pi R^2 - \pi r^2)$
 (2) พื้นที่ผิวด้านนอก = $2\pi Rh$
 (3) พื้นที่ผิวด้านภายใน = $2\pi rh$

การหาปริมาตรของทรงกระบอกกลวง (วงแหวน)



ภาพที่ 2.37 การหาพื้นที่ของทรงกระบอกกลวง (วงแหวน)

ที่มา : จันทรจิรา แมตค้ำ. 2548

สูตร พื้นที่ผิววงแหวน = $\pi R^2 h - \pi r^2 h$

เมื่อ h หมายถึง ส่วนสูงของทรงกระบอกกลวง
 r หมายถึง รัศมีภายใน (รัศมีของทรงกระบอกเล็ก)
 R หมายถึง รัศมีภายนอก (รัศมีของทรงกระบอกใหญ่)

ปริมาตรของทรงกระบอกกลวง = ปริมาตรทรงกระบอกใหญ่ - ปริมาตรทรงกระบอกเล็ก

แรง (force) หมายถึง สิ่งที่สามารถทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งเคลื่อนที่หรือทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีความเร็วเพิ่มขึ้นหรือช้าลง หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ จากแรง 1 นิวตัน (N) คือ แรงที่ทำให้มวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที ดังนั้น 1 นิวตัน = 1 กิโลกรัม- เมตร/วินาที หรือ $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาแรงที่ชั่งได้ตอนอยู่ในน้ำจากสูตร

$$F_2 + B = mg$$

เมื่อ	F_2	หมายถึง	แรง
	B	หมายถึง	แรงลอยตัว
	mg	หมายถึง	น้ำหนักวัตถุ

แรงพยุงของของเหลวและหลักการของอาร์คิมิดีส (Archimedes principle)

อาร์คิมิดีส (Archimedes principle) กล่าวว่าไว้ว่า เมื่อหย่อนวัตถุลงในน้ำ ปริมาตรของน้ำส่วนที่ล้นออกมา จะเท่ากับปริมาตรของก้อนวัตถุนั้นที่เข้าไปแทนที่น้ำ

สรุปหลักอาร์คิมิดีส ดังนี้

1. ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ จะเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมลงในของเหลว
2. น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในของเหลว จะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศ เนื่องจากแรงพยุงของของเหลวมีมากกว่าแรงพยุงของอากาศ
3. น้ำหนักของวัตถุที่หายไปของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ ซึ่งคำนวณได้จากผลต่างของน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศกับน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในของเหลว
4. น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จม

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุง

1. ชนิดของวัตถุ วัตถุแต่ละชนิดจะมีความหนาแน่นแตกต่างกัน เช่น เหล็ก ไม้ พลาสติก ที่มีมวลเท่ากัน เหล็กจะมีความหนาแน่นมากกว่าไม้และไม้มีความหนาแน่นมากกว่าพลาสติก ซึ่งวัตถุที่มีความหนาแน่นมากจะจมลงไปของเหลวมาก
2. ชนิดของเหลว ของเหลวแต่ละชนิดมีความหนาแน่นแตกต่างกัน เช่น น้ำบริสุทธิ์มีความหนาแน่นมากกว่าเอทิลแอลกอฮอล์และน้ำมันเบนซิน เป็นต้น ซึ่งของเหลวที่มีความหนาแน่นมาก จะมีแรงพยุงมาก
3. ขนาดของวัตถุ จะส่งผลต่อปริมาตรที่จมลงไปของเหลวซึ่งถ้าวัตถุมีขนาดใหญ่ จะมีปริมาตรที่จมลงไปของเหลวมาก ทำให้แรงพยุงมีค่ามาก

ลักษณะของวัตถุเมื่อลอยอยู่ในของเหลว เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวจะมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของวัตถุ ซึ่งสามารถพิจารณาลักษณะของวัตถุได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. วัตถุที่ลอยอยู่ในของเหลว แสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลว แสดงว่า
 - 1.1 ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่เท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลว
 - 1.2 แรงพยุงเท่ากับน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศและเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่
2. วัตถุลอยปริ่มผิวของของเหลว แสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับของเหลว แสดงว่า
 - 2.1 ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่เท่ากับปริมาตรของวัตถุทั้งก้อนในของเหลว
 - 2.2 แรงพยุงเท่ากับน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศและเท่ากับน้ำหนักของเหลวที่ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วัตถุที่จมอยู่ในของเหลว แสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลว แสดงว่า
- 3.1 ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่เท่ากับปริมาตรของวัตถุทั้งก้อนที่จมในของเหลว
 - 3.2 แรงพยุงเท่ากับน้ำหนักของวัตถุที่จมไปในของเหลวและเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่
- สูตรการคำนวณหาแรงพยุง

$$F_b = \rho V g$$

โดย ρ คือ ความหนาแน่นของของเหลว

มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
(kg/m^3)

V คือ ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่
มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร (m^3)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s^2)

F_b คือ ขนาดของแรงพยุง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

ภาพที่ 2.38 สูตรการคำนวณหาแรงพยุง

ที่มา : จันทรจิรา แมตค้ำ. 2548

แรงต้าน Drag (physics)

ทิศทางการไหลของของไหลขึ้นด้านบนในแนวตั้งจะเกิดแรง F_{grav} ซึ่งจะต้านการเคลื่อนที่ของของไหล ทำนองเดียวกัน ถ้าความดันเพิ่มขึ้นในเส้นทางการไหล F_{pres} จะต้านการเคลื่อนที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับทิศทางการไหล และในตำแหน่งนั้น ๆ ทิศทางตรงกันข้ามจะช่วยให้ของไหลสมการเคลื่อนที่เอาชนะความต้านทานได้ F_{vis} โดยปกติแล้วจะต้านการเคลื่อนที่ของของไหล

สูตรการหาค่าแรงต้านในน้ำขณะวัตถุเคลื่อนที่ และหยุดนิ่ง

ลากขนอยกับคุณสมบัติของของเหลวและอยู่กับขนาดรูปร่างและความเร็ว

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D A$$

ที่ใด

F_D เป็นแรงลาก ,

ρ คือความหนาแน่นของของเหลว, [11]

v คือความเร็วของวัตถุเทียบกับของเหลว

A เป็นพื้นที่หน้าตัดและ

C_D เป็นค่าสัมประสิทธิ์การลาก - เป็นมิติจำนวน

ค่าสัมประสิทธิ์การลากขึ้นอยู่กับรูปร่างของวัตถุและในจำนวน Reynolds

$$Re = \frac{vD}{\nu},$$

ภาพที่ 2.39 สูตรการหาค่าแรงต้านในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ที่มาจาก : จันทรจิรา แมตค้ำ. 2548 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 ทฤษฎีความพึงพอใจ

2.13.1 ความหมายของความพึงพอใจ

สมหมาย เปียณอม (2551 : 4 - 6) ได้รวบรวมความหมายของความพึงพอใจจากนักวิชาการ นักวิจัย และผู้เชี่ยวชาญ ไว้ดังนี้

ชรินี เดชจินดา กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือทัศนคติของบุคคล ที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ความรู้สึกพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงและไม่เกิดขึ้นหากความต้องการหรือจุดหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

2.13.2 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจจากการสรุปของ (วิรุฬ พรรณเทวี 2542, หน้า 111) หมายถึง ความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหวังกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดีจะมีความพึงพอใจมาก แต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่งเมื่อไม่ได้รับการ ตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนตั้งใจไว้ว่ามีมากหรือน้อย

คณิต ดวงหัตถ์ (2537) ได้สรุปแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกชอบ หรือพอใจของบุคคลที่มีต่อการทำงานและองค์ประกอบหรือสิ่งจูงใจอื่น ๆ ถ้างานที่ทำหรือองค์ประกอบเหล่านั้นตอบสนองความต้องการของบุคคลได้บุคคลนั้น จะเกิดความพึงพอใจในงานขึ้นจะอุทิศเวลา แรงกาย แรงใจ รวมทั้งสติปัญญาให้แก่งานของตนให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

สิ่งจูงใจที่ใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้บุคคลเกิดความพึงพอใจจากการศึกษา รวบรวมและสรุปของ มีดังนี้

1. สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ (material inducement) ได้แก่ เงิน สิ่งของหรือสภาวะทางกายภาพที่ให้แก่ผู้ประกอบการต่าง ๆ
2. สภาพทางกายภาพที่พึงปรารถนา (desirable physical condition) คือ สิ่งแวดล้อมในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกาย
3. ผลประโยชน์ทางอุดมคติ (ideal benefaction) หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่สนอง ความต้องการของบุคคล
4. ผลประโยชน์ทางสังคม (association attractiveness) คือ ความสัมพันธ์อันดีมิตรกับผู้ร่วมกิจกรรม อันจะทำให้เกิดความผูกพันความพึงพอใจและสภาพการเป็นอยู่ร่วมกัน เป็นความพึงพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในสังคม ซึ่งจะทำให้รู้สึกมีหลักประกันและมีความมั่นคงในการประกอบกิจกรรม

ความพึงพอใจกับทัศนคติเป็นคำที่มีความหมายคล้ายคลึงกันมากจนสามารถใช้แทน กันได้ โดยให้คำอธิบายความหมายของทั้งสองคำนี้ว่า หมายถึง ผลจากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น และทัศนคติด้านลบจะแสดงให้เห็น สภาพความไม่พึงพอใจ

แนวคิดความพึงพอใจที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ (satisfaction) เป็นทัศนคติเอกสารที่เป็นนามธรรมเกี่ยวกับจิตใจ อารมณ์ ความรู้สึกที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่สามารถมองเห็นรูปร่างได้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกด้านบวกของบุคคล ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อาจเกิดขึ้นจากความคาดหวัง หรือเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นสามารถ ตอบสนองความต้องการให้แก่บุคคลได้ซึ่งความพึงพอใจที่เกิดขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามค่านิยมและประสบการณ์ของตัวบุคคล

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กนกทิพย์ สว่างใจธรรม. (2548) การศึกษาผลของการออกกำลังกายในน้ำที่มีต่อช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าและประสิทธิภาพในการทำกิจวัตรประจำวันในผู้ป่วยหญิงที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อมที่มีการจำกัดช่วงการเคลื่อนไหว ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยที่มารับบริการกายภาพบำบัดที่โรงพยาบาลพรชัย จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 20 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองให้โปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำ กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมให้โปรแกรมการประคบร้อนและยืดเหยียดกล้ามเนื้อเองที่บ้าน สัปดาห์ละ 3 วัน 4 สัปดาห์ ทำการวัดช่วงการเคลื่อนไหวด้วย universal goniometer และ ประเมินประสิทธิภาพในการทำกิจวัตรประจำวันด้วย modified WOMAC scale ก่อนและหลังการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการทดลองระหว่างกลุ่ม และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการทดลอง กลุ่มทดลองการออกกำลังกายในน้ำมีช่วงการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น 11.4 ± 6.72 และประสิทธิภาพในการทำกิจวัตรประจำวันเพิ่มขึ้น 34.9 ± 10.58 แตกต่างจากก่อนทำการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

ชฎิล สมรภูมิ. (2543) ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายกล้ามเนื้อต้นขาด้วยวิธีอย่างง่ายในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมแบบปฐมภูมิจำนวน 42 คน อายุเฉลี่ย 61 ปี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกออกกำลังกายที่โรงพยาบาล 2 สัปดาห์และให้ไปฝึกที่บ้านอีก 2 สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 แนะนำให้ไปออกกำลังกายที่บ้าน 4 สัปดาห์ วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา อาการปวดเข่าและประสิทธิภาพในการทำกิจวัตรประจำวัน พบว่า ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทุกค่าในสัปดาห์ที่ 4 อาการปวดเข่าลดลงและประสิทธิภาพในการทำกิจวัตรประจำวันเพิ่มขึ้นหลัง สัปดาห์ที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาเพิ่มขึ้นหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 ($p < .001$)

Minor et al. (1989) ศึกษาเปรียบเทียบผลของแอโรบิคโดยการเดิน (aerobic walking) แอโรบิคในน้ำ (aerobic aquatic) และกลุ่มควบคุมให้การออกกำลังกายเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวแบบไม่มีการลงน้ำหนักผ่านข้อต่อ (non-aerobic range of motion) ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมและrheumatoidarthritis จำนวน 120 คน ทุกกลุ่มปฏิบัติเหมือนกับการบริหารเพิ่มความแข็งแรงและบริหารเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว ครั้งละ 1 ชั่วโมง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ 12 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มทดลองมีค่า aerobic capacity, 50-foot walking time, ภาวะซึมเศร้า, วิตกกังวล และกิจกรรมทางกายดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความอ่อนตัวของลำตัว จำนวนข้อต่อที่เคลื่อนไหว ระยะเวลาฟิตติ้งข้อต่อเข่า แรงบีบมือ ไม่แตกต่างระหว่างกลุ่มแต่เพิ่มจากก่อนทดลอง ผู้วิจัยได้แนะนำว่าโปรแกรมแอโรบิคมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมและ Rheumatoid arthritis ในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อมากกว่าการทำ active range of motion, isometric strengthening และrelaxation exercise

Carin. (2001 : 66-72) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวออกกำลังกายในน้ำ โดยทำการฝึกผู้ป่วยโพลีโอโดยการให้ออกกำลังกายในน้ำอุ่น โดยกลุ่มตัวอย่างมี 28 คน เป็นกลุ่มควบคุม 13

คน กลุ่มให้โปรแกรมฝึก 15 คน ทำการฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละ 40 นาที แล้วทำการทดสอบวัด ความแข็งแรงของผู้ป่วย ซึ่งผลที่ได้เป็นไปในเชิงบวก แม้จะไม่มี การเปลี่ยนแปลงด้านสรีระวิทยามากนัก แต่ก็ให้ผลในการผ่อนคลายนกล้ามเนื้อ ลดปวด เพิ่มการช่วงการเคลื่อนไหวของข้อ ผู้ป่วยมีความสดชื่นและมี fitness สูงขึ้น ในขณะที่อัตราการเต้นของหัวใจน้อยลงด้วย

Wyatt et al. (2001) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายในน้ำกับการออกกำลังกายบนบกในกลุ่มข้อเข่าเสื่อม 46 คน อายุระหว่าง 45-70 ปี โดยการวัดก่อนและหลังการให้โปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่มผลการวิจัยพบว่าหลังให้โปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่มมีช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ระดับความเจ็บปวด ระยะเวลาในการเดิน 1 ไมล์ ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $<.05$ ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายในน้ำและบนบกในช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ขนาดรอบวงต้นขา ระยะเวลาในการเดิน 1 ไมล์ ส่วนระดับความเจ็บปวดในกลุ่มที่ออกกำลังกายในน้ำน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ออกกำลังกายบนบก สรุปได้ว่า การออกกำลังกายทั้ง 2 แบบมีประโยชน์สำหรับผู้ที่มีข้อเข่าเสื่อม

Poyhonen et al. (2001) ได้ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (quadriceps) และกล้ามเนื้อข้อเข่า (hamstring) ในกลุ่มตัวอย่างสุขภาพดี 18 คนเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนไหวของและเหยียดเข่าแบบครั้งเดียวและแบบทำซ้ำๆ พบว่าผลของกลศาสตร์การเคลื่อนไหวของน้ำมีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps และ hamstring ในขณะที่ออกกำลังกายในน้ำ โดยการเคลื่อนไหวเพียงครั้งเดียวกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว (agonist) จะทำงานตลอดการเคลื่อนไหว ส่วนกล้ามเนื้อด้านตรงข้ามกับการเคลื่อนไหว (antagonist) จะมีการทำงานต่ำๆ หากให้มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ จะมีผลของกลศาสตร์การไหลของน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องในการเพิ่มความแรงขณะเคลื่อนไหวกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว จะทำงานลดลงกว่าการเคลื่อนไหวครั้งเดียว ส่วนกลุ่มกล้ามเนื้อด้านตรงข้ามกับการเคลื่อนไหวจะทำงานมากขึ้นโดยทำงานแบบเหยียดยาวออก (eccentric contraction) เพื่อชะลอความแรงในการเคลื่อนไหวของขาตามการไหลของน้ำ

สรุป

มีงานวิจัยหลากหลายที่เปรียบเทียบการออกกำลังกายเพื่อรักษาและฟื้นฟูข้อเข่าเสื่อมด้วยวิธีที่แตกต่างกันออกไป การออกกำลังกายในน้ำเป็นวิธีการหนึ่งที่มีผลการวิจัยพบว่าก่อให้เกิดประโยชน์กับผู้ป่วยตั้งที่กล่าวไว้แล้วในตอนต้นซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความปลอดภัยกับผู้ป่วยและมีประโยชน์หลายทางโดยเฉพาะการลดปวด และการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อด้วยคุณสมบัติเฉพาะของน้ำและอุปกรณ์ในการออกกำลังกายในน้ำ นอกจากนี้ยังเป็นกิจกรรมที่ทันสมัยในปัจจุบัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการจะศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำที่มีต่อช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าเสื่อม ซึ่งมีความสำคัญสำหรับการทำกิจกรรมทางกาย การบริหารกล้ามเนื้อให้แข็งแรงและการป้องกันข้อต่อผิดรูป รวมทั้งเรื่องประสิทธิภาพในการทำกิจวัตรประจำวันได้ตีมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลของการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม เพื่อสร้างแรงจูงใจในการฝึกการบริหารร่างกาย และฝึกพฤติกรรม การดูแลตัวเองมากขึ้น และเป็นแนวทางในการรักษาและฟื้นฟูสำหรับนักกายภาพบำบัดและเป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยในขั้นต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษารูปแบบอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
2. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

สำหรับวิธีดำเนินการวิจัย เพื่อบรรลุตามวัตถุประสงค์แต่ละขั้นตอนประกอบด้วย

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือ
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษารูปแบบอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ แพทย์และบุคลากรในกลุ่มเวชศาสตร์ฟื้นฟู 3 หน่วยงาน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ แพทย์และบุคลากรในกลุ่มเวชศาสตร์ฟื้นฟู 3 หน่วยงาน จำนวน 7 ท่าน การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125) ซึ่งพิจารณาเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรแบบเดียวกัน โดยคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจำแนกดังนี้

3.1.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัดเวชศาสตร์ฟื้นฟู

3.1.2.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านแพทย์ออร์โธปิดิกส์

(1) พ.ต.ท. นพ. ธนวัฒน์ อัมพันธ์ทรัพย์ กลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลตำรวจ

3.1.2.1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด

(1) นางสาวสุกัญญา เดชกฤษกร นักกายภาพบำบัด ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การ

เอกสารแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) นางสาวทิพย์วิภา กรอารีรัตน์ นักกายภาพบำบัด ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

(3) นายสุขุม วงษ์โพธิ์ หัวหน้าภาคกายภาพบำบัด โรงพยาบาลธนบุรี

(4) นายภูวรินทร์ นามแดง นักกายภาพบำบัด ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

3.1.2.1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์

(1) นางสาววิศรา อินทรแสน นักเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

(2) นางสาวนิตา วงศ์สวัสดิ์ นักเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 การสังเกต (Observation)

เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมโดยการสังเกตและสัมภาษณ์ นำผลมารวบรวมและนำไปวิเคราะห์ในรูปแบบความเรียง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ธาราบำบัด อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 กล้องถ่ายภาพ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกภาพ

3.2.1.1.1 บันทึกภาพผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ธาราบำบัดแต่ละประเภทเพื่อใช้เป็นข้อมูลในขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์ธาราบำบัด

3.2.1.1.2 บันทึกเสียง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกเสียงในการสัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2 แบบสัมภาษณ์

เป็นแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Non-Structured interview) เพื่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการออกกำลังกายในน้ำ, โรคของผู้ป่วยที่ใช้การออกกำลังกายในน้ำ, ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ธาราบำบัด, การบริหารกายในน้ำที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุโรคข้อเข่าเสื่อม

3.3 การสร้างเครื่องมือ

3.3.1 ศึกษาทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูลจากการลงพื้นที่จากการสังเกตและการสัมภาษณ์ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ ภายใต้กรอบแนวคิดด้านศึกษาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ผู้วิจัยได้ศึกษาตามกรอบแนวคิดดังนี้

3.3.1.1 กรอบแนวความคิด “โรคข้อเข่าเสื่อม” โรคข้อเสื่อมเป็นโรคในกลุ่มข้ออักเสบ (Osteoarthritis, OA) ชนิดหนึ่งที่พบได้บ่อยที่สุดพบได้ทั้งในผู้ชายและผู้หญิงที่มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไปทั้งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชายและหญิงจะมีข้อเสื่อมมากกว่าร้อยละ 80 - 90 แต่อาจมีอาการต่างกันไปเช่นมีข้อเสื่อมแต่ไม่มีอาการปวดถ้าไม่ใช้งานข้อนั้นๆมากข้อต่อที่มักพบการเสื่อมได้แก่ข้อนิ้วข้อเข่าข้อสะโพกข้อกระดูกหลังทั้งกระดูกสันหลังระดับคอและกระดูกสันหลังระดับเอว (สุธี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ วิชระ รุจิเวทพงศธร. 2539)

3.3.1.2 กรอบแนวความคิด “ธาราบำบัด (Hydrotherapy)” เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการรักษาทางกายภาพบำบัด ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลางหรือสื่อในการรักษา มักจะกระทำในรูปแบบการฝึกออกกำลังกายในน้ำ หรือการใช้คุณสมบัติของน้ำในการรักษาปัญหาของผู้ป่วยให้ดีขึ้น (ประภาส โปธิทองสุนันท์. 2530 : 201-209)

3.3.1.3 ข้อมูลด้านพื้นที่ธาราบำบัด “ข้อมูลอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อมของสระธาราบำบัด” ควรเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมส่วนเฉพาะสำหรับการใช้งานไม่เปิดเผยเห็นชัดเจนจากภายนอก ตัวอาคารควรมีลักษณะโปร่งโล่ง กระตุ้นเร้าใจในการลงสระธาราบำบัด มีความสะอาดและปลอดภัยสูง ขึ้น (ประภาส โปธิทองสุนันท์. 2530 : 201-209)

3.3.1.4 กรอบแนวความคิด “อุปกรณ์สำหรับการฝึกออกกำลังกายในน้ำ (Apparatus for Exercise)” การเลือกอุปกรณ์และเสื้อผ้าที่จะทำให้สามารถออกกำลังกายได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งคำแนะนำเรื่องความปลอดภัยด้วยการใช้อุปกรณ์ในการออกกำลังกายนั้นจะช่วยเพิ่มแรงต้านของน้ำขณะทำการเคลื่อนไหวทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและการทรงตัวที่ดีขึ้นโดยอุปกรณ์ในแต่ละชนิดนั้นก็จะมีแรงต้านที่แตกต่างกันออกไป (ประภาส โปธิทองสุนันท์. 2530 : 210-214)

3.3.1.5 กรอบแนวความคิด “ท่าทางการออกกำลังกายในน้ำที่ใช้ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” การจัดทำเริ่มต้นที่ดีสำหรับการฝึกจะช่วยให้ผู้ถูกฝึกรู้สึกผ่อนคลายได้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยลดการเกร็งของกล้ามเนื้อ (Muscle spasm) ที่ทำให้เกิดข้อติด (Joint Stiffness) โดยแบ่งท่าทางการออกกำลังกายในน้ำที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม (ประภาส โปธิทองสุนันท์. 2530 : 216-230)

3.3.2 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์เพื่อทำการตรวจสอบและปรับปรุง

3.3.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูล (Data collection) ในขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับธาราบำบัดเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ธาราบำบัด

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัดเวชศาสตร์ฟื้นฟู โดยการสังเกตและสัมภาษณ์ นำผลมาวิเคราะห์ในรูปแบบความเรียง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดสำหรับฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดสำหรับฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต จำนวน 3 ท่าน การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125) โดยเลือกให้สอดคล้องและตรงตามวัตถุประสงค์ซึ่งคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจำแนก ดังนี้

3.1.2.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

(1) ผศ.สุมาลี ทองรุ่งโรจน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะออกแบบ วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

(2) อาจารย์สาริตา พูลเกื้อ อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะออกแบบ

(3) อาจารย์อินทิรา บุญพรต อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะออกแบบ วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

3.1.2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์

(1) นางสาววิศรา อินทรแสน นักเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

(2) นางสาวนิตา วงศ์สวัสดิ์ นักเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

3.1.2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

(1) คุณนิภา สุดใจปรารถนา ตำแหน่ง Senior product design บริษัท เทรียนูไทย อินเตอร์พลาส จำกัด

(2) คุณสุนทร ประชาสิทธิ์ ตำแหน่ง ผู้จัดการแผนกแม่พิมพ์ บริษัท เทรียนูไทย อินเตอร์พลาส จำกัด

(3) อานนท์ แป้นทอง ตำแหน่ง Product Designer แผนก R&D Department บริษัท Forth Corporation Public Company Limited

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 แบบประเมินความคิดเห็นโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์, ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต เพื่อประเมินข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดสำหรับเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

3.3 การสร้างเครื่องมือ

3.3.1 ศึกษาทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูลจากการลงพื้นที่จากการสังเกตและการสัมภาษณ์ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ภายใต้กรอบแนวคิดด้านการออกแบบผู้วิจัยได้ศึกษาตามกรอบแนวคิดดังนี้

3.3.1.1 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เดิม (SWOT) เป็นการประเมินผลิตภัณฑ์โดยกำหนดจุดแข็งและจุดอ่อนจากสภาพแวดล้อมภายใน โอกาสและอุปสรรคจากสภาพแวดล้อมภายนอก (Albert Humphrey, 2016) โดยใช้กรอบแนวคิด หลักการออกแบบอุปกรณ์ออกกำลังภายในน้ำ นำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องการออกแบบที่สัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยผู้วิจัยได้ศึกษาตามกรอบแนวคิด (สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ 2540 : 64-69 ดังนี้

- (1) หน้าที่ใช้สอย (Function)
- (2) ความปลอดภัย (Safety)
- (3) ความแข็งแรง (Construction)
- (4) ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics)
- (5) ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales appeal)
- (6) ราคา (Cost)
- (7) การซ่อมแซมง่าย (Ease of maintenance)

3.3.1.2 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ธาราบำบัดในท้องตลาด (ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา 2557 : 97)

3.3.1.3 กรอบแนวคิดข้อมูลการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพกระบวนการใช้มโนทัศน์เพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา 2557:97) โดยใช้กรอบแนวคิดด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (ธีรชัย สุขสด 2544 : 17-18) ดังนี้

- (1) หน้าที่ใช้สอย (Function)
- (2) ความปลอดภัย (Safety)
- (3) ความแข็งแรง (Construction)
- (4) ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics)
- (5) ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales appeal)
- (6) ราคา (Cost)
- (7) การซ่อมแซมง่าย (Ease of maintenance)

3.3.2 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ และกรอบแนวคิดในการวิจัย (Index of Objective Congruence : IOC) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

(1) ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(3) รศ.ดร.กาญจนา บุญภักดิ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา (Content Validity) และข้อเสนอแนะ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณามาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{\sum I}$$

เมื่อ N = ผลรวมคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด
 N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

ข้อคำถาม IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เป็นคำถามที่ใช้ได้ ถ้าไม่ถึง 0.5 ต้องแก้ไขหรือตัดทิ้ง

3.3.3 นำแบบสอบถามและตารางที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเพื่อการประเมินผลงานการออกแบบอุปกรณ์ธาราบำบัด

3.4.1 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมตามคำจำกัดความของการออกกำลังกายในน้ำ และสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิตเพื่อประเมินรูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดที่เหมาะสม

3.4.2 นำผลสรุปของการศึกษาและการเก็บข้อมูลมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ธาราบำบัด และทำการผลิตต้นแบบสำหรับการประเมินประสิทธิภาพ, ประเมินความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่าง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบของอุปกรณ์ธาราบำบัดมาวิเคราะห์ โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มาก

2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง น้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด จำนวน 3 ท่าน, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ จำนวน 2 ท่าน การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสของ วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125) โดยเลือกให้สอดคล้องและตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจำแนก ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด

1.1 นายภูวรินทร์ นามแดง นักกายภาพบำบัด ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

1.2 นางสาวทิพย์วิภา กรอารีรัตน์ นักกายภาพบำบัด ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

1.3 นางสาวสุกัญญา เดชกุญชร นักกายภาพบำบัด ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์

2.1 นางสาววิศรา อินทรแสน นักเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

2.2 นางสาวนิตา วงศ์สวัสดิ์ นักเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 นำผลของการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 มาจัดทำเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Mock up) เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดที่ได้รับการพัฒนา

3.2.2 นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Mock up) ทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์จากการหาค่าแรงและการเคลื่อนที่ ดังนี้ ค่าแรงที่วัดได้เมื่อขังในน้ำ, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ, ค่าแรงต้าน ในกรณีที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เดิมกับผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนา

3.2.3 แบบประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัดที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ประเมินตามแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย เหมาะสมน้อยที่สุด

3.3 การสร้างเครื่องมือ

3.3.1 การสร้างเครื่องมือเพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดและทฤษฎีนำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาตามกรอบแนวคิดดังนี้

3.3.1.1 กรอบแนวความคิด การทดสอบประสิทธิภาพจากการหาค่าแรงและการเคลื่อนที่ ดังนี้ ค่าแรงวัดได้เมื่อขังในน้ำ, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ, ค่าแรงต้าน ในกรณีที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที จากเอกสารศูนย์ข้อมูลการแพทย์ทางเลือก ระบุว่า ค่าแรงและค่าแรงลอยตัวในน้ำมีค่าน้อยกว่า 1 นิวตันวัตถุจะลอยน้ำ การเพิ่มแรงต้านของน้ำขณะทำการเคลื่อนไหวทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น นำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เดิมกับผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนา

3.3.1.2 แบบประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านกายบำบัดมีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดสำหรับฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

3.3.1.3 แบบประเมินประสิทธิภาพที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์เพื่อทำการตรวจสอบและปรับปรุง และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ และกรอบแนวคิดในการวิจัย (Index of Objective Congruence : IOC) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

(1) ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ อดุสสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2) ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์อดุสสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(3) รศ.ดร.กาญจนา บุญภักดิ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารการศึกษา คณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา (Content Validity) และ
ข้อเสนอแนะ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจในคำถำมนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจในคำถำมนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 หมายถึง แน่ใจในคำถำมนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณามาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ $\sum R$ = ผลรวมคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

ข้อคำถาม IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เป็นคำถามที่ใช้ได้ ถ้าไม่ถึง 0.5 ต้องแก้ไขหรือตัดทิ้ง

3.3.2 นำประเมินประสิทธิภาพที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่ม
ตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้ผลการทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์ธาราบำบัดจากผู้เชี่ยวชาญ
ด้านกายอุปกรณ์ โดยการหาค่าแรงที่วัดได้เมื่อชั่งในน้ำ, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ, ค่าแรงต้าน ในกรณี
ความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที จากเอกสารศูนย์ข้อมูลการแพทย์ทางเลือก ระบุ
ว่า ค่าแรงและค่าแรงลอยตัวในน้ำมีค่าน้อยกว่า 1 นิวตันวัตถุจะลอยน้ำ การเพิ่มแรงต้านของน้ำขณะ
ทำการเคลื่อนไหวนำให้มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์
เดิมกับผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนา และแบบประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านกายบำบัด นำ
กลับมาสรุปผลที่ได้ในรูปแบบข้อมูลเชิงปริมาณ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้จากแบบประเมินประสิทธิภาพที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวน
น้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยเป็นแบบประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์จาก
การหาค่าแรงและการเคลื่อนที่ โดยค่าแรงที่วัดได้เมื่อชั่งในน้ำ, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ, ค่าแรงต้าน ในกรณี
ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดิมกับผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนา และแบบประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด ตามแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินประสิทธิภาพ และความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม มาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

- 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่ได้รับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่ได้รับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำจำนวน 10 ท่าน การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125) โดยเลือกให้สอดคล้องและตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจำแนก ดังนี้

1. กลุ่มผู้ที่ได้รับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
 - 1.1 ผู้ที่ได้รับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม อยู่ในความดูแลของผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด ศูนย์กายภาพบำบัด คณะเวชศาสตร์ มหาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 10 ท่าน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype) เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างข้างต้น

3.2.2 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ประเมินตามแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) คือเหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย เหมาะสมน้อยที่สุด และใช้อ่านค่าตามอัตราส่วน

3.3 การสร้างเครื่องมือ

3.3.1 การสร้างเครื่องมือเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดและทฤษฎีนำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาตามกรอบแนวคิดของอูตมศักดิ์ สาริบุตร (2550 : 18-19) นำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการหาค่าและประเมินความพึงพอใจโดยผู้วิจัยได้ศึกษาตามกรอบแนวคิดดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความปลอดภัย (Safety)
3. ความแข็งแรง (Construction)
4. ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics)
5. ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales appeal)
6. การซ่อมแซมง่าย (Ease of maintenance)

3.3.2 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ และกรอบแนวคิดในการวิจัย (Index of Objective Congruence : IOC) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1. ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 2. ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 3. รศ.ดร.กาญจนา บุญภักดิ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา (Content Validity) และข้อเสนอแนะ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณามาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ $\sum R$ = ผลรวมคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้เฉพาะการวิจัยเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 นำแบบสอบถามและตารางประเมินความพึงพอใจที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น

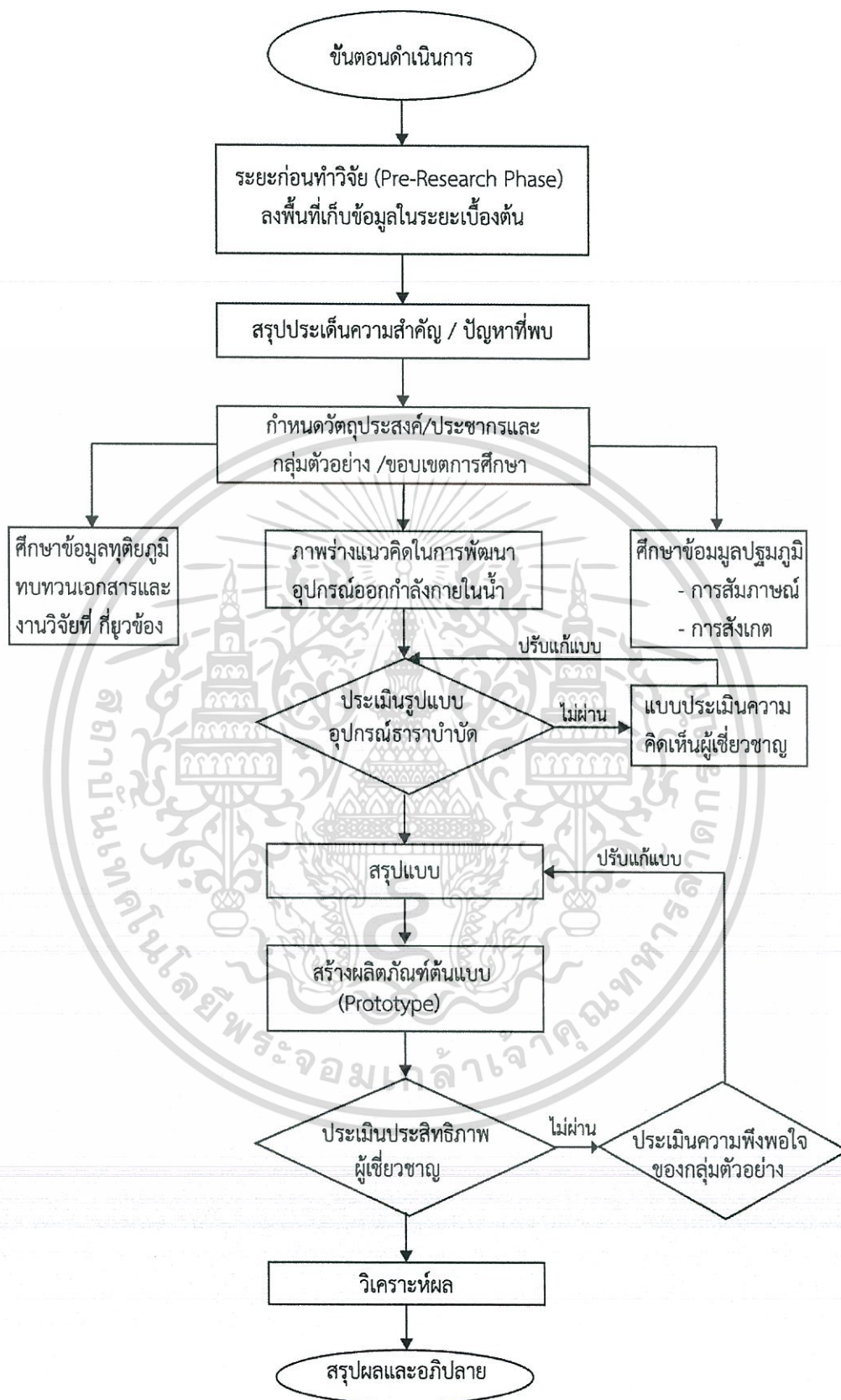
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ผู้วิจัยเก็บแบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ที่มารับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมนำกลับมาสรุปผลที่ได้ในรูปแบบข้อมูลเชิงปริมาณ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจ นำความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม มาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

- 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึก
การเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

เอกสารนี้เป็นภาพโดย : ทิพพัรา อธิธิวรกุล (2559) การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การประเมินความคิดเห็นและตอบแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำมาวิเคราะห์แล้วนำเสนอรูปแบบของตารางโดยเรียบเรียงแบ่งเป็นขั้นตอนตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์รูปแบบอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

4.3 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

4.4 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

4.1 ผลการวิเคราะห์รูปแบบอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัย คำนึงถึงกรอบแนวความคิดในการวิจัยให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ พร้อมทั้งใช้การสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญบุคลากรในทีมงานเวชศาสตร์ฟื้นฟูสามารถวิเคราะห์และสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านปัญหาโรคข้อเข่าเสื่อม

4.1.1.1 กลุ่มผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป เป็นวัยที่มีการเสื่อมโทรมและต้องซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย นอกจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาแล้ว ยังมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจ อารมณ์ และการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม

4.1.1.2 ลักษณะของข้อเข่าเสื่อมสามารถจำแนกความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ 2 ชนิด ดังนี้ โรคข้อเข่าเสื่อมปฐมภูมิ เป็นการเสื่อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น พันธุกรรม น้ำหนักตัว อายุ และโรคข้อเข่าเสื่อมทุติยภูมิ เป็นการเสื่อมของข้อเข่าที่ทราบสาเหตุแน่นอน เช่น อุบัติเหตุ การเล่นกีฬา การอักเสบและการติดเชื้อจากสาเหตุใด ๆก็ตาม

4.1.1.3 กระบวนการเกิดพยาธิสภาพของข้อเข่าเสื่อมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของกระดูกอ่อนผิวข้อ ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงทางชีวกลภายในข้อ ซึ่งในคนสูงอายุทั้งคอลลาเจนและโปรตีนไฮไกลได้มรการเสื่อมสภาพอยู่แล้วทำให้ผิวข้อทนต่อแรงกดได้น้อยเกิดการเสื่อมสภาพของกระดูกอ่อน นอกจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวยังทำให้การเคลื่อนไหวการงอและเหยียดข้อเกิดการติดขัดเพิ่มยิ่งขึ้น

4.1.1.4 การรักษาโรคข้อเข่าเสื่อมมีส่วนสำคัญในการป้องกันการทำลายของข้อ เพื่อให้ผู้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

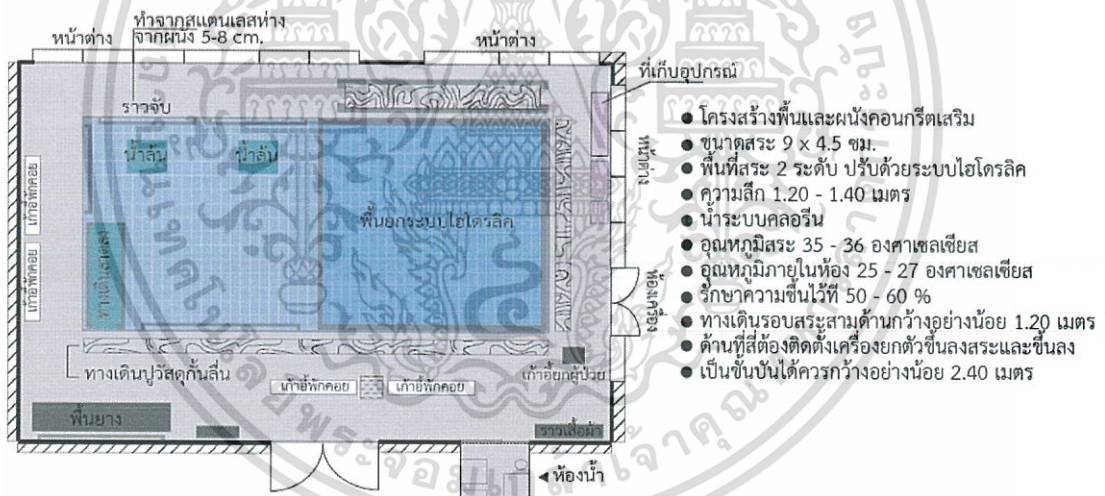
อายุสามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ ดังนี้ วิธีการรักษาโยไมใช้ยา วิธีการรักษาโดยใช้ยา และการรักษาผ่าตัด

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการออกกำลังกายในน้ำ

การออกกำลังกายในน้ำ (Aqua exercise) หรือธาราบำบัด (Hydrotherapy) สามารถลดความรู้สึกหรือของร่างกายได้อย่างปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการออกกำลังกายบนบก โดยอาศัยคุณสมบัติของน้ำเป็นตัวกลางในการรักษา ช่วยพยุงรองรับทุกส่วนสัดของร่างกาย ซึ่งลดอัตราการเกิดการบาดเจ็บที่อาจเกิดจากแรงกระแทกของข้อต่อขณะออกกำลังกาย แรงต้านทานในน้ำจะต้านการเคลื่อนไหวของร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อมีการทำงานอย่างทั่วถึง เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อเข่า ส่งผลทำให้ข้อเข่ามีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้กล้ามเนื้อรอบข้อแข็งแรงและเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันภาวะทุพพลภาพ และลดน้ำหนักเพื่อช่วยในการลดแรงกดบนพื้นผิวข้อเข่า

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านพื้นที่ธาราบำบัด

การวิเคราะห์ข้อมูลอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อมของสระธาราบำบัด ดังภาพที่ 4.1 ควรเป็นส่วนที่เหมาะสมส่วนเฉพาะสำหรับการใช้งานไม่เปิดเผยเห็นชัดเจนจากภายนอก ตัวอาคารควรมีลักษณะโปร่งโล่ง กระจุนรั้วใจในการลงสระธาราบำบัด มีความสะอาดและปลอดภัยสูง



ภาพที่ 4.1 แสดงภาพการวิเคราะห์พื้นที่สระธาราบำบัด สถานที่โรงพยาบาลธรรมศาสตร์รังสิต
ที่มา : ประภาส โปธิ์ทองสุนันท์ (2530)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โครงสร้างพื้นและผนังเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ตัวอาคารควรมีลักษณะโปร่งโล่ง ทางเดินควรปูด้วยกระเบื้องพื้นหยาบหรือปูด้วยวัสดุกันลื่น และควรมีพื้นที่รอบสระอย่างน้อย 1.20 เมตร พื้นสระสามารถปรับระดับขึ้นลงด้วยเครื่องควบคุมระบบไฮดรอลิก ใช้น้ำระบบคลอรีน ความลึกของสระอยู่ที่ 1.20-1.40 เมตร บริเวณในสระมีราวจับที่ขอบสระใช้สำหรับออกกำลังกายในน้ำ อุณหภูมิสระอยู่ที่ 35-36 องศาเซลเซียส และติดตั้งเครื่องยกตัวลง (Hoist) สำหรับผู้สูงอายุที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ มีห้องอาบน้ำและเปลี่ยนเสื้อผ้า รวมถึงมีความสะอาดและปลอดภัยสูง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการใช้งานอุปกรณ์ธาราบำบัด

4.1.4.1 ธาราบำบัด หรือ Hydrotherapy เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการรักษาทางกายภาพบำบัด ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลางในการรักษา มักจะกระทำในรูปแบบของการฝีกออกกำลังภายในน้ำ เพราะน้ำนั้นช่วยพยุงรองรับทุกส่วนสัดของร่างกาย ซึ่งลดอัตราการเกิดการบาดเจ็บที่อาจเกิดจากแรงกระแทกของข้อต่อขณะออกกำลังกายได้ดีกว่าการออกกำลังกายบนบก

4.1.4.2 อุปกรณ์ในการออกกำลังภายในน้ำนั้นเป็นตัวช่วยในการฝีกการเคลื่อนไหวทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และการทรงตัวที่ดีขึ้น อุปกรณ์ที่ลอยน้ำหรือจมน้ำมีผลต่อการให้แรงช่วยหรือแรงต้านต่อการเคลื่อนไหวในน้ำของผู้ป่วยซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะขนาดรูปร่าง และจำนวนอุปกรณ์ตลอดจนตำแหน่งที่ถือหรือที่รัดไว้

4.1.4.3 อุปกรณ์บริหารข้อเข่า เป็นอุปกรณ์ลอยน้ำสวมใส่ที่ขาหรือข้อเท้า เพื่อทำให้เกิดแรงต้านทานต่อการเคลื่อนไหวในน้ำ เสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบๆข้อเข่าขณะออกกำลังกายในน้ำ

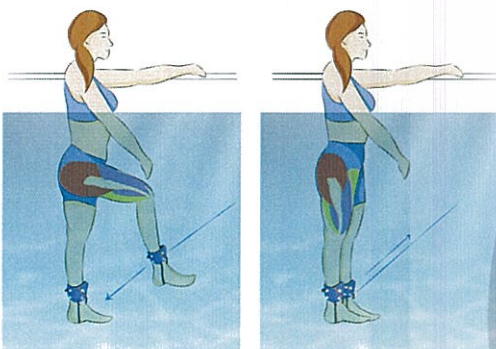
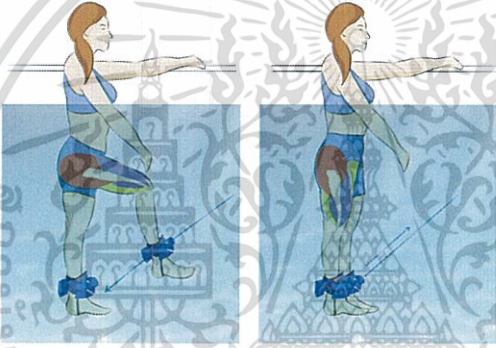
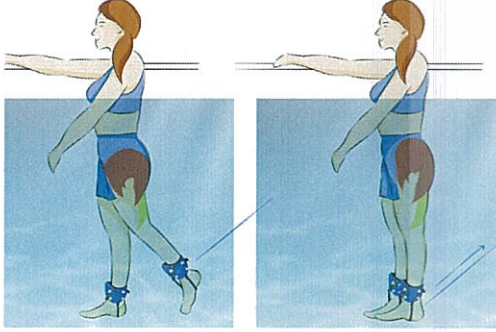
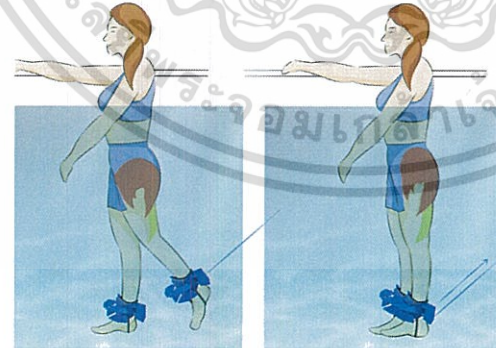
4.1.4.4 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อการฟื้นฟูร่างกาย มีองค์การเคลื่อนไหวตามกลศาสตร์ของค้ำมูข้อเข่าที่ 0 – 100 องศา

4.1.4.5 อุปกรณ์ธาราบำบัดบริหารกล้ามเนื้อ ที่เหมาะสมควรตอบสนองความต้องการด้านการบำบัดฟื้นฟู รวมทั้งยังช่วยลดภาวะค่าใช้จ่ายในด้านอุปกรณ์การแพทย์

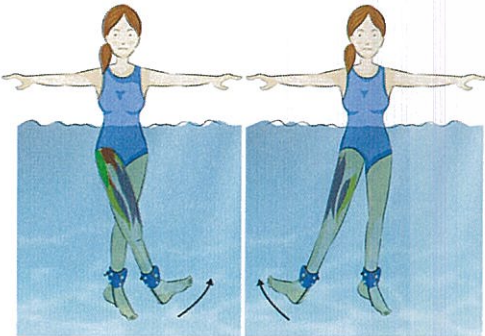
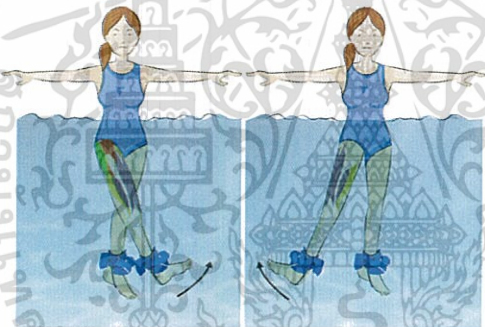


4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านท่าทางการออกกำลังภายในน้ำที่ใช้ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ธาราบำบัดมีประโยชน์มากในผู้ถูกฝีกที่เป็นปัญหาโรคข้อเข่าเสื่อมเพราะแรงพยุงของน้ำจะช่วยรับน้ำหนัก และการเคลื่อนไหว หรือต้านทานการเคลื่อนไหวเท่าที่ต้องการ การจัดทำเริ่มต้นที่ดีสำหรับการฝีกจะช่วยให้ผู้ถูกฝีกรู้สึกผ่อนคลายได้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยลดการเกร็งของกล้ามเนื้อ (Muscle spasm) ที่ทำให้เกิดข้อติด (Joint Stiffness) โดยแบ่งท่าทางการออกกำลังภายในน้ำที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมโดยใช้อุปกรณ์ไว้ 10 ท่า ดังนี้

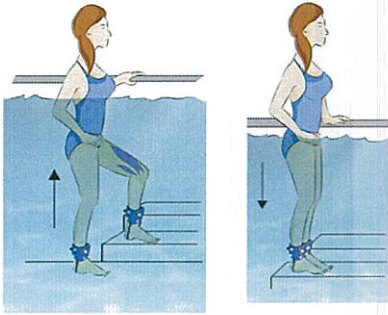
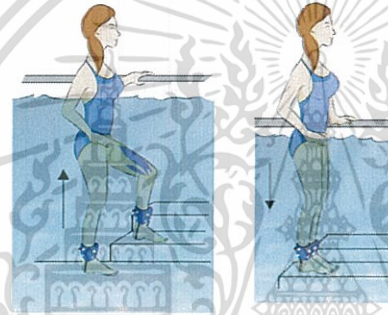
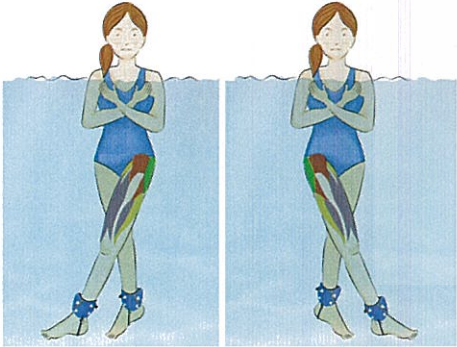
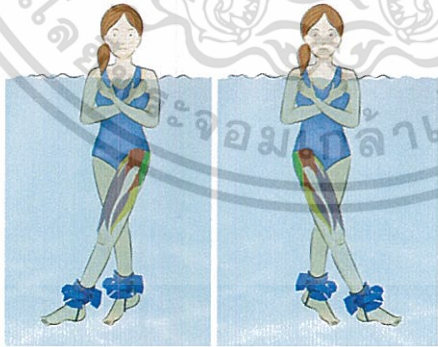
ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์การออกกำลังกายโดยใช้อุปกรณ์

ท่าการออกกำลังกาย	ลักษณะกล้ามเนื้อที่ใช้	ประโยชน์	ข้อจำกัด
<p>1. ดึงขามาด้านหน้า การดึงขาขึ้นลงสลับกัน</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gluteus maximus กล้ามเนื้อสะโพก ■ Quadriceps กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า 	<ul style="list-style-type: none"> - การยืดกล้ามเนื้อเพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า - เพิ่มกล้ามเนื้อสะโพก - เสริมสร้างความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อรอบหัวเข่า - เสริมสร้างความทนทานของกล้ามเนื้อรอบหัวเข่า 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพร่างกายก่อนการออกกำลังกายในน้ำ - ควรยกขาขึ้นลงอย่างช้าๆ - ควรจับขอบสระหรือราวไว้ให้มั่นเพื่อความปลอดภัย - ควรมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด
<p>2. ดึงขากลับ การดึงขาขึ้นลงไปทางด้านหลัง</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gluteus maximus กล้ามเนื้อสะโพก ■ Quadriceps กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ■ Hamstring กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มกล้ามเนื้อสะโพก - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง - เสริมสร้างความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อรอบหัวเข่า - เสริมสร้างความทนทานของกล้ามเนื้อรอบหัวเข่า 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพร่างกายก่อนการออกกำลังกายในน้ำ - ควรยกขาขึ้นลงอย่างช้าๆ - ควรจับขอบสระหรือราวไว้ให้มั่นเพื่อความปลอดภัย - หากผู้ป่วยที่เดินไม่ไหวควรมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด

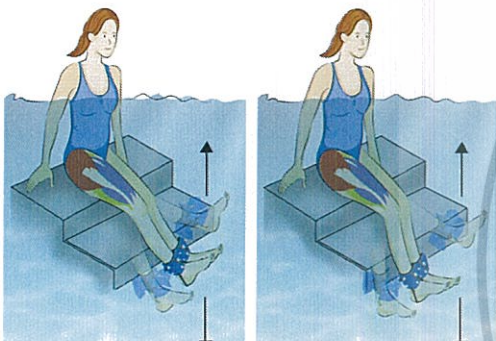
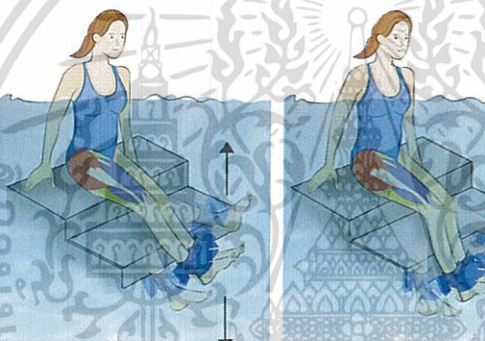
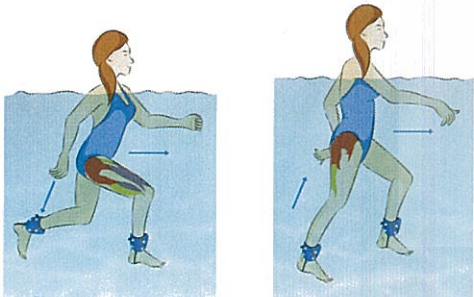
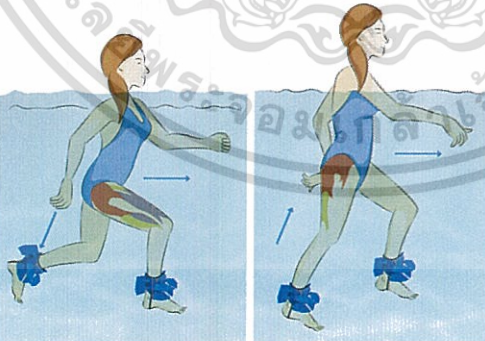
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ท่าการออกกำลังกาย	ลักษณะกล้ามเนื้อที่ใช้	ประโยชน์	ข้อจำกัด
<p>3. กางขา- หุบ การกางขาหุบขาไปทางด้านข้าง</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gluteus maximus กล้ามเนื้อสะโพก ■ Tensor fascias Latae กล้ามเนื้อ ด้านข้างของสะโพก ■ Quadriceps กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มกล้ามเนื้อสะโพก - เพิ่มกล้ามเนื้อด้านข้างสะโพก - เสริมสร้างความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อรอบหัวเข่า - เสริมสร้างความทนทานของกล้ามเนื้อรอบหัวเข่า - เสริมสร้างสมรรถภาพการทำงานของหัวใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพร่างกายก่อนการออกกำลังกายในน้ำ - ควรกางขาอย่างช้าๆ - ควรจับขอบสระหรือราวไว้ให้มั่นเพื่อความปลอดภัย - ควรมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด
<p>4. หมุนขาเข้า – ออก</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Quadriceps กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ■ Hamstring กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง - เสริมสร้างความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อรอบหัวเข่า - เสริมสร้างความทนทานของกล้ามเนื้อรอบหัวเข่า - เพิ่มความมั่นคงของกล้ามเนื้อ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพร่างกายก่อนการออกกำลังกายในน้ำ - ควรหมุนขาเข้าออกอย่างช้าๆ เพื่อความปลอดภัย - ควรจับขอบสระหรือราวไว้ให้มั่นเพื่อความปลอดภัย - ควรมีนักกายภาพบำบัด ดูแลอย่างใกล้ชิด

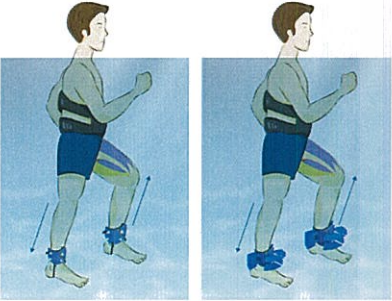
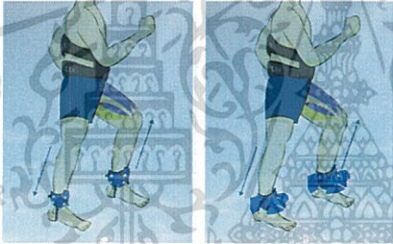
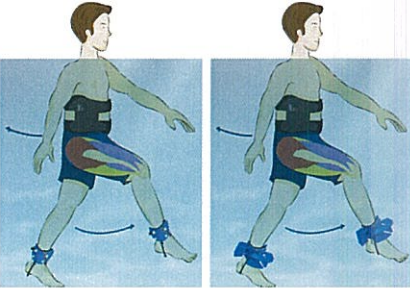
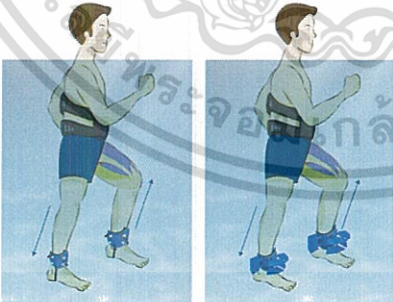
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ท่าการออกกำลังกาย	ลักษณะกล้ามเนื้อที่ใช้	ประโยชน์	ข้อจำกัด
<p>5. ก้าวขึ้นบันได การสลับขาซ้ายขวาขึ้นลงบันได</p> 	<p>■ Quadriceps กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า - เพื่อป้องกันข้อตืด - เพิ่มการใช้พลังงานในร่างกาย - ทำค้างไว้ นับ 1-5 เพื่อเพิ่ม กำลังกล้ามเนื้อเหนือหัวเข้าได้ดียิ่งขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพร่างกายก่อนการออกกำลังกายในน้ำ - ควรไขว้เท้าออกอย่างช้าๆ - ควรจับขอบสระหรือราวไว้ให้มั่นเพื่อความปลอดภัย - หากผู้ป่วยที่เดินไม่ไหวควรมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด
<p>6. ก้าวสลับขา มือไขว้ที่หน้าอก เอาเท้าไขว้สลับซ้ายขวา</p> 	<p>■ Gluteus maximus กล้ามเนื้อสะโพก</p> <p>■ Tensor fascias Latae กล้ามเนื้อด้านข้างของสะโพก</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มกล้ามเนื้อสะโพก - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า - ทำค้างไว้ นับ 1-5 เพื่อเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อเหนือหัวเข้าได้ดียิ่งขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพร่างกายก่อนการออกกำลังกายในน้ำ - ควรงอและเหยียดเข่าออกอย่างช้าๆ - ควรมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ท่าการออกกำลังกาย	ลักษณะกล้ามเนื้อที่ใช้	ประโยชน์	ข้อจำกัด
<p>7. นั่งอ – เขยียดเข้า ประคองอุปกรณ์ที่ข้อมา ยกขึ้นลงอย่างช้าๆ</p> 	<p>■ Gluteus maximus กล้ามเนื้อสะโพก ■ Quadriceps กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ■ Hamstring กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มกล้ามเนื้อสะโพก - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง - เพิ่มแรงต้านทำให้สร้างความแข็งแรงรอบหัวเข่า - เสริมสร้างความทนทานของกล้ามเนื้อรอบหัวเข่า 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพร่างกายก่อนการออกกำลังกายในน้ำ - ควรออกกำลังกายอย่างช้าๆ - ควรมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด
<p>8. เดินฟุ้งตัวไปข้างหน้า เดินฟุ้งตัวไปข้างหน้า โดยย่อขึ้นย่อลงเบาๆ</p> 	<p>■ Gluteus maximus กล้ามเนื้อสะโพก ■ Quadriceps กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ■ Hamstring กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มกล้ามเนื้อสะโพก - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง - เพิ่มแรงต้านทำให้สร้างความแข็งแรงรอบหัวเข่า - เสริมสร้างความทนทานของกล้ามเนื้อรอบหัวเข่า 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพร่างกายก่อนการออกกำลังกายในน้ำ - ควรออกกำลังกายอย่างช้าๆ - ควรมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ท่าการออกกำลังกาย	ลักษณะกล้ามเนื้อที่ใช้	ประโยชน์	ข้อจำกัด
<p>9. วิ่งในระดับน้ำลึก การแกว่งตัวไปข้างหน้า โดยการขยับขา</p> 	<p>■ Gluteus maximus กล้ามเนื้อสะโพก ■ Quadriceps กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ■ Hamstring กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มกล้ามเนื้อสะโพก - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า - เพิ่มแรงต้านทำให้สร้างความแข็งแรงรอบหัวเข่า - เสริมสร้างความทนทานของกล้ามเนื้อรอบหัวเข่า - เพิ่มความมั่นคงของกล้ามเนื้อ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพร่างกายก่อนการออกกำลังกายในน้ำ - ควรออกกำลังกายอย่างช้าๆ - ควรมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด
<p>10. ก้าวยาว การแกว่งขาไปทางด้านหน้าในน้ำลึก</p> 	<p>■ Gluteus maximus กล้ามเนื้อสะโพก ■ Quadriceps กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ■ Hamstring กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มกล้ามเนื้อสะโพก - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า - เพิ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง - เพิ่มแรงต้านทำให้สร้างความแข็งแรงรอบหัวเข่า - เสริมสร้างความทนทานของกล้ามเนื้อรอบหัวเข่า - เพิ่มความมั่นคงของกล้ามเนื้อ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพร่างกายก่อนการออกกำลังกายในน้ำ - ควรออกกำลังกายอย่างช้าๆ - ควรมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด

ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์ (2530)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ท่าทางการออกกำลังกายในน้ำทั้ง 10 ท่า ทำให้สามารถเสริมสร้างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps Femoris) กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring Femoris) กล้ามเนื้อสะโพก (Gluteus maximus) และกล้ามเนื้อด้านข้างสะโพก (Tensor fascias Latae) ให้มีความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อรอบๆ หัวเข่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งกล้ามเนื้อที่สำคัญที่สุดสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าคือ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps Femoris) ซึ่งประกอบไปด้วยมัดใน, มัดกลาง, มัดนอก แต่มัดที่เป็นสำคัญที่สุดคือ กล้ามเนื้อมัดใน ซึ่งจะทำงานต่อเมื่อหัวเข่าสามารถงอได้ถึง 30 องศา และเหยียดเข้าสุดได้ 0 องศา ฉะนั้นการออกกำลังกายข้อเข่าจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ป่วยจะต้องเหยียดข้อเข่าจนสุด และควรออกกำลังกายอย่างช้าๆ โดยมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัดเพื่อฝึการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เดิม (SWOT)



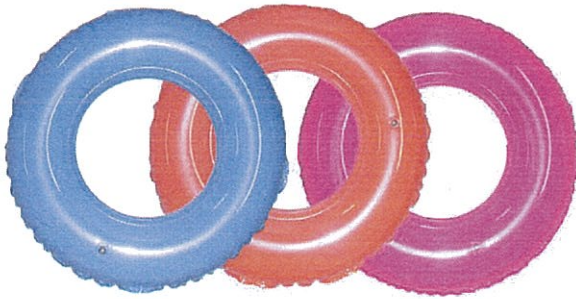
ภาพที่ 4.2 แสดงภาพห่วงยางรองคอ ทำจากวัสดุลอยน้ำ
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์ (2530)

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของห่วงยางรองคอ

Strength (S) จุดแข็ง	Weakness (W) จุดอ่อน
<ol style="list-style-type: none"> 1. เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกว่ายน้ำเบื้องต้น 2. สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย 3. มีสีสันสดใส หลากหลายสี 4. หาซื้อได้ตามห้างสรรพสินค้าทั่วไป 5. มีความปลอดภัย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก 2. มีความยุ่งยากในการเริ่มใช้งานต้องเป่าลมเข้าไป 3. รูปแบบรูปทรงเดิม ๆ
Opportunity (O) โอกาส	Threats(T) อุปสรรค
<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถผลิตได้ในประเทศและสามารถส่งออกต่างประเทศได้ 2. เป็นที่นิยมใช้แพร่หลาย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีโรงงานคู่แข่งที่สามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า ห่วงยางรองคอเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการฝึกการว่ายน้ำเบื้องต้นสามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย หาซื้อได้ตามห้างสรรพสินค้าทั่วไป มีความปลอดภัย แต่พบข้อเสียคือ ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก มีความยุ่งยากในการเริ่มใช้งาน มีโรงงานคู่แข่งที่สามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แสดงภาพห่วงยางที่เอว ใช้พุงตัวในน้ำ
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์ (2530)

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของห่วงยางที่เอว

Strength (S) จุดแข็ง	Weakness (W) จุดอ่อน
<ol style="list-style-type: none"> 1. เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกว่ายน้ำเบื้องต้น 2. สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย 3. มีสีสันสดใส หลากหลายสี 4. หาซื้อได้ตามห้างสรรพสินค้าทั่วไป 5. มีหลายไซตให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของผู้ใช้งาน 6. มีความปลอดภัย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก 2. มีความยุ่งยากในการเริ่มใช้งานต้องเป่าลมเข้าไป 3. การเก็บอุปกรณ์ใช้เนื้อที่ค่อนข้างเยอะ
Opportunity (O) โอกาส	Threats(T) อุปสรรค
<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถผลิตได้ในประเทศและสามารถส่งออกต่างประเทศได้ 2. ได้รับความนิยมและเชื่อถือทั้งภายในและภายนอกประเทศ 3. การขยายตัวของโลกออนไลน์ทำให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ง่ายขึ้น 	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีโรงงานคู่แข่งที่สามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า ห่วงยางที่เอว ใช้พุงตัวในน้ำ เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกว่ายน้ำเบื้องต้น สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย มีสีสันสดใส หลากหลายสี หาซื้อได้ตามห้างสรรพสินค้าทั่วไป มีหลายไซตให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของผู้ใช้งาน มีความปลอดภัย แต่พบข้อเสียคือ ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก มีความยุ่งยากในการเริ่มใช้งานต้องเป่าลมเข้าไป การเก็บอุปกรณ์ใช้เนื้อที่ค่อนข้างเยอะ มีโรงงานคู่แข่งที่สามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แสดงภาพแผ่นโพลีคาบอเอ (Aqua Jogger) ทำจากวัสดุลอยน้ำ ซึ่งสามารถช่วยพยุงตัวในน้ำได้

ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์ (2530)

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของแผ่นโพลีคาบอเอ (Aqua Jogger)

Strength (S) จุดแข็ง	Weakness (W) จุดอ่อน
<ol style="list-style-type: none"> 1. เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกว่ายน้ำเบื้องต้น 2. น้ำหนักเบา 3. ช่วยพยุงส่วนต่างๆของร่างกายขณะว่ายน้ำ 4. นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ 5. สวมใส่ลำตัวได้สะดวกและรวดเร็ว 6. ช่วยพัฒนาทักษะการว่ายน้ำได้ง่ายขึ้น 7. มีความปลอดภัย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก 2. การเก็บรักษาต้องใช้เวลารอให้แห้งก่อนเก็บอุปกรณ์ซึ่งเสียเวลา 3. ราคาแพง 4. ขาดชำรุดได้ง่าย 5. สีสันท่อนข้างให้เล็กน้อย 6. หาซื้อได้ยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ
Opportunity (O) โอกาส	Threats (T) อุปสรรค
<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความนิยมใช้ทั้งภายในและภายนอกประเทศ 2. การขยายตัวของโลกออนไลน์ทำให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ราคาค่อนข้างสูง 2. มีความไม่แน่นอนของความต้องการของผู้ซื้อ 3. หากใช้ไม่ถูกวิธีอาจเกิดความผิดพลาดของระบบกล้ำเนื้อได้

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกว่ายน้ำเบื้องต้น สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย ช่วย support ส่วนต่างๆของร่างกายขณะว่ายน้ำ นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ สวมใส่ลำตัวได้สะดวกและรวดเร็ว ช่วยพัฒนาทักษะการว่ายน้ำได้ง่ายขึ้น มีความปลอดภัย แต่พบข้อเสียคือ ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก การเก็บรักษาต้องใช้เวลารอให้แห้งก่อนเก็บอุปกรณ์ซึ่งเสียเวลา เกิดเชื้อรา ราคาแพง ขาดชำรุดได้ง่าย สีสันท่อนข้างให้เล็กน้อย หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เอกสารราคาค่อนข้างสูง ผนวกไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 แสดงภาพNoodles หรือ Doodle เป็นเส้นโฟมทรงกลมท่อนยาว
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (ถ่ายเมื่อ วันที่ 13 มกราคม 2558)

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ Noodles หรือ Doodle

Strength (S) จุดแข็ง	Weakness (W) จุดอ่อน
<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย 2. ช่วย support ส่วนต่างๆของร่างกายได้ 3. นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ 4. สามารถบิดโค้งงอได้ตามความต้องการ 5. มีความปลอดภัย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก ขาดซารุดได้ง่าย 2. เก็บลำบากใช้เนื้อที่ค่อนข้างเยอะ 3. เกิดเชื้อราได้ง่ายหากอับชื้น 4. สีสันท่อนข้างให้เลือกน้อย 5. ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ
Opportunity (O) โอกาส	Threats(T) อุปสรรค
<ol style="list-style-type: none"> 1. ได้รับความนิยมเชื่อถือทั้งภายในและภายนอกประเทศ 2. เป็นที่นิยมสำหรับผู้ที่ต้องการออกกำลังกายในน้ำ และใช้ในงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู 3. การขยายตัวของโลกออนไลน์ทำให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย เพราะในไทยไม่ค่อยผลิตต้นแบบ 2. กลุ่มผู้บริโภคที่ใช้งานค่อนข้างจำกัด ทำให้ไม่มีโรงงานผลิตที่ไทย 3. ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง 4. มีความไม่แน่นอนของความต้องการของผู้บริโภค

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย ช่วย support ส่วนต่างๆของร่างกายขณะว่ายน้ำ นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ สามารถบิดโค้งงอได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน มีความปลอดภัย แต่พบข้อเสียคือ ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก การเก็บใช้เนื้อที่ค่อนข้างเยอะ เกิดเชื้อราได้ง่ายหากอับชื้น ขาดซารุดได้ง่าย สีสันท่อนข้างให้เลือกน้อย หากซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การใช้งานในน้ำอุ่นนานๆมักไม่คืนรูปทำให้เกิดความชำรุด การเก็บใช้เนื้อที่ค่อนข้างเยอะ การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย เพราะในไทยไม่ค่อยผลิตต้นแบบ ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

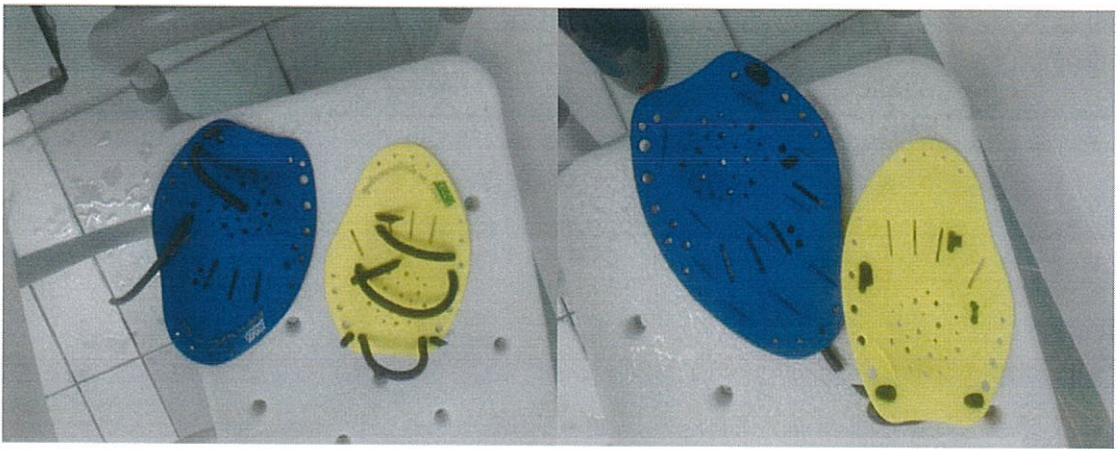


ภาพที่ 4.6 แสดงภาพบูตไฮโดร (Hydro boots) ใช้สวมที่เท้าในการบริเวณสวนขา
ที่มา : ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์ (2530)

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ บูตไฮโดร (Hydro boots)

Strength (S) จุดแข็ง	Weakness (W) จุดอ่อน
<ol style="list-style-type: none"> 1. เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกบริหารแขนขาและข้อเท้า 2. สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย 3. นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ 4. เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารส่วนแขนขา และข้อเท้า 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก 2. การเก็บรักษาต้องใช้เวลารอให้แห้ง 3. เกิดเชื้อราได้ง่ายหากอับชื้น 4. ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ 5. การใช้งานในน้ำอยู่นานๆมักไม่คืนรูปทำให้เกิดความชำรุด
Opportunity (O) โอกาส	Threats (T) อุปสรรค
<ol style="list-style-type: none"> 1. ได้รับความนิยมเชื่อถือทั้งภายในและภายนอกประเทศ 2. เป็นที่นิยมสำหรับผู้ที่ต้องการออกกำลังกายในน้ำและใช้ในงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู 3. การขยายตัวของโลกออนไลน์ทำให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย เพราะในไทยไม่ค่อยผลิตต้นแบบ 2. กลุ่มผู้บริโภคที่ใช้งานค่อนข้างจำกัด ทำให้ไม่มีโรงงานผลิตที่ไทย 3. ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง 4. ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนักนิยมใช้ในการทรงตัวและการเพิ่มกล้ามเนื้อที่ขา

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกบริหารแขนขาและข้อเท้า สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารส่วนแขนขา และข้อเท้า แต่พบข้อเสียคือ ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก การเก็บรักษาต้องใช้เวลารอให้แห้งก่อนเก็บอุปกรณ์ซึ่งเสียเวลา เกิดเชื้อราได้ง่ายหากอับชื้น หากซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การใช้งานในน้ำอยู่นานๆมักไม่คืนรูปทำให้เกิดความชำรุด การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย เพราะในไทยไม่ค่อยผลิตต้นแบบ ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 แสดงภาพครีบริบมือ ทำจากพลาสติก เพื่อฝึกความตึงตัวของกล้ามเนื้อ
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (ถ่ายเมื่อ วันที่ 13 มกราคม 2558)

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ ครีบริบมือ

Strength (S) จุดแข็ง	Weakness (W) จุดอ่อน
<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย 2. นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำและทักษะการว่ายน้ำขั้นพื้นฐาน 3. เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารมือและแขนเพื่อความแข็งแรงและมั่นคงของกล้ามเนื้อ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก 2. หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ
Opportunity (O) โอกาส	Threats (T) อุปสรรค
<ol style="list-style-type: none"> 1. ได้รับความนิยมเชื่อถือทั้งภายในและภายนอกประเทศ 2. เป็นที่นิยมสำหรับผู้ที่ต้องการออกกำลังกายในน้ำและใช้ในงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย เพราะในไทยไม่ค่อยผลิตต้นแบบ 2. กลุ่มผู้บริโภคที่ใช้งานค่อนข้างจำกัด ทำให้ไม่มีโรงงานผลิตที่ไทย 3. ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำและทักษะการว่ายน้ำขั้นพื้นฐาน เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารมือและแขนเพื่อความแข็งแรงและมั่นคงของกล้ามเนื้อ แต่พบข้อเสียคือ ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย เพราะในไทยไม่ค่อยผลิตต้นแบบ กลุ่มผู้บริโภคที่ใช้งานค่อนข้างจำกัด ทำให้ไม่มีโรงงานผลิตที่ไทย ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 แสดงภาพครีบท้ำ

ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (ถ่ายเมื่อ วันที่ 13 มกราคม 2558)

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ ครีบท้ำ

Strength (S) จุดแข็ง	Weakness (W) จุดอ่อน
<ol style="list-style-type: none"> 1. เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกบริหารข้อขาและเท้า 2. สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย 3. นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำและทักษะการว่ายน้ำขั้นพื้นฐาน 4. เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารขาเพื่อความแข็งแรงและมั่นคงของกล้ามเนื้อ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก 2. หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ 3. รูปแบบรูปทรงเดิม ๆ
Opportunity (O) โอกาส	Threats (T) อุปสรรค
<ol style="list-style-type: none"> 1. ได้รับความนิยมเชื่อถือทั้งภายในและภายนอกประเทศ 2. เป็นที่นิยมสำหรับผู้ที่ต้องการออกกำลังกายในน้ำและใช้ในงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย เพราะในไทยไม่ค่อยผลิตต้นแบบ 2. ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกบริหารข้อขาและเท้า สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำและทักษะการว่ายน้ำขั้นพื้นฐาน เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารขาเพื่อความแข็งแรงและมั่นคงของกล้ามเนื้อ แต่พบข้อเสียคือ ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ รูปแบบรูปทรงเดิม ๆ การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย เพราะในไทยไม่ค่อยผลิตต้นแบบ ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 แสดงภาพอุปกรณ์ช่วยพยุงตัว
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (ถ่ายเมื่อ วันที่ 13 มกราคม 2558)

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ อุปกรณ์ช่วยพยุงตัว

Strength (S) จุดแข็ง	Weakness (W) จุดอ่อน
<ol style="list-style-type: none"> 1. เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกเดิน 2. สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย 3. นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ 4. เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารเพื่อความแข็งแรงและมั่นคงของกล้ามเนื้อ 5. สามารถ Support ได้ทุกส่วนของร่างกาย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก 2. หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ 3. ฟังก์ชันไม่เหมาะกับการใช้งาน 4. สายรัดเกิดการชำรุดได้ง่ายเมื่ออยู่ในน้ำอุ่นนานๆ 5. มีขนาดใหญ่ เกินไป 6. การเก็บค่อนข้างลำบากเพราะมีขนาดใหญ่
Opportunity (O) โอกาส	Threats (T) อุปสรรค
<ol style="list-style-type: none"> 1. ได้รับความนิยมเชื่อถือทั้งภายในและภายนอกประเทศ 2. เป็นที่นิยมสำหรับผู้ใช้ในการงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย 2. ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกเดิน สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารเพื่อความแข็งแรงและมั่นคงของกล้ามเนื้อ สามารถ Support ได้ทุกส่วนของร่างกาย แต่พบข้อเสียคือ การซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ฟังก์ชันไม่เหมาะกับการใช้งาน สายรัดเกิดการชำรุดได้ง่ายเมื่ออยู่ในน้ำอุ่นนานๆ มีขนาดใหญ่ เกินไป การเก็บค่อนข้างลำบากเพราะมีขนาดใหญ่ การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง ดังนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แสดงภาพดัมเบล

ภาพโดย : ทิพาพร อิทธิวรกุล (ถ่ายเมื่อ วันที่ 13 มกราคม 2558)

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของ นัมเบล

Strength (S) จุดแข็ง	Weakness (W) จุดอ่อน
<ol style="list-style-type: none"> 1. เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกกล้ามเนื้อส่วนแขน 2. สามารถใช้ได้ทุกเพศ 3. นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ 4. เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารเพื่อความแข็งแรงและมั่นคงของกล้ามเนื้อ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก 2. หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ 3. เกิดเชื้อราได้ง่ายหากอับชื้น 4. หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ 5. การกำจัดย่อยสลายได้ยาก
Opportunity (O) โอกาส	Threats(T) อุปสรรค
<ol style="list-style-type: none"> 1. ได้รับความนิยมนเชื่อถือทั้งภายในและภายนอกประเทศ 2. เป็นที่นิยมสำหรับผู้ใช้ในการงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย 2. ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกกล้ามเนื้อส่วนแขน สามารถใช้ได้ทุกเพศ นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารเพื่อความแข็งแรงและมั่นคงของกล้ามเนื้อ แต่พบข้อเสียคือ การซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เกิดเชื้อราได้ง่ายหากอับชื้น หาซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การกำจัดย่อยสลายได้ยาก การผลิตในประเทศไม่มีการจัดจำหน่าย ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง










เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านอุปกรณ์ธารบำบัดที่ใช้กับท่าทางการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

อุปกรณ์ทั้งหมดนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานใดพื้นฐานหนึ่งต่อไปนี้ การลอยตัว น้ำหนักหรือความต้านทาน หากอุปกรณ์ไม่ได้สร้างขึ้นมาเพื่อการบำบัดหรือทำให้คนลอยตัวในน้ำลึกแล้ว มันก็จะสร้างขึ้นมาเพื่อยับยั้งการเคลื่อนไหว (ความต้านทาน) เพิ่มน้ำหนักหรือเพิ่มแรงกดที่จำเป็นต่อการเคลื่อนไหว (การลอยตัว) ซึ่งเป็นการเพิ่มความหนัก น้ำหนักสามารถเพิ่มแรงอัด สร้างความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อ โดยแบ่งท่าทางการออกกำลังกายโดยใช้อุปกรณ์ ดังนี้

1. ดึงขามาด้านหน้า การดึงขาขึ้นลงสลับกัน
2. ดึงขากลับ การดึงขาขึ้นลงไปทางด้านหลัง
3. กางขา- หุบขา การกางขาหุบขาไปทางด้านข้าง
4. หมุนขาเข้า – ออก
5. ก้าวขึ้นบันได การสลับขาซ้ายขวาขึ้นลงบันได
6. ก้าวสลับขา มีข้อไขว้ที่หน้าอก เอาเท้าไขว้สลับซ้ายขวา
7. นั่งงอ –เหยียดเข่า ประคองอุปกรณ์ที่ข้อขา ยกขึ้นลงอย่างช้าๆ
8. เดินพุ่งตัวไปข้างหน้า เดินพุ่งตัวไปข้างหน้า โดยย่อขึ้นย่อลงเบาๆ
9. วิ่งในระดับน้ำลึก นการแกว่งตัวไปข้างหน้าโดยการขยับขา
10. ก้าวยาว การแกว่งขาไปทางด้านหน้าในน้ำลึก

ตารางที่ 4.11 วิธีการวิเคราะห์อุปกรณ์ธารบำบัดที่ใช้กับท่าทางการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

NO.	อุปกรณ์	ท่าการออกกำลังกายโดยใช้อุปกรณ์										รวม		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1														0
2														0
3												✓	✓	2
4														0
5		✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	9
6														0
7														0
8														0
9														0

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า ท่าทางการออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมทั้ง 10 ท่า อุปกรณ์ฟองน้ำ (Hydro boots) ใช้สวมที่เท้าในการบริเวณส่วนขา เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับท่าออกกำลังกาย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กายที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 เป็นจำนวนมากที่สุด คือ 9 ท่า และแผ่นโฟมคาดเอว (Aqua Jogger) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับท่าออกกำลังกายที่ 9, 10 เป็นจำนวน 2 ท่า

4.2.3 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ธาราบำบัดในท้องตลาด

ตารางที่ 4.12 แสดงการวิเคราะห์รูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มีในท้องตลาด

อุปกรณ์โฟมเท้าที่มีอยู่ในท้องตลาด	วัตถุดิบ	รายละเอียด
<p>รูปแบบที่ 1</p> 	<p>วัสดุ : โฟม EVA (Ethylene Vinyl Acetate) นุ่มสวมใส่สบาย</p> <p>เข็มขัด : Nylon และตัวเลื่อนพลาสติกเป็นตัวยึดในการปรับระดับ</p> <p>การยึดติด : แถบตีนตุ๊กแก (Velcro)</p>	<p>การขึ้นรูป : เม็ดพลาสติก ฉีดขึ้นรูปผ่านแม่พิมพ์</p> <p>การใช้งาน : สวมใส่ที่ข้อเท้า และรัดปรับระดับด้วยเข็มขัด เพื่อให้เกิดความกระชับ ติดล็อกด้วยตีนตุ๊กแก สวมใส่สบาย กระชับเสริมสร้างแรงต้านขณะทำการเคลื่อนไหวในน้ำ</p>
<p>รูปแบบที่ 2</p> 	<p>วัสดุ : โฟม 100.0% โพลีเอทิลีน (PE) ผ้าไนโอพรีน เคลือบบนแผ่นยางไนโอพรีน มีความต้านทานแรงดึงต่ำ การยึดตัวได้ดีทนต่อแรงการฉีกขาดได้มาก</p> <p>เข็มขัด : Nylon และตัวเลื่อนอะลูมิเนียมในการปรับระดับ</p> <p>การยึดติด : แถบตีนตุ๊กแก (Velcro)</p>	<p>การขึ้นรูป : เม็ดพลาสติก ฉีดขึ้นรูปผ่านแม่พิมพ์ และผ้าไนลอนโพลีเอสเตอร์เคลือบทั้งสองด้านตามกระบวนการ เรียกว่า ผ้าไนโอพรีน</p> <p>การใช้งาน : สวมใส่ที่ข้อเท้า และรัดปรับระดับด้วยเข็มขัด มีความนุ่มสวมใส่สบาย</p>
<p>รูปแบบที่ 3</p> 	<p>วัสดุ : โฟม EPE, พลาสติก ABS</p> <p>เข็มขัด : Nylon</p> <p>การยึดติด : แถบตีนตุ๊กแก (Velcro)</p>	<p>การขึ้นรูป : เม็ดพลาสติก ฉีดขึ้นรูปผ่านแม่พิมพ์</p> <p>การใช้งาน : สวมใส่ที่ข้อเท้า และรัดปรับระดับด้วยเข็มขัด มีปีกเพื่อเพิ่มแรงต้านในน้ำ ขณะทำการเคลื่อนไหวในทิศทางซ้าย-ขวา และหน้า-หลัง</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

อุปกรณ์โฟมเท้าที่มีอยู่ในท้องตลาด	วัตถุดิบ	รายละเอียด
<p style="text-align: center;">รูปแบบที่ 4</p> 	<p>วัสดุ : โฟม EVA, พลาสติก ABS เจาะรู เพื่อความคล่องตัวในการไหลผ่านของน้ำ</p> <p>เข็มขัด : Nylon และตัวเลื่อนพลาสติกเป็นตัวยึดในการปรับระดับ</p> <p>การยึดติด : แถบตีนตุ๊กแก (Velcro)</p>	<p>การขึ้นรูป : เม็ดพลาสติก ฉีดขึ้นรูปผ่านแม่พิมพ์</p> <p>การใช้งาน : สวมใส่ที่ข้อเท้าเพื่อเน้นสร้างแรงต้านในน้ำขณะทำการเคลื่อนไหวในทิศทางหน้า-หลัง</p>

สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า อุปกรณ์โฟมเท้าที่มีในท้องตลาด วัสดุส่วนใหญ่เป็นโฟม EVA (Ethylene Vinyl Acetate) และตัวพลาสติกที่เป็นปีก (Fins) ทำจากวัสดุ ABS มีเข็มขัดทำจากผ้าไนลอนและตัวเลื่อนพลาสติกเป็นตัวยึดในการปรับระดับ การยึดติดด้วยตีนตุ๊กแก การขึ้นรูปโดยการฉีดเม็ดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ตามกระบวนการ ใช้สวมใส่บริเวณข้อเท้าเพื่อเสริมสร้างแรงต้านขณะทำการออกกำลังกายในน้ำทั้งแบบมีปีกและไม่มีปีก ส่วนใส่สบายกระชับ

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

รายการ	Strength (S) จุดแข็ง	Weakness (W) จุดอ่อน	Opportunity (O) โอกาส	Threats(T) อุปสรรค
โฟม				
1. EPE Foam	มีความยืดหยุ่น คืนตัวสูง เหนียว น้ำหนักเบา ทนแรงกระแทก	สีกร่อนได้ง่าย ผิวไม่นุ่ม ทนเสียดสีน้อยกว่าโฟมอื่น	สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายประเภท	ถ้าถูกน้ำร้อนหรือน้ำมันจะทำให้โฟมเกิดการหดตัว
2. PE Foam	เหนียว ลอยตัวในน้ำได้ดีกับความร้อน มีน้ำหนักเบา ทนต่อแรงกระแทก	มีเฉพาะสีขาว มีความทนทานน้อยกว่าโฟมชนิดอื่น มีความอ่อนตัวน้อย	สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายประเภท	ถ้าถูกน้ำร้อนหรือน้ำมันจะทำให้โฟมเกิดการหดตัว ข้อจำกัดเรื่องสี
3. EVA Foam	เหนียวนุ่ม ยืดหยุ่น น้ำหนักเบา ทนต่อแรงกระแทก ไม่อมน้ำลอยน้ำ หลากหลายสี สีสัน เหมาะกับทางการแพทย์ อายุการใช้งานนาน ผิวนุ่ม	มีความอ่อนนุ่มในตัว ไม่ทนต่อแรงขีดข่วน	เหมาะกับอุปกรณ์การแพทย์ และผลิตภัณฑ์สำหรับเด็ก สามารถปัมเป็นลวดลายต่างๆ ได้	ไม่สามารถเติมกลิ่นหอมได้
ผ้า				
1. ผ้า Neoprene	กระชับ ยืดหยุ่นดี ไม่เสีรูปทรง ทนทานง่ายต่อการดูแลรักษา นุ่มแห้งไวไม่ซึมน้ำ ระบายอากาศดี	เหมาะสำหรับการผลิตจำนวนมาก	เหมาะกับการผลิตผลิตภัณฑ์กีฬาและเวชภัณฑ์ทางการแพทย์	ไม่เหมาะกับการตากแดดทิ้งไว้ ไม่แนะนำให้ซักด้วยเครื่องซักผ้า
2. ผ้า Spandex	ซึมซับของเหลวเช่นเหงื่อได้ดี ผ้านุ่ม ยืดหยุ่นได้ดี มีความกระชับ ใส่สบาย	เสี่ยงการซักที่อุณหภูมิสูง เช่น ซักเครื่อง เพราะผ้าจะเสื่อมเร็ว	นิยมมาผลิตเป็นเสื้อผ้าอย่างแพร่หลาย	หากโดนแดดเนื้อผ้าจะกรอบ ไม่คืนรูปได้ง่าย
3. ผ้าร่ม	สามารถกันลม กันน้ำ สีสด ราคาถูกระบายอากาศได้ดี	ระบายอากาศได้ไม่ดี บางและขาดง่าย ความทนทานน้อยกว่าผ้าตัวอื่น	นิยมมาผลิตเป็นร่ม เสื้อกันลม เพราะมีน้ำหนักเบา	ไม่นิยมมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เนื่องจากไม่ทนและขาดง่าย
พลาสติก				
1. PC	ทนต่อแรงกระแทก ยากต่อการแตกหัก มีความโปร่งแสงดี ทนความร้อนได้สูง น้ำหนักเบา ยืดหยุ่น	แตกหักง่ายกว่าวัสดุชนิดอื่น หากทำชิ้นเล็กๆ	หากนำไปใช้กับโยกแก้วเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส จะทนทานมากยิ่งขึ้น	ไม่ทนต่า เป็นรอยหรือคราบง่าย จับยาก
2. ABS	มีความสมดุลทั้งในเรื่องความแข็งแรง ความเหนียว ทนแรงกระแทกดี คงสภาพรูปร่างได้ดี	ต้านทานต่ำกับแสงแดดรังสีอัลตราไวโอเล็ต	สามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายวิธี ใช้มากที่สุดในการผลิตในกระบวนการอุตสาหกรรม	บางรุ่นมีความกลัวของการสัมผัสกับเบนซินอะซิโตน,เอทีแอลแอลโรด์นำไปสู่การเปลี่ยนสีของพื้นผิว
3. PE	ทนต่อแรงกระแทกและการเสียดสี เหนียว ยืดหยุ่นดี ไม่มีสารพิษจากวัสดุที่ผลิต	ทนทานต่อแรงดึงน้อยกว่าวัสดุอื่น ต้นทุนในการผลิตสูงกว่าตัวอื่นๆ	นำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์มากที่สุด จัดเป็นกลุ่มที่มีความปลอดภัยสูง	ไม่ทนต่อสภาพความร้อน จะทำให้เสียรูป

ภาพที่ 4.11 แสดงภาพการวิเคราะห์วัสดุ

ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิกุล (2559)

จากภาพที่ นำมาเข้าการประเมินวัสดุที่และกรรมวิธีการผลิตนำมาใช้เพื่อประกอบการพัฒนาอุปกรณ์ธารบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยแบ่งการประเมิน ดังนี้

- High = 3
- Medium = 2
- ▲ Low = 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

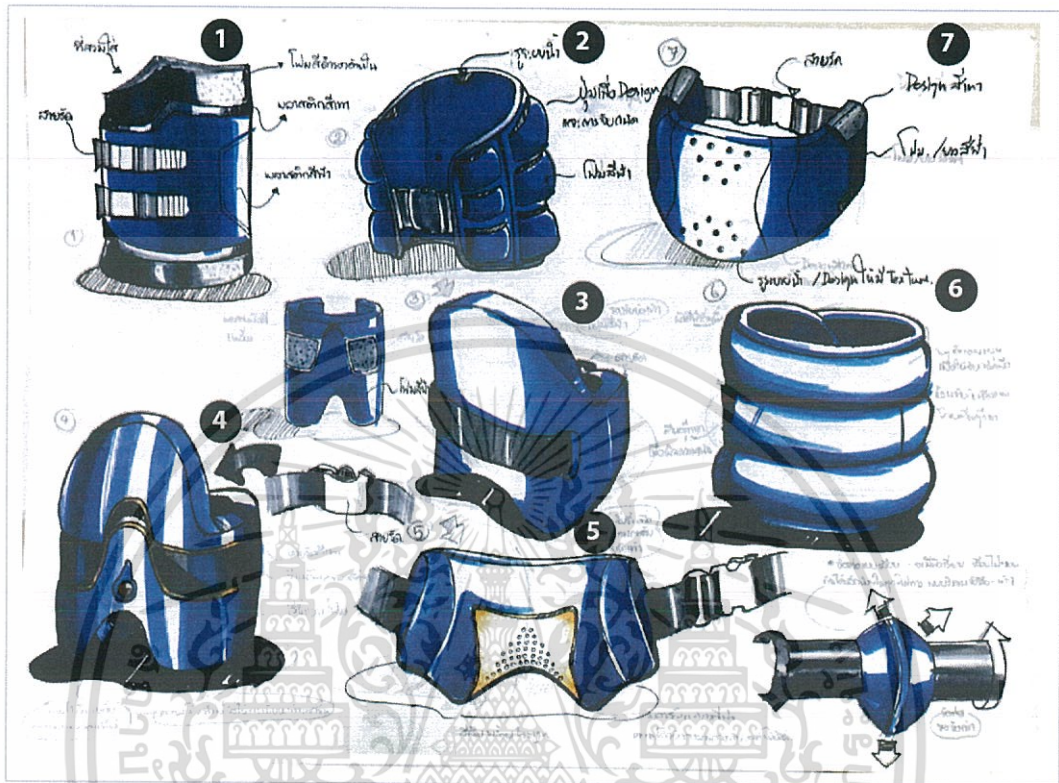
รายการประเมินวัสดุ	ด้านความแข็งแรง	ด้านการลอยตัว	ด้านต้านทานแรงดึง	ด้านการไม่ดูดซึมน้ำ	ด้านการผลิตขึ้นรูป	ด้านต้นทุนการผลิต	ด้านการบำรุงรักษา	ด้านความปลอดภัย	ด้านความยืดหยุ่น	รวม
1. โฟม										
1.1 Expanded Polyethylene Foam (EPE)	■	●	●	●	●	●	■	●	■	24
1.2 Polyethylene (PE)	■	●	■	●	●	●	▲	●	■	22
1.3 Ethylene Vinyl Acetate (EVA)	●	●	●	●	●	●	■	●	●	26
2. ผ้า										
2.1 ผ้าไนล่อน (Neoprene)	●	●	●	■	●	■	■	●	●	24
2.2 ผ้า Spandex	▲	■	■	▲	●	●	■	●	▲	19
2.3 ผ้าร่ม	■	■	●	●	●	●	■	●	■	23
3. พลาสติก										
3.1 Polycarbonate Sheet (PC)	■	●	●	●	■	●	■	●	■	23
3.2 ABS	●	●	●	●	■	●	■	●	■	24
3.3 Polyethylene (PE)	■	■	●	●	■	●	▲	●	▲	20

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต พบว่า วัสดุโฟมอันดับที่ 1 คือ โฟม Ethylene Vinyl Acetate (EVA) รองลงมา คือ Expanded Polyethylene Foam (EPE) อันดับสุดท้าย Polyethylene (PE) วัสดุผ้า อันดับที่ 1 คือ ผ้าไนล่อน (Neoprene) รองลงมา คือ ผ้าร่ม อันดับสุดท้าย ผ้า Spandex วัสดุพลาสติก อันดับที่ 1 คือ acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) รองลงมา คือ Polycarbonate Sheet (PC) และสุดท้าย คือ Polyethylene (PE)

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพกระบวนการใช้หม้อต้มเพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องการออกแบบที่สัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยผู้วิจัยได้ศึกษาตามกรอบแนวคิด อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549 : 10) เพื่อเข้าสู่ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพกระบวนการใช้หม้อต้มเพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์ของ ทรงวุฒิ เองวุฒิวงศา, (2557) นำมาสร้างตารางกับเกณฑ์หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ นำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หารูปแบบในการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยการสร้างแบบร่าง (Idea Sketch) โดยใช้หลักการในการวิเคราะห์ตามตารางเมตริกสัมพันธ์เพื่อเลือกรูปแบบที่มีความไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

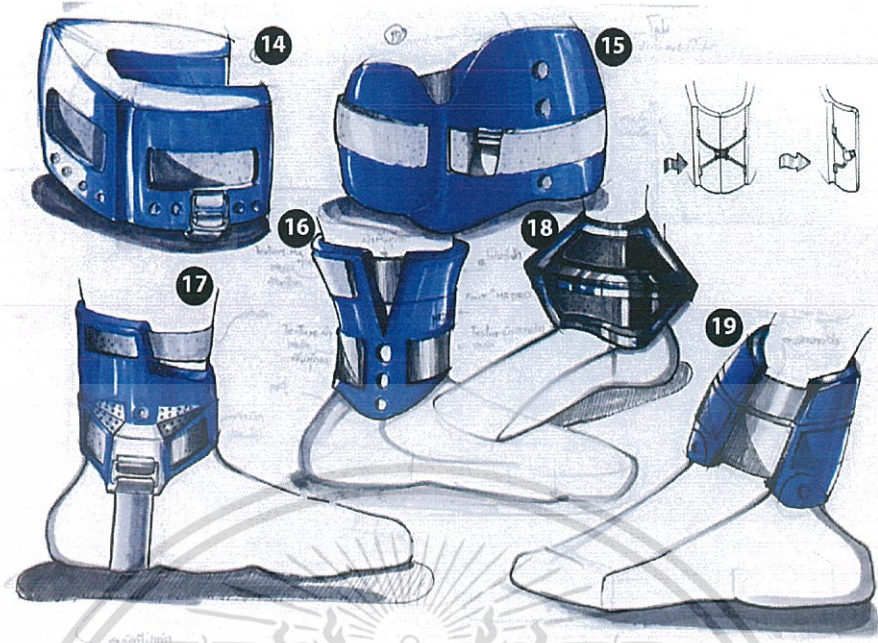
เหมาะสมมากที่สุด เข้าสู่เกณฑ์การพิจารณาสู่ขั้นตอนต่อไป คือ การสร้างแบบสอบถาม จากการนำแบบเสนอ (Sketch Design) หลักจากนั้นนำแบบสอบถามนำเสนอเพื่อขอคำปรึกษาจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนา



ภาพที่ 4.12 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อ
เข่าเสื่อม รูปที่ 1-7

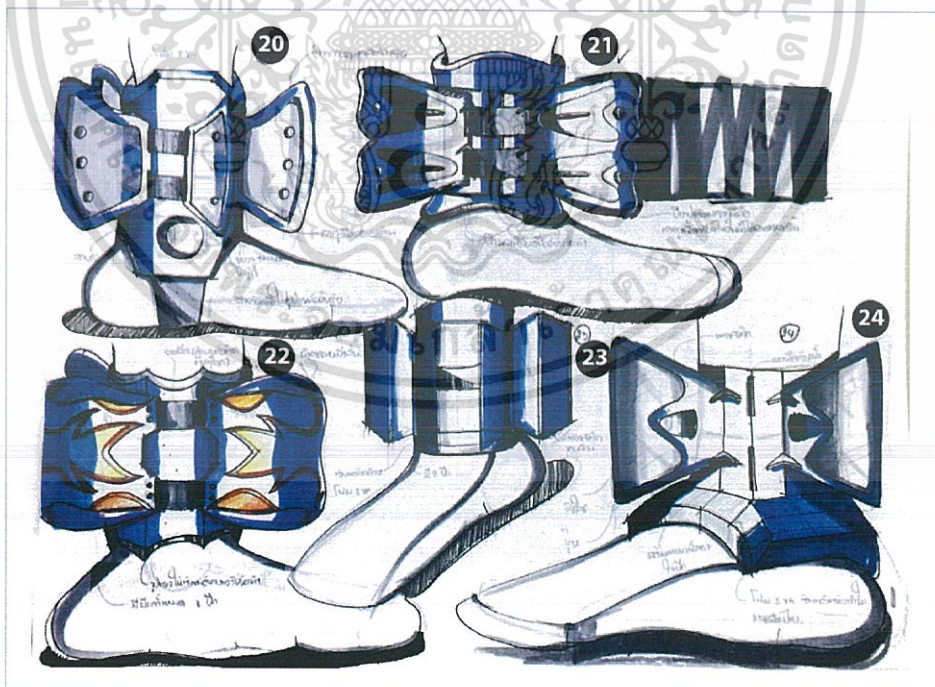
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธรรกุล (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 14-19

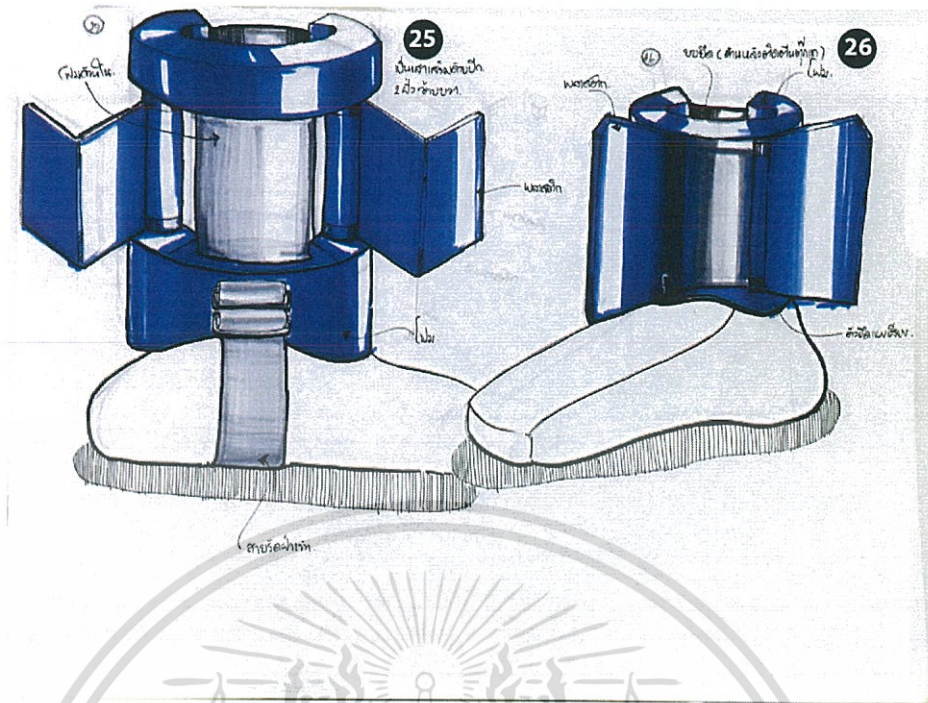
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2559)



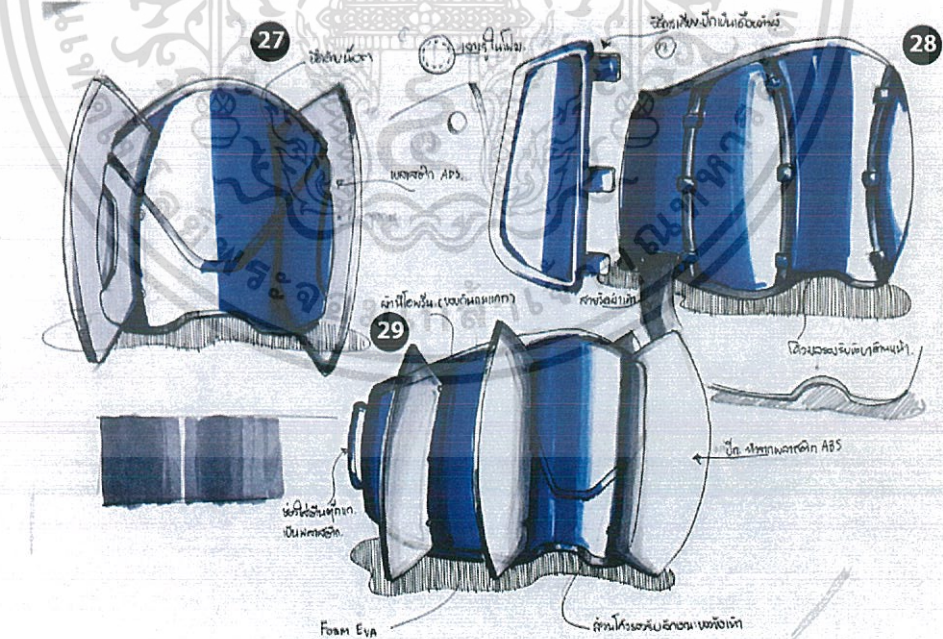
ภาพที่ 4.16 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 20-24

ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

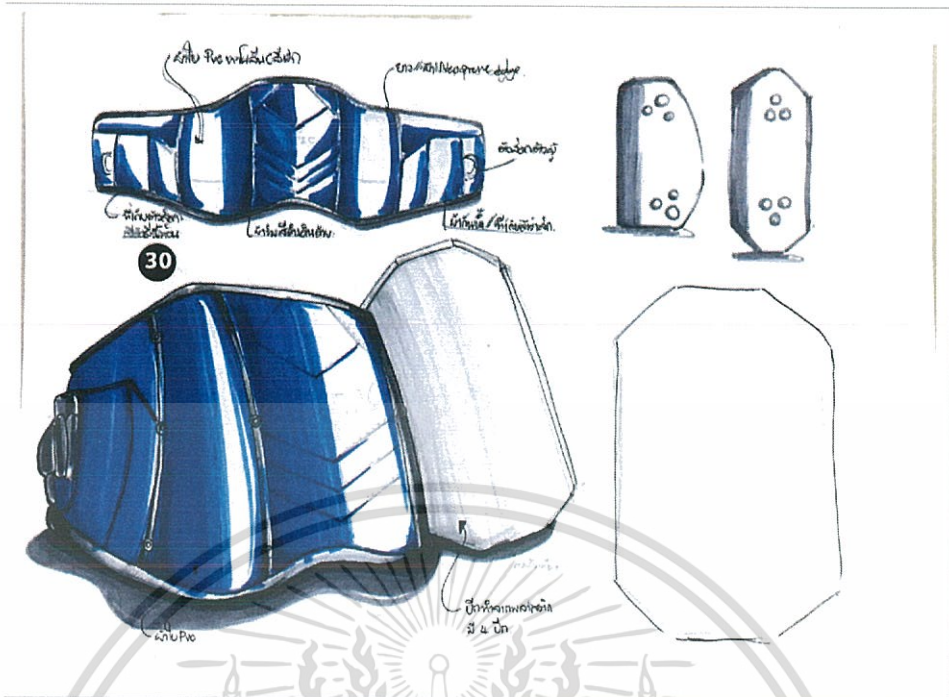


ภาพที่ 4.17 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 25-26
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2559)



ภาพที่ 4.18 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 27-29

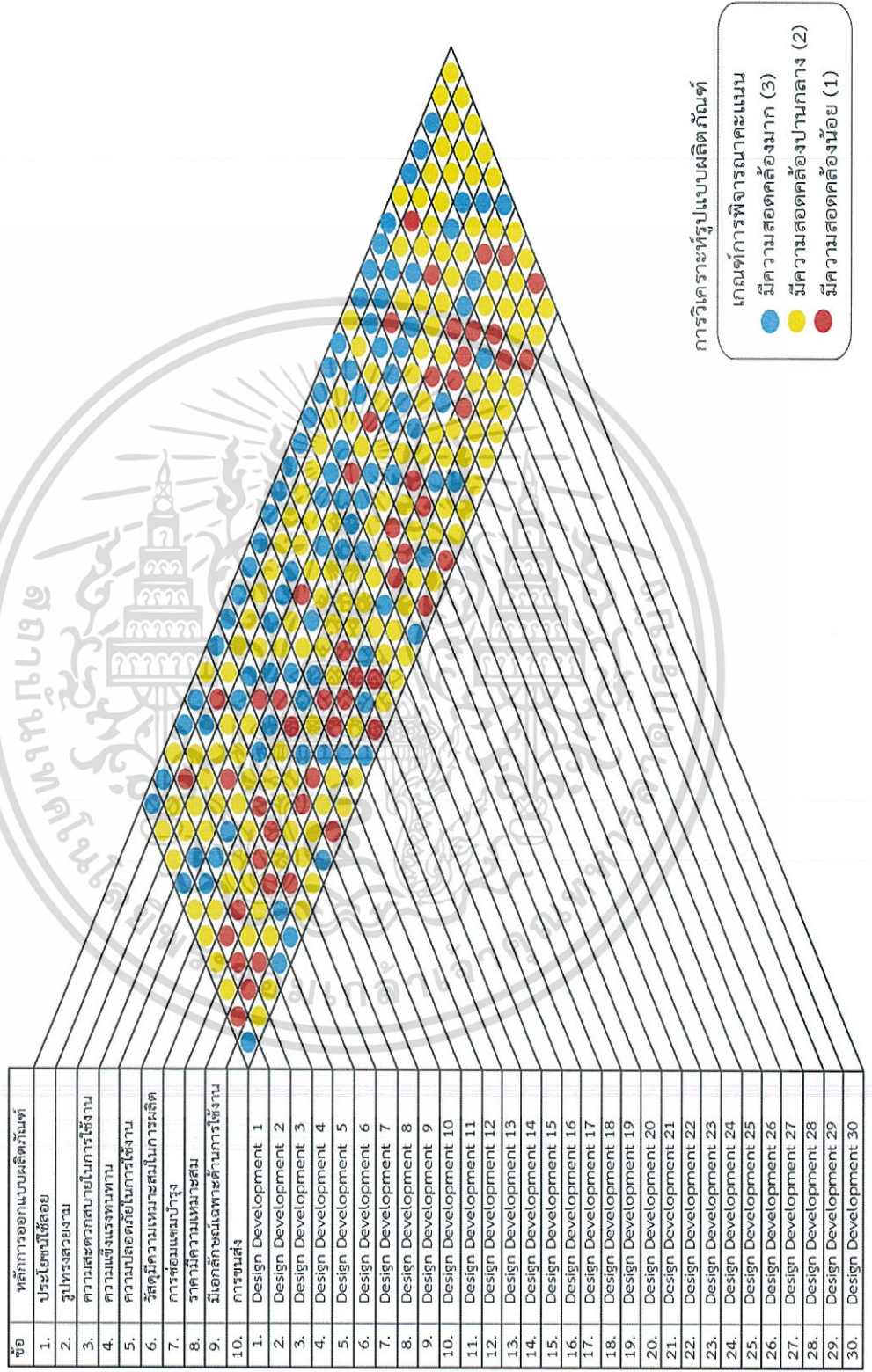
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดย ทิพาพร อธิธิวรกุล (2559) ศึกษานี้ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.19 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูปที่ 30
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2559)

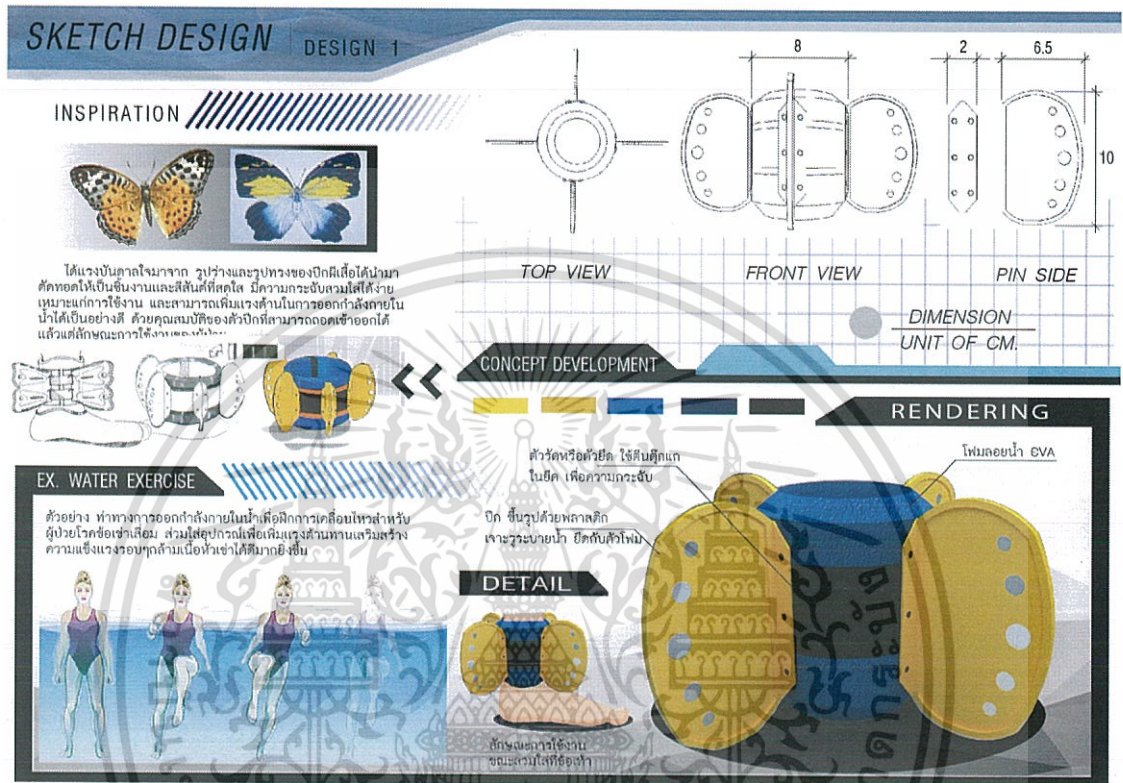
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงการวิเคราะห์อุปกรณืรารำบ้ำบดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม จำนวน 30 แบบ โดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิง
 คุณภาพ วิศวกรรมโยธนรอย



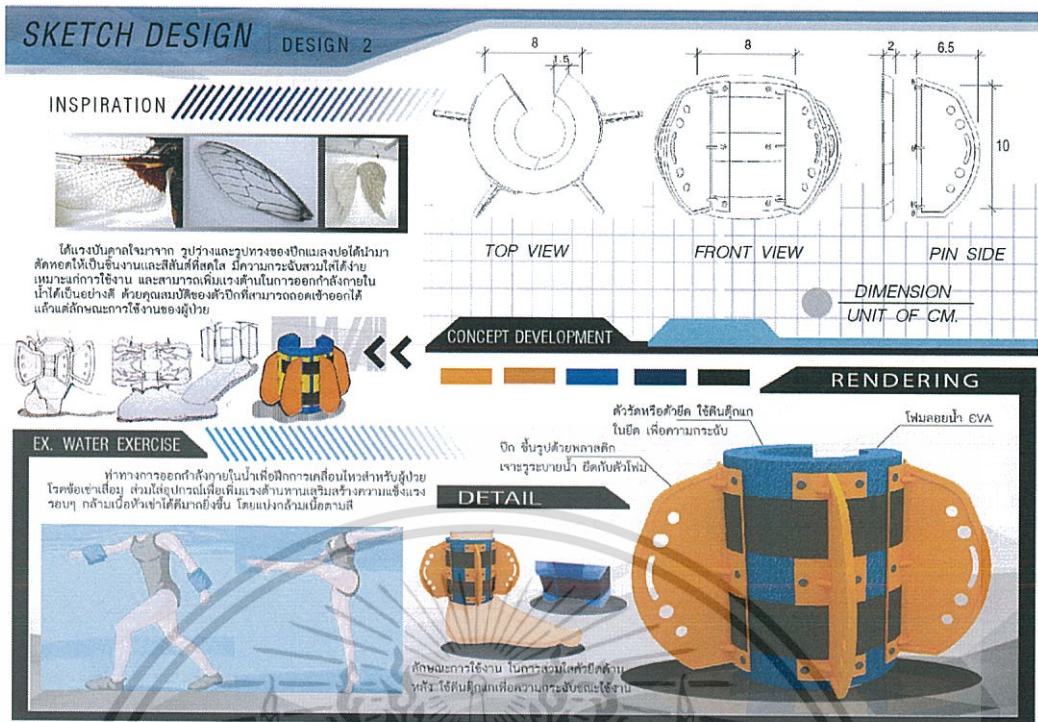
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์รูปแบบอุปกรณ์ธารน้ำบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม จำนวน 30 แบบ โดยใช้หลักการในการวิเคราะห์ตารางเมตริกสัมพัทธ์เพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมมากที่สุด จำนวน 3 รูปแบบพบว่า รูปแบบที่ 21 มีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมา คือ รูปแบบที่ 16 และอันดับสุดท้าย คือ รูปแบบที่ 25 ตามลำดับ

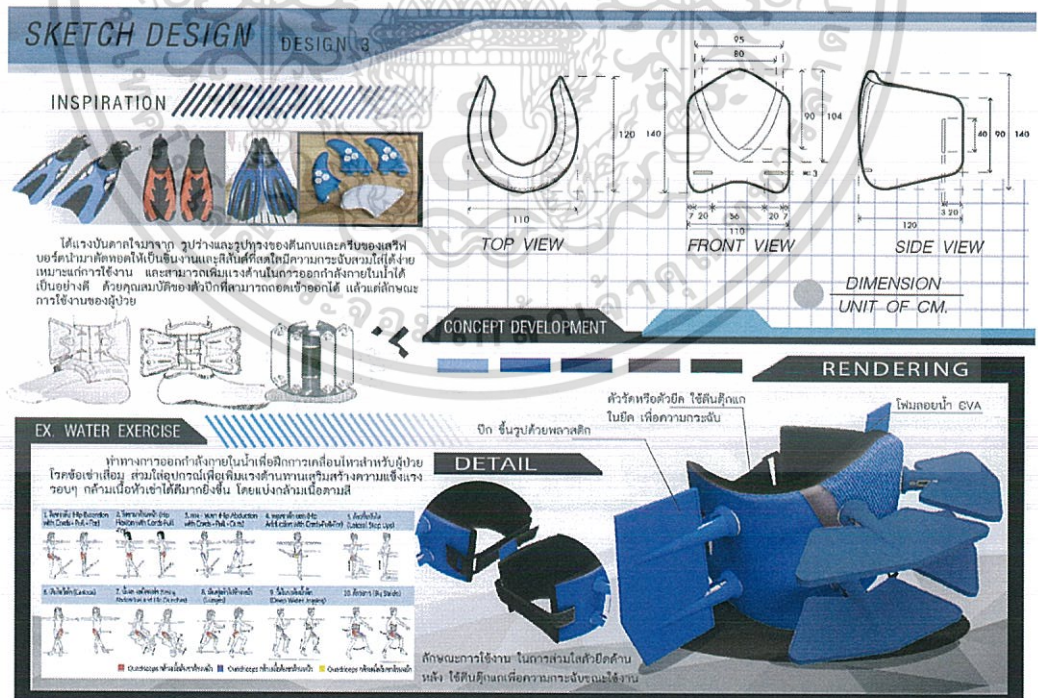


ภาพที่ 4.20 แสดงแบบ Sketch Design 1 อุปกรณ์ธารน้ำบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)



ภาพที่ 4.21 แสดงแบบ Sketch Design 2 อุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2560)



ภาพที่ 4.22 แสดงแบบ Sketch Design 3 อุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิจัยซึ่งได้แก่ แบบร่าง (Sketch Design) รูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม จำนวน 8 ท่าน โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินข้อมูลซึ่งแปรผลการวิเคราะห์จากเครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นด้านการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดสำหรับฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ผลการประเมินโดยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ที่ทำการประเมินรูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยมีเกณฑ์แปลความหมายค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นดังนี้

ตารางที่ 4.15 เกณฑ์แปลความหมายค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น

ความหมาย	ช่วงคะแนน	น้ำหนักคะแนน
ระดับดีมาก	4.51 – 5.00	5
ระดับดี	3.51 – 4.50	4
ระดับปานกลาง	2.51 – 3.50	3
ระดับน้อย	1.51 – 2.50	2
ระดับน้อยมาก	1.00 – 1.50	1

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต จำนวน 8 ท่าน ที่ประเมิน (N=8) ปรากฏผล

รายการประเมิน	รูปแบบที่ 1			รูปแบบที่ 2			รูปแบบที่ 3		
	N=8		ระดับความเหมาะสม	N=8		ระดับความเหมาะสม	N=8		ระดับความเหมาะสม
	\bar{X}	S.D.		\bar{X}	S.D.		\bar{X}	S.D.	
1. ด้านการออกแบบ									
1.1 มีความเหมาะสมในการใช้งาน	3.88	0.64	ปานกลาง	4.50	0.53	ดี	4.75	0.46	ดีมาก
1.2 มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน	4.25	0.46	ดี	4.25	0.71	ดี	4.50	0.53	ดี
1.3 มีความสะดวกต่อการใช้งาน	3.75	0.46	ปานกลาง	4.63	0.52	ดีมาก	4.63	0.52	ดีมาก
1.4 มีเอกลักษณ์เฉพาะด้านการใช้งาน	4.25	0.46	ดี	4.63	0.52	ดีมาก	4.38	0.52	ดี
1.5 ออกแบบให้เข้ากับท่าการออกกำลังกายในน้ำ ผู้ที่ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม	4.00	0.00	ดี	4.50	0.53	ดี	4.75	0.46	ดีมาก
1.6 มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	4.00	0.00	ดี	4.25	0.71	ดี	4.75	0.46	ดีมาก
1.7 มีรูปแบบที่สวยงาม	4.13	0.64	ดี	4.13	0.82	ดี	4.75	0.46	ดีมาก
1.8 ง่ายต่อการบำรุงรักษา	3.63	0.74	ปานกลาง	3.75	0.46	ปานกลาง	3.88	0.64	ปานกลาง
1.9 แสดงรายละเอียดระบุการใช้งาน	3.75	0.46	ปานกลาง	4.00	0.76	ดี	4.50	0.53	ดี

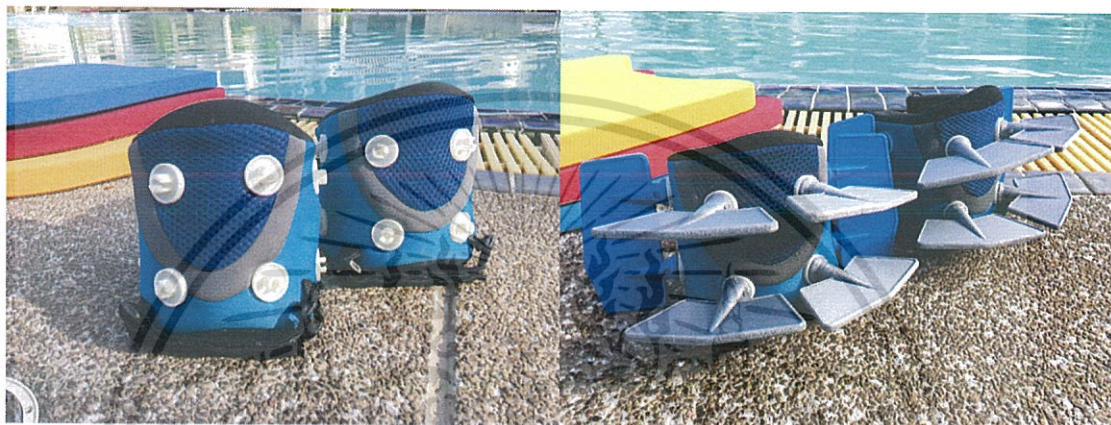
ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

รายการประเมิน	รูปแบบที่ 1			รูปแบบที่ 2			รูปแบบที่ 3		
	N=8		ระดับความ เหมาะสม	N=8		ระดับความ เหมาะสม	N=8		ระดับความ เหมาะสม
	\bar{X}	S.D.		\bar{X}	S.D.		\bar{X}	S.D.	
1.10 มีความกระฉับต่อการสวมใส่ในการเคลื่อนไหวในน้ำ	4.00	0.76	ดี	4.13	0.64	ดี	4.38	0.74	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.96	0.27	ปานกลาง	4.29	0.13	ดี	4.54	0.08	ดีมาก
2. ด้านวัสดุ									
2.1 วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตมีความเหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์	4.13	0.64	ดี	4.63	0.52	ดีมาก	4.63	0.52	ดีมาก
2.2 วัสดุมีความคงทนแข็งแรงต่อการใช้ในน้ำ	3.88	0.35	ปานกลาง	4.38	0.52	ดี	4.63	0.52	ดีมาก
2.3 วัสดุที่นำมาใช้ผลิตง่าย	3.63	0.52	ปานกลาง	4.38	0.74	ดี	3.88	0.35	ปานกลาง
2.4 วัสดุที่ใช้ไม่ส่งผลเสียต่อร่างกาย	4.50	0.53	ดี	4.63	0.52	ดีมาก	4.75	0.46	4.75
2.5 วัสดุที่ใช้มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานในน้ำ	4.00	0.53	ดี	4.00	0.00	ดี	4.25	0.46	4.25
2.6 วัสดุที่ใช้มีน้ำหนักเบาสามารถระบายอากาศได้ดี	4.25	0.46	ดี	4.63	0.52	ดีมาก	4.25	0.71	4.25
2.7 วัสดุที่ใช้มีความกระชับต่อการใช้งานในน้ำ	3.75	0.46	ปานกลาง	3.75	0.46	ปานกลาง	4.13	0.35	4.13
ค่าเฉลี่ย	4.02	0.09	ดี	4.34	0.23	ดี	4.40	0.12	4.40

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

รายการประเมิน	รูปแบบที่ 1			รูปแบบที่ 2			รูปแบบที่ 3		
	N=8		ระดับความ เหมาะสม	N=8		ระดับความ เหมาะสม	N=8		ระดับความ เหมาะสม
	\bar{X}	S.D.		\bar{X}	S.D.		\bar{X}	S.D.	
3. ด้านการผลิต									
3.1 สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม	4.13	0.35	ดี	4.00	0.00	ดี	4.63	0.52	ดีมาก
3.2 ต้นทุนการผลิตมีราคาไม่สูง เมื่อเปรียบเทียบประโยชน์และคุณค่าที่ได้รับ	4.00	0.00	ดี	4.25	0.46	ดี	4.50	0.53	ดี
3.3 มีความปลอดภัยของตัวผลิตภัณฑ์	4.13	0.35	ดี	4.38	0.52	ดี	4.63	0.52	ดีมาก
3.4 การผลิตมีแบบและแม่พิมพ์ที่สอดคล้องและง่ายต่อการผลิต	3.75	0.46	ปานกลาง	3.88	0.35	ปานกลาง	4.13	0.64	ดี
3.5 ใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพในการผลิต	4.13	0.35	ดี	4.38	0.52	ดี	4.25	0.46	ดี
3.6 สะดวกต่อกรรมวิธีการผลิต	3.75	0.46	ปานกลาง	4.38	0.52	ดี	4.13	0.35	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.98	0.08	ปานกลาง	4.21	0.20	ดี	4.38	0.09	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	3.98	0.19	ปานกลาง	4.28	0.20	ดี	4.44	0.10	ดี

จากตาราง 4.15 ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ผลการวิเคราะห์ คือ รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($\bar{X}= 4.44, S.D.= 0.10$) รองลงมา คือ รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($\bar{X}= 4.28, S.D.= 0.20$) และลำดับสุดท้าย คือ รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}= 3.98, S.D.= 0.19$) ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมที่จะนำไปผลิตต้นแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ดังในรูปภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.23 แสดงภาพต้นแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วย โรคข้อเข่าเสื่อม

ภาพโดย : ทิพาพร อธิวัชรกุล (2560)

4.3 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

4.3.1 ผู้วิจัยได้ผลการประเมินโดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ ที่ทำการประเมินรูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยมีสูตรการคำนวณค่าแรงและการเคลื่อนที่ ดังนี้

4.3.1.1 ค่าแรงที่ขยับได้ตอนอยู่ในน้ำ จากสูตร

$$F_2 + B = mg$$

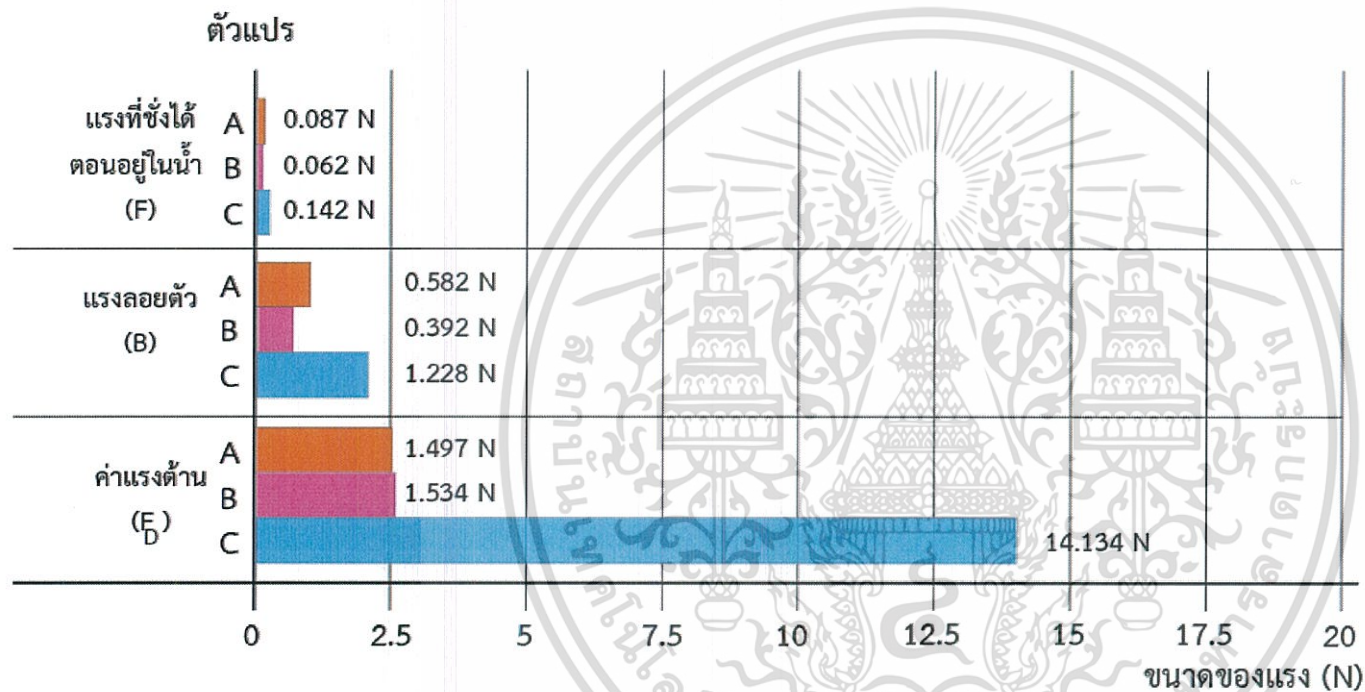
4.3.1.2 แรงลอยตัว จากสูตร

$$B = \rho_{\text{น้ำ}} V_{\text{ส่วนที่จม}} g$$

4.3.1.3 แรงต้านในน้ำในกรณีที่มีความเร็วในการเคลื่อนที่มีค่า 1 m/s จากสูตร

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D A = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D (\text{กว้าง} \times \text{ยาว})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.24 ผลการทดสอบการประเมินประสิทธิภาพอุปกรณ์ธาราบ้ำด

ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2560)

จากภาพที่ 4.24 สรุปผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยการหาค่าแรงและการเคลื่อนที่ได้ค่า คือ ผลลัพธ์เดิมมีค่าแรงที่วัดได้เมื่อขยับในน้ำ 0.087 นิวตัน, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ มีค่า 0.582 นิวตัน, ค่าแรงต้าน ในกรณีที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที มีค่า 1.497 นิวตัน ผลลัพธ์ที่พัฒนา (แบบธรรมดา) มีค่าแรงที่วัดได้เมื่อขยับในน้ำ 0.062 นิวตัน, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ มีค่า 0.392 นิวตัน, ค่าแรงต้านในกรณีที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที 1.534 นิวตัน ผลลัพธ์ที่พัฒนา (แบบใส่ใบต๋าน) มีค่าแรงที่วัดได้เมื่อขยับในน้ำ 0.142 นิวตัน, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ มีค่า 1.228 นิวตัน, ค่าแรงต้านในกรณีที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที 14.134 นิวตัน จากเอกสารศูนย์ข้อมูลการแพทย์ทางเลือก ระบุว่า ค่าแรงและค่าแรงลอยตัวในน้ำมีค่าน้อยกว่า 1 นิวตันวัตถุจะลอยน้ำ การใช้อุปกรณ์ในการออกกำลังกายนั้นจะช่วยเพิ่มแรงต้านของน้ำขณะทำการเคลื่อนไหว ยิ่งแรงต้านมากยิ่งมีผลทำให้กล้ามเนื้อรอบๆ ข้อเข่ามีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นและการทรงตัวที่ดีขึ้น (ตำราวิชาการการใช้น้ำเพื่อสุขภาพ. 2553 : 44) ผลการทดสอบผลลัพธ์ที่ได้รับการพัฒนาทั้ง 2 แบบ พบว่า ผลลัพธ์ที่ได้รับการพัฒนามีค่าแรงต้านมากกว่าผลลัพธ์เดิม

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด จำนวน 3 คน (N = 5)

รายการประเมิน	N=5		ระดับความพึงพอใจ
	\bar{X}	S.D.	
1. อุปกรณ์สามารถบริหารได้ตามหลักการแพทย์มาตรฐานท่า	4.80	0.45	ดีมาก
2. ออกแบบให้เข้ากับท่ากายบริหารของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม	4.60	0.55	ดีมาก
3. อุปกรณ์สามารถเพิ่มแรงต้านเมื่อต้องเคลื่อนไหวในน้ำได้ดี	4.80	0.45	ดีมาก
4. อุปกรณ์มีแรงลอยตัวที่เหมาะสมกับท่ากายบริหารในน้ำ	4.80	0.45	ดีมาก
5. อุปกรณ์มีความกระชับขณะสวมใส่	4.40	0.55	ดี
6. อุปกรณ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.60	0.55	ดีมาก
7. อุปกรณ์มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน	4.40	0.45	ดี
8. ง่ายต่อการเก็บบำรุงรักษา	4.20	0.45	ดี
9. มีความสวยงามของผลิตภัณฑ์	4.40	0.45	ดี
10. อุปกรณ์มีความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน	4.60	0.55	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.56	0.05	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.17 สรุปผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัดที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม จำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.56, S.D. = 0.05$) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสามารถอธิบายในแต่ละข้อของผลการประเมินพบว่าด้านอุปกรณ์สามารถบริหารได้ตามหลักการแพทย์มาตรฐานท่า, อุปกรณ์สามารถเพิ่มแรงต้านเมื่อต้องเคลื่อนไหวในน้ำได้ดี, อุปกรณ์มีแรงลอยตัวที่เหมาะสมกับท่าการบริหารในน้ำ, มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.80, S.D. = 0.45$) โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก รองลงมาคือ ด้านออกแบบให้เข้ากับท่าการบริหารของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม, อุปกรณ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน, อุปกรณ์มีความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.55$) โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี และลำดับสุดท้าย คือ ด้านอุปกรณ์มีความกระชับขณะสวมใส่, อุปกรณ์มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน, มีความสวยงามของผลิตภัณฑ์ ค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.55$) โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

4.4 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจของผู้ป่วยที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มารับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำ ที่มีต่อต้นแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม (N = 10)

รายการประเมิน	N=10		ระดับความพึงพอใจ
	\bar{X}	S.D.	
1. ด้านประโยชน์ใช้สอย			
1.1 สามารถสวมใส่สบาย	4.50	0.53	ดี
1.2 น้ำหนักเบา	4.60	0.52	ดีมาก
1.3 สามารถขยับหรืองอเท้าได้สะดวก	4.50	0.71	ดี
1.4 มีความเหมาะสมต่อการออกกำลังกายในน้ำ	4.80	0.42	ดีมาก
1.5 สามารถเพิ่มแรงต้านในการเคลื่อนไหวในน้ำได้ดี	4.70	0.48	ดีมาก
1.6 มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	4.50	0.53	ดี
1.7 มีความคุ้มค่าในการใช้งาน	4.70	0.48	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.61	0.09	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

รายการประเมิน	N=10		ระดับความพึงพอใจ
	\bar{X}	S.D.	
2. ด้านการออกแบบ			
2.1 รูปแบบมีความเหมาะสมกับสรีระของผู้ป่วย	4.63	0.52	ดีมาก
2.2 ผลิตภัณฑ์มีรูปทรงที่สวยงาม	4.63	0.52	ดีมาก
2.3 ผลิตภัณฑ์มีสีสันทที่สวยงามเหมาะแก่ผู้ป่วย	4.63	0.52	ดีมาก
2.4 รูปผลิตภัณฑ์มีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว	4.50	0.76	ดี
2.5 รูปแบบสามารถสร้างแรงจูงใจในการทำงาน	4.50	0.53	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.58	0.11	ดีมาก
3. ด้านวัสดุ			
3.1 ระบายอากาศได้ดี	4.20	0.63	ดี
3.2 มีโครงสร้างที่แข็งแรง	4.50	0.71	ดี
3.3 วัสดุมีความยืดหยุ่นในการทำงาน	4.40	0.70	ดี
3.4 บำรุงรักษาได้ง่าย	4.10	0.57	ดี
3.5 มีความกะทัดรัดต่อการใช้งาน	4.40	0.70	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.32	0.06	ดี
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.52	0.10	ดีมาก

จากตารางที่ 4.18 สรุปผลความพึงพอใจของกลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มารับการรักษาดูแลการกายภาพบำบัดในน้ำ จำนวน 10 คน ที่มีต่อต้นแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมพบว่า พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.52$, S.D.= 0.10) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสามารถอธิบายในแต่ละข้อของผลการประเมินพบว่าด้านประโยชน์ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.61$, S.D.= 0.09) โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.58$, S.D.= 0.11) โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก และด้านวัสดุ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.58$, S.D.= 0.11) โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหว ในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมได้สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ประกอบด้วยผลการศึกษิตตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

5.1.1 สรุปผลการศึกษารูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ซึ่งได้ผลการศึกษาโดยแบ่งข้อมูลได้ดังนี้

5.1.1.1 สรุปผลการศึกษาด้านปัญหาโรคข้อเข่าเสื่อม เป็นกลุ่มผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป เป็นวัยที่มีการเสื่อมโทรมและต้องซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย และโรคข้อเข่าเสื่อมเป็นโรคที่พบได้บ่อยที่สุดเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุ ซึ่งเกิดจากข้อเกิดการสึกกร่อนบริเวณผิวกระดูกอ่อนทำให้กระดูกบริเวณข้อต่อเกิดการเสียดสีกัน รวมทั้งมีการอักเสบซึ่งมีอาการปวด บวม แดง ร้อน บริเวณข้อต่อ นั้น และร่วมกับการมีน้ำหนักและการใช้งานมาก ซึ่งทำให้เกิดพยาธิสภาพของข้อเข่าเสื่อมได้ทำให้เสียสมดุลการทรงตัวและการเคลื่อนไหวในผู้สูงอายุเกิดความยากลำบากในการทำกิจวัตรประจำวัน การรักษานอกจากการรับประทานยาแล้วการออกกำลังกายหรือการทำกายภาพบำบัดเป็นสิ่งที่ช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายได้

5.1.1.2 สรุปผลการศึกษาด้านการออกกำลังกายในน้ำ (Aqua exercise) หรือธาราบำบัด (Hydrotherapy) เป็นทางเลือกหนึ่งของการรักษาฟื้นฟูสภาพร่างกายซึ่งใช้รักษาผู้ป่วย โดยเฉพาะโรคข้อเข่าเสื่อม เพราะด้วยคุณสมบัติของน้ำเป็นตัวกลางในการรักษา ช่วยพยุงรองรับทุกส่วนสัดของร่างกาย ซึ่งลดอัตราการเกิดการบาดเจ็บที่อาจเกิดจากแรงกระแทกของข้อต่อขณะออกกำลังกาย นอกจากนี้ในน้ำยังมีแรงพยุง (Buoyancy) ซึ่งทำให้เกิดความปลอดภัยไม่เสี่ยงต่อการล้ม แรงต้านทานในน้ำจะต้านการเคลื่อนไหวของร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อมีการทำงานอย่างทั่วถึง และสภาพใต้น้ำนั้นยังทำให้ร่างกายส่วนต่าง ๆ มีอิสระในการเคลื่อนไหวควบคุมการเคลื่อนไหวได้ดีกว่าบนบก ซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์และนักกายภาพบำบัด (ปวีณา เย็นนาน, 2552)

5.1.1.3 สรุปผลการศึกษาด้านพื้นที่ธาราบำบัด การวิเคราะห์ข้อมูลอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อมของสระธาราบำบัด พื้นและผนังเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ตัวอาคารควรมีลักษณะโปร่งโล่ง ทางเดินควรปูด้วยกระเบื้องพื้นหยาบหรือปูด้วยวัสดุกันลื่น และควรมีพื้นที่รอบสระอย่างน้อย 1.20 เมตร พื้นสระสามารถปรับระดับขึ้นลงด้วยเครื่องควบคุมระบบไฮดรอลิค ใช้น้ำระบบคลอรีน ความลึกของสระอยู่ที่ 1.20-1.40 เมตร บริเวณในสระมีราวจับที่ขอบสระใช้สำหรับออกกำลังกายในน้ำ อุณหภูมิสระอยู่ที่ 35-36 องศาเซลเซียส และติดตั้งเครื่องยกตัวลง(Hoist) สำหรับผู้สูงอายุที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ มี

เอกสารห้องอาบน้ำและเปลี่ยนเสื้อผ้า รวมถึงมีความสะอาดและปลอดภัยสูง อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.1.4 สรุปผลการศึกษาด้านการใช้งานอุปกรณ์ธาราบำบัด อุปกรณ์บริหารข้อเข่า เป็นอุปกรณ์ลอยน้ำสวมใส่ที่ข้อเท้า เพื่อเป็นตัวช่วยในการฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำทำให้เสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบๆข้อเข่า และการทรงตัวที่ดีขึ้น ซึ่งอุปกรณ์ที่ลอยน้ำหรือจมน้ำมีผลต่อการให้แรงช่วยหรือแรงต้านต่อการเคลื่อนไหวในน้ำของผู้ป่วยซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะขนาดรูปร่าง และจำนวนอุปกรณ์ตลอดจนตำแหน่งที่ถือหรือที่รัด อุปกรณ์ธาราบำบัดบริหารกล้ามเนื้อ ที่เหมาะสมควรตอบสนองความต้องการด้านการบำบัดฟื้นฟู รวมทั้งยังช่วยลดภาวะค่าใช้จ่ายในด้านอุปกรณ์การแพทย์

5.1.1.5 สรุปผลการศึกษาด้านท่าทางการออกกำลังกายในน้ำที่ใช้ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ธาราบำบัดมีประโยชน์มากในผู้ถูกฝึกที่เป็นปัญหาโรคข้อเข่าเสื่อมเพราะแรงพยุงของน้ำจะช่วยรับน้ำหนัก และการเคลื่อนไหว หรือต้านทานการเคลื่อนไหวเท่าที่ต้องการ โดยแบ่งท่าทางการออกกำลังกายในน้ำที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมโดยใช้อุปกรณ์ไว้ 10 ท่า ทำให้สามารถเสริมสร้างกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps Femoris) กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring Femoris) กล้ามเนื้อสะโพก (Gluteus maximus) และกล้ามเนื้อด้านข้างสะโพก (Tensor fascias Latae) ให้มีความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อรอบๆ หัวเข่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งกล้ามเนื้อที่สำคัญที่สุดสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าคือ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps Femoris) ซึ่งประกอบไปด้วยมัดใน, มัดกลาง, มัดนอก แต่มัดที่สำคัญที่สุดคือ กล้ามเนื้อมัดใน ซึ่งจะทำงานต่อเมื่อหัวเข่าสามารถงอได้ถึง 30 องศา และเหยียดเข่าสุดได้ 0 องศา ฉะนั้นการออกกำลังกายข้อเข่าจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ป่วยจะต้องเหยียดข้อเข่าจนสุด และควรออกกำลังกายอย่างช้า ๆ โดยมีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด

5.1.2 สรุปผลการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม สรุปผลการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

5.1.2.1 สรุปผลการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เดิม (SWOT) ทั้งหมดที่ใช้ในสระธาราบำบัด พบว่า อุปกรณ์ฟองโฟมเท้า เป็นอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมมากที่สุด พบว่า เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการการฝึกบริหารแขนขาและข้อเข่า สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย นิยมใช้ในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูในน้ำ เพื่อให้เกิดแรงต้านทานในการบริหารส่วนแขนขา และข้อเท้า แต่พบข้อเสียคือ ซ่อมแซมได้ค่อนข้างยาก การเก็บรักษาต้องใช้เวลารอให้แห้งก่อนเก็บอุปกรณ์ซึ่งเสียเวลา เกิดเชื้อราได้ง่ายหากอับชื้น หากซื้อได้ค่อนข้างยากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง

5.1.2.1 สรุปผลผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ธาราบำบัด (โฟมเท้า) ในท้องตลาด พบว่า วัสดุส่วนใหญ่ที่นำมาใช้งาน คือ โฟม EVA (Ethylene Vinyl Acetate) และพลาสติกที่เป็นปีก (Fins) ทำจากวัสดุ ABS มีฟ้านีโอพรีนเป็นตัวเพิ่มความนิ่มและยืดหยุ่น มีเข็มขัดเพื่อเป็นตัวรัดทำจากผ้าไนลอน ตัวเลื่อนเป็นพลาสติกเป็นตัวยึดในการปรับระดับ การยึดติดด้วยตีนตุ๊กแกเพื่อการใช้งานที่สะดวก การขึ้นรูปโดยการฉีดเม็ดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ตามกระบวนการ ใช้สวมใส่บริเวณข้อเท้าเพื่อเสริมสร้างแรงต้านขณะทำการออกกำลังกายในน้ำทั้งแบบมีปีกและไม่มีปีก ด้านฟังก์ชันการใช้งานจะเน้นสวมใส่สบายกระชับมีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหว

5.1.2.2 สรุปผลข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต พบว่า วัสดุที่นำมาใช้เพื่อประกอบการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมเป็นวัสดุที่นำมาใช้ทางการแพทย์ซึ่งมีความปลอดภัย เชื่อถือได้ ประหยัดและไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายซึ่งประกอบไปด้วย ตัวโครงสร้างทำมาจากโฟม EVA (Ethylene Vinyl Acetate) ซึ่งมีคุณสมบัติ มีความนุ่ม ยืดหยุ่น น้ำหนัก

เบา ทนทาน ทนต่อแรงกระแทก ทำความสะอาดง่าย หุ้มด้วยผ้าไนโอพรีน มีคุณสมบัติยืดหยุ่นตัวได้ดี ทนทานต่อแรงดึงแรงฉีกขาด แสงแดด ระบายอากาศได้ดี ไม่อู้มน้ำ ส่วนพลาสติกส่วนปีก ทำมาจากพลาสติก ABS (Acrylonitrile-butadiene-styrene) เป็นพลาสติกที่มีความสมดุลทั้งในเรื่องความแข็งและความเหนียว ทำให้พลาสติกมีสมบัติทนแรงกระแทกได้ดี คงสภาพรูปร่างได้ดี

5.1.2.3 สรุปผลข้อมูลการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพกระบวนการใช้หมอนัทสน์เพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์ของ (ทรงวุฒิ เองวุฒิวงศา, 2557) นำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หารูปแบบในการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยการสร้างแบบร่าง จำนวน 30 แบบ โดยใช้หลักการในการวิเคราะห์ตารางเมตริกสัมพัทธ์เพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมมากที่สุด จำนวน 3 รูปแบบ พบว่า รูปแบบที่ 21 มีรูปแบบที่มีเสริมสร้างแรงต้านแบบถอดออกได้ มีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมา คือ รูปแบบที่ 16 มีรูปแบบส่วมใส่ที่ข้อเท้า และอันดับสุดท้าย คือ รูปแบบที่ 25 มีรูปแบบที่มีเสริมสร้างแรงต้านแบบถอดไม่ได้ ตามลำดับ

5.1.2.4 สรุปผลการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม จากการประเมินความเหมาะสมตัดทอนรูปแบบด้วยทฤษฎีวิศวกรรมย้อนรอยตามเกณฑ์การออกแบบทำให้ได้อุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม จำนวน 3 รูปแบบ นำมาทำ Sketch Design เพื่อนำไปประเมินหาความเหมาะสมโดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านได้แก่ 1)ด้านการออกแบบ 2)ด้านวัสดุ 3)ด้านการผลิต จำนวน 8 ท่าน จากเครื่องมือแบบประเมินรูปแบบ ผลการวิเคราะห์ คือ รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.44$, S.D.= 0.10) รองลงมา คือ รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.28$, S.D.= 0.20) และลำดับสุดท้าย คือ รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.98$, S.D.= 0.19) ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมที่จะนำไปผลิตต้นแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม สามารถอภิปรายระดับความคิดเห็นได้ดังนี้ ด้านการพัฒนา พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.54$, S.D.= 0.08) พบว่า มีความเหมาะสมในการใช้งาน ออกแบบให้เข้ากับท่าการออกกำลังกายในน้ำผู้ที่เป็นโรคข้อเข่าเสื่อม มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน มีรูปแบบที่สวยงาม ด้านวัสดุ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.75$, S.D.= 0.46) พบว่า วัสดุที่ใช้ไม่สามารถส่งผลต่อร่างกาย วัสดุมีความคงทนแข็งแรงต่อการใช้ในน้ำ วัสดุที่ใช้ไม่สามารถส่งผลต่อร่างกาย ด้านการผลิต พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.63$, S.D.= 0.52) พบว่า สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม มีความปลอดภัยของตัว

5.1.3 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ผู้วิจัยกำหนดแนวทางการประเมินประสิทธิภาพออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

5.1.3.1 วิธีที่ 1 โดยการหาค่าแรงและการเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์เดิมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ จำนวน 2 ท่าน มีค่าแรงที่วัดได้เมื่อขังในน้ำ 0.087 นิวตัน, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ มีค่า 0.582 นิวตัน, ค่าแรงต้าน ในกรณีที่มีความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที มีค่า 1.497 นิวตัน ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา (แบบธรรมดา) มีค่าแรงที่วัดได้เมื่อขังในน้ำ 0.062 นิวตัน, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ มีค่า 0.392 นิวตัน, ค่าแรงต้านในกรณีที่มีความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที 1.534 นิวตัน ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา (แบบใส่ใบต๋าน) มีค่าแรงที่วัดได้เมื่อขังในน้ำ 0.142 นิวตัน, ค่าแรงลอยตัวในน้ำ มี

ค่า 1.228 นิวตัน, ค่าแรงต้านในกรณีที่มีความเร็วในการเคลื่อนที่ในน้ำมีค่า 1 เมตรต่อวินาที 14.134 นิวตัน ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาทั้ง 2 แบบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนามีค่าแรงต้านมากกว่าผลิตภัณฑ์เดิมอยู่ที่ 12.637 นิวตัน

5.1.3.2 วิธีที่ 2 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด จำนวน 5 ท่าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.56, S.D. = 0.05$) ซึ่งสามารถอธิบายในแต่ละข้อของผลการประเมินพบว่าด้านอุปกรณ์สามารถบริหารได้มาตรฐานทำการออกกำลังกาย ตามหลักการแพทย์, อุปกรณ์สามารถเพิ่มแรงต้านเมื่อต้องเคลื่อนไหวในน้ำได้ดี, อุปกรณ์มีแรงลอยตัวที่เหมาะสมกับท่ากายบริหารในน้ำ, มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.80, S.D. = 0.45$) โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ด้านออกแบบให้เข้ากับท่ากายบริหารของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม, อุปกรณ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน, อุปกรณ์มีความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.55$) โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี และลำดับสุดท้าย คือ ด้านอุปกรณ์มีความกระชับขณะสวมใส่, อุปกรณ์มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน, มีความสวยงามของผลิตภัณฑ์ ค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.40, S.D. = 0.45$) และง่ายต่อการเก็บบำรุงรักษา ($\bar{X} = 4.20, S.D. = 0.45$) โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

5.1.4 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

จากการนำต้นแบบการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมทดลองใช้งานกับกลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่ได้รับการรักษาด้วยกายภาพบำบัดในน้ำ จำนวน 10 ท่าน พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.52, S.D. = 0.10$) ด้านประโยชน์ใช้สอย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.61, S.D. = 0.09$) คือ มีความเหมาะสมต่อการออกกำลังกายในน้ำ สามารถเพิ่มแรงต้านในการเคลื่อนไหวในน้ำได้ดี มีความคุ้มค่าในการใช้งาน ด้านการออกแบบ ความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.58, S.D. = 0.11$) คือ รูปแบบมีความเหมาะสมกับสรีระของผู้ป่วยผลิตภัณฑ์มีรูปทรงที่สวยงาม ผลิตภัณฑ์มีสีสันทันที่สวยงามเหมาะสมแก่ผู้ป่วยด้านวัสดุ คือ ความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.32, S.D. = 0.06$) มีโครงสร้างที่แข็งแรง วัสดุมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน มีความกะทัดรัดต่อการใช้งาน

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยสามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 อภิปรายผลการศึกษาข้อมูล

ผู้วิจัยพบว่าการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ ปัญหาโรคข้อเข่าเสื่อม ส่วนใหญ่พบมากในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป สาเหตุของการเกิดข้อเข่าเสื่อมนั้นเกิดสภาพร่างกายที่เปลี่ยนแปลงไปตามอายุ อาชีพและลักษณะการทำงานของร่างกายโดยเฉพาะการทำงานที่เกี่ยวข้องกับข้อเข่า ส่งผลกระทบต่อสภาวะสุขภาพ การทำหน้าที่ของร่างกาย จิตใจ สังคมและเศรษฐกิจ ซึ่งโรคนั้นนอกจากจะรับประทุกันยาแล้ว การออกกำลังกายในน้ำ (Aqua exercise) หรือธาราบำบัด (Hydrotherapy) เป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคข้ออักเสบและข้อเสื่อมได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถลดความสึกหรอของร่างกายได้อย่างปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการออกกำลังกายบนบก โดยอาศัยคุณสมบัติของน้ำเป็นตัวกลางในการรักษา ที่น้ำลึกระดับอกจะมีแรงพยุงน้ำหนักร่างกาย 85-90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการลดแรงเครียดที่กระทำกับข้อต่อ โดยเฉพาะในภาวะข้ออักเสบ แรงลอยตัวจะเป็นตัวช่วยพยุงในผู้สูงอายุ ลดความเสี่ยงต่อการล้มและกระดูกหักได้ นอกจากนี้อุปกรณ์ธาราบำบัดมีลักษณะลอยน้ำหรือจมน้ำมีผลต่อการให้แรงช่วยหรือแรงต้านต่อการเคลื่อนที่ในน้ำของผู้ป่วยซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะขนาดรูปร่าง และจำนวนอุปกรณ์ตลอดจนตำแหน่งที่ถือหรือที่รัดไว้ ควบคู่กับการจัดทำทางการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับการฝึกจะช่วยให้ผู้ถูกฝึกรู้สึกผ่อนคลายได้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยลดการปวดเกร็งของกล้ามเนื้อ (Muscle spasm) เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวข้อต่อที่ทำให้เกิดข้อติด (Joint stiffness) เพิ่มความยืดหยุ่นและความทนทานของระบบกล้ามเนื้อ และเพิ่มความสมดุลความมั่นคงของข้อต่อที่มีปัญหาและข้อต่อที่ใกล้เคียง สอดคล้องกับแนวความคิดของ (กนกทิพย์ สว่างใจธรรม 2548 : 47) กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญในการรักษาและฟื้นฟูข้อเข่าเสื่อม คือ การออกกำลังกายในน้ำเพื่อรักษาช่วงการเคลื่อนไหวของข้อไว้ โดยอาศัยคุณสมบัติของน้ำในเรื่องแรงลอยตัว แรงต้านทานและแรงดันใต้น้ำ ประกอบกับการออกแบบท่าทางและการใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับพยาธิสภาพของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

5.2.2 อภิปรายผลการพัฒนา

ผู้วิจัยได้ทำการใช้โมโนทัศน์เพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา.2557:17) มาสร้างกระบวนการพัฒนารูปแบบและใช้กรอบแนวคิดด้านหลักการออกแบบของ (ธีรชัย สุขสด 2544 : 17-18) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยใช้หลักการในการวิเคราะห์ตามตารางเมตริกสัมพัทธ์ จากการวิเคราะห์และประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่าจากการนำเสนอรูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมสรุปได้รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.44, S.D. = 0.10$) เนื่องจากมีความเหมาะสมด้านการออกแบบให้เข้ากับท่าทางการออกกำลังกายในน้ำผู้ที่เป็นโรคข้อเข่าเสื่อม มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน มีรูปแบบที่สวยงาม วัสดุที่ใช้ไม่สามารถส่งผลกระทบต่อร่างกาย สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม มีความปลอดภัยของตัวผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับแนวความคิดของ (นวลน้อย บุญวงศ์ 2539 : 193) กล่าวว่า การประเมินด้านการออกแบบด้านประโยชน์ใช้สอย ความเหมาะสมของวัสดุและรูปแบบการใช้งาน ควรพิจารณาจากความสวยงามในการจัดองค์ประกอบ ความมีเอกลักษณ์น่าสนใจ คุณค่า และมีความเหมาะสมตามลักษณะประเภทงาน

5.2.3 อภิปรายผลการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ซึ่งมีผลว่า รูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดที่ได้รับการพัฒนามีค่าแรงต้านที่มากกว่ารูปแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดแบบเดิม สอดคล้องกับ แนวความคิดของตำราวิชาการการใช้น้ำเพื่อสุขภาพ. 2553 : 209 กล่าวว่า ค่าแรงและค่าแรงลอยตัวในน้ำต้องมีค่าน้อยกว่า 1 นิวตัน วัตจะลอยน้ำ ซึ่งการใช้อุปกรณ์ในการออกกำลังกายนั้นจะช่วยเพิ่มแรงต้านของน้ำขณะทำการเคลื่อนไหว ยิ่งแรงต้านมากยิ่งมีผลทำให้กล้ามเนื้อรอบๆ ข้อเข่ามีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นและการทรงตัวที่ดีขึ้น และใช้แบบประเมินความคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์และผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด ในสภาวะการใช้งานอุปกรณ์ธาราบำบัดนั้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.56$, S.D.= 0.05) สอดคล้องกับแนวความคิดของ (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์ และคณะ 2530 : 209) กล่าวว่า อุปกรณ์ทั้งหมดนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานการลอยตัว น้ำหนักหรือความต้าน หากอุปกรณ์ไม่สร้างขึ้นมาเพื่อการบำบัดหรือทำให้คนลอยตัวในน้ำแล้ว มันก็จะสร้างขึ้นมาเพื่อยับยั้งการเคลื่อนไหว (ความต้านทาน) เพิ่มน้ำหนักหรือเพิ่มแรงกดที่จำเป็นต่อการเคลื่อนไหว (การลอยตัว) ซึ่งเป็นการเพิ่มความหนัก น้ำหนักสามารถเพิ่มแรงอัด สร้างความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อ

5.2.4 อภิปรายผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ป่วยที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

พบว่า จากการนำต้นแบบการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมทดลองใช้งานกับกลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มารับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำ จำนวน 10 คน พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.52$, S.D.= 0.10) แบ่งตามด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านประโยชน์ใช้สอย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.61$, S.D.= 0.09) ด้านการออกแบบ ความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.58$, S.D.= 0.11) ด้านวัสดุ ความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.32$, S.D.= 0.06) สอดคล้องกับแนวความคิดของของ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา 2557 : 13-14) ผลิตภัณฑ์ที่ดีมีใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทนทานที่สุด ใช้วัสดุที่ดีที่สุด มีประโยชน์ใช้สอยหลากหลาย สวยงาม แข็งแรง หากแต่ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับราคาในระดับที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้แต่ละกลุ่ม

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้และเพื่อทำการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การออกแบบรูปแบบใบเสริมแรงด้านควรคำนึงถึงท่าทางในการออกกำลังกายในแต่ละท่าว่าใบสามารถเสริมสร้างแรงต้านได้ในทุกทิศทางได้หรือไม่

5.3.1.2 วัสดุที่นำมาใช้อาจต้องคำนึงถึงการดูแลรักษาในการใช้งาน รวมถึงหลังการใช้งานในการเก็บรักษา เช่น การทำให้แห้ง การอับชื้น

5.3.1.3 ควรเพิ่มพื้นที่ในการต้านของใบให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มแรงต้านในด้านข้างที่ไม่ได้กีดขวางการทำงานอีกข้าง

5.3.1.4 ในขั้นตอนการผลิตในระบบอุตสาหกรรมของจุดต่อในการถอดประกอบใบ อาจจะต้องมีการทดลองการใช้งานในหลายๆ รูปแบบ เพื่อรองรับแรงที่กระทำต่อใบและให้ได้ประสิทธิภาพในการใช้งานมากที่สุด

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 สามารถพัฒนาต่อยอดในเรื่องการใช้ออกกำลังกายเพื่อเพิ่มน้ำหนักหรือแรงต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของตัวอุปกรณ์ เช่น เพิ่มตัวถ่วงให้มีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถออกกำลังกายได้มากขึ้นขณะเคลื่อนไหวในน้ำ

5.3.2.2 เนื่องด้วยตัวผลิตภัณฑ์มีรูปทรงที่ตายตัวยากต่อการขยายขนาดเพราะอาจเกิดการหักของชิ้นโฟมเมื่อทางหรือข้างออกมากเกินไปในกรณีที่ผู้ใช้งานที่มีขนาดของข้อเท้าที่แตกต่างกันทางผู้เชี่ยวชาญได้มีข้อเสนอแนะให้ตัวชิ้นโฟมมีรอยต่อหรือมีลักษณะเป็นชิ้นแยกจากกันเพื่อรองรับการง้างหรือกางออกจากกันขณะใช้งาน

5.3.2.3 งานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดในเรื่องของการเสริมฟังก์ชันด้านการใช้งานนอกเหนือจากงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ธาราบำบัดมีฟังก์ชันเสริมหลากหลายมากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กนกทิพย์ สว่างใจธรรม. 2548. “ผลของการออกกำลังกายในน้ำที่มีต่อช่วงการเคลื่อนไหวของข้อ
 เข้าในผู้ป่วยหญิงที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อม.” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรมอนามัย. 2556. โครงการสำรวจสุขภาพผู้สูงอายุไทย ปี พ.ศ. 2556 ภายใต้แผนงานส่งเสริม
 สุขภาพผู้สูงอายุและผู้พิการ. กรุงเทพฯ : สปสช.
- กรอนงค์ ยืนยงชัยวัฒน์ และวนิดา สุนันทารอด. 2551. จุลสารวิทยาลัยแพทย์สร้างเสริมสุขภาพ.
 พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานคร และวชิรพยาบาล.
- คณิต ดวงหัตถ์. 2537. “สุขภาพจิตกับความพึงพอใจในงานของข้าราชการตำรวจชั้นประทวนในเขต
 เมืองและเขตชนบทของจังหวัดขอนแก่น.” สาขาจิตวิทยาการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย,
 มหาลัยขอนแก่น.
- ไทรสิทธิ์ ชัยวานิชศิริ, วสุวัฒน์ กิตติสมประยูรกุล และพันธพงศ์ ตั้งธีระสุนันท์. 2550. การพัฒนา
 ความคิดสร้างสรรค์โดย TRIZ. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ชรินี เดชจินดา. 2535. “ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อศูนย์จำกัดกากอุตสาหกรรมแขวงแสม
 ดำ เขตบางขุนเทียน.” บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชฎิล สมรภูมิ. 2543. “ผลของการฝึกออกกำลังกายในน้ำเพื่อต้นขาด้วยวิธีการอย่างง่าย ในผู้ป่วยข้อเข่า
 เสื่อม.” กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์. 2537. สรีระวิทยาการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ :
 เทพรัตน์กร การพิมพ์.
- ทรงวุฒิ เอกวุฒิจวงศา. 2557. หลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์พื้นฐานการคิดเชิง
 พัฒนาผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : หจก.มีน เซอร์วิสซัพพลาย
- ธีระชัย สุขสด . 2544. การออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ปวีณา เย็นนาน. 2552. “ผลของการฝึกออกกำลังกายในน้ำและการฝึกการออกกำลังกายบนบกต่อ
 การแกว่งของร่างกายในผู้สูงอายุที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อม.” กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระชัย สุขสด . 2544. การออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- บรรลุ ศิริพานิช. 2528. ผู้สูงอายุสู่วิตที่มีคุณภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน.
- ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์ และณัฐภัสสร เหล่าเนตร์. 2554. หนังสือเรียนชีววิทยาเพิ่มเติม. กรุงเทพฯ :
 แม็คเอ็ดดูเคชั่น.
- ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530. ธาราบ้ำบัด. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เพ็ญแข ประจันปัจจนึก. 2545 “จิตวิทยาผู้สูงอายุ.” วารสารไทย. 2(1-3) : 48-53
- พัสมณห์ คุ่มทวีพรหม. 2546. การพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ :
 ฮายาบุสะกราฟฟิค.
- นิรัช สุดสังข์. 2548. ออกแบบอุตสาหกรรมระบบและวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
 กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นวนน้อย บุญวงษ์. 2542. หลักการออกแบบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มณฑรี ศาสนันท์. 2546. การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรม
ย้อนรอย. กรุงเทพฯ : ดวงกลมสมัย จำกัด.
- วรรณีย์ สัตย์วิวัฒน์. 2551. การพยาบาลผู้ป่วยออร์โธปิดิกส์. กรุงเทพฯ : เอ็นบีเพรสวริทย์ เล่าห์เรขา.
2546. โรคข้อเข่าเสื่อม. เชียงใหม่ : ธนบรรณการพิมพ์
- วิรุณ ตั้งเจริญ. 2539. การออกแบบ. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- วิรุฬ พรรณเทวี. 2542. “ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงานกระทรวง
มหาดไทยในอำเภอเมืองจังหวัดแม่ฮ่องสอน.” สาขาการบริหารการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาลัยเชียงใหม่.
- วิไล ชินสกุล. 2545. “เข่าเสื่อมกับกล้ามเนื้อหลักการทำงาน.” พิษณุโลก : มหาลัยนเรศวร.
ศูนย์สมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ. 2550. หลักการธาราบำบัด. ชลบุรี :
กรมการแพทย์กระทรวงสาธารณสุข.
- วิไล ตั้งจิตสมคิด. 2539. การศึกษาไทย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ศิริพงศ์ พะยอมแย้ม. 2537. เทคนิคงานกราฟิก. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ศิริวรรณ บุญฐิติกุล และยุพาวรรณ จิตตาทิวัฒน์. 2545. “การประคบด้วยอุ้งเจลลี่เพื่อลดปวดของ
ผู้ป่วยในระยะฟื้นฟูสภาพข้อเข่าภายหลังผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม.” วารสารชมรมพยาบาล
ออร์โธปิดิกส์. 7(2) : 47-52
- ศรีเรือน แก้วกังวาล. 2539. ทฤษฎีบุคลิกภาพ. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์.
- สาคร คันธโชติ. 2528. การออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล. 2542 ปัญหาสุขภาพของผู้สูงอายุไทย. นนทบุรี : สถาบันวิจัยสาธารณสุข
ไทย.
- สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์. 2545. การออกกำลังกายทั่วไปและเฉพาะโรค
ผู้สูงอายุ. กรุงเทพฯ : กระทรวงสาธารณสุข.
- สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุกระทรวงสาธารณสุข. 2545. คู่มือการดูแลผู้ป่วยสูงอายุระยะ
สุดท้ายสำหรับประชาชน. นนทบุรี : สถาบันสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุข
ภาพ . 2553. การดูแลสุขภาพผู้สูงอายุแบบบูรณาการ
สมชาย เชะวิเศษ. 2546. “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำ.”
ครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมชาย รัตนทองดำ, พิสมัย มะลิลา และวรวรรณ คำลือชา. 2540. คู่มือการออกกำลังกายในน้ำ.
ขอนแก่น : มหาลัยขอนแก่น.
- สมนึก กุลสถิตพร. 2549. กายภาพบำบัดในผู้สูงอายุ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมพงษ์ ใจดี. 2551. ฟิสิกส์สู่มหาวิทยาลัย 1 สารความรู้สู่สังคม. กรุงเทพฯ : วี.พี.รินทร์.
- สำนักนโยบายและแผน. 2545. การดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุ. กรุงเทพฯ :
สำนักบริหารการทะเบียนกรมการปกครอง.
- สมหมาย เปียถนอม. 2551. “เรื่องความพึงพอใจของนักศึกษาในการได้รับบริการจากมหาวิทยาลัย
ราชภัฏนครปฐม.” นครปฐม : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

สมัยศิริ ทองถาวร และงามพันธุ์ ชิตมินทร์. 2547. คู่มืออาหารบำบัดสำหรับลูกน้อย. พิมพ์ครั้งที่ 1.

เชียงใหม่ : นพบุรีการพิมพ์ จำกัด.

สุรวุฒิ ปรีชานนท์. 2538. โรคข้อเสื่อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เรือนแก้ว การพิมพ์.

สุรศักดิ์ นิลกานวงศ์. 2548. ตำราโรคข้อ. กรุงเทพฯ : สมาคมรูมาติสซั่มแห่งประเทศไทย.

สนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550. วิธีวิทยาการวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. 2540. การศึกษาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สุธี สุทัศน์ ณ อยุธยา และวัชระ รุจิเวชพงศธร. 2533. กายวิภาคศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2553. การดูแลสุขภาพผู้สูงอายุแบบบูรณาการ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ

สำนักงานคณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2557. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11

อารมณ ขุนภาชี. 2554. ตำราเวชศาสตร์ฟื้นฟู. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์.

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์.

อภิวรรณ ญัษฐมนวรกุล, จันทนงค์ อินทร์สุข, จิรนนท์ ทองสัมฤทธิ์ และดลนิพร สนธิรักษ. 2554.

คู่มือการดูแลตัวเอง โรคข้อเข่าเสื่อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท ปียอนด์ พับลิชชิง จำกัด.

อุบลรัตน์ เฟิงสถิตย์. 2555. จิตวิทยาผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : มหาลัยรามคำแหง.

อัศวิน เทพาคำ. 2531. การบริการทางการแพทย์และสาธารณสุขในชนบท. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช

Alonso, M and Fin, J.E. 1973. University Physics. Addison-Wesley.

Beiser, A. 1973. Physics. Cumming.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ใบขอความอนุเคราะห์

1. หนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อขอข้อมูลเบื้องต้น
2. หนังสือขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถาม
3. หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อการวิจัย
4. หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงเชี่ยวชาญเพื่อการวิจัย
5. หนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อขอข้อเข้าใช้พื้นที่
6. หนังสือรองรับพิจารณาตีพิมพ์บทความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๖๔.๐๔/1879



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๒๑ พฤษภาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบขออนุญาตให้แก่นักศึกษา

เรียน คณะผู้อำนวยการ ศูนย์กายภาพบำบัด คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิจิตรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ แพทย์, นักกายภาพบำบัด หรือผู้ที่ดูแลอุป
กรณ์ที่ใช้ในราราบำบัด เรื่อง อุปกรณ์ออกกำลังที่ใช้ในราราบำบัดเหตุผลหรือปัจจัยต่าง ๆ ในการใช้งาน
และขอถ่ายภาพอุปกรณ์ออกกำลังที่ใช้ในราราบำบัดและสถานที่ที่ใช้ในราราบำบัด เพื่อประกอบการ
จัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยในการทรงตัว
สำหรับผู้สูงอายุโดยใช้ราราบำบัด"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้แก่นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๕๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๙-๙๖๘-๒๘๐๐๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2372



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

16 มิถุนายน 2559

เรื่อง ขออนุญาตคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการโรงพยาบาลธนบุรี

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิวิรุณกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอสัมภาษณ์ แพทย์เกี่ยวกับโรคออร์โธปิดิกส์ , นักกายภาพบำบัด
เรื่อง กลุ่มโรคออร์โธปิดิกส์, อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ใช้ในธรรมาบำบัด เหตุผลหรือปัจจัยต่าง ๆ ในการใช้งาน
และขอถ่ายภาพ อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ใช้ในธรรมาบำบัดและสถานที่ที่ใช้ในธรรมาบำบัด เพื่อประกอบการ
จัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โครงการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธรรมาบำบัดเพื่อฝึกการ
เคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคเข่าเสื่อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-968-2800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 1241

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๑ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน พตท.นพ. ธนวัฒน์ อัมพันธ์ทรัพย์ กลุ่มงานศัลยกรรมกระดูก โรงพยาบาลตำรวจ

ด้วยนางสาวทิพาพร อธิธรรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอสัมภาษณ์ท่าน เรื่อง โรคข้อเข่าเสื่อมและอุปกรณ์ช่วยในการรักษาอาการของโรค และขอถ่ายภาพ แพทย์ อุปกรณ์เกี่ยวกับโรคข้อเข่าเสื่อม เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smr. An
(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-968-2800

An
(ดร. อำนวย อำนวย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 4684 วันที่ 14 พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

เรียน ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิจิตา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์มาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทน

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ที่ ศธ 0524.04/ 4684



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๒ พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
เรียน ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิวิรุกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เชื้อพิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อ
คำถามกับวัตถุประสงค์ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะ
ช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพาพร อธิวิรุกุล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smr Oh
(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-968-2800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศร 0524.04/ 4684



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

14 พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
เรียน รศ.ดร.กาญจนา บุญภักดิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

ด้วย นางสาวทิพาพร อิทธิวรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม" โดยมี ดร.สมชาย เชื้อวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกภูมิงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อ
คำถามกับวัตถุประสงค์ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะ
ช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพาพร อิทธิวรกุล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smr Ok
(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-968-2800

ที่ ศธ 0524.04/ 4634



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๕ พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.สุมาลี ทองรุ่งโรจน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธารบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เชเชวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและ
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพาพร
อธิธิวรกุล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smr al
(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-968-2800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4684



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๑๗ พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สาริตา พูลแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกอุทัยวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและ
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพาพร
อธิธิวรกุล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศรีพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-968-2800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4684



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๔ พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์อินทิรา บุญพรต

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิธรรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เขมวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกอุทัยวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและ
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพาพร
อธิธรรกุล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

สมิ์ ๐๙
(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-968-2800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4634



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

พศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

เรียน คุณนิภา สุดใจปรารถนา

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกภูพิงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ ของ นางสาวทิพาพร
อธิธิวรกุล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-968-2800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4684



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๑๔ พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

เรียน คุณสุนทร ประชาสิทธิ์

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิวิรุกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ฮาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เขะวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ ของ นางสาวทิพาพร
อธิวิรุกุล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-968-2800


30/03/60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4684



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๑๔ พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

เรียน อานนท์ แบนทอง

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เศษวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมังศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ ของ นางสาวทิพาพร
อธิธิวรกุล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smr NK
(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-968-2800

Smr NK
30/03/60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4084



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๕๗ พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์

เรียน คุณนิตา วงศ์สวัสดิ์

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธารบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เศรษฐวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกภูมิจวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ ของ นางสาวทิพาพร
อธิธิวรกุล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

สมร นร
(ดร.ราตรี สิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-968-2800

๕๗ ๓๐๓๕๕๒

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4684



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

พฤษภาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์

เรียน คุณวริศรา อินทรแสน

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เขะวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายอุปกรณ์ ของ นางสาวทิพาพร
อธิธิวรกุล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smr N

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะครุศาสตรอุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-968-2800

วริศรา อินทรแสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4684



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๔ พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด

เรียน คุณภูวรินทร์ นามแดง

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิวัตรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เศษวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด ของ นางสาวทิพาพร
อธิวัตรกุล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-968-2800

๒๕๖๐
C ๒๕๖๐ (๒๕๖๐)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4684



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

พ.ศ. ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด

เรียน คุณสุกัญญา เดชกุญชร

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิวิรุทธ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด ของ นางสาวทิพาพร
อธิวิรุทธ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Sm Ol
(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-968-2800

สุกัญญา เดชกุญชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.01/ 4684



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๙ พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด

เรียน คุณทิพย์วิภา กรอารีรัตน์

ด้วย นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม” โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด ของ นางสาวทิพาพร
อธิธิวรกุล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-968-2800

กท. ทิพย์วิภา กรอารีรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หนังสือรับรองการตีพิมพ์บทความ

วารสารศิลปกรรมศาสตร์วิชาการ วิจัย และงานสร้างสรรค์

คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ขอรับรองว่าบทความ

เรื่อง

ศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัด เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ
สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

โดย

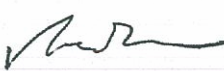
ทิพาพร อธิชิวรกุล

ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
และตีพิมพ์ในวารสารศิลปกรรมศาสตร์วิชาการ วิจัย และงานสร้างสรรค์

ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2560)


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อริยา สู้ังคะวาทีน)
คณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์


(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานฉัตต์ อินทร์คง)
บรรณาธิการ
วารสารศิลปกรรมศาสตร์วิชาการ วิจัย และงานสร้างสรรค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ใบขอความอนุเคราะห์

1. แบบประเมินเพื่อหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ในการวิจัย
2. แบบประเมินความคิดเห็นด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
3. แบบประเมินประสิทธิภาพที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
4. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ชื่อโครงการวิจัย “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหว
สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม”

โดย นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล

โทร 0899682800 E-mail tipapornboom@gmail.com

ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นัดรับเครื่องมือวันที่.....

เอกสารประกอบด้วย

- ส่วนที่ 1 คำโครงการวิทยานิพนธ์
กรอบแนวคิดในการวิจัย
นิยามศัพท์เฉพาะ
- ส่วนที่ 2 แบบประเมินสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือ (IOC) จำนวน 3 ชุด
ได้แก่
1. แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ
 2. แบบสอบถามประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
 3. แบบสอบถามความพึงพอใจของอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

แบบสอบถามการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหว สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม”

ผู้วิจัย นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล นิสิตปริญญามหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง

แบบสอบถามมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
2. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบ้ำบัตเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

คำอธิบาย สำหรับผู้ทรงวุฒิในการตรวจสอบ

เกณฑ์ในการตรวจสอบเครื่องมือ การตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิใช้เกณฑ์ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อความหรือข้อความนั้นใช้ได้มีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย

0 หมายถึง ข้อความหรือข้อความนั้นไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัยหรือไม่

-1 หมายถึง ข้อความหรือข้อความนั้นยังไม่ตรงหรือไม่เหมาะสมกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย

ในกรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบแล้วให้ค่าประเมินเป็น 0 หรือ-1 ในข้อความหรือข้อความใด ขอความอนุเคราะห์ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น จะเป็นพระคุณยิ่ง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ	ข้อความ			
1.	ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล.....			
	ตำแหน่ง.....			
	สถานที่สอบถาม.....			
	วันที่ทำการสอบถาม..... เวลา.....			
	วุฒิการศึกษา..... สาขาที่สำเร็จการศึกษา.....			
	ประสบการณ์.....ปี สถาบันการศึกษา.....			
		ผลการพิจารณา		
		-1	0	+1
	ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 แสดงข้อคำถาม แบบสอบถามการออกแบบการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธารบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	+1	
1. ด้านการออกแบบ				
1.1 มีความเหมาะสมในการใช้งาน				
1.2 มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน				
1.3 มีความสะดวกต่อการใช้งาน				
1.4 มีเอกลักษณ์เฉพาะด้านการใช้งาน				
1.5 ออกแบบให้เข้ากับท่าการออกกำลังกายในน้ำ ผู้ที่เป็นโรคข้อเข่าเสื่อม				
1.6 มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน				
1.7 มีรูปแบบที่สวยงาม				
1.8 ง่ายต่อการเก็บบำรุงรักษา				
1.9 แสดงรายละเอียดระบุการใช้งาน				
1.10 มีความกระชับต่อการสวมใส่ในการเคลื่อนไหวในน้ำ				
2. ด้านวัสดุ				
2.1 วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตมีความเหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์				
2.2 วัสดุมีความคงทนแข็งแรงต่อการใช้งานในน้ำ				
2.3 วัสดุที่นำมาใช้ผลิตง่ายต่อการดูแลรักษา				
2.4 วัสดุที่ใช้ไม่สามารถส่งผลกระทบต่อร่างกาย				
2.5 วัสดุที่ใช้มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานในน้ำ				
2.6 วัสดุที่ใช้มีน้ำหนักเบาสามารถระบายอากาศได้ดี				
2.7 วัสดุที่ใช้มีความกระชับต่อการใช้งานในน้ำ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	+1	
3. ด้านการผลิต				
3.1 สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม				
3.2 ต้นทุนการผลิตมีราคาไม่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับ ประโยชน์และคุณค่าที่ได้รับ				
3.3 มีความปลอดภัยของตัวผลิตภัณฑ์				
3.4 การผลิตมีแบบและแม่พิมพ์ที่สอดคล้องและ ง่ายต่อการผลิต				
3.5 ใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพในการผลิต				
3.6 สะดวกต่อกรรมวิธีการผลิต				

.....

(.....)

ผู้ประเมิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามประสิทธิภาพเพื่อการวิจัย
เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหว
สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม”

ผู้วิจัย นางสาวทิพาพร อธิธรรกุล นิสิตปริญญาโทมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง

แบบสอบถามมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
2. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

คำอธิบาย สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบ

เกณฑ์ในการตรวจสอบเครื่องมือ การตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิใช้เกณฑ์ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถามนั้นใช้ได้มีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย

0 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถามนั้นไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัยหรือไม่

- 1 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถามนั้นยังไม่ตรงหรือไม่เหมาะสมกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย

ในกรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบแล้วให้ค่าประเมินเป็น 0 หรือ -1 ในข้อความหรือข้อคำถามใด ขอความอนุเคราะห์ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น จะเป็นพระคุณยิ่ง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อ	ข้อความ			
1.	ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล..... ตำแหน่ง..... สถานที่สอบถาม..... วันที่ทำการสอบถาม.....เวลา..... วุฒิการศึกษา.....สาขาที่สำเร็จการศึกษา..... ประสบการณ์.....ปี สถาบันการศึกษา.....			
	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	+1	
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม				

ตอนที่ 2 แสดงข้อความ แบบสอบถามประสิทธิภาพที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	+1	
1. อุปกรณ์สามารถบริหารได้ตามหลักการแพทย์มาตรฐานท่า				
2. ออกแบบให้เข้ากับท่ากายบริหารของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม				
3. อุปกรณ์สามารถเพิ่มแรงต้านเมื่อต้องเคลื่อนไหวในน้ำได้ดี				
4. อุปกรณ์มีแรงลอยตัวที่เหมาะสมกับท่ากายบริหารในน้ำ				
5. อุปกรณ์มีความกระชับขณะสวมใส่				
6. อุปกรณ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน				
7. อุปกรณ์มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน				
8. ง่ายต่อการเก็บบำรุงรักษา				
9. มีความสวยงามของผลิตภัณฑ์				
10. อุปกรณ์มีความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน				

.....
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ผู้ประเมินโยกย่นด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อการวิจัย
เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหว
สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม”
ผู้วิจัย นางสาวทิพาพร อธิวัตรกุล นิสิตปริญญาโทมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง

แบบสอบถามมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
2. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

คำอธิบาย สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบ

เกณฑ์ในการตรวจสอบเครื่องมือ การตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิใช้เกณฑ์ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถามนั้นใช้ได้มีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย

0 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถามนั้นไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัยหรือไม่

- 1 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถามนั้นยังไม่ตรงหรือไม่เหมาะสมกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย

ในกรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบแล้วให้ค่าประเมินเป็น 0 หรือ-1 ในข้อความหรือข้อคำถามใด ขอความอนุเคราะห์ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น จะเป็นพระคุณยิ่ง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อ	ข้อคำถาม			
1.	ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล..... ตำแหน่ง..... สถานที่สอบถาม..... วันที่ทำการสอบถาม.....เวลา..... วุฒิการศึกษา.....สาขาที่สำเร็จการศึกษา..... ประสบการณ์.....ปี สถาบันการศึกษา.....			
	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	+1	
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม				



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 แสดงข้อคำถาม แบบสอบถามความพึงพอใจให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	+1	
1. ด้านประโยชน์ใช้สอย				
1.1 สามารถสวมใส่สบาย				
1.2 น้ำหนักเบา				
1.3 สามารถขยับหรืองอเท้าได้สะดวก				
1.4 มีความเหมาะสมต่อการออกกำลังกายในน้ำ				
1.5 สามารถเพิ่มแรงต้านในการเคลื่อนไหวในน้ำได้ดี				
1.6 มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน				
1.7 มีความคุ้มค่าในการใช้งาน				
2. ด้านการออกแบบ				
2.1 รูปแบบมีความเหมาะสมกับสรีระของผู้ป่วย				
2.2 ผลิตภัณฑ์มีรูปทรงที่สวยงาม				
2.3 ผลิตภัณฑ์มีสีสันทที่สวยงามเหมาะสมแก่ผู้ป่วย				
2.4 รูปผลิตภัณฑ์มีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว				
2.5 รูปแบบสามารถสร้างแรงจูงใจในการใช้งาน				
3. ด้านวัสดุ				
3.1 ระบายอากาศได้ดี				
3.2 มีโครงสร้างที่แข็งแรง				
3.3 วัสดุมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน				
3.4 บำรุงรักษาได้ง่าย				
3.5 มีความกะทัดรัดต่อการใช้งาน				

(.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความคิดเห็นด้านการออกแบบ
การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัด
เพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
(แบบที่ 1-3)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
ผู้วิจัย	นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล
หลักสูตร	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.สมชาย เศษวิเศษ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
2. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้ แบ่งเป็น 3 ตอน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาของแบบประเมิน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 แบบร่าง (Sketch Design) ข้อมูลด้านการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้ตอบแบบสอบถามทำการพิจารณาโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็น ของท่านโดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

5	หมายถึง	เห็นด้วยระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยระดับมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยระดับปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยระดับน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความกรุณาประเมินแบบสอบถามด้านการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม มา ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวทิพาพร อธิวิรุกุล
ผู้วิจัย


หมายเหตุ : ข้อมูลแบบประเมินนี้ จะเก็บไว้เป็นความลับ เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น



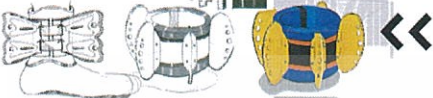
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

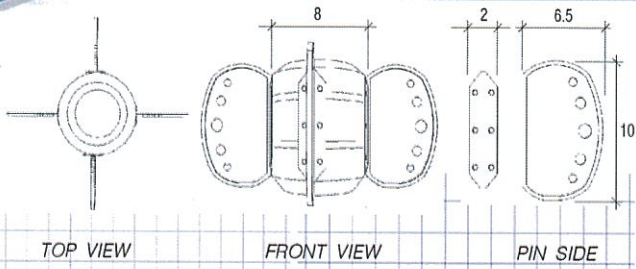
SKETCH DESIGN DESIGN 1

INSPIRATION



ได้แรงบันดาลใจมาจาก รูปร่างและรูปทรงของปีกผีเสื้อได้นำมาตัดทอนให้เป็นชิ้นงานและสีที่ตัดกัน มีความกระชับสวมใส่ได้ง่าย เหมาะแก่การใช้งาน และสามารถเพิ่มแรงต้านในการออกกำลังกายในน้ำได้เป็นอย่างดี ด้วยคุณสมบัติของตัวปีกที่สามารถถอดเข้าออกได้ แล้วยังลักษณะการใช้งานของผู้ป่วย



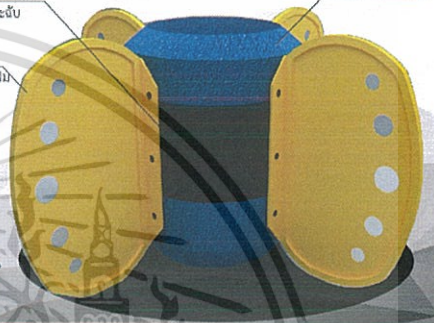


TOP VIEW FRONT VIEW PIN SIDE

DIMENSION
UNIT OF CM.

CONCEPT DEVELOPMENT

RENDERING



หัวรัดหรือตัวยึด ใช้ตีนตุ๊กแกไนยิก เพื่อความกระชับ


ปีก ขึ้นรูปด้วยพลาสติกเจาะรูระบายน้ำ ยึดกับตัวโหม

ลักษณะการใช้งาน ขณะสวมใส่คือให้เท้า

โหมลอยน้ำ EVA

EX. WATER EXERCISE


ตัวอย่าง ทำท่าทางการออกกำลังกายในน้ำเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ส่วนใส่อุปกรณ์เพื่อเพิ่มแรงต้านทานเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้เข้าได้ดียิ่งขึ้น




รูปแบบที่ 1 อุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

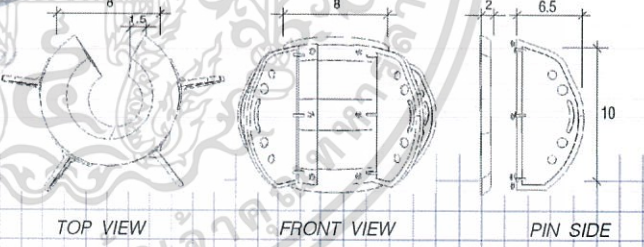
SKETCH DESIGN DESIGN 2

INSPIRATION



ได้แรงบันดาลใจมาจาก รูปร่างและรูปทรงของปีกแมลงยอได้นำมาตัดทอนให้เป็นชิ้นงานและสีที่ตัดกัน มีความกระชับสวมใส่ได้ง่าย เหมาะแก่การใช้งาน และสามารถเพิ่มแรงต้านทานเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของผู้ป่วย



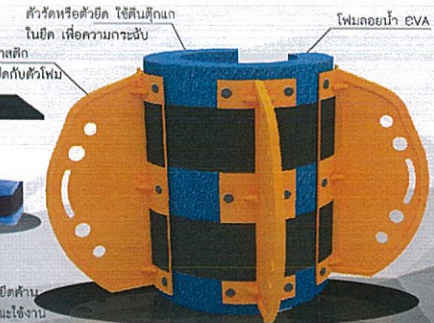


TOP VIEW FRONT VIEW PIN SIDE

DIMENSION
UNIT OF CM.

CONCEPT DEVELOPMENT

RENDERING



หัวรัดหรือตัวยึด ใช้ตีนตุ๊กแกไนยิก เพื่อความกระชับ


ปีก ขึ้นรูปด้วยพลาสติกเจาะรูระบายน้ำ ยึดกับตัวโหม

ลักษณะการใช้งาน ในการสวมใส่คือให้เท้าหิ้ง ใช้ตีนตุ๊กแกเพื่อความกระชับและใช้งาน

โหมลอยน้ำ EVA

EX. WATER EXERCISE


ท่าทางการออกกำลังกายในน้ำเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ส่วนใส่อุปกรณ์เพื่อเพิ่มแรงต้านทานเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้เข้าได้ดียิ่งขึ้น โดยแบ่งกล้ามเนื้อตามสี



เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ได้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง และขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SKETCH DESIGN DESIGN 3

INSPIRATION



ได้แรงบันดาลใจมาจาก รูปร่างและรูปทรงของตีนกบและครีบก้นของเกรฟบอร์ดนำมาคิดทอดให้เป็นชิ้นงานและใช้สีที่สดใสมีความกระชับสวมใส่ได้สบายเหมาะแก่การใช้งาน และสามารถเพิ่มแรงต้านในการออกกำลังกายในน้ำได้เป็นอย่างดี ด้วยคุณสมบัติของสัฟฟิตที่ทนการถอดเข้าออกได้ แก้วและลักษณะการใช้งานของผู้ป่วย

TOP VIEW **FRONT VIEW** **SIDE VIEW**

DIMENSION UNIT OF CM.

CONCEPT DEVELOPMENT

RENDERING

ใช้วัสดุหรือสัฟฟิต ใช้สีที่สดใสในสีเพื่อความกระชับ โฟมเออีวี EVA

ปัก ขึ้นรูปด้วยพลาสติก

DETAIL

ท่าทางการออกกำลังกายในน้ำเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม ส่วนใส่ปลอกดำเพื่อเพิ่มความต้านทานเสริมสร้างความแข็งแรงรอบๆ กล้ามเนื้อให้ขาให้มีความยืดหยุ่น โดยแบ่งกล้ามเนื้อตามสี

1 เข่า (Knee)	2 สะโพก (Hip)	3 ต้นขา (Thigh)	4 ส้นเท้า (Heel)	5 นิ้วเท้า (Toe)
6 เข่า (Knee)	7 สะโพก (Hip)	8 ต้นขา (Thigh)	9 ส้นเท้า (Heel)	10 นิ้วเท้า (Toe)

ลักษณะการใช้งาน ในการสวมใส่สัฟฟิตส้นเท้า ใช้สีที่สดใสเพื่อความกระชับและใช้งาน

รูปแบบที่ 3 อุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม



ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูลดังต่อไปนี้

ชื่อ-นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่สอบถาม.....

วันที่ทำการสอบถาม.....เวลา.....

สถานที่ทำงาน.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น														
	รูปแบบที่ 1					รูปแบบที่ 2					รูปแบบที่ 3				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ															
1.1 มีความเหมาะสมในการใช้งาน															
1.2 มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน															
1.3 มีความสะดวกต่อการใช้งาน															
1.4 มีเอกลักษณ์เฉพาะด้านการใช้งาน															
1.5 ออกแบบให้เข้ากับท่าการออกกำลังกายในน้ำผู้ที่เป็นโรคข้อเข่าเสื่อม															
1.6 มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน															
1.7 มีรูปแบบที่สวยงาม															
1.8 ง่ายต่อการเก็บบำรุงรักษา															
1.9 แสดงรายละเอียดระบุการใช้งาน															
2. ด้านวัสดุ															
2.1 วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตมีความเหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์															
2.2 วัสดุมีความคงทนแข็งแรงต่อการใช้ในน้ำ															
2.3 วัสดุที่นำมาใช้ผลิตง่ายต่อการดูแลรักษา															

ตอนที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น														
	รูปแบบที่ 1					รูปแบบที่ 2					รูปแบบที่ 3				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
2.4 วัสดุที่ใช้ไม่สามารถส่งผลต่อร่างกาย															
2.5 วัสดุที่ใช้มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานในน้ำ															
2.6 วัสดุที่ใช้มีน้ำหนักเบาสามารถระบายอากาศได้ดี															
3. ด้านการผลิต															
3.1 สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม															
3.2 ต้นทุนการผลิตมีราคาไม่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับประโยชน์และคุณค่าที่ได้รับ															
3.3 มีความปลอดภัยของตัวผลิตภัณฑ์															
3.4 การผลิตมีแบบและแม่พิมพ์ที่สอดคล้องและง่ายต่อการผลิต															
3.5 ใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพในการผลิต															
3.6 สะดวกต่อกรรมวิธีการผลิต															

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามประสิทธิภาพอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ
สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ สำหรับ ผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
ผู้วิจัย	นางสาวทิพาพร อิทธิวรกุล
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.สมชาย เซะวิเศษ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะอุปกรณ์ธาราบำบัดที่สอดคล้องกับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
2. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้ แบ่งเป็น 3 ตอน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาของแบบประเมิน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประสิทธิภาพข้อมูลด้านการพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้ตอบแบบสอบถามทำการพิจารณาโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านโดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

5	หมายถึง	เห็นด้วยระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยระดับมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยระดับปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยระดับน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้จำหน่ายและผู้สนใจที่ให้ความกรุณาประเมินแบบสอบถาม
ประสิทธิภาพ การพัฒนาอุปกรณ์ธาราบ้ำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวทิพาพร อธิธิวรกุล
ผู้วิจัย

หมายเหตุ : ข้อมูลแบบประเมินนี้ จะเก็บไว้เป็นความลับ เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูลดังต่อไปนี้

ชื่อ-นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่สอบถาม.....

วันที่ทำการสอบถาม.....เวลา.....

สถานที่ทำงาน.....

ตอนที่ 2 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. อุปกรณ์สามารถบริหารได้ตามหลักการแพทย์มาตรฐานท่า					
2. ออกแบบให้เข้ากับท่ากายบริหารของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม					
3. อุปกรณ์สามารถเพิ่มแรงต้านเมื่อต้องเคลื่อนไหวในน้ำได้ดี					
4. อุปกรณ์มีแรงลอยตัวที่เหมาะสมกับท่ากายบริหารในน้ำ					
5. อุปกรณ์มีความกระชับขณะสวมใส่					
6. อุปกรณ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน					
7. อุปกรณ์มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน					
8. ง่ายต่อการเก็บบำรุงรักษา					
9. มีความสวยงามของผลิตภัณฑ์					
10. อุปกรณ์มีความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(.....)

ตำแหน่ง.....

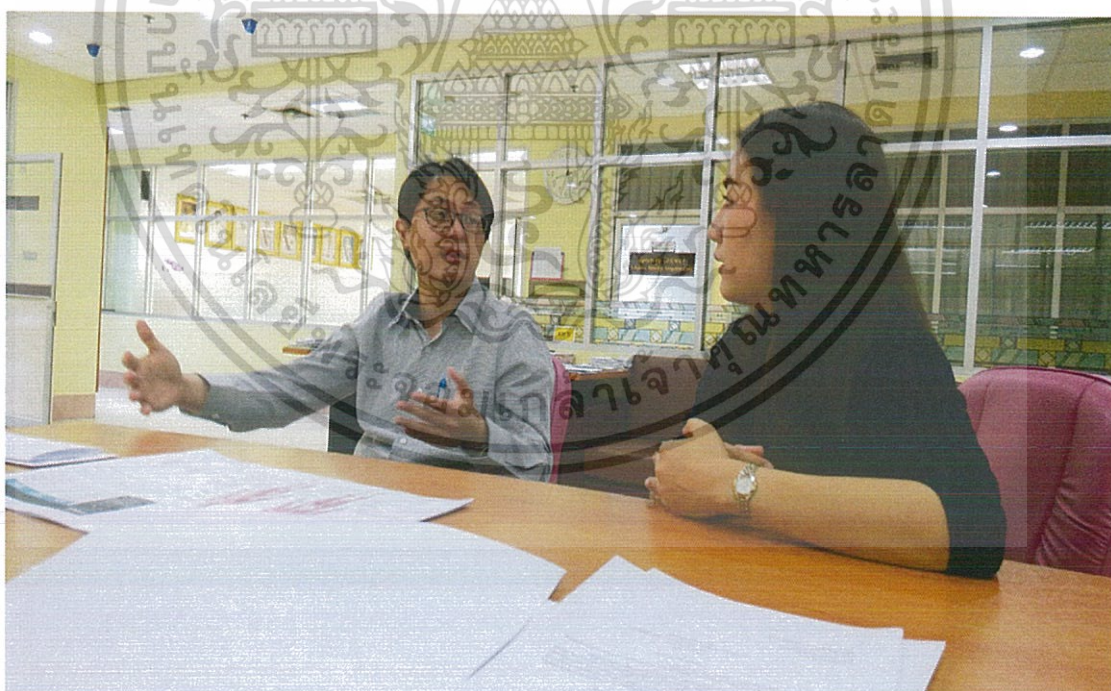


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ทรงไว้ซึ่งกรรมสิทธิ์ทางปัญญาและลิขสิทธิ์ของคณะผู้จัดทำโครงการฯ
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาพถ่ายขั้นตอนการลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูล

1. ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลในการวิจัย แพทย์และบุคลากรในกลุ่มเวชศาสตร์ฟื้นฟู
2. ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลในการวิจัย ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ
3. ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลในการวิจัย การผลิตต้นแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
4. ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลในการวิจัย กลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่ได้รับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำ



ภาพ ค.1 พ.ต.ท. นพ. ชนวัฒน์ อัมพันธ์พย์ กลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลตำรวจ
 ภาพโดย : ทิพาพร อิศวรกุล (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค.2 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด และนักกายภาพบำบัด ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2559)



ภาพ ค.3 นายภูวรินทร์ นามแดง นักกายภาพบำบัด ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2559)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค.4 นายสุขุม วงษ์โพธิ์ หัวหน้าภาคกายภาพบำบัด โรงพยาบาลธนบุรี
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2559)



ภาพ ค.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุมาลี ทองรุ่งโรจน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบ ผลิตภัณฑ์ คณะ
ออกแบบ วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รัตนโกสินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค.6 อาจารย์สาริตา พูลเกื้อ คุณวุฒิ อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะออกแบบ
วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)



ภาพ ค.7 อาจารย์อินทรา บุญพรต อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์คณะออกแบบ วิทยาลัย
เพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค.8 นางสาววิศรา อินทรแสน และ นางสาวนิตา วงศ์สวัสดิ์ นักเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก
สำหรับคนพิการ ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)



ภาพ ค.9 คุณนิภา สุดใจปรารถนา ตำแหน่ง Senior product design บริษัท เทรียนูไทยอินเตอร์
พลาสติก จำกัด ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค.10 คุณสุนทร ประชาสิทธิ์ ตำแหน่ง ผู้จัดการแผนกแม่พิมพ์ บริษัท เจริญไทย อินเตอร์พลาส จำกัด ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)



ภาพ ค.11 อานนท์ แป้นทอง ตำแหน่ง Product Designer แผนก R&D Department บริษัท Forth Corporation Public Company Limited ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค.12 นายภูวรินทร์ นามแดง นักกายภาพบำบัด ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



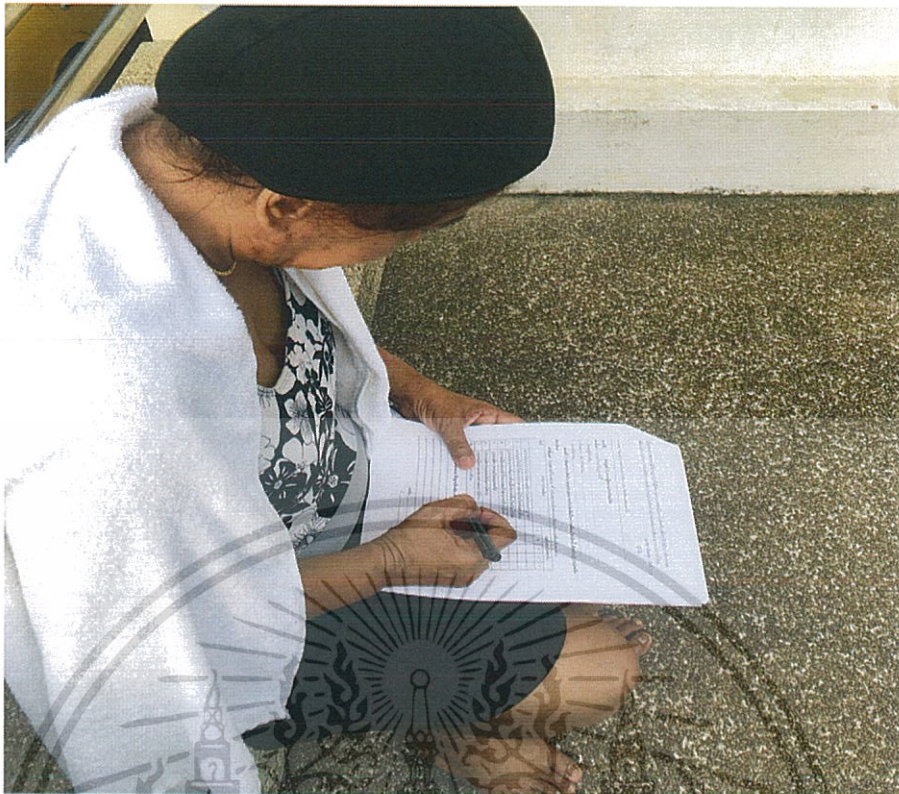
ภาพ ค.13 นางสาวทิพย์วิภา กรอารีรัตน์ และนางสาวสุกัญญา เดชกฤษร นักกายภาพบำบัด ฝ้าย เวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ก่อนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค.14 นางสาววิศรา อินทรแสน และ นางสาวนิตา วงศ์สวัสดิ์ นักเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก
สะดวกสำหรับคนพิการ ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก
มหาวิทยาลัยมหิดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค.14 กลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่รับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำ ศูนย์กายภาพบำบัด คณะเวชศาสตร์ มหาลัยธรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์ผู้สอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค.15 กลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่รับการรักษาด้วยการกายภาพบำบัดในน้ำ ศูนย์กายภาพบำบัด
คณะเวชศาสตร์ มหาลัยธรรมศาสตร์

ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตต้นแบบอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม



เอกสารนี้
น้ำโฟม EVA มาขึ้นให้เป็นตามรูปแบบทากาว และตัดโค้งตามแบบ จากนั้นตัดแพทเทิลผ้าฝ้ายโพริน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



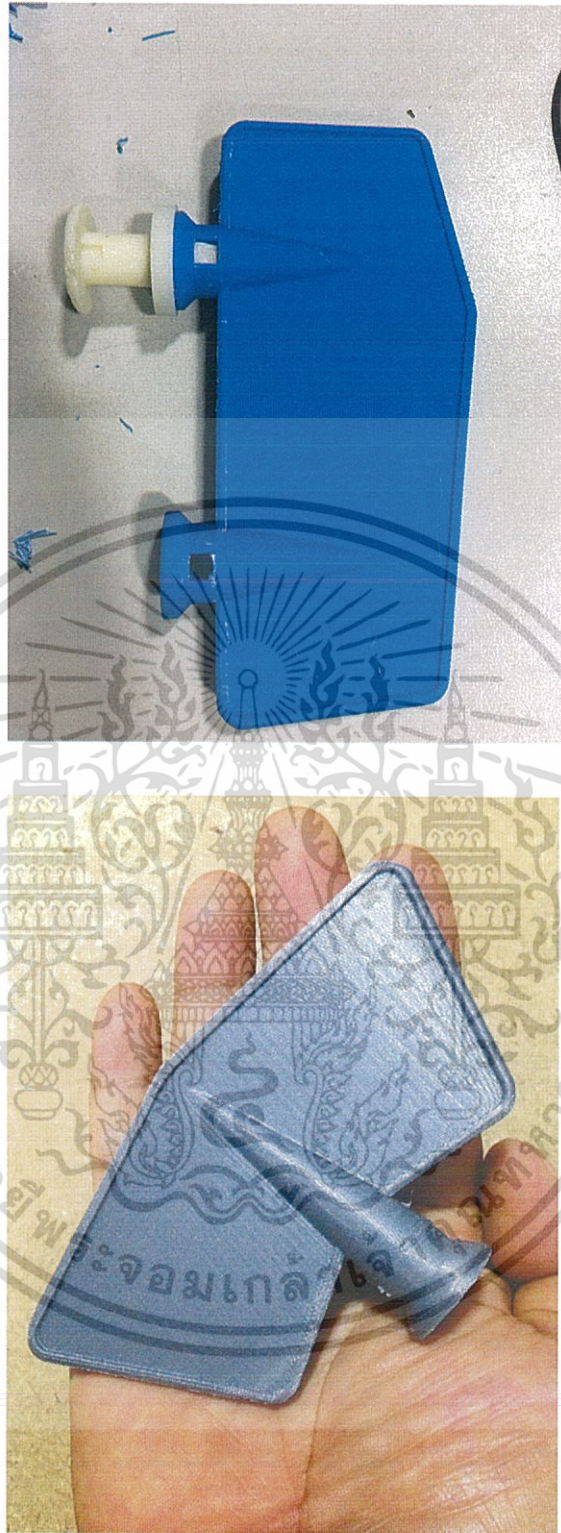
นำมาเย็บด้วยจักรอุตสาหกรรม แล้วใส่เข้ากับรูปแบบโคมที่ทำไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลิตต้นแบบจาก พลาสติก abs โดยใช้เครื่อง 3D Printing ตามรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลิตต้นแบบจาก พลาสติก abs โดยใช้เครื่อง 3D Printing ตามรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค.16 ภาพแสดงขั้นตอนวิธีการผลิตต้นแบบ
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธีวรกุล (2560)

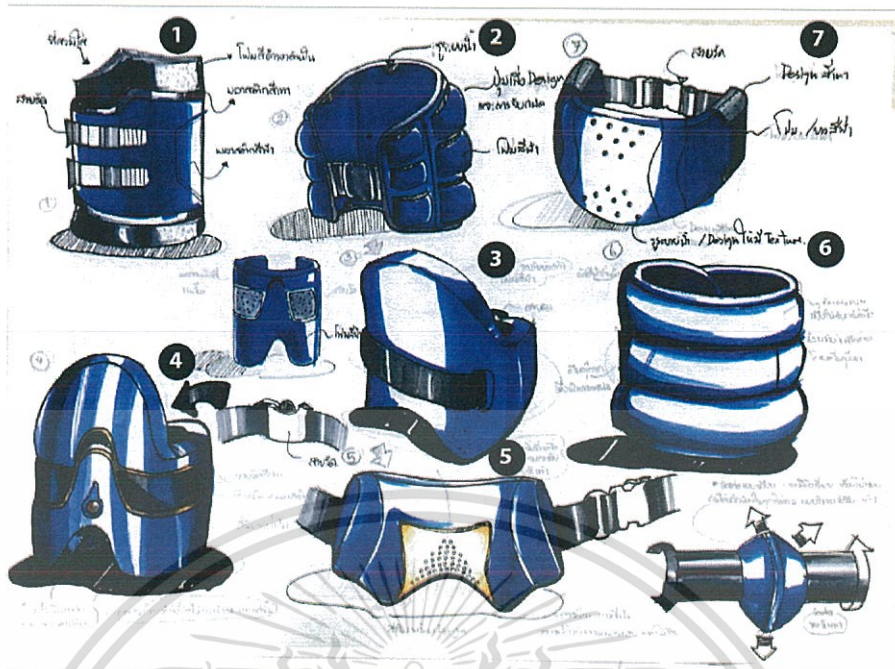
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The seal of Rajabhat Buriram University is a circular emblem. It features a central sun with rays, flanked by two traditional Thai stupas. Below the sun is a five-tiered umbrella. The entire emblem is surrounded by a decorative border with Thai script. The text 'ภาคผนวก ง' is centered over the seal.

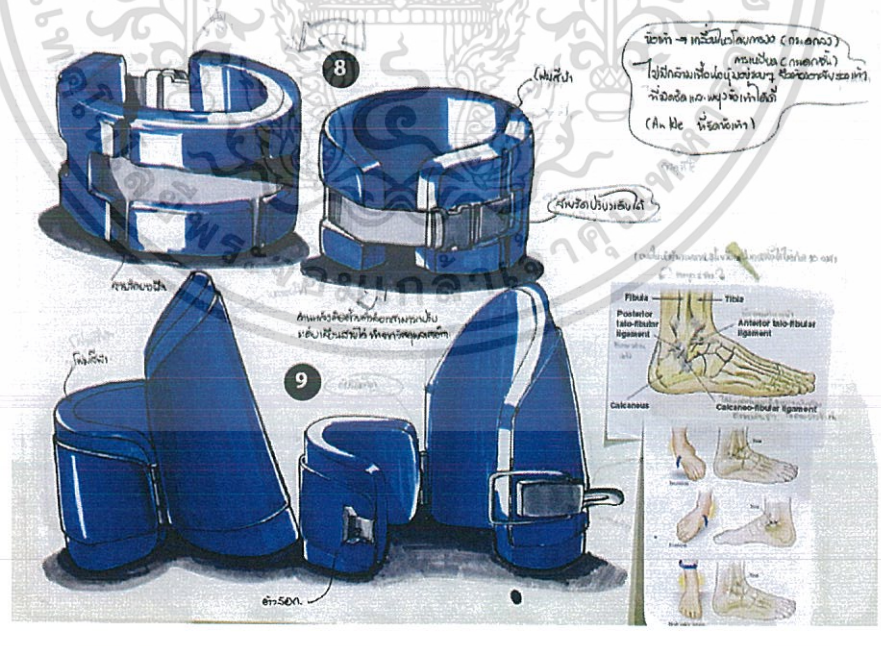
ภาคผนวก ง

ผลการออกแบบ

1. ภาพร่างชุดอุปกรณ์สำหรับการจัดแสดงสินค้าประเภทผ้า
2. ภาพ Sketch Design
3. เขียนแบบเพื่อการผลิต
4. ภาพต้นแบบชุดอุปกรณ์สำหรับการจัดแสดงสินค้าประเภทผ้า

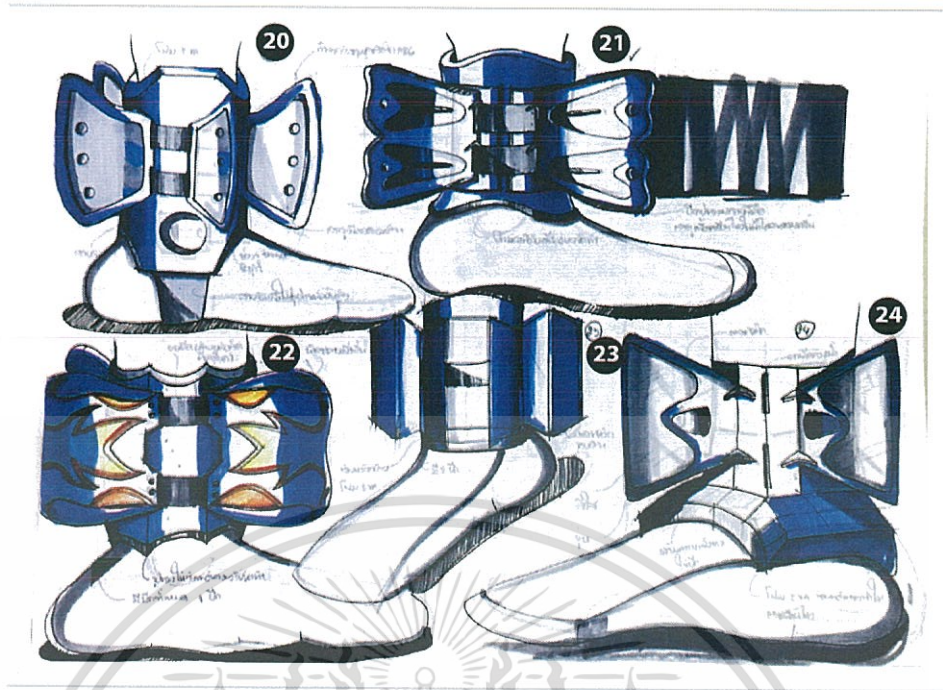


ภาพ ง.1 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้
ป่วยโรคข้อ เข่าเสื่อม รูปที่ 1-7
ภาพโดย : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2559)



ภาพ ง.2 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับ
ผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม รูปที่ 8-9

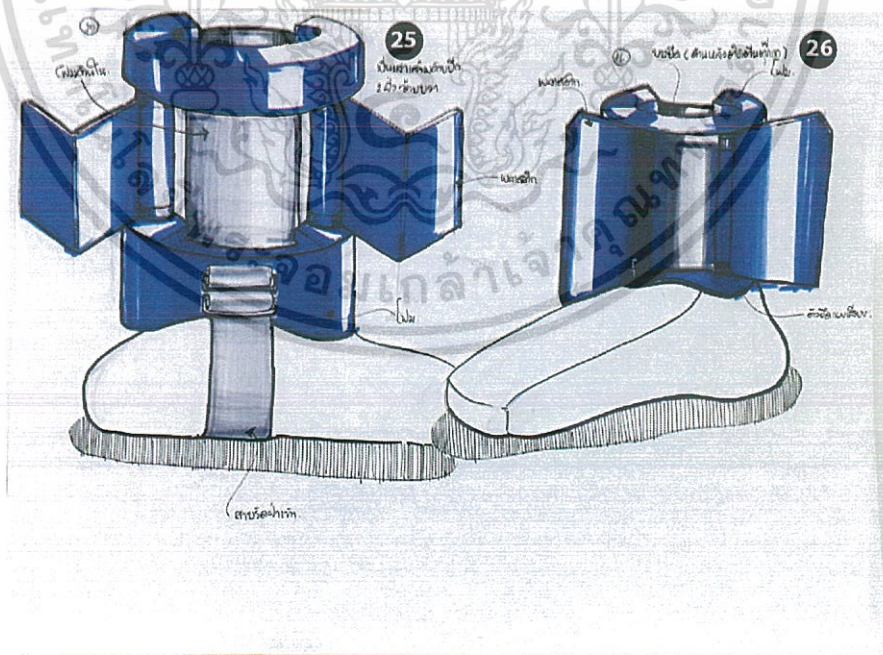
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ร่างขึ้นโดย : นายกัม โยธะพันธ์ (2560) การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ง.5 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรค

ข้อเท้าเสื่อม รูปที่ 20-24

ที่มา : ทิพาพร อธิวิรุกุล (2559)

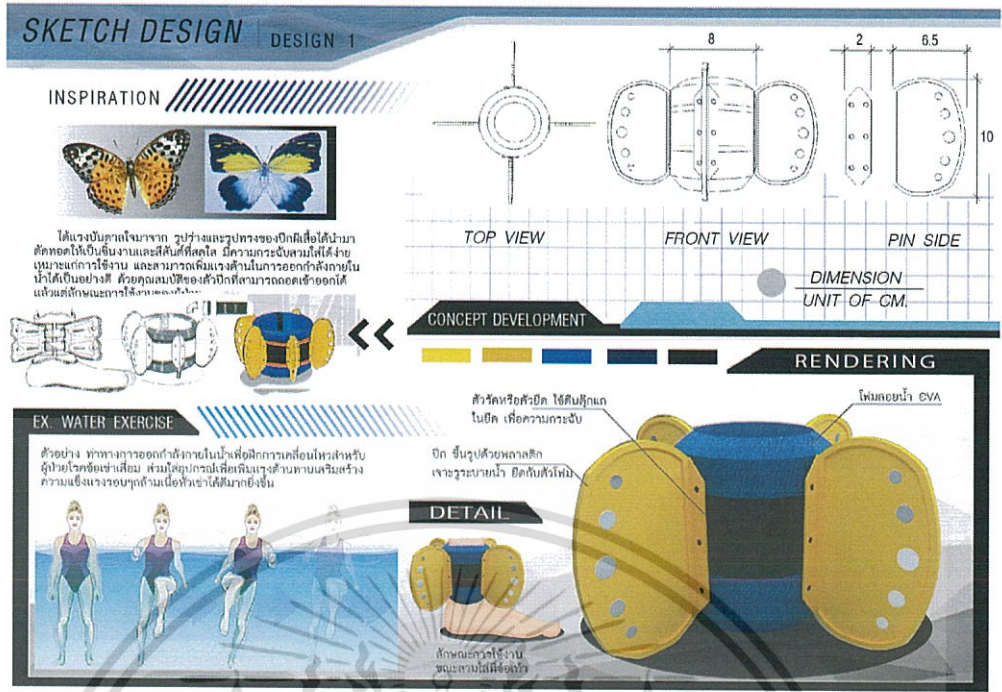


ภาพ ง.6 แสดงภาพร่างอุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วย

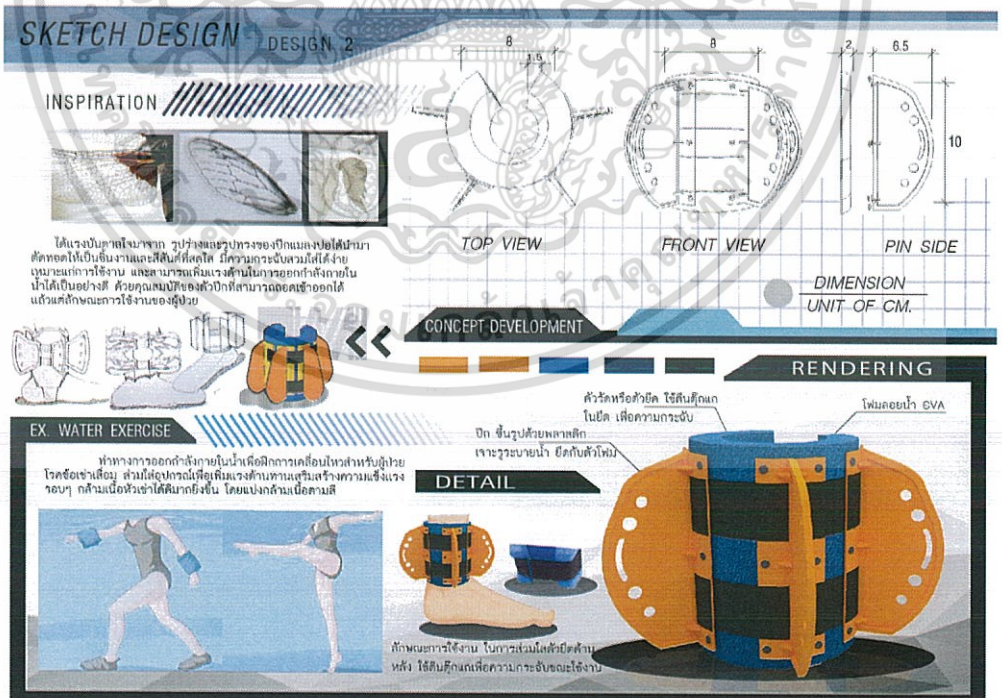
โรคข้อเท้าเสื่อม รูปที่ 25-26

ที่มา : ทิพาพร อธิวิรุกุล (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ง.9 ภาพแสดง Sketch Design อุปกรณ์ธารบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
 ที่มา : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2560)



ภาพ ง.10 ภาพแสดง Sketch Design อุปกรณ์ธารบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

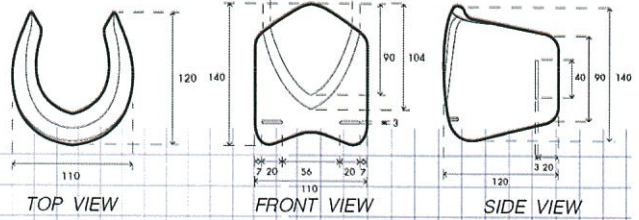
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2560)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SKETCH DESIGN DESIGN 3

INSPIRATION

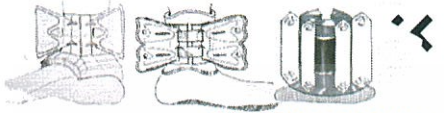


ได้แรงบันดาลใจมาจาก รูปข้างและรูปทรงของตีนกบและครีบของสัตว์น้ำ
บอร์ดนำมาตัดทอนให้เป็นชิ้นงานและใช้วัสดุที่มีความกระชับสวมใส่ได้ง่าย
เหมาะแก่การใช้งาน และสามารถเพิ่มแรงต้านในการออกกำลังกายในน้ำได้
เป็นอย่างดี ด้วยคุณสมบัติของตัวปีกที่สามารถถอดเข้าออกได้ แล้วแต่ลักษณะ
การใช้งานของผู้ป่วย

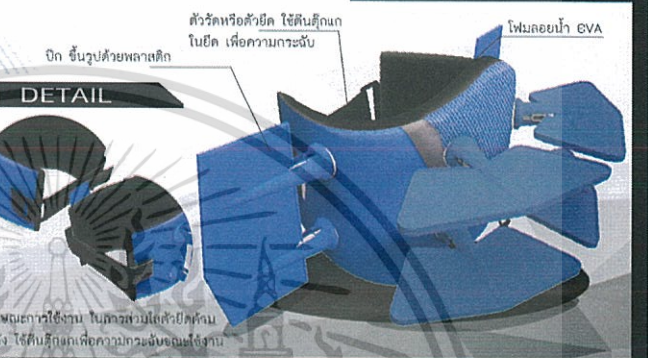


DIMENSION
UNIT OF CM.

CONCEPT DEVELOPMENT

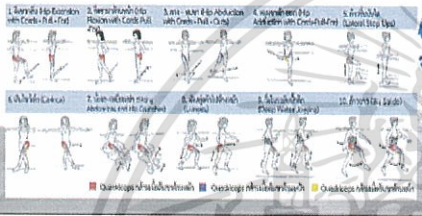


RENDERING



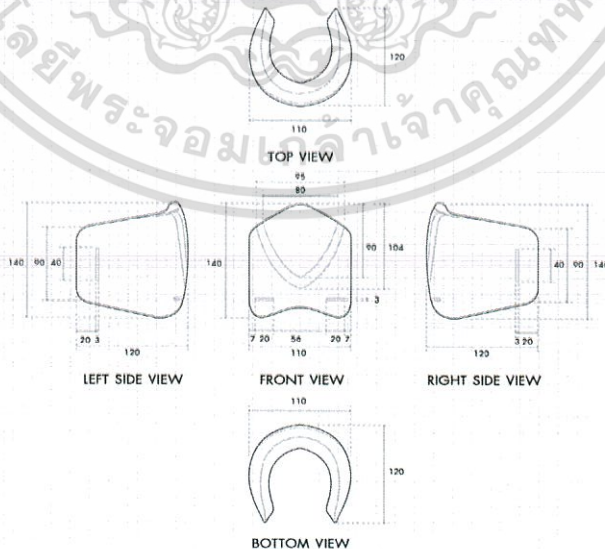
EX. WATER EXERCISE

ทุกท่าทางออกกำลังกายในน้ำเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวสำหรับผู้ป่วย
โรคข้อเข่าเสื่อม ส่วนใหญ่ปรารถนาคือเพิ่มแรงต้านทานเสริมสร้างความแข็งแรง
รอบๆ กล้ามเนื้อหัวเข่าให้มากยิ่งขึ้น โดยแบ่งกลุ่มเป็นตามนี้



ภาพ ง.11 ภาพแสดง Sketch Design อุปกรณ์ธาราบำบัดเพื่อฝึกการเคลื่อนไหวในน้ำ
สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
ที่มา : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2560)

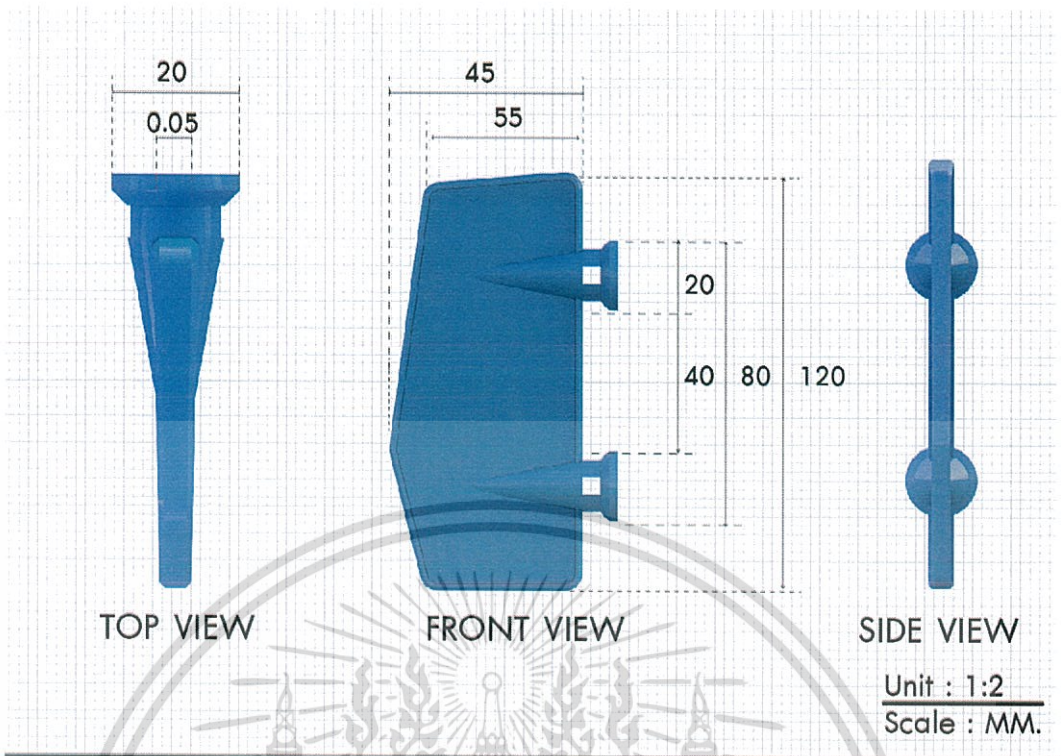
DIMENSION



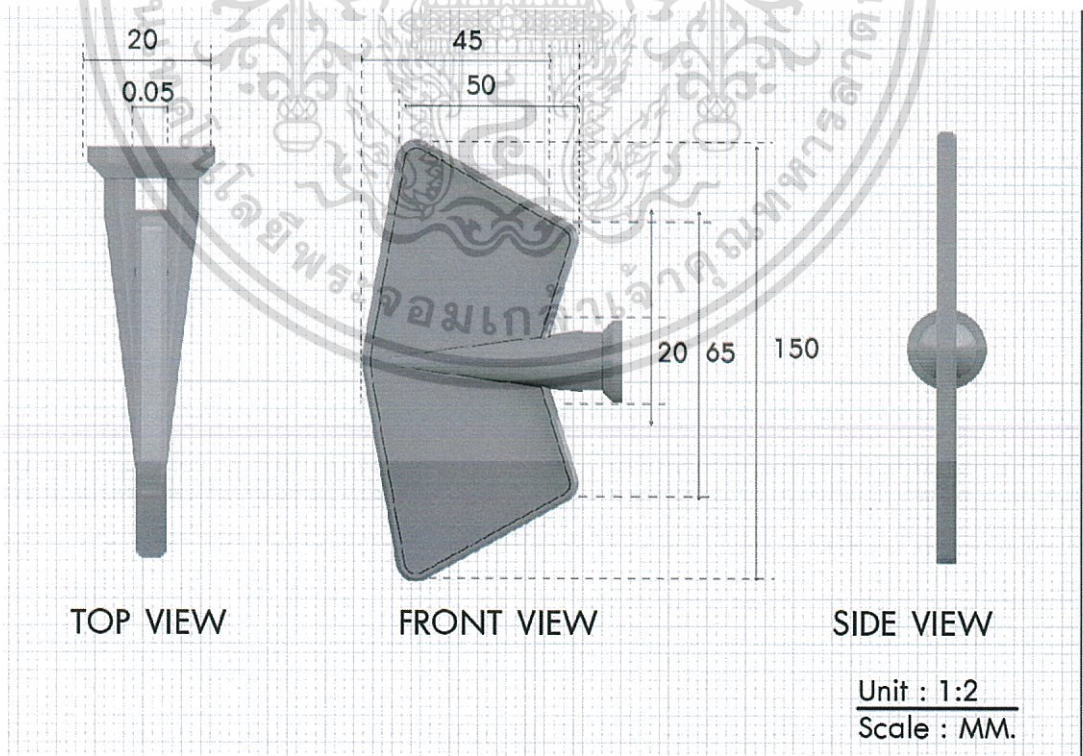
Unit : 1:2
Scale : MM.

ภาพ ง.12 ภาพเขียนแบบเพื่อการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สร้างไว้สำหรับอาจารย์ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

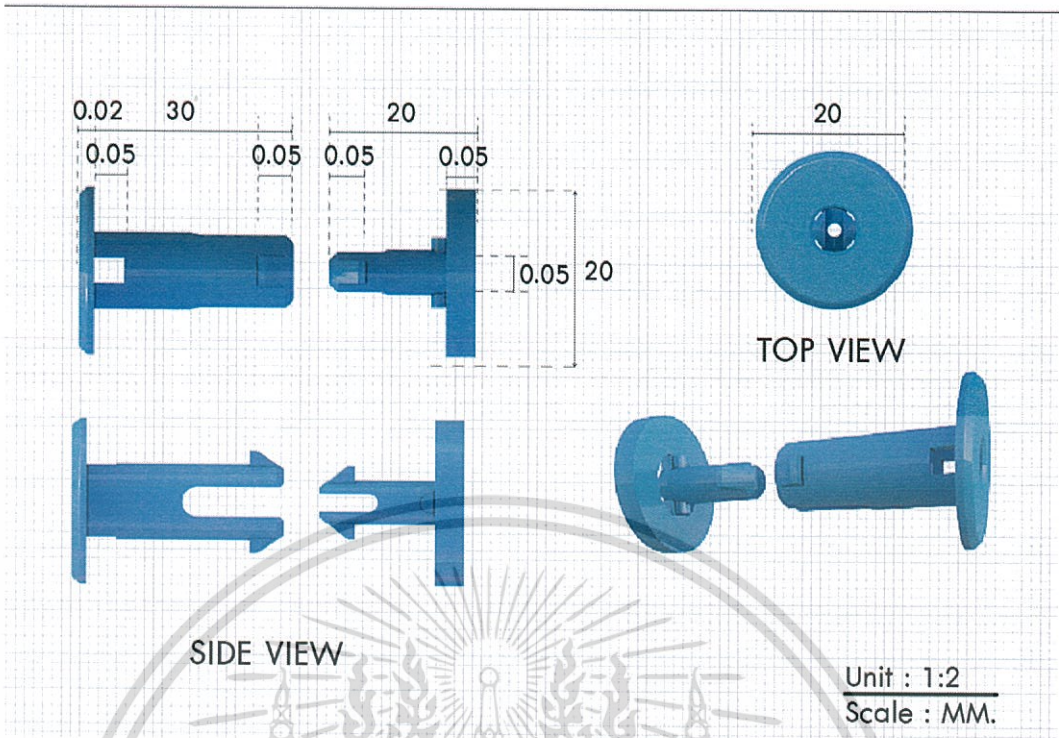


ภาพ ง.13 ภาพเขียนแบบเพื่อการผลิต
ที่มา : ทิวาพร อธิธีวรกุล (2560)

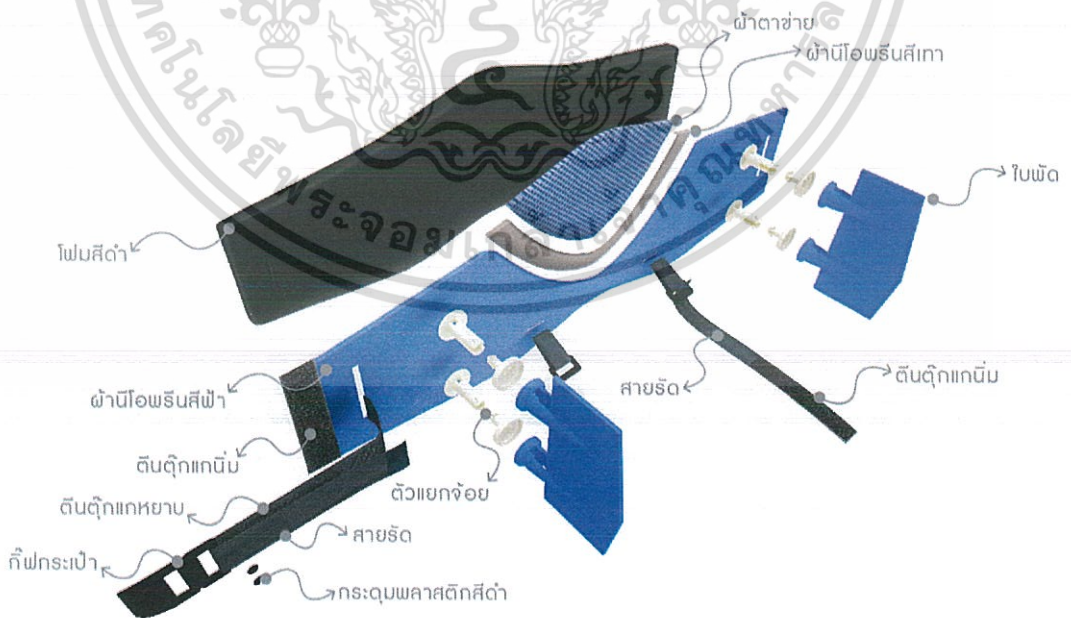


ภาพ ง.14 ภาพเขียนแบบเพื่อการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับอาจารย์ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา : ทิวาพร อธิธีวรกุล (2560)
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



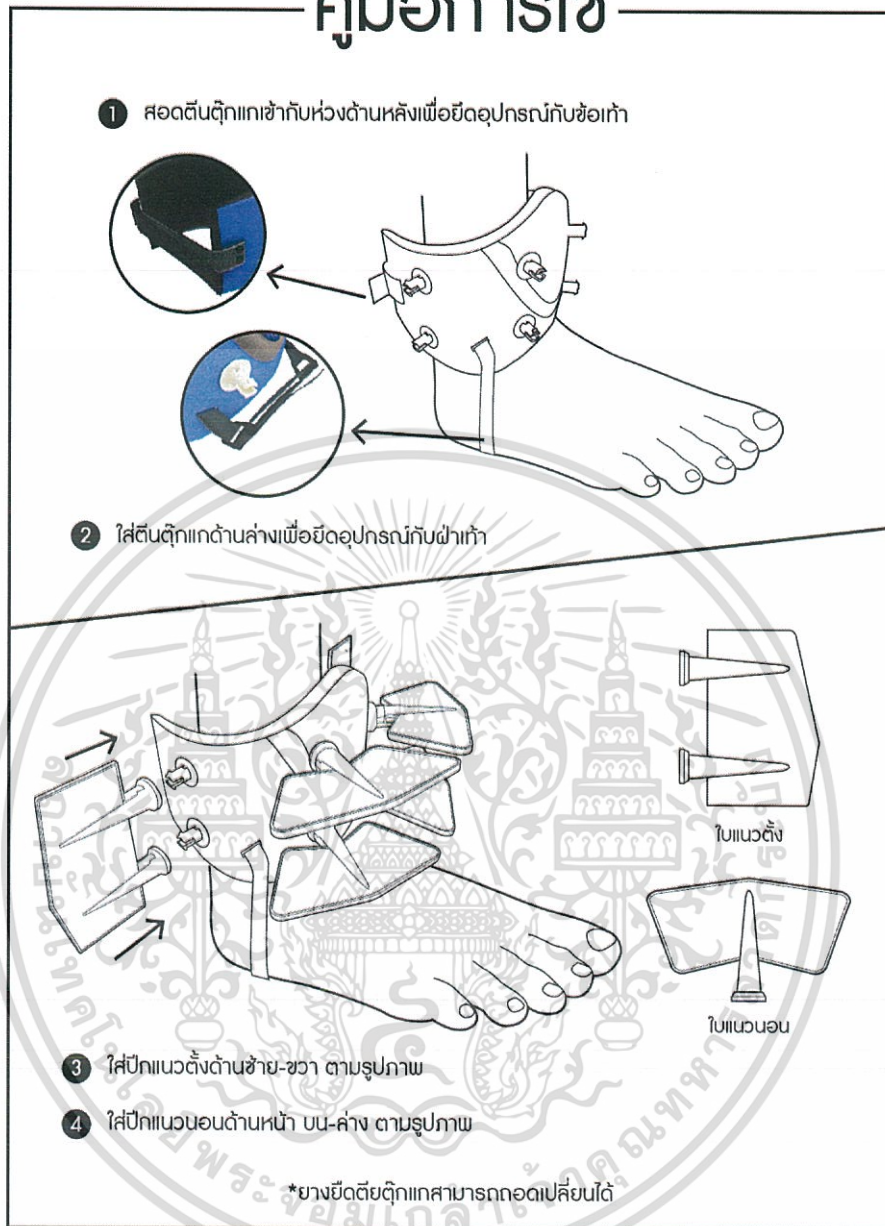
ภาพ ง.15 ภาพเขียนแบบเพื่อการผลิต
ที่มา : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)



ภาพ ง.16 ภาพการแยกส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มา : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้

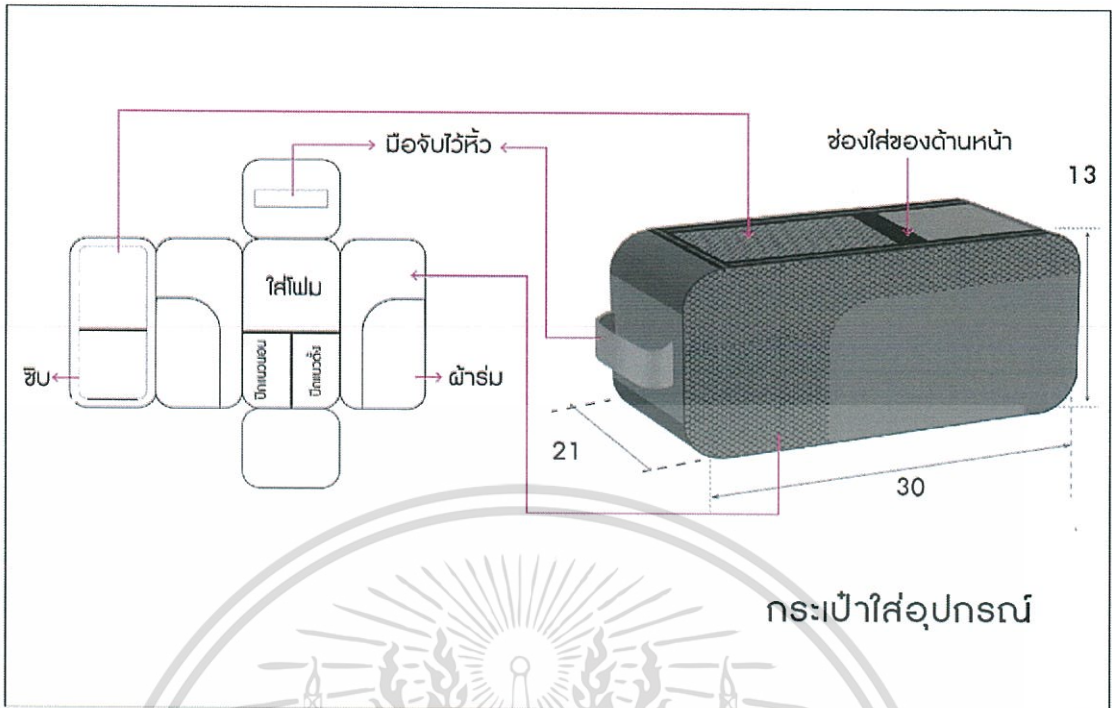


Size A4

ภาพ ง.17 ภาพประกอบคู่มือการใช้งาน

ที่มา : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ง.18 ภาพการเขียนแบบกระเป๋าใส่อุปกรณ์
ที่มา : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2560)



ภาพ ง.19 ภาพกระเป๋าใส่อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มา : ทิพาพร อธิธิวรกุล (2560)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ง.20 ภาพกระเป๋าใส่อุปกรณ์
ที่มา : ทิพาพร อธิธรรกุล (2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ง.21 ภาพต้นแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับอาจารย์ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา : ทิพาพร อธิธีรกุล (2560)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ง.20 ภาพต้นแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มา : ทิพาพร อธิธรรกุล (2560)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ง.21 ภาพต้นแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

ที่มา : ทิพาพร อธิธีวรกุล (2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล		ทิพาพร อธิธรรกุล
วัน - เดือน - ปีเกิด		19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2532
ที่อยู่ปัจจุบัน		145/387 เคหะร่มเกล้า 64 คลองสองต้นนุ่น ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
ประวัติการศึกษา	2550	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนรัตนโกสินทร์ สมโภชลาดกระบัง
	2555	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาครุศาสตร์การออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	2556	ตำแหน่ง ครูสอนศิลปะ โรงเรียนสารสาสน์วิเทศร่มเกล้า
	2558	ตำแหน่ง Display บริษัท โลตัสแมทเทรซ จำกัด
	2558	ตำแหน่ง Visual Merchandise บริษัท siamgemsgroup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้