บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายในน้ำ

ศาสตร์ที่ว่าด้วยวิถีแห่งการบำบัดด้วยน้ำหรือธาราบำบัด เป็นศาสตร์ทางเลือกอย่างหนึ่ง ซึ่งปัจจุบันได้รับความสนใจอย่างมากในต่างประเทศ ส่วนในประเทศไทยนั้น แม้จะยังไม่มีการบำบัดเพื่อการรักษาโดยตรง แต่ก็มีภาคเอกชนที่เปิดให้บริการในรูปแบบของการผ่อนคลายความเครียด การบำบัดด้วยน้ำนับว่าเป็นอีกวิถีทางเลือกหนึ่งในการบำบัดด้วยน้ำ คุณสมบัติของ "น้ำ" ซึ่งมีคุณสมบัติในการ ช่วยพยุงน้ำหนักตัวให้เบาและลดแรงกระแทกจากการเคลื่อนไหวการบำบัดด้วยน้ำ นับว่าเป็นอีกวิถีทางเลือกหนึ่งในการบำบัดรักษาอาการเจ็บปวดของร่างกายได้ โดยการนำคุณสมบัติของ "น้ำ" ซึ่งมีคุณสมบัติในการช่วยพยุงน้ำหนักตัวให้เบา และลดแรงกระแทกจากการเคลื่อนไหวผสมผสานกับเทคนิคเพื่อการเสริมสร้างสมรรถภาพร่างกายโดยการออกแบบให้เป็นโปรแกรมออกกำลังกายในน้ำ ซึ่งในบางครั้งอาจมีการนวดบำบัด การกดจุด และการนำเทคโนโลยีอันทันสมัยของคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนเสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทำให้วิธีการออกกำลังกายในน้ำมีความเหมาะสมกับผู้ป่วย และความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจในการดูแลสุขภาพกับการออกกำลังกายซึ่งมีประโยชน์ต่อทุกคนอยู่แล้วหลายคนเลือกจัดระเบียบชีวิตให้การออกกำลังกายเป็นส่วนหนึ่งของกิจวัตรประจำวัน คือ มีการกิน การนอน และการออกกำลังกาย แต่ก็มีหลายคนที่ไม่เคยออกกำลังกายเลยหรือพยายามที่จะหลีกเลี่ยงมันเพราะไม่มีเวลา การบริหารร่างกายจะช่วยให้กล้ามเนื้อแข็งแรงมากขึ้นที่สำคัญผลของการออกกำลังจะทำให้หัวใจมีความแข็งแรง ทำให้ระบบการสูบฉีดเลือดเลี้ยงร่างกายดีขึ้นทำให้ปอดได้รับออกซิเจนมากขึ้น และร่างกายสามารถขับคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้มากขึ้น และในทุกเวลาที่คุณออกกำลังกายนอกจากจะช่วยทำให้เรามีสุขภาพจิตที่ดีอีกด้วย แต่บางครั้งการออกกำลังกายก็มีข้อจำกัดกับผู้ป่วยบางประเภท ซึ่งอาการบาดเจ็บจากการ ออกกำลังกายมักเกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อ ข้อเท้า ข้อเข่า หรือข้อสะโพกที่เกิดจากการกระแทกอย่างรุนแรง หรือการอบอุ่นร่างกายร่างกายก่อนการออกำลังกายหนัก ๆ ทุกครั้ง โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคหัวใจ (http://www.google.com/ Health library for thai)

การออกกำลังกายในน้ำ (water exercise) จึงเป็นทางเลือกใหม่ในการออกกำลังที่เน้นความปลอดภัยของผู้บำบัดภายใต้การดูแลจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย หรือนักกายภาพบำบัดเป็นผู้จัด และกำกับโปรแกรมการออกกำลังกายให้มีความหลากหลายและเหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กับผู้ใช้บริการแต่ละวัย โดยใช้หลักการเดียวกันกับการบำบัดด้วยการลอยตัวในน้ำ(floatation therapy) ที่เน้นความผ่อนคลายทั้งร่างกายและจิต จึงเหมาะกับผู้ป่วยที่ต้องการแก้ปัญหา อาการนอนไม่หลับ หรือ มีความวิตกกังวลสูง ซึ่งวิธีการบำบัดด้วยวิธีการนี้มีความแพร่หลายในต่างประเทศ ส่วนในประเทศยังมีข้อจำกัดด้านบุคลากรและสถานที่ ส่วนแนวคิดของการออกกำลังกายในน้ำจะเน้นไปที่ คุณสมบัติของน้ำเพื่อการบำบัดซึ่งมีความแตกต่างกับการออกกำลังกายบนบก คือ แรงดันใต้น้ำซึ่งมีมากขึ้นตามลำดับ ความลึกของสระจะช่วยให้ขณะที่เราแช่ตัวอยู่ในน้ำ หลอดเลือดดำสามารถไหลกลับเข้าสู่หัวใจได้ง่าย กว่าบนบก วิธีการนี้จะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจยืดหยุ่นได้ดีขึ้นจึงฉีดเลือดออกไปได้มากขึ้น ซึ่งเท่ากับว่าการทำงานของหัวใจมีการเต้นน้อยครั้งลงแต่มีการฉีดเลือดที่มีออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ในแต่ละนาทีในปริมาณปกติ ดังนั้นหัวใจจึงทำงานปกติแม้ขณะที่เรามีการออกกำลังกายอยู่ นอกจากนี้แรงพยุงของน้ำหรือแรงลอยตัวจะทำให้น้ำหนักตัวลดลงเหลือเพียง 10% ทำให้ร่างกายส่วนต่างๆ มีอิสระในการเคลื่อนไหวมากกว่าอยู่บนบกข้อต่อต่างๆ สามารถเคลื่อนไหวได้ดีขึ้นซึ่งเหมาะกับผู้ที่มีปัญหาผู้สูงอายุและผู้ที่มีปัญหาข้อและกล้ามเนื้อเพราะจะช่วยให้ร่างกายมีความยืดหยุ่นสูง ส่วนอุณหภูมิของน้ำจำเป็นต้องมีการควบคุมอย่างพิเศษเพราะการออกกำลังกายในอุณหภูมิที่เหมาะสมจะมีประโยชน์มากกว่าเนื่องจากร่างกายจะสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าการออกกำลังกายบนบก ซึ่งทำให้ร่างกายไม่อ่อนเพลีย และไม่ทำให้เกิด heat stroke ส่วนความต้านทานในน้ำที่จะช่วยประคองและต้านการเคลื่อนไหวของร่างกายในทุกทิศทางทำให้เราสามารถบริหารกล้ามเนื้อในร่างกาย ซึ่งมีจำนวนมากได้อย่างทั่วถึง(http://www.google.com/สื่อสุข health guard.htm)

โปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพด้วยศาสตร์ธาราบำบัด หรือการออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้สูงอายุ หรือคนวัยทำงานทั่วไปนั้น จะเน้นความสำคัญด้านสุขภาพ ด้านการผ่อนคลายความตึงเครียด ลดความปวดล้า ช่วยกระตุ้นการหมุนเวียนของโลหิต สร้างความสมดุลและการมีชีวิตชีวา การออกกำลังกายในน้ำ โดยเฉพาะในผู้สูงอายุที่เป็นโรคอัมพฤต และอัมพาตนั้น การทำงานของน้ำจะช่วยลดปัญหาในเรื่องของข้อต่างๆ ลดการยึดติดของข้อ เสริมสร้าง การทำงานของเอ็นและกระดูกที่เสื่อมลงตามวัย เพิ่มประสิทธิภาพการหายใจและสมรรถภาพ การทำงานของหัวใจให้กลับดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ การออกกำลังกายในน้ำ ยังเหมาะกับผู้ป่วยข้ออักเสบ ข้อเสื่อมที่มีอาการปวดบวมและข้อติด การออกกำลังกายด้วยวิธีนี้"น้ำ"จะทำหน้าที่ช่วยลดแรงกดบนข้อ โดยการควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ช่วยทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลายและบรรเทาอาการปวดได้ การออกกำลังกายในน้ำถือเป็นการออกกำลังกายที่ไร้แรงกระแทก ไม่ลำบากขาแข้งเหมือนการวิ่งซึ่งต้องรับแรงกระแทกประมาณ 5 เท่าของน้ำหนักตัว หมายความว่าการออกกำลังกายในน้ำนี้มีโอกาสบาดเจ็บน้อยมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เหตุผลนี้จึงเหมาะกับผู้ที่บาดเจ็บจากการออกกำลังกายอื่นๆ (http://www.google.com/สื่อสุข health guard.htm) การออกกำลังกาย แบบ Aquatic Aerobic Exercise คือ การออกกำลังกายในน้ำเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่หลายคนหันมาให้ความสนใจกันมากขึ้น ซึ่งพัฒนามาจากความเข้าใจในเรื่องการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพเป็นรูปแบบในอุดมคติที่เหมาะสมสำหรับใช้เพื่อบำบัดรักษาโรคหรือมีการฟื้นฟูสมรรถภาพ ซึ่งธรรมชาติของน้ำจะช่วยพยุงประคับประคองให้แม้ผู้อ่อนแอมากๆ สามารถออกกำลังกายได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ไม่ต้องรับน้ำหนักตัวและไร้แรงกระแทกจึงไม่ทำให้บาดเจ็บและให้ความปลอดภัยสูงสุด อีกทั้งแรงต้านของน้ำต่อการเคลื่อนไหวจะช่วยสร้างความแข็งแรงความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ได้เป็นอย่างดีโดยไม่ก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บระบมหลังออกกำลังกายเหมือนการใช้ตุ้มน้ำหนัก และขณะออกกำลังกายในน้ำการไหลเวียนโลหิตและการระบายความร้อนของร่างกายจะมีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อมีการออกกำลังกายบนบกทำให้ออกกำลังกายได้นานกว่าไม่รู้สึกเหน็ดเหนื่อยมากและทำให้รู้สึกสดชื่น การออกกำลังกายในสระน้ำมีลักษณะต่างๆกันหลายรูปแบบตั้งแต่การว่ายน้ำการวิ่งหรือเดินในน้ำและแอโรบิคในน้ำ หรือAqua Aerobics เป็นการออกกำลังกายในรูปแบบDanceในน้ำระดับสูงประมาณเอวหรือหน้าอกตามจังหวะดนตรี Aqua Aerobics เป็นวิธีออกกำลังกายในอุดมคติสำหรับผู้ต้องการเสริมสร้างร่างกายให้แข็งแรง ลดน้ำหนัก หรือเพิ่มความกระชับของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวที่นุ่มนวลในกระแสน้ำ

ข้อดีของ Aqua Aerobics เกิดจากลักษณะ 4 ประการ อันเป็นคุณสมบัติเฉพาะของการออกกำลังกายในน้ำคือ(http://www.google.com/สื่อสุข health guard.htm)

1. แรงพยุงตัวทำให้น้ำหนักตัวลดลงเหลือเพียง 10-15 % ขณะอยู่ในน้ำ การเคลื่อนไหวของร่างกาย จึงทำได้อย่างง่ายดาย สภาพไร้น้ำหนักและแรงกระแทกเป็นคุณสมบัติอันวิเศษสุดสำหรับป้องกันการกระทบกระเทือน การบาดเจ็บของกระดูกและข้อต่อต่างๆ

2. แรงต้านทานของน้ำ ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่านอกเหนือไปจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่แนะนำกันมาแต่เดิมแล้วการบริหารกล้ามเนื้อโดยใช้แรงต้านทานอาทิตย์ละ 2 ครั้งก็เป็น ส่วนหนึ่งที่จำเป็นสำหรับการส่งเสริมสุขภาพด้วย น้ำมีแรงต้านทานโดยธรรมชาติที่จะช่วยทำให้ Aqua Aerobics เป็นการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพที่สมบูรณ์แบบแรงต้านทานของน้ำจะช่วยให้กล้ามเนื้อแข็งแรง รูปร่างเพรียวและสมส่วน

3. แรงดันของน้ำ เป็นเคล็ดลับที่ทำให้ Aqua Aerobics เป็นที่ชื่นชอบ แรงดันน้ำช่วยให้ความดันโลหิตลดลง ชีพจรเต้นช้าลง การสูบฉีดของหัวใจ และการไหลเวียนโลหิตในร่างกายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การออกกำลังกาย Aqua Aerobics จึงไม่ทำให้ท่านรู้สึกเหนื่อยจนแทบขาดใจเหมือนการออกกำลังกายในรูปแบบอื่น ในขณะที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายเท่าเทียมกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพขณะออกกำลังกายแบบ Aqua Aerobics ช่วยป้องกันอันตรายจากความร้อน และทำให้รู้สึกสดชื่นไม่อ่อนเพลียหลังการออกกำลังกาย คุณสมบัติประการนี้นับเป็นจุดเด่นอันพิเศษ สำหรับเมืองร้อนชื้นซึ่งทำให้การระบายความร้อนของร่างกายขณะออกกำลังกายไม่ค่อยดี และเกิดอันตรายจากความร้อนได้โดยง่าย (http://www.google.com/สื่อสุข health guard.htm)

ในการออกกำลังในน้ำนั้นนอกจากข้อดีดังกล่าวมาแล้วยังพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในระบบของร่างกาย ดังเช่น การออกกำลังกายของแขนและขาในน้ำลึกระดับอกพบว่ามีการใช้พลังงานในร่างกายเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นการใช้พลังงานเท่ากับการออกกำลังกายบนพื้นปกติ(Hered et al, 1997)ในการเดินและวิ่งในน้ำระดับเอวพบว่ามีผลการตอบสนองของ cardiovascular เท่ากันและคล้าย ๆ กันกับการออกกำลังกายบนพื้นปกติ(Blanche et al, 1978).มีการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายในน้ำโดยใช้แผ่นยางยืด(elastic band)ในการออกกำลังกายส่วนของแขนพบว่าไม่ทำให้การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญแต่มีการตรวจสอบผลการตอบสนองต่อระบบ cardiovascular system จากการวิ่งในน้ำลึกพบว่ามีผลการตอบสนองเพิ่มขึ้นและคล้ายกับการวิ่งบนลู่วิ่งสายพานเลื่อน(treadmill) (Robert et al, 1996) การวิ่งในน้ำลึกมีการเปลี่ยนแปลงของระดับ blood lactate เพิ่มสูงขึ้นและลดลงเล็กน้อยในการวิ่งออกกำลังกายบนพื้นปกติ ซึ่งเป็นเพราะการออกกำลังกายในน้ำเป็นวิธีที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการออกกำลังกายของแขนและขา(Frangolias et al, 1996), (Svendenhag and Seger, 1992) ในการที่บ่งบอกถึงความเหนื่อยสามารถใช้ค่า RPE เป็นตัวกำหนดบ่งบอกถึงความเมื่อยล้าในการวิ่งในน้ำลึกนี้ได้และบ่งบอกการเพิ่มขึ้นของระดับของ blood lactate ที่สูงขึ้นและการเมื่อยล้าส่วนบนของร่างกายได้ (Hoeger et al, 1992) แรงดันของน้ำและการวิ่งแบบสลับไปมา (ทำให้เห็นความแตกต่างของการทำงานของกล้ามเนื้อของการวิ่งในน้ำลึก (deep water running) ทำให้มีการดึงเอาพลังงานจากระบบ anaerobic มาในระหว่างการวิ่งในน้ำลึก (deep water running) เพิ่มขึ้น(Cassady and Nielsen, 1992), (Frangolias et al, 1995) ในการเพิ่มขึ้นของความถี่ของการหายใจและการหายใจในระหว่างการออกกำลังกายในน้ำเป็นส่วนประกอบที่ทำให้การใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อหายใจมากขึ้นนั้นอาจทำให้เกิดการจำกัดการใช้ออกซิเจนซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการออกแรงขา(Butts et al, 1991) แต่ในขณะเดียวกันผู้ที่ค้นเคยกับการวิ่งออกกำลังกายในน้ำลึก (deep water running) พบว่ามีความแตกต่างเล็กน้อยระหว่างจำนวนที่เพิ่มขึ้นของ VO_{2MAX} ในระหว่างการวิ่งบนพื้นและในน้ำลึกเทียบกัน(Frangolias.et al, 1995)ในการออกกำลังกายในน้ำมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจและการใช้ออกซิเจนของร่างกายเมื่อเทียบกับหญิงวัยรุ่นในการออกกำลัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กายในน้ำและบนพื้นปกติพบว่ามีการตอบสนองคล้ายๆ กับในผู้ใหญ่(Seefeldt And Abraham, 1996), (Simpson and Lemon, 1995)

ดังนั้น การออกกำลังกายในน้ำ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกายไม่ว่าจะเป็นบนบกหรือในน้ำจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายทั้งนั้น ถ้าทุกคนเลือกให้เหมาะสมกับสภาพสิ่งแวดล้อมและร่างกายของตนเอง

หลักการธาราบำบัด (Hydrotherapy)

ธาราบำบัด หรือ Hydrotherapy เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการรักษาทางกายภาพบำบัด ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลางหรือสื่อในการรักษา มักจะกระทำในรูปแบบการฝึกออกกำลังกายในน้ำ หรือการใช้คุณสมบัติของน้ำในการรักษาปัญหาของผู้ป่วย อาทิเช่น ผู้ป่วยที่ข้อติด บวมที่แขนขาและมือ บาดแผลไฟไหม้หรือแผลกดทับ (Pressure Sore) กล้ามเนื้ออ่อนแรง ผิวหนังหนาตัว เป็นต้น (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์, 2530; 2533)

หลักฟิสิกส์พื้นฐาน

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

คุณสมบัติของน้ำ

1. แรงลอยตัว (Buoyancy)

คือความสามารถที่มีแนวโน้มในการยกวัตถุที่จุ่มในของเหลวให้ลอยอยู่เหนือผิวของของเหลว ซึ่งจะเกิดแรงดันขึ้น (Upward force หรือ Up thrust) ที่กระทำต่อวัตถุนั้นๆ ซึ่งกระทำในทิศทางตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) เมื่อเราพิจารณาแรงที่เกิดขึ้นในวัตถุที่จมในน้ำจะมีแรง 2 แรงกระทำตรงข้ามกันคือ

1. แรงโน้มถ่วงของโลก ที่มีทิศทางลงสู่แนวดิ่ง ซึ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของโลกกระทำผ่านจุดศูนย์กลางของโลก กระทำผ่านจุดศูนย์กลางของก้อนวัตถุนั้น (Center of Gravity)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. แรงลอยตัว (Buoyancy) แรงพยุงที่ของเหลวพยุงวัตถุนั้นไว้ มีทิศทางขึ้นในแนวดิ่ง กระทำผ่านจุดศูนย์กลางของการลอย (Center of buoyancy) หรือคือจุดศูนย์ถ่วงของของเหลวที่ถูกแทนที่นั่นเอง แรงนี้มีค่าเท่ากับมวลของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่

2. แรงดันของน้ำ (Hydrostatic pressure)

อธิบายโดยกฎของปาสคาล (Pascal's law) กล่าวว่าความดันของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่จมนิ่งอยู่ใต้น้ำ ที่ระดับความลึกหนึ่งจะกระจายตัวสม่ำเสมอและมีค่าเท่ากันตลอด โดยที่ความดันที่จุดต่างๆที่อยู่ระดับความลึกเดียวกันมีค่าเท่ากัน และแปรเปลี่ยนตามความลึก

3. ความหนืด (Viscosity)

คือความเสียดทานที่อยู่ระหว่างโมเลกุลของของเหลว ทำให้เกิดแรงต้านเมื่อขณะเคลื่อนไหว และความหนืดนี้ทำให้โมเลกุลของของเหลวพยายามยึดติดกับสิ่งที่พยายามเคลื่อนผ่าน มันทำให้เกิดการไหลแบบวกวน (Turbulence) ที่ความเร็วระดับหนึ่ง

4.ลักษณะการไหลของน้ำ (Fluid Dynamics)

4.1 การไหลในแบบแนวกระแส (Laminar flow / Streamlined) เป็นการไหลช้าๆต่อเนื่องด้วยความเร็วคงที่ไปในทิศทางเดียวกัน มีแรงต้านทานน้อย

4.2 การไหลแบบวกวน (Turbulent flow) การไหลไม่เป็นระเบียบ เปลี่ยนแปลงเรื่อยๆจนเกิดการหมุนวน การไหลแบบวกวนนี้เกิดจาก laminar flow ชนกับสิ่งกีดขวางทำให้โมเลกุลของน้ำไหลกลับมาทุกทิศทาง

ผลของธาราบำบัด (Effect of Hydrotherapy)

การรักษาด้วยน้ำในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการแช่จุ่มในถังน้ำ อ่างน้ำ หรือแม้แต่การออกกำลังกายในสระน้ำ จะให้ผลดีในการรักษาโดยเฉพาะทางด้านระบบการไหลเวียนของเลือด ปัญหาของผิวหนัง น้ำมีผลทำให้ร่างกายสดชื่น คลายความร้อน ความเครียด วิธีการรักษาทางกายภาพบำบัดด้วยน้ำนี้ใช้น้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิประมาณ 34-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 5-30 นาที

ผลที่ได้รับทางสรีระวิทยา (Physiological Effect)

ระหว่างที่ผู้ป่วยอยู่ในน้ำอุ่น จะได้ผลเหมือนกับการรักษาด้วยความร้อน แต่แตกต่างกันที่ปริมาณน้อยกว่า อุณหภูมิของร่างกายจะเพิ่มสูงขึ้น อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าบริเวณผิวหนัง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.5 องศาเซลเซียส ร่างกายได้รับความร้อน จากส่วนที่จมอยู่ใต้น้ำและถ่ายเทความร้อนไปตามเส้นเลือด ที่อยู่ผิวตื้นๆ ตลอดจน ต่อมเหงื่อที่อยู่ผิวน้ำ เช่น บริเวณผิวหน้าและคอ ร่างกายได้รับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความร้อนที่เกิดจากน้ำและพลังงานกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนแปลงมาจากการออกกำลังกายการเพิ่มอุณหภูมิจะเกิดขึ้นเองและแตกต่างกันในแต่ละราย

เมื่อผิวหนังได้รับความร้อน เส้นเลือดบริเวณผิวหนังจะขยายตัวและทำให้เลือดมาเลี้ยงบริเวณผิวส่วนนั้นบริเวณมากขึ้น กระแสเลือดที่วิ่งผ่านเส้นเลือดฝอยนี้ถูกให้ความร้อนโดย การนำ (Conduction) อุณหภูมิของสิ่งอื่นที่อยู่ใต้ผิวหนังนั้น (อาทิเช่น กล้ามเนื้อ) จะสูงขึ้น เส้นเลือดที่เลี้ยงจะขยายตัวและปริมาณเลือดไปเลี้ยงจะเพิ่มมากขึ้น มีผลต่อการกระจายเลือดทั่วไปและเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในจะหดตัว เพื่อไปเพิ่มปริมาณเลือดให้กับบริเวณส่วนปลาย อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเมื่ออวัยวะภายในสูงขึ้น ทั้งนี้ยังเป็นผลจากการออกกำลังเพิ่มขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิของน้ำและ ความรุนแรงของการออกกำลัง เมื่อผู้ป่วยลงสระเส้นเลือดที่ผิวหนังจะหดตัวทันทีทำให้เกิดความต้านทานที่ผิวและความดันโลหิตจะสูงขึ้นระหว่างการแช่น้ำเส้นเลือดแดงฝอย (Arterioles) เริ่มขยายตัวเป็นการลดความต้านทาน (Peripheral Resistance) และทำให้ความดันลดลง (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์, 2530; 2533)

การเพิ่มอุณหภูมิจะเป็นการเพิ่มเมตาบอลิซึม (Metabolism) ดังนั้น เมตาบอลิซึมที่ผิวหนังและกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้นและเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นอีกเป็นการกระตุ้นการหายใจมากขึ้น (Respiratory rate) ความร้อนระดับอุ่นๆจะลดความไว (Sensitivity) ของปลายประสาทรับความรู้สึก และเมื่อกล้ามเนื้อถูกทำให้อุ่นโดยเลือดผ่าน ความตึงตัว (Tone) ก็จะลดลงไปด้วย

ในส่วนของผิวหนัง เกิดการหดตัวของเส้นเลือด (Vasoconstriction) ทำให้ผิวหนังซีดขาวแล้วต่อมาจึงมีสีชมพูแดง นั่นคือเกิดเส้นเลือดขยายตัว (Vasoconstriction) เหงื่อออกมากต่อมเหงื่อต่อมไขมันทำงานมากขึ้น หลังจากแช่น้ำหรือขึ้นจากน้ำจะเกิดกลไกสูญเสียความร้อนเพื่อปรับอุณหภูมิให้อยู่สภาพปรกติ โดยการไหลเวียนของเลือด จึงควรใช้ผ้าคลุมตัวหรือเสื้อคลุม รอสักครู่หนึ่งอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ และอัตราเมตาโบลิ ซึ่งจะกลับสู่ภาวะปรกติ(ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์, 2530; 2533)

ผลที่ได้รับทางการรักษา (Therapeutic Effect)

ในการรักษาผู้ป่วยการเปลี่ยนแปลงจะถูกกระตุ้นหรือสนับสนุนโดยอุณหภูมิของน้ำ และคุณสมบัติของน้ำซึ่งจะให้ผลดีต่อการรักษาผู้ป่วยคือ

1. ลดความเจ็บปวดหรือบรรเทาความเจ็บปวด และการเกร็งของกล้ามเนื้อ (Spasm)
2. ผ่อนคลายความเครียด (Relaxation) ทั้งร่างกาย และจิตใจ
3. คงสภาพ หรือเพิ่มมุมการเคลื่อนไหว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ช่วยฝึกฝนการหดตัวของกล้ามเนื้อ
5. เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เสริมสร้างกำลัง และความทนทาน
6.ช่วยฝึกการก้าว การเดินในน้ำได้ดีและง่ายขึ้น
7. เพิ่มการไหลเวียนของเลือดและสภาพของผิวหนัง
8. สภาพจิตใจดีขึ้น ร่าเริง เมื่อได้มีโอกาสร่วมในกิจกรรมนันทนาการ
9. เสริมสร้างความเชื่อมั่นในตัวเองของผู้ป่วย ในการทำกิจกรรมต่างๆในน้ำได้

ผลของแรงดันของน้ำ (Effect of Hydrostatic Pressure)

แรงดันน้ำทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางระบบหัวใจและหลอดเลือด(Cardiovascular dynamic) ก่อนที่จะเริ่มการออกกำลังกาย การแช่น้ำในระดับคอจะทำให้เลือดไหลเข้าสู่ส่วนกลางของร่างกาย Risch et al. พบว่าการแช่น้ำที่ระดับกระบังลมทำให้ปริมาตรหัวใจ (Heart Volume) สูงขึ้นประมาณ 130 mL และการแช่ถึงคอ Heart Volume จะเพิ่มขึ้นอีก 120 mL ปริมาตรเลือดภายในปอดเพิ่มขึ้น 33% ถึง 60% และความจุปอด (Vital Capacity) ลดลง 8% การแช่น้ำในระดับคอยังทำให้เพิ่มความดันเลือด (Central Venous Pressure) ที่ความสูงของหัวใจห้องบนขวา (Right atrium) จาก 2.5 ถึง 12.8 mm Hg ปริมาตรเลือด (Blood Volume) เปลี่ยนการเพิ่มของ Right arterial pressure และเพิ่ม Left ventricular end diastolic volume (ie Cardiac preload) Cardiac preload ทำให้มี Stroke Volume (SV) เพิ่มขึ้นจาก Frank-starling reflex การศึกษารายงานไว้ว่า SV เพิ่มขึ้น 32% ขณะแช่น้ำในระดับคอ Heart rate (HR) ไม่เปลี่ยนแปลงหรือลดลงเพราะว่าความสัมพันธ์ของ HR,SV,และCO ที่ว่า HR x SV=CO Risch et al. แสดงให้เห็นว่าความลึกของน้ำสูงขึ้นจากระดับ Symphysis ถึง Xiphoid ลด HR 15% โดยการเปลี่ยนแปลงของ HR นั้นขึ้นอยู่กับความลึกของการแช่ในน้ำ ชนิด และความหนักของการออกกำลังกาย(ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์,.2530; 2533)

ผลของอุณหภูมิของน้ำ (Effect of Water Temperature)

อุณหภูมิของน้ำ มีผลคล้ายแรงดันของน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงของหัวใจและหลอดเลือดกับการแช่อยู่ในน้ำที่สัมพันธ์กับความลึก น้ำซึ่งอุ่นจัดหรือเย็นจัดก็จะส่งผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด Choukroum and Varene พบว่า COไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงอุณหภูมิของน้ำ 25 ถึง 34 องศาเซลเซียส แต่จะเพิ่มขึ้นที่ 40 องศาเซลเซียส ปริมาณการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นที่ 25 องศาเซลเซียส มีการศึกษาพบว่า HR ลดลง ในผู้ที่ออกกำลังกายในน้ำเย็นและเพิ่มขึ้นเมื่อออกกำลังกายในน้ำอุ่น ระดับอุณหภูมิของน้ำที่แนะนำ คือ ประมาณ 34 องศาเซลเซียส สระน้ำส่วนใหญ่จะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27 ถึง 35 องศาเซลเซียส ได้มีการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิของน้ำโดย Gleim

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ Nicholus ได้ทำการศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจเปรียบเทียบขณะออกกำลังกายในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆกัน โดยทำการศึกษาในผู้ชายและผู้หญิง 11 คน อายุเฉลี่ย 27.5 ปี โดยให้ผู้เข้าร่วมการทดลองวิ่งบนเครื่องวิ่งในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ กัน คือในน้ำอุ่น (Warm water) อุณหภูมิ 30.5 องศาเซลเซียส และในน้ำอุ่นจัด(Hot water) ที่ อุณหภูมิ 36.1 องศาเซลเซียส โดยเริ่มวิ่งที่ความเร็ว 40.2 เมตรต่อนาที และเพิ่มความเร็ว 13.4 เมตรต่อนาที ทุกๆ 2 นาที ความเร็วในช่วงสุดท้ายเท่ากับ 160.9 เมตรต่อนาที ใช้เวลาในการวิ่งทั้งหมด 20 นาที พบว่าการวิ่งในน้ำอุ่นจัด (อุณหภูมิ 36.1 องศาเซลเซียส) มีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าการวิ่งที่น้ำอุ่น(อุณหภูมิ 36.1องศาเซลเซียส)

ข้อห้ามในการลงสระ

1. สภาพมีไข้

2. โรคผิวหนังที่ติดต่อ แผลติดเชื้อ เช่น โรคเชื้อราที่เท้า เชื้อราที่หนังศีรษะ และกลากเป็นต้น

3. การติดเชื้อทุกประเภท เช่น หูเป็นฝี เจ็บคอ ไข้หวัดใหญ่ การติดเชื้อระบบการย่อยและทางเดินอาหาร ไข้ไทฟอยด์ อหิวาตกโรค โรคไขสันหลังอักเสบหรือโปลิโอ และโรคบิดลำไส้ใหญ่เป็นต้น

4. ความผิดปรกติทางระบบหัวใจและไหลเวียนของเลือด เช่น ความดันโลหิตสูงหรือต่ำเกินไป และโรคทางระบบหลอดเลือดหรือภาวะหัวใจล้มเหลว

5. ความอึดอัดทางระบบหัวใจ ในรายที่มีความจุอากาศของปอดน้อยกว่า 1 ลิตร ไม่ควรลงสระน้ำ ถ้าจะนำลงต้องระวังและเลือกกรณีที่ไม่มีปัญหามากนัก

6. การได้รับการฉายรังสีเอกซเรย์เพื่อการรักษา

7. โรคและปัญหาทางระบบขับถ่ายปัสสาวะ ซึ่งจะมีปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมการสูญเสียของเหลวในร่างกาย

8. หูด แผลเรื้อรังเน่าเปื่อย หรือแผลเปิดกว้าง ถ้าจะลงสระต้องปิดแผลด้วยแผ่นพลาสติกยางกันน้ำ และฉีดพ่นสเปรย์เคลือบไว้

9. ความผิดปรกติของการควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะ

10. ขณะที่มีประจำเดือน

11. โรคชัก ลมบ้าหมู

12. แก้วหูทะลุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. **การออกกำลังกายในน้ำจะต้องมีลักษณะดังนี้** (Lippincott W, Wilkins s. ACSM, 2006.)
    1. ต้องทำที่ 40-80% HRmax
    2. ใช้เวลาประมาณ 5 ถึง 30 นาที นาทีต่อครั้ง
    3. ต้องออกกำลังกายอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์
    4. ระยะเวลาในการออกกำลังกาย 2-6 เดือน
    5. ต้องให้กล้ามเนื้อได้ออกแรงเองอย่างน้อย 20 %
    6. $HR_{ในน้ำ}$ จะเท่ากับ $(HR_{บนบก}-10)$

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกกำลังกายในน้ำที่แตกต่างจากการออกกำลังกายบนบก

1. ตามหลักของอาคีมีดิส (Archimedes' principle) อธิบายเกี่ยวกับแรงลอยตัวซึ่งกระทำในทิศทางตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) มีค่าเท่ากับมวลของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่ นอกจากนี้แรงลอยตัวยังขึ้นอยู่กับความลึกของน้ำ น้ำหนัก ส่วนสูง ความหนาแน่นของกระดูก และองค์ประกอบของร่างกาย

แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำจะแปรผกผันกับความลึกของน้ำ กล่าวคือ ที่ระดับความลึกที่เอว อก และคอ แรงโน้มถ่วงของโลกจะลดลง 50% 85% และ 90% ตามลำดับ โดยที่ระดับเอว และอก เท้ายังสามารถแตะพื้นได้ ส่วนการออกกำลังกายในน้ำลึกนั้นเท้าจะไม่สามารถแตะพื้นได้ ดังนั้นจะต้องพยายามรักษาการทรงตัวให้อยู่ในท่าตั้งตรงตลอดเวลาร่วมกับการควบคุมการเคลื่อนไหว ความเร็วของการเคลื่อนไหวแขนและขา

2. แรงดันน้ำที่กระทำต่อร่างกายจะเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของน้ำ กล่าวคือเมื่อปอดอยู่ใต้น้ำทำให้ร่างกายหายใจได้ยากขึ้นเนื่องจากต้องต้านกับแรงดันน้ำ การที่ต้องพยายามหายใจเข้าปอดต้านกับแรงดันน้ำจะช่วยให้ปริมาตรปอดเพิ่มขึ้นและสามารถปรับแรงที่มากระทำต่อหายใจได้ แรงดันน้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณเลือดที่กลับเข้าสู่หัวใจเพิ่มขึ้นช่วยลดภาวะบวมของขาได้ นอกจากนั้นขณะที่ร่างกายแช่อยู่ในน้ำร่างกายจะตอบสนองต่อแรงดันน้ำที่กระทำต่อร่างกายโดยจะมีการเพิ่มขึ้นของความดันขณะหัวใจบีบตัว (SBP) และการออกกำลังกายในน้ำลึกอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) จะลดลงในขณะที่ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (SV) มีการเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้ HR เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะเป็นตัวกำหนดความหนักของการออกกำลังกายในน้ำ

3. การออกกำลังกายบนบกแรงที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนไหวก็คือแรงต้านแรงโน้มถ่วงของโลกซึ่งมีทิศทางลงในขณะที่ในน้ำแรงที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนไหวก็คือแรงลอยตัวซึ่งมีทิศทางขึ้น กล่าวคือถ้าจะอาศัยแรงลอยตัวช่วยในการเคลื่อนไหว แขน-ขาต้องเคลื่อนในทิศทางขึ้นในทางตรงกันข้ามถ้าต้องการเพิ่มความหนักในการออกกำลังกายแขน-ขาต้องเคลื่อนที่ลงเพื่อต้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
(copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กับแรงลอยตัว แต่ถ้ามีการเคลื่อนไหวในแนวนอนแรงทั้ง 2 จะไม่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนไหวเลย นอกจากนั้นความหนักยังขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวที่ต้านแรง ความยาวคานของการเคลื่อนไหวและองค์ประกอบของร่างกาย

4. ความเร็วของการเคลื่อนไหวในน้ำมีผลต่อแรงต้านการเคลื่อนไหว กล่าวคือถ้าเคลื่อนไหวในน้ำเร็วๆก็จะยิ่งเพิ่มแรงต้านมากขึ้น เป็นผลให้กล้ามเนื้อต้องออกแรงทำงานเพิ่มมากขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจก็เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นในการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนไหวก็เท่ากับเป็นการเพิ่มความหนักของการออกกำลังกาย นอกจากนั้นการเคลื่อนไหวของขาในน้ำเป็นผลให้เพิ่มการใช้ออกซิเจนได้มากกว่าการเคลื่อนไหวบนบก

5. แรงเฉื่อย (Inertia) คือแรงต้านการเคลื่อนไหวเมื่อร่างกายจะเคลื่อนไหวจะต้องสามารถเอาชนะแรงเฉื่อยนี้ให้ได้ และเมื่อมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นจะเกิดไหลของกระแสน้ำโดยที่ไหลของกระแสน้ำนี้สามารถใช้เป็นทั้งตัวช่วย (ตามกระแส) หรือต้าน (ทวนกระแส) การเคลื่อนไหวก็ได้ หรืออาจจะพยายามทรงตัวให้อยู่นิ่งๆ ในขณะที่มีการไหลของกระแสน้ำเพื่อเป็นการฝึกการทรงตัวด้วยก็ได้

6. แรงต้าน(Resistance) ในน้ำเกิดจากความหนืด(viscosity) โดยที่แรงต้านการเคลื่อนไหวในน้ำนั้นจะขึ้นอยู่ขนาดของพื้นที่ผิวและรูปร่างของวัตถุที่ต้านการเคลื่อนไหวในน้ำกระแสวนของน้ำ(Turbulence) Eddy currents ที่เกิดจากการไหลของน้ำจากบริเวณที่มีความดันมากไปยังบริเวณที่มีความดันต่ำกว่า ความเร็วของการเคลื่อนไหว ความยาวคานของการเคลื่อนไหว แรงกิริยาและปฏิกิริยา และแรงเฉื่อย

จากการศึกษาพบว่าแรงต้านการเคลื่อนไหวในน้ำมีระดับความหนักที่เพียงพอในการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะส่วนแขน นอกจากนั้นในการเคลื่อนไหวขาในน้ำทำให้การใช้ออกซิเจนเพิ่มสูงขึ้นได้มากกว่าการออกกำลังกายบนบก

7. ความยาวคานของการเคลื่อนไหว (ความยาวของแขนและขา) จะส่งผลต่อรูปทรงของร่างกายขณะเคลื่อนไหวในน้ำและจุดศูนย์กลางความสมดุล เช่น ขณะเหยียดแขนขาแล้วเคลื่อนไหวจะต้องออกแรงมากกว่าขณะที่แขนงอ เนื่องจากขณะเหยียดแขน-ขาจะทำให้มีพื้นที่ผิวที่ต้องต้านกันน้ำมากขึ้นเกิดแรงหน่วงต้านการเคลื่อนไหวมากขึ้น เป็นต้น นอกจากนั้นการที่ความยาวแขน-ขาที่เพิ่มขึ้น จุดศูนย์กลางความสมดุลจะเคลื่อนออกจากจุดศูนย์กลางของร่างกายกล้ามเนื้อลำตัวจะต้องออกแรงเพื่อรักษาความสมดุลมากขึ้น

8. แรงกิริยาและปฏิกิริยา เมื่อร่างกายออกแรงกิริยากระทำต่อน้ำ น้ำก็มีแรงปฏิกิริยามากระทำต่อร่างกายด้วยแรงที่เท่ากัน เช่น เมื่อออกแรงเหยียดแขนไปข้างหลัง ร่างกายจะมีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เป็นต้น (Sanders ME. YMCA)

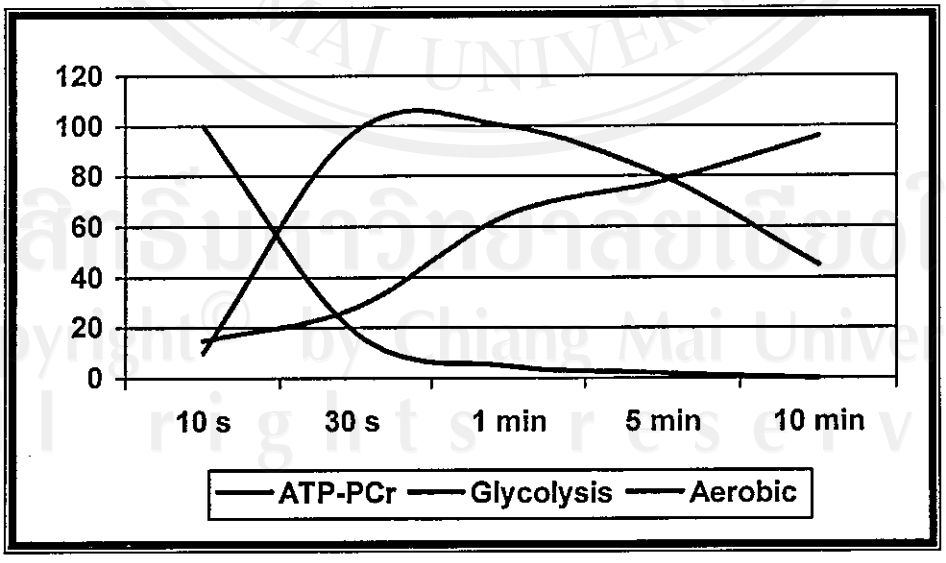
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรีระวิทยาการออกกำลังกายกับเมตาบอลิซึม (Exercise and Metabolism)

กระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) ที่จะให้ได้มาซึ่งพลังงานนั้น แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการใหญ่ๆ คือ ATP-PC, Glycolysis , และ Oxidative โดย ATP-PC นั้นเป็นการใช้พลังงานที่มีอยู่ในกล้ามเนื้ออยู่แล้ว จึงทำให้สามารถใช้ได้ในเวลารวดเร็วแต่ก็มีจำนวนไม่มากนัก หลังจากนั้น เมื่อเรายังต้องการใช้พลังงานต่อไป Glycolysis จึงเป็นระบบพลังงานถัดไปที่ต้องนำมาใช้ ซึ่งกระบานการนี้ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ออกซิเจนช่วยเผาผลาญพลังงาน เนื่องจากกระบวนการนี้เป็นการสลายกลูโคส ทำให้ได้พลังงานออกมาใช้อย่างรวดเร็ว แต่จำนวน ATP ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับ Oxidative Process แต่กระบวนการนี้จะใช้เวลาในการผลิตพลังงานนานกว่า Glycolysis และใช้ออกซิเจนในการผลิตพลังงาน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานในร่างกายจึงเป็นทั้งแบบใช้ออกซิเจน(Aerobic process)และไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic process)

อย่างไรก็ดีควรตระหนักว่าในความเป็นจริงกระบวนการผลิตพลังงานทั้ง 3 ดำเนินไปพร้อมกัน ทั้งนี้เพื่อให้การใช้พลังงานนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่องในกิจกรรม อาทิเช่น เมื่อเราเริ่มการวิ่งในระยะทาง 5 กิโลเมตรในช่วงประมาณ 10-15 วินาทีแรกพลังงานที่เราใช้จะมาจากATP-PC จากนั้นในช่วงหลัง10วินาที ถึง 30 วินาทีแรกของการวิ่งนั้น พลังงานที่ได้จะมาจาก กระบวนการGlycolysis เป็นสำคัญและหลังจาก 1 นาทีไปแล้วพลังงานที่ใช้จะมาจาก Oxidative Proces เป็นหลัก(กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข, 2542), (จตุพร วงค์สาธิตกุล.เอกสารการสอน, 2005)

รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องในการใช้พลังงานจากกระบวนการ Metabolism



สารอาหารที่ใช้ในการผลิตพลังงานมาจาก 3 แหล่งใหญ่ คือ คาร์โบไฮเดรต(Carbohydrate) ไขมัน(Fat) และโปรตีน(Protein) ความหนักของการออกกำลังกายมีความสำคัญในการใช้ Substrate

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งนี้โดยปกติ ในขณะพักเราจะใช้พลังงานจากไขมัน 2ใน3 และอีก 1ใน3 ได้มาจากคาร์โบไฮเดรต ส่วนโปรตีนใช้น้อยมาก และในขณะพักนี้ร่างกายใช้ระบบแอโรบิคเป็นต้นตอของพลังงานแต่เพียงอย่างเดียว ส่วนในขณะออกกำลังกายจะมีทั้งระบบแอนแอโรบิค และแอโรบิค

การออกกำลังกาย แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. การออกกำลังกายระยะสั้น หมายถึง การออกกำลังกายประเภทนี้ได้แก่ การวิ่ง 100, 200 และ400 เมตร รวมทั้งการออกกำลังกายอย่างอื่นที่มีความหนักและสามารถทำได้ไม่เกิน 2-3 นาที เท่านั้น เชื้อเพลิงในการออกกำลังกายประเภทนี้ที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต รองลงไป คือ ไขมัน ส่วนโปรตีนนั้นเกี่ยวข้องน้อยมาก และจะเห็นได้ว่าระบบพลังงานที่สำคัญ คือระบบแอนแอโรบิค

2.การออกกำลังกายระยะยาว หมายถึง การออกกำลังกายที่นานกว่า 5 นาที ในกรณีนี้อาหารที่เป็นต้นตอที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ในระยะแรกของการออกกำลังกายพลังงานสำคัญได้มาจากไกลโคเจน แต่ในตอนท้ายของการออกกำลังกายนั้นร่างกายจะใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากไกลโคเจนสำรองที่อยู่ในกล้ามเนื้อ และในตับถูกใช้ไปหมดแล้ว (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ สนทยา ปาละวิวัธน์, 2528)

ตารางที่ 1 แสดงถึงความแตกต่างของพลังงานทั้ง 3 แบบ โดยการเปรียบเทียบATPที่ได้สร้างขึ้น

System	Chemical Fuel	Maximal power (Mole of ATPpermin)	Maximal capacity (Total moles ATP available)	Oxygen Required	Speed	Relate ATP Production
ATP-PC	Phosphocreatine	3.6	0.7	No	Fastest	Few: limited
Glycolysis	Glycogen	1.6	1.2	No	Fast	Few: limited
Aerobic	Glycogen, Fat,Protein	1.0	90.0	Yes	Slow	Many: Unlimited

การออกกำลังกายเพื่อความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ (Takeshima et al(2002)

การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ หรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิค (Aerobic Exercise) คือ การออกกำลังกายให้ได้ผลของการฝึกฝน (Training effect) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ การออกกำลังกายควรมีองค์ประกอบและลักษณะดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 องค์ประกอบและลักษณะในการออกกำลังกาย

องค์ประกอบ	ลักษณะ
1. รูปแบบ(Mode)	ออกกำลังกายโดยใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่เคลื่อนที่แบบต่อเนื่องเป็นจังหวะและเป็นธรรมชาติ
2. ระยะเวลาของการฝึก (Duration)	ขึ้นอยู่กับระดับความสมบูรณ์ของร่างกายในแต่ละบุคคลตอนเริ่มต้น -ในคนที่ออกกำลังกายในช่วงแรกควรออกกำลังกายในระยะเวลาที่ทนได้(เมื่อล้าหรือรู้สึกเหนื่อยมาก) และเพิ่มทุกๆ 1-2 นาทีต่อวัน -จุดมุ่งหมายควรออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องให้ได้อย่างน้อย 20-60 นาทีต่อวัน
3. ความถี่(Frequency)	ออกกำลังกาย 3-5 วันต่อสัปดาห์ วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 20-60 นาที
4. ความหนัก(Intensity)	4.1)ระดับ Sub maximal Exercise แบ่งได้เป็น 3 ระดับ -การออกกำลังกายอย่างเบา (Mild intensity) 50-60%MHR -การออกกำลังกายปานกลาง (Moderate intensity) 61-70%MHR -การออกกำลังกายอย่างหนัก (Heavy intensity) 71-85%MHR 4.2) ระดับ Maximal exercise : มากกว่า 85% MHR *MHR = Maximum Heart Rate

การคำนวณหาอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ (Age-predicted maximal heart rate)

American College of Sport Medicine ได้ตีพิมพ์ว่าการคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้สูตรนี้เป็นที่ใช้กันโดยแพร่หลายและเป็นวิธีที่คำนวณง่าย (Foss , 1998)

อัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ(Maximum Heart Rate)(MHR) = 220-อายุ

การคำนวณหาอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ สำหรับการออกกำลังกายในน้ำ (Exercise Intensity Measurement for Aquatic Exercise By Joanne Maybec) โดยการใช้สูตรการคำนวณ Karvonen (Rute Sova,2000)

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) = 220 – อายุ

อัตราการเต้นของหัวใจที่ใช้จริง (Heart Rate Reserve ,HRR) = อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) ลบด้วย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก(RHR)(วัด 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย)

HRR x 0.50+ RHR = ระดับต่ำสุดของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย

HRR x 0.85+RHR = ระดับสูงสุดของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย

เมื่อออกกำลังกายบนพื้นปกติ (เมื่อออกกำลังกายในน้ำ ลบ ด้วย 17 ครั้งต่อนาที) (Rute Sova, 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลักการออกกำลังกายแบบแอโรบิค ประกอบด้วย 3 ระยะ คือ

1. **ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up)** เป็นการออกกำลังกายเพื่อยืดกล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่ ๆ เพื่อเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อ ข้อต่อ ให้เกิดความคล่องแคล่วในการเคลื่อนไหว ช่วยลดการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายได้

2. **ช่วงออกกำลังกาย (Aerobic phase)** เพิ่มความเร็ว (Speed) ความหนัก (Intensity) และทำต่อเนื่องกัน

3. **ช่วงผ่อนคลายร่างกาย (Cool down)** จังหวะช้าลง เน้นการหายใจเข้า-ออก และยืดกล้ามเนื้อเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกายช่วยไล่เลือดกลับเข้าสู่หัวใจ(ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์, 2530; 2533)

ความพยายามในการออกกำลังกายของร่างกายRate of Perceive Exertion (RPE)

RPE เป็นการใช้ความรู้สึกบอกถึงระดับความพยายามในการออกกำลังกายซึ่งเป็นแนวความคิดของ Grunnar Borg และคณะ โดยในปี 1950 Grunnar Borg และคณะ สนใจศึกษาถึงความรู้สึกของคนเกี่ยวกับความหนักของงานที่ทำว่าเป็นอย่างไร จึงพยายามหาวิธีที่จะวัดปริมาณของความหนักที่ทำ Borg และคณะได้ศึกษาเรื่อยมาจนกระทั่งปี 1981 จึงสร้าง Scale ที่เรียกว่า "Borge Scale For Rating Perceive Exertion" (RPE) สเกลนี้ประกอบไปด้วย 15 ตัวเลข แบ่งระดับตั้งแต่ 6-20 ซึ่งได้แสดงความหมายของตัวเลขแต่ละตัวเป็นระดับความรู้สึก จากความพยายามน้อยที่สุดไปสู่ความพยายามสูงสุด ต่อมาได้มีการดัดแปลงเป็น RPE 1-10 แต่พบว่า Scale นี้ไม่สามารถแปลงเป็นค่า Heart Rate (HR) ได้โดยตรงและยากในการแบ่งช่วงความรู้สึก ดังนั้นในที่นี้จะใช้ Scale RPE 6-20 เท่านั้น

โดยทั่วไปการให้โปรแกรมการออกกำลังกาย หรือในขณะทำ Exercise Stress Test มักนิยมใช้ RPE และ HR เป็นตัวกำหนด Intensity ทั้งนี้เพราะ RPE, HR, และ VO_2 มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันดังนี้คือ HR มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ 50% ถึง 80%ของVO_2 (American Sport of Medicine,2000) และHR มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ RPE มีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 - 0.90 ซึ่งได้จากการทดสอบโดยใช้จักรยานวัดงาน (Leg Ergometer) และลู่วิ่งไฟฟ้า (Treadmill) ที่ Intensity Moderate to Heavy ทั้งนี้ในลักษณะที่เป็น Continuous or Intermittent Exercise (O'Sulivan, 1984) พบว่า HR มีค่าประมาณ 10 เท่าของ RPE ซึ่งเท่ากับ 60 ถึง 200 ครั้งต่อนาที เช่น RPE ระดับ 13 ประมาณค่า HR เท่ากับ 130 bpm (Dishman,1984) นอกจากนี้พบว่า RPE ก็มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ VO_2 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.76 - 0.97 (Brown et al, 1997)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โปรแกรมการฝึกแบบเป็นช่วงและการเพิ่มแรงต้านการออกกำลังกาย (Interval Training and Progressive Resistance Overload)

Interval Training คือ การออกกำลังกายที่มีความหนักน้อย ๆ สลับกับหนัก ๆ เป็นช่วง ๆ ผลของวิธีการดังกล่าวจะทำให้ anaerobic threshold สูงขึ้น การสะสมกรด lactic ในกระแสเลือดช้าลง ซึ่งอาจช่วยชะลอ respiratory drive และ muscle fatique ทำให้สามารถออกกำลังกายได้นานขึ้น Wilber และคณะ ได้ศึกษาเปรียบเทียบการวิ่งบนสายพานเลื่อนบนบกกับการวิ่งในน้ำลึกที่ระดับความหนัก Submaximal เหมือนกัน พบว่าการวิ่งในน้ำนั้นจะเกิดการสะสมของกรด lactic ซึ่งเป็นของเสียจากการเผาผลาญพลังงานแบบ anaerobic ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Michaud และคณะ ที่พบว่าการออกกำลังกายเป็นช่วงๆ สลับกับช่วงพักสั้นๆ (ออกกำลังกายที่ระดับเบาลง) ดีกว่าการวิ่งที่ระดับความหนักต่อเนื่องกันซึ่งจะทำให้ระดับกรด lactic ในเลือดเพิ่มขึ้นได้เร็วกว่า ต่อมา Michaud และคณะ ได้ศึกษาในผู้ที่มีสุขภาพดี มีกิจกรรมส่วนใหญ่เป็นการนั่งโดยให้วิ่งบนสายพานเลื่อนและให้วิ่งเป็นช่วงๆ สลับกับช่วงพักสั้นๆ ในน้ำลึก พบว่าหลังจากออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งสายพานเลื่อนมีการเพิ่มขึ้นของ VO_{2max} 10.6% ส่วนการวิ่งในน้ำนั้นเพิ่มขึ้น 20.1% (Sanders ME. YMCA) จากการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายในน้ำจะทำให้มีการเพิ่มขึ้นของกรด lactic ในเลือดมากกว่าการออกกำลังกายบนบกที่ระดับความหนักที่เท่ากัน ดังนั้นในการออกกำลังกายในน้ำควรจะออกกำลังกายแบบ interval training ดีกว่าการทำต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ เพื่อให้สามารถเพิ่มความหนักในการออกกำลังกายขึ้นจนเห็นผลของการออกกำลังกาย และสามารถออกกำลังกายได้ระยะเวลานานขึ้นโดยไม่เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ หรือกล้ามเนื้อล้าช้าลง (Sanders ME. YMCA)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า RPE

ปัจจัยที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า RPE ได้แก่

1. อายุ (Age) พบว่า HR มีการลดลง 1 ครั้งต่อนาทีต่อปี โดยเริ่มตั้งแต่อายุ 10-15 ปีซึ่งเมื่อ HR ลดลงจะส่งผลต่อค่า RPE คือ RPE ของผู้ที่มีอายุมากจะมากกว่าผู้ที่อายุน้อยที่ Intensity เท่ากัน

2. ชนิดของการออกกำลังกาย (Mode of Exercise) ซึ่งพบว่า RPE ของการทดสอบโดยใช้ลู่วิ่งสายพานเลื่อน(Treadmill) จะสูงกว่าการใช้ Leg Ergometer(O'sullivan , 1984)

3. อุณหภูมิ (Temperature) พบว่า RPE มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิ(Robertson et al , 1990)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ผลของการฝึกฝน(Training Effect)และประสบการณ์ในการออกกำลังกาย(Experience) หากผู้ถูกทดสอบมีระดับการฝึกฝนและประสบการณ์ในการออกกำลังกายมาก เช่น นักกีฬาจะมี RPE ต่ำกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกายที่ระดับ Intensity ที่เท่ากัน(Takeshima et al,2002)

5. อารมณ์ (Emotional State) พบว่าหากมีอารมณ์ไม่ดี (Emotional negative) เช่น อาการกระวนกระวาย(Anxiety) อาการหดหู่ซึมเศร้า(Depression) มีผลทำให้ RPE สูงขึ้น (Robertson et al,1990)

6. ขนาดของตาราง RPE ซึ่งมาตรฐานตารางเป็นลักษณะแผ่น พิมพ์ตัวหนังสือขนาด 20 ความยาวของตาราง 11 นิ้ว หากตาราง RPE มีขนาดไม่เหมาะสมตามมาตรฐานอาจมีผลต่อการมองเห็นในขณะทำการทดสอบ

7. เพศ (Gender) ไม่มีค่า RPE เมื่ออ้างอิงกับ Relative VO_2 (Maw and Boutcher, 1993)

การนำ RPE มาใช้ในทางปฏิบัติ

RPE สามารถนำมาใช้ได้ทั้งผู้ที่มีสุขภาพดีและผู้ป่วย พบว่า RPE น่าจะมีประโยชน์มากกว่า HR ในบางสถานการณ์เนื่องจาก HR มีข้อจำกัดจากการถูกรบกวนจากยาบางชนิด อย่างเช่น B-Blocker ความผิดพลาดจากการวัดชีพจร และค่าความผิดพลาดจากการคำนวณ (Calculation) ในขณะที่ RPE มีข้อดีดังนี้

1. ง่ายต่อการสอนผู้ที่มีปัญหาเรื่องการจับ HR ของตนเองใน กรณีที่ต้องการนำไปใช้เองที่บ้าน

2. ยาที่ผู้ป่วยทานไม่มีผลต่อระดับของ RPE

3. เสียค่าใช้จ่ายน้อยเนื่องจากใช้เพียงตารางแสดงค่า RPE และคำแนะนำในการใช้เท่านั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือเหมือนการวัด HR

4. มี Validity กับอุปกรณ์การออกกำลังกายทั่วไป (Marsh and Martin, 1998)

การเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายในน้ำสามารถทำได้โดย

1. การเพิ่มความยาวคานในการเคลื่อนไหว

2. การเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวโดยคำนึงถึงแนวแรงของแรงลอยตัว จากเคลื่อนขึ้นสู่ผิวน้ำ เป็นการเคลื่อนขนานผิวน้ำ และเคลื่อนลงจากผิวน้ำซึ่งจะเป็นการเคลื่อนไหวต้านแรงลอยตัวของน้ำ

3. การเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนไหวแบบช้าๆ ไปสู่การเคลื่อนไหวที่เร็วขึ้น

4. การเพิ่มคลื่นน้ำ การไหลหรือกระแสน้ำ

5. การเลื่อนจุดตรึงของอุปกรณ์ทุ่นลอยจากส่วนต้นของแขนหรือขาไปยังส่วนปลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. การเพิ่มขนาดและจำนวนอุปกรณ์ของทุ่นลอย ซึ่งอาจเริ่มจากขนาดที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กไปสู่ขนาดที่ใหญ่ขึ้น

การออกกำลังกายแบบแอโรบิคในน้ำทั้งระดับตื้นและลึก (ระดับเอวถึงอก) ช่วยเพิ่มความแข็งแรงทนทานและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อรวมทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบหัวใจและหายใจให้มีความแข็งแรงทนทาน นอกจากนั้นยังพบว่าองค์ประกอบของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงโดยไขมันในร่างกายลดลงหลังจากที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิคในน้ำ(Sanders ME. YMCA) ซึ่งสอดคล้องกับอีกหลายๆ การศึกษา อาทิ เช่น การศึกษาของ พันธิวา ปัญญามณี, 2546), (Takeshima et al, 2002), (Svendenhag and Seger, 1992)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Asa et al , 2003. ได้ศึกษาเกี่ยวกับการให้โปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อวัดค่าของ Exercise capacity, Muscle function, Quality of life และ Safety ในผู้ป่วย Chronic Heart Failure จำนวน 25 คน พบว่า ผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มทดลองจะมีการเพิ่มขึ้นของ Exercise capacity มีการเพิ่มขึ้นของ Isometric Endurance ของกล้ามเนื้อ Quadriceps และมีการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทำ Heel lift, Shoulder flexion, Shoulder abduction เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ให้โปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายในน้ำจะทำให้มีความทนทานมากขึ้น และมีการการเพิ่มขึ้นของ Muscle function โดยเฉพาะกล้ามเนื้อมัดเล็กๆ

G. Kuhn et al , 1995 ได้ศึกษาผลของการใช้ธาราบำบัดในการรักษาทางกายภาพบำบัดในผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง และโรคมะเร็ง เป็นต้น จำนวน 24 คน แล้ววัดค่าของการเปลี่ยนแปลงสภาพจิตใจ โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพชีวิตที่เปลี่ยนแปลง ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยมีจิตใจที่ดีขึ้น คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเข้าโปรแกรมการรักษาโดยใช้ธาราบำบัด

Andreas et al , 2003 ศึกษาผลของการใช้ธาราบำบัดในผู้ป่วยโรคหัวใจล้มเหลวเรื้อรัง (Chronic Heart Failure) จำนวน15 คน โดยเป็นชาย 5 คน หญิง 10 คน อายุเฉลี่ย 64.3 ± 1.8 ปี โดยอยู่ใน Functional class 2 ถึง 3 เมื่อแบ่งตาม New York Heart Association (NYHA) โดยผู้ป่วยใช้เวลาในการเข้าร่วมโปรแกรม 6 สัปดาห์ และวัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยโดยใช้แบบสอบถามและปั่นจักรยานเพื่อวัดสมรรถภาพของร่างกายภายหลังการฝึกในแต่ละช่วง ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น อาการของโรคหัวใจล้มเหลวเรื้อรังลดลงอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง และความดันโลหิตลดลง เมื่อเทียบกับก่อนเข้าร่วมโปรแกรมธาราบำบัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Hall et al , 2004 ได้ศึกษาถึงความแตกต่างของ HR, RPE , VO_2 ระหว่างการออกกำลังกายบนบกและในน้ำ โดยการให้ผู้หญิงจำนวน 15 คน ที่มีปัญหา RA เดินบน Treadmill ทั้งบนบกและในน้ำ โดยใช้ความเร็วที่ 2.5, 3.5 และ 4.5 km/h ผลการศึกษาพบว่า HR และ RPE ทั้งบนบกและในน้ำเพิ่มขึ้นตามความเร็วที่เดิน VO_2 ที่ใช้ในน้ำจะมีค่าน้อยกว่าบนบก HR ในน้ำจะสูงกว่าบนบก และค่า RPE ในน้ำจะสูงกว่าบนบก

DeMaere and Ruby, 1997 ได้ศึกษาผลของการวิ่งออกกำลังกายในน้ำลึก (deep water running) และบนลู่วิ่ง (treadmill) ที่มีผลต่อ oxygen uptake and energy expenditure แบบการฝึก cross country runners โดยฝึกในนักศึกษาชาย 8 คน โดยให้วิ่งที่ความหนักปานกลาง หลังการฝึกพบว่า การออกกำลังกายโดยการวิ่งแบบ cross country runners ในน้ำลึก (deep water running) กับ (treadmill) ค่าของ oxygen uptake ,Rates of perceived exertion (RPE) และ energy expenditure ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการทดสอบทั้ง 2 แบบ

Dowzer et al , 1998 ได้ศึกษาผลการวิ่งในน้ำตื้นและน้ำลึก(deep water running) ที่มีผลต่อการหดของกระดูกสันหลัง (Shrinkage Spinal) โดยศึกษาในนักวิ่ง 14 คน วิ่ง 30 นาทีบน (treadmill) ในน้ำตื้น(Shallow Water Running),ในน้ำลึก(deep water running) ความหนัก 80%MHR พบว่าการวิ่งบน treadmill มีค่าเฉลี่ยความเปลี่ยนแปลงของกระดูกสันหลังลดลง (4.59(1.48)) มิลลิเมตร การวิ่งในน้ำตื้น(Shallow Water Running) (5.51(2.18)) มิลลิเมตรและวิ่งในน้ำลึก(deep water running) (2.92(1.7)) มิลลิเมตร การวิ่งในน้ำลึก(deep water running) มีนัยสำคัญมากกว่าในการทดสอบอื่นๆ($p<0.05$) โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง(Shallow Water Running) และวิ่งบน treadmill,และค่า RPE ไม่มีความแตกต่างระหว่างการออกกำลังกายทั้ง 3 แบบ ผลสรุปอีกอย่างหนึ่งได้บอกว่าการวิ่งออกกำลังกายในน้ำลึก(deep water running) สามารถป้องกันและลดการกดทับของกระดูกสันหลังได้

Blanche et al, 1978 ได้ศึกษาผลการตอบสนองของ Oxygen consumption และ Heart Rate จากการวิ่งและเดินในน้ำลึกเทียบกับการวิ่งบนพื้นธรรมดา พบว่าผลการตอบสนองของ Heart Rate มีผลคล้ายกับการวิ่งบนพื้นธรรมดาขณะที่การตอบสนองของ Oxygen consumption มีปริมาณสูงขึ้นเมื่อวิ่งอยู่ในน้ำเนื่องจากอาจเป็นเพราะแรงต้านของน้ำขณะเดิน วิ่งในน้ำในน้ำลึก ทำให้ต้องออกแรงเดินมากขึ้นระดับของพลังงานที่ร่างกายต้องใช้จึงสูงขึ้น

Takeshima et al, 2002 ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาในผู้หญิงสูงอายุ (อายุ 60-75 ปี) การออกกำลังกายในน้ำซึ่งประกอบด้วย stretching & warm-up 20 min, endurance exercise 30 min, resistance exercise 10 min, cool-down & relaxation 10 min ในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 3 ครั้ง/สัปดาห์ นาน 12 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับกลุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ควบคุมที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ โดยทั้ง 2 กลุ่มยังคงรับประทานอาหารตามปกติ พบว่าหลังจากออกกำลังกายในน้ำสมรรถภาพของระบบหายใจและการไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้น ร่างกายมีความคล่องแคล่วขึ้น กล้ามเนื้อแขน-ขามีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น Skinfold thickness และระดับไขมันในเลือดลดลง ($P<0.05$)

Cider et al , 2003 ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายในน้ำในผู้ป่วย Chronic Heart Failure จำนวน 25 คน ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า Exercise capacity (peak VO_2), Muscle function, Quality of life และ Safety โดยกลุ่มทดลองจะออกกำลังกายในน้ำอุณหภูมิ 33-34°C เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ที่ระดับเบาถึงปานกลาง (40-70% MHRR) 45 นาที 3 ครั้ง/สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มทดลองมีการเพิ่มขึ้นของ Exercise capacity (peak VO_2) ($P=0.001$), Isometric Endurance ของกล้ามเนื้อ Quadriceps ($P=0.01$), ความสามารถในการทำ Heel lift, Shoulder flexion, Shoulder abduction ($P=0.01$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ออกกำลังกายในน้ำ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายในน้ำจะทำให้เพิ่มความสามารถในการออกกำลังกายได้มากขึ้น และกล้ามเนื้อมีความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น

Chu et al, 2004 ศึกษาผลของการออกกำลังกายในน้ำต่อความแข็งแรงของหัวใจและหลอดเลือดใน ผู้ป่วยหลอดเลือดสมองในระยะเรื้อรังที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยจะออกกำลังกายครั้งละ 1 ชั่งโมง 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองออกกำลังกายในน้ำระดับอก อุณหภูมิ 26-28 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่เป็นการออกกำลังกายของแขน พบว่าระบบหัวใจและหลอดเลือดมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (VO_{2max}), ความเร็วในการเดินและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้างอ่อนแรงเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved