บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. หลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายในน้ำ
2. สรีระวิทยาการออกกำลังกายกับเมตาบอลิซึม
3. การออกกำลังกาย
4. การออกกำลังกายเพื่อความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ
5. ระดับความพยายามขณะออกกำลังกาย
6. หลักการธาราบำบัด
7. หลักฟิสิกส์พื้นฐาน
8. คุณสมบัติของน้ำ
9. ผลของธาราบำบัด
10. ผลของแรงดันน้ำ
11. ผลของอุณหภูมิของน้ำ
12. งานวิจัยต่างประเทศ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายในน้ำ

ศาสตร์ที่ว่าด้วยวิถีแห่งการบำบัดด้วยน้ำหรือธาราบำบัด เป็นศาสตร์ทางเลือกอย่างหนึ่ง ซึ่งปัจจุบันได้รับความสนใจอย่างมากในต่างประเทศ ส่วนในประเทศไทยนั้น แม้จะยังไม่มีการบำบัดเพื่อการรักษาโดยตรง แต่ก็มีภาคเอกชนที่เปิดให้บริการในรูปแบบของการผ่อนคลายความเครียด การบำบัดด้วยน้ำนับว่าเป็นอีกวิถีทางเลือกหนึ่งในการบำบัดด้วยน้ำ คุณสมบัติของ "น้ำ" ซึ่งมีคุณสมบัติในการ ช่วยพยุงน้ำหนักตัวให้เบาและลดแรงกระแทกจากการ เคลื่อนไหว การบำบัดด้วยน้ำ นับว่าเป็นอีกวิถีทางเลือก หนึ่งในการบำบัดรักษาอาการเจ็บปวดของร่างกายได้ โดยการนำคุณสมบัติของ "น้ำ" ซึ่งมีคุณสมบัติในการช่วยพยุงน้ำหนักตัวให้เบา และลดแรงกระแทกจากการเคลื่อนไหวผสมผสาน กับเทคนิคเพื่อการเสริมสร้างสมรรถภาพร่างกายโดยการออกแบบให้เป็นโปรแกรมออก กำลังกายในน้ำ ซึ่งในบางครั้งอาจมีการนวดบำบัด การกดจุดและการนำเทคโนโลยีอันทันสมัย ของคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนเสริมเพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพ ทำให้วิธีการออกกำลังกายใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำ มีความเหมาะสมกับผู้ป่วย และความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจในการดูแลสุขภาพกับการออกกำลังกายซึ่งมีประโยชน์ต่อ ทุกคนอยู่แล้ว หลายคนเลือกจัดระเบียบชีวิตให้การออกกำลังกายเป็นส่วนหนึ่งของกิจวัตรประจำวันคือ มีการกิน การนอน และการออกกำลังกาย แต่ก็มีหลายคนที่ไม่เคย ออกกำลังกายเลยหรือพยายามที่จะหลีกเลี่ยงมันเพราะไม่มีเวลา การบริหารร่างกายจะช่วยให้กล้ามเนื้อแข็งแรงมากขึ้นที่สำคัญผลของการออกกำลังจะทำให้หัวใจมีความแข็งแรง ทำให้ระบบการสูบฉีดเลือดเลี้ยงร่างกายดีขึ้น ทำให้ปอดได้รับออกซิเจนมากขึ้น และร่างกายสามารถขับคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้ มากขึ้น และในทุกเวลาที่คุณออกกำลังกายนอกจากจะช่วยทำให้เรามีสุขภาพจิตที่ดีอีกด้วย แต่บางครั้งการออกกำลังกายก็มีข้อจำกัดกับผู้ป่วยบางประเภท ซึ่งอาการบาดเจ็บจากการ ออกกำลังกายมักเกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อ ข้อเท้า ข้อเข่าหรือข้อสะโพก ที่เกิดจากการกระแทก อย่างรุนแรง หรือ การอบอุ่นร่างกายร่างกายก่อนการออกำลังกายหนัก ๆ ทุกครั้ง โดยเฉพาะ ผู้ป่วยโรคหัวใจ (hpp://www.google.com)

การออกกำลังกายในน้ำ (water exercise) จึงเป็นทางเลือกใหม่ในการออกกำลังที่เน้นความปลอดภัยของผู้บำบัด ภายใต้การดูแลจากแพทย์ และผู้เชี่ยวชาญด้านสรีระวิทยา โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัดเป็นผู้จัด และกำกับ โปรแกรมการออกกำลังกายให้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับผู้ใช้บริการแต่ละวัย โดยใช้หลักการเดียวกันกับการบำบัดด้วยการลอยตัวในน้ำ (floatation therapy) ที่เน้นความผ่อนคลายทั้งร่างกายและจิต จึงเหมาะกับผู้ป่วยที่ต้องการแก้ปัญหาอาการนอนไม่หลับ หรือมีความวิตกกังวลสูง ซึ่งวิธีการบำบัดด้วยวิธีการนี้มีความแพร่หลายในต่างประเทศส่วนในประเทศ ยังมีข้อจำกัดด้านบุคลากรและสถานที่ ส่วนแนวคิดของการออกกำลังกายในน้ำจะเน้นไปที่คุณสมบัติของน้ำเพื่อการบำบัดซึ่งมีความ แตกต่างกับการออกกำลังกายบนบก คือ แรงดันใต้น้ำซึ่งมีมากขึ้นตามลำดับ ความลึกของสระจะช่วยให้ขณะที่เราแช่ตัวอยู่ในน้ำหลอดเลือดดำสามารถไพ่ลกลับเข้าสู่หัวใจได้ง่าย กว่าบนบก วิธีการนี้จะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจยืดหยุ่นได้ดีขึ้นจึงฉีดเลือดออกไปได้มากขึ้นซึ่งเท่ากับว่า การทำงานของหัวใจมีการเต้นน้อยครั้งลงแต่มีการฉีดเลือดที่มีออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ในแต่ละนาทีในปริมาณปกติ ดังนั้นหัวใจจึงทำงานปกติแม้ขณะที่เรามีการออกกำลังกายอยู่ นอกจากนี้ แรงพยุงของน้ำหรือแรงลอยตัวจะทำให้น้ำหนักตัวลดลงเหลือเพียง 10 % ทำให้ ร่างกายส่วนต่างๆ มีอิสระในการเคลื่อนไหวมากกว่าอยู่บนบกข้อต่อต่าง ๆ สามารถเคลื่อนไหวได้ดีขึ้นซึ่งเหมาะกับผู้ที่มีปัญหาผู้สูงอายุและผู้ที่มีปัญหาข้อและกล้ามเนื้อเพราะจะช่วย ให้ร่างกายมีความยืดหยุ่นสูง ส่วนอุณหภูมิของน้ำ จำเป็นต้องมีการควบคุมอย่างพิเศษ เพราะการออกกำลังกายในอุณหภูมิที่เหมาะสมจะมีประโยชน์มากกว่าเนื่องจากร่างกายจะสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าการออกกำลังกายบนบก ซึ่งทำให้ร่างกายไม่อ่อนเพลีย และไม่ทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้เกิด heat stroke ส่วนความต้านทานในน้ำ ที่จะช่วยประคองและต้านการเคลื่อนไหวของร่างกายในทุกทิศทางทำให้เราสามารถบริหารกล้ามเนื้อในร่างกาย ซึ่งมีจำนวนมากได้อย่างทั่วถึง

โปรแกรมการบำบัดสุขภาพด้วยศาสตร์ธาราบำบัด หรือการออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้สูงอายุ หรือคนวัยทำงานทั่วไปนั้น จะเน้นความสำคัญด้านสุขภาพ ด้านการผ่อนคลายความตึงเครียด ลดความปวดล้า ช่วยกระตุ้นการหมุนเวียนของโลหิต สร้างความสมดุลและการมีชีวิตชีวา การออกกำลังกายในน้ำ โดยเฉพาะในผู้สูงอายุที่เป็นโรคอัมพฤต และอัมพาตนั้น การทำงานของน้ำจะช่วยลดปัญหาในเรื่องของข้อต่าง ๆ ลดการยึดติดของข้อ เสริมสร้าง การทำงานของเอ็นและกระดูกที่เสื่อมลงตามวัย เพิ่มประสิทธิภาพการหายใจและสมรรถภาพ การทำงานของหัวใจให้กลับดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ การออกกำลังกายในน้ำ ยังเหมาะกับผู้ป่วยข้ออักเสบ ข้อเสื่อมที่มีอาการปวดบวมและข้อติด การออกกำลังกายด้วยวิธีนี้ "น้ำ" จะทำหน้าที่ช่วยลดแรงกดบนข้อ โดยการควบคุมอุณหภูมิของน้ำ ที่ช่วยทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลายและบรรเทาอาการปวดได้ การออกกำลังกายในน้ำถือเป็นการออกกำลังกายที่ไร้แรงกระแทก ไม่ลำบากขาแข้งเหมือนการวิ่งซึ่งต้องรับแรงกระแทกประมาณ 5 เท่าของน้ำหนักตัว นั้นหมายความว่า ออกกำลังกายในน้ำนี้ มีโอกาสบาดเจ็บน้อยมาก เหตุผลนี้ จึงเหมาะกับผู้ที่บาดเจ็บจากการออกกำลังกายอื่นๆ (hpp://www.google.com)

การออกกำลังกาย แบบ Aerobic Exercise คือ การออกกำลังกายในน้ำ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่หลายคนหันมาให้ความสนใจกันมากขึ้น ซึ่งพัฒนามาจากความเข้าใจในเรื่องการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพเป็นรูปแบบในอุดมคติที่เหมาะสมสำหรับใช้เพื่อบำบัดรักษาโรคหรือมีการฟื้นฟูสมรรถภาพ ซึ่งธรรมชาติของน้ำอ่อนโยนจะช่วยประคับประคองให้แม้ผู้อ่อนแอมาก ๆ สามารถออกกำลังกายได้ นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติที่เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ไม่ต้องรับน้ำหนักตัวและไร้แรงกระแทกจึงไม่ทำให้บาดเจ็บและให้ความปลอดภัยสูงสุด อีกทั้งแรงต้านของน้ำต่อการเคลื่อนไหวจะช่วยสร้างความแข็งแรงความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีโดยไม่ก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บระบมหลังออกกำลังกายเหมือนการใช้ตุ้มน้ำหนัก และขณะออกกำลังกายในน้ำการไหลเวียนโลหิตและการระบายความร้อนของร่างกายจะมีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อมีการออกกำลังกายบนบกทำให้ออกกำลังกายได้นานกว่าไม่รู้สึกเหน็ดเหนื่อยมากและทำให้รู้สึกสดชื่น การออกกำลังกายในสระน้ำมีลักษณะต่าง ๆ กันหลายรูปแบบตั้งแต่การว่ายน้ำการวิ่งหรือเดินในน้ำ และแอโรบิคในน้ำหรือ Aqua Aerobics

Aqua Aerobics เป็นการออกกำลังกายในรูปแบบ Dance ในน้ำระดับสูงประมาณเอวหรือหน้าอก ตามจังหวะดนตรี Aqua Aerobics เป็นวิธีออกกำลังกาย ในอุดมคติสำหรับผู้ต้องการเสริมสร้างร่างกายให้แข็งแรง ลดน้ำหนัก หรือเพิ่มความกระชับของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นุ่มนวลในกระแสน้ำ ข้อดีของ Aqua Aerobics เกิดจากลักษณะ 4 ประการ อันเป็นคุณสมบัติเฉพาะของการออกกำลังกายในน้ำคือ

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

2. แรงต้านทานของน้ำ ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่านอกเหนือไปจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่แนะนำกันมาแต่เดิมแล้วการบริหารกล้ามเนื้อโดยใช้แรงต้านทานอาทิตย์ละ 2 ครั้งก็เป็น ส่วนหนึ่งที่จำเป็นสำหรับการส่งเสริมสุขภาพด้วย น้ำมีแรงต้านทานโดยธรรมชาติที่จะช่วยทำให้ Aqua Aerobics เป็นการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพที่สมบูรณ์แบบ แรงต้านทานของน้ำจะช่วยให้ กล้ามเนื้อแข็งแรง รูปร่างเพรียวและสมส่วน

3. แรงดันของน้ำ เป็นเคล็ดลับที่ทำให้ Aqua Aerobics เป็นที่ชื่นชอบ แรงดันน้ำช่วยให้ความดัน โลหิตลดลง และชีพจรเต้นช้าลง การสูบฉีดของหัวใจ และการไหลเวียนโลหิตในร่างกายเป็นไป อย่างมีประสิทธิภาพ การออกกำลังกาย Aqua Aerobics จึงไม่ทำให้ท่านรู้สึกเหนื่อยจนแทบขาดใจเหมือนการออกกำลังกายในรูปแบบอื่น ในขณะที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายเท่าเทียมกัน

4. การระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพขณะออกกำลังกายแบบ Aqua Aerobics ช่วยป้องกัน อันตรายจากความร้อน และทำให้รู้สึกสดชื่นไม่อ่อนเพลียหลังการออกกำลังกาย คุณสมบัติประการนี้นับเป็นจุดเด่นอันพิเศษ สำหรับเมืองร้อนชื้นซึ่งทำให้การระบายความร้อนของร่างกายขณะออกกำลังกายไม่ค่อยดี และเกิดอันตรายจากความร้อนได้โดยง่าย (hpp://www.google.com)

ในการออกกำลังในน้ำนั้นนอกจากข้อดีดังกล่าวมาแล้วยังพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในระบบของร่างกาย ดังเช่น การออกกำลังกายของแขนและขาในน้ำลึกระดับอกพบว่ามีการใช้พลังงานในร่างกายเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นการใช้พลังงานเท่ากับการออกกำลังกายบนพื้นปกติ (Hered,1997)ในการเดินและวิ่งในน้ำระดับเอวพบว่ามีผลการตอบสนองของ cardiovascular เท่ากันและคล้าย ๆ กันกับการออกกำลังกายบนพื้นปกติ (Blanche et al,1978) มีการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายในน้ำโดยใช้ elastic ในการออกกำลังกายส่วนของแขนพบว่าไม่ทำให้การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญแต่มีการตรวจสอบผลการตอบสนองต่อระบบหัวใจและหลอดเลือดจากการวิ่งในน้ำลึกพบว่ามีผลการตอบสนองเพิ่มขึ้นและคล้ายกับการวิ่งบนสายพานเลื่อน (Robert,1996) การวิ่งในน้ำลึกมีการเปลี่ยนแปลงของระดับ lactate ในเลือดเพิ่มสูงขึ้นและลดลงเล็กน้อยในการวิ่งออกกำลังกายบนพื้นปกติซึ่งเป็นเพราะการออกกำลังกายในน้ำเป็นวิธีที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการออกกำลังกายของแขนและขา (Frangolias,1996; Svendenhang,1992) ในการที่บ่งบอกถึงความเหนื่อยสามารถใช้ค่าระดับความพยายามขณะออกกำลังกายเป็นตัวกำหนดบ่งบอกถึงความเมื่อยล้าในการวิ่งในน้ำลึกนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้และบ่งบอกการเพิ่มขึ้นของระดับของ lactate ในเลือดที่สูงขึ้นและการเมื่อยล้าส่วนบนของร่างกายได้ (Hoeger et al,2003) แรงดันของน้ำและการวิ่งแบบสลับไปมา ทำให้มีการดึงเอาพลังงานจากระบบ anaerobic มาใช้ในระหว่างการวิ่งในน้ำลึก(deep water running) เพิ่มขึ้น (Cassady,1992; Frangolias,1996) ในการเพิ่มขึ้นของความถี่ของการหายใจและการหายใจในระหว่างการออกกำลังกายในน้ำเป็นส่วนประกอบที่ทำให้การใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อหายใจมากขึ้นนั้นอาจทำให้เกิดการจำกัดการใช้ออกซิเจนซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการออกแรงขา (Butts and Greening,1991) แต่ในขณะเดียวกันผู้ที่ค้นเคยกับการวิ่งออกกำลังกายในน้ำลึกพบว่ามีความแตกต่างเล็กน้อยระหว่างจำนวนที่เพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในระหว่างการวิ่งบนพื้นและในน้ำลึกเทียบกัน (Frangolias,1996) ในการออกกำลังกายในน้ำมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจและการใช้ออกซิเจนของร่างกายเมื่อเทียบกับหญิงวัยรุ่นในการออกกำลังกายในน้ำและบนพื้นปกติพบว่ามีการตอบสนองคล้าย ๆ กับในผู้ใหญ่ (Seefeldt,1996;Simpson,1995) ดังนั้น การออกกำลังกายในน้ำ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกายไม่ว่าจะเป็นบนบกหรือในน้ำจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายทั้งนั้น ถ้าทุกคนเลือกให้เหมาะสมกับสภาพสิ่งแวดล้อมและร่างกายของตนเอง

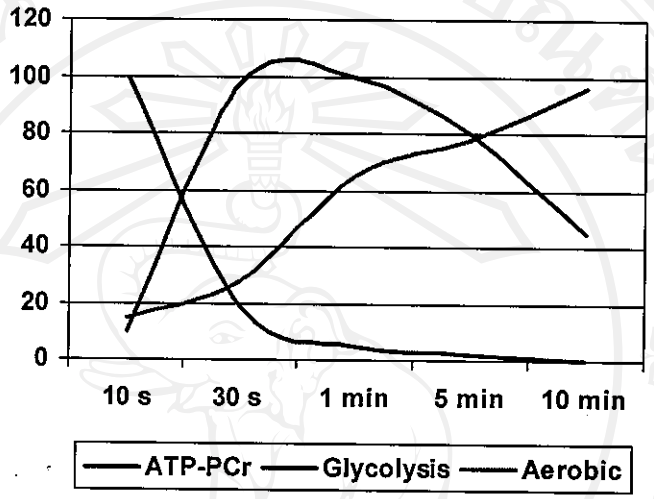
สรีระวิทยาการออกกำลังกายกับเมตาบอลิซึม (Exercise and Metabolism)

กระบวนการเมตาบอลิซึมที่จะให้ได้มาซึ่งพลังงานนั้น แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการใหญ่ๆ คือ ATP-PC, Glycolysis , และ Oxidative โดย ATP-PC นั้นเป็นการใช้พลังงานที่มีอยู่ในกล้ามเนื้ออยู่แล้ว จึงทำให้สามารถใช้ได้ในเวลารวดเร็วแต่ก็มีจำนวนไม่มากนัก จากนั้นเมื่อยังต้องใช้พลังงานต่อไป Glycolysis จะเป็นระบบพลังงานถัดไปที่จะถูกนำมาใช้ ซึ่งกระบวนการนี้ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ออกซิเจนช่วยเผาผลาญพลังงาน เนื่องจากกระบวนการนี้เป็นการสลายกลูโคส ทำให้ได้พลังงานออกมาใช้อย่างรวดเร็ว แต่จำนวน ATP ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับ Oxidative Process แต่กระบวนการนี้จะใช้เวลาในการผลิตพลังงานนานกว่า Glycolysis และใช้ออกซิเจนในการผลิตพลังงาน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานในร่างกายจึงเป็นทั้งแบบใช้ออกซิเจน(Aerobic process) และไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic process) ซึ่งในความเป็นจริงนั้นเพื่อให้การใช้พลังงานขณะทำกิจกรรมดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง กระบวนการผลิตพลังงานทั้ง 3 จึงต้องดำเนินไปพร้อมกัน เช่น เมื่อเริ่มวิ่งระยะทาง 5 กิโลเมตร ในช่วงเวลา 10 -15 วินาทีแรก จะมีการใช้พลังงานจาก ATP-PC และในช่วง 10 - 30 วินาทีจากนั้น พลังงานที่ได้จะมาจาก กระบวนการ Glycolysis เป็นสำคัญ และหลังจาก 1 นาทีไปแล้วพลังงานที่ใช้จะมาจาก Oxidative Process เป็นหลัก ส่วนสารอาหารที่ใช้ในการผลิตพลังงานมาจาก 3 แหล่งใหญ่ คือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ซึ่งความหนักของการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกกำลังกายนั้นมีผลต่อการใช้ Substrate จากแหล่งพลังงาน ทั้งนี้โดยปรกติในขณะพักร่างกายจะใช้พลังงานจากไขมัน 2 ใน 3 และอีก 1ใน 3 ได้มาจาก คาร์โบไฮเดรต ส่วนโปรตีนนั้นใช้น้อยมาก และในขณะพักนี้ร่างกายใช้ระบบแอโรบิคเป็นต้นตอของพลังงานแต่เพียงอย่างเดียว ส่วนในขณะออกกำลังกายจะมีทั้งระบบแอนแอโรบิค และแอโรบิค (จตุพร วงศ์สาธิตกุล, 2548)

รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องในการใช้พลังงานจากกระบวนการ Metabolism



การออกกำลังกาย แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ (ชูศักดิ์ เวชแพทย์และสนทยา ปาละวิทย์, 2528)

1. การออกกำลังกายระยะสั้น ได้แก่ การวิ่ง 100, 200 และ 400 เมตร รวมทั้งการออกกำลังกายอย่างอื่นที่มีความหนักและสามารถทำได้ไม่เกิน 2-3 นาทีเท่านั้น เชื้อเพลิงในการออกกำลังกายประเภทนี้ที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต รองลงไป คือ ไขมัน ส่วนโปรตีนนั้นเกี่ยวข้องน้อยมาก และจะเห็นได้ว่าระบบพลังงานที่สำคัญ คือระบบแอนแอโรบิค

2. การออกกำลังกายระยะยาว หมายถึง การออกกำลังกายที่นานกว่า 5 นาที ในกรณีนี้อาหารที่เป็นต้นตอที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ในระยะแรกของการออกกำลังกายพลังงานสำคัญได้มาจากไกลโคเจน แต่ในตอนท้ายของการออกกำลังกายนั้นร่างกายจะใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากไกลโคเจนสำรองที่อยู่ในกล้ามเนื้อ และในตับถูกใช้ไปหมดแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 แสดงถึงความแตกต่างของพลังงานทั้ง 3 แบบ โดยการเปรียบเทียบ ATP ที่ได้สร้างขึ้น

ระบบ	แหล่งพลังงาน	พลัง ATP สูงสุด (โมลต่อนาที)	ความจุ ATP สูงสุด (โมล)	อาศัยออกซิเจน	ความเร็ว	เกี่ยวข้องกับการผลิต ATP
ATP-PC	Phosphocreatine	3.6	0.7	ไม่	เร็วที่สุด	น้อยและมีจำกัด
Glycolysis	Glycogen	1.6	1.2	ไม่	เร็ว	น้อยและมีจำกัด
Aerobic	Glycogen ไขมันและโปรตีน	1.0	90.0	ใช้	ช้า	มากและไม่จำกัด

การออกกำลังกายเพื่อความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ (Watchie,1995)

การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ หรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิค คือ การออกกำลังกายให้ได้ผลของการฝึกฝน (Training effect) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ การออกกำลังกายควรมีองค์ประกอบและลักษณะดังต่อไปนี้

องค์ประกอบ	ลักษณะ
1. รูปแบบ(Mode)	ออกกำลังกายโดยใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่เคลื่อนที่แบบต่อเนื่องเป็นจังหวะและเป็นธรรมชาติ
2. ระยะเวลาของการฝึก(Duration)	ขึ้นอยู่กับระดับความสมบูรณ์ของร่างกายในแต่ละบุคคลตอนเริ่มต้น -ในคนที่ออกกำลังกายในช่วงแรก ควรออกกำลังกายในระยะเวลาเท่าที่ทำได้และเพิ่มทุกๆ 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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณหาอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ (Age-predicted maximal heart rate)

American College of Sport Medicine ได้ตีพิมพ์ว่าการคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้สูตรนี้เป็นที่ใช้กันโดยแพร่หลายและเป็นวิธีที่คำนวณง่าย (Frangolias,1995)

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

การคำนวณหาอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ สำหรับการออกกำลังกายในน้ำ (Exercise Intensity Measurement for Aquatic Exercise) โดยใช้สูตรการคำนวณของ Karvonen (Rute Sova, 2000) คือ

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) – อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (RHR)

= อัตราการเต้นของหัวใจที่ใช้จริง (Heart Rate Reserve (HRR))

HRR x 0.50+ RHR = ระดับต่ำสุดของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย

HRR x 0.85+RHR = ระดับสูงสุดของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย

หลักการออกกำลังกายแบบแอโรบิค ประกอบด้วย 3 ระยะ (เพียรชัย คำวงษ์, 2546)

1. ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up) เป็นการออกกำลังกายเพื่อยืดกล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่ๆ เพื่อเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อ ข้อต่อ ให้เกิดความคล่องแคล่วในการเคลื่อนไหว ช่วยลดการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายได้

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

3. ช่วงผ่อนคลายร่างกาย (Cool down) จังหวะช้าลง เน้นการหายใจเข้า-ออก และยืดกล้ามเนื้อเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกายช่วยไล่เลือดกลับเข้าสู่หัวใจ

ระดับความพยายามขณะออกกำลังกาย (Rating of Perceive Exertion (RPE))

RPE เป็นการใช้ความรู้สึกบอกถึงระดับความพยายามขณะการออกกำลังกายซึ่งเป็นแนวความคิดของ 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 ดังนั้นในที่นี้จะกล่าวถึง Scale RPE 6-20 เท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยทั่วไปการให้โปรแกรมการออกกำลังกายหรือในขณะทำ Exercise Stress Test มักนิยมใช้ RPE และ HR เป็นตัวกำหนดความหนักในการออกกำลังกายทั้งนี้เพราะ RPE, HR, และ VO_2 มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันดังนี้คือ HR มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ 50-80% ของ VO_2 และ HR มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ RPE มีค่าสัมพันธ์โดยตรงกับ RPE มีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 - 0.90 ซึ่งได้จากการทดสอบโดยใช้จักรยานวัดงาน (Leg Ergometer) และลู่วิ่งไฟฟ้า (Treadmill) ที่ความหนักในระดับปานกลางถึงหนัก ทั้งนี้ในลักษณะที่เป็นการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องหรือเป็นระยะ ๆ O'Sullivan (1984) พบว่า HR มีค่าประมาณ 10 เท่าของ RPE ซึ่งเท่ากับ 60 ถึง 200 ครั้งต่อนาที เช่น RPE ระดับ 13 ประมาณค่า HR เท่ากับ 130 ครั้งต่อนาที (Dishman,1984) นอกจากนี้พบว่า RPE ก็มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ VO_2 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.76-0.97 (Borg,1982)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า RPE

1. อายุพบว่า HR มีการลดลง 1 ครั้งต่อนาทีต่อปี โดยเริ่มตั้งแต่อายุ 10-15 ปีซึ่งเมื่อ HR ลดลงจะส่งผลต่อค่า RPE คือ RPE ของผู้ที่มีอายุมากจะมากกว่าผู้ที่อายุน้อยที่ระดับความหนักในการออกกำลังกายเท่ากัน

2. ชนิดของการออกกำลังกาย (Mode of Exercise) ซึ่งพบว่า RPE ของการทดสอบโดยใช้สายพานเลื่อนจะสูงกว่าการใช้ Leg Ergometer (Peggy Houglum,2001)

3. อุณหภูมิพบว่า RPE มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิ (Roche et al,1981)

4. ผลของการฝึกฝน (Training Effect) และประสบการณ์ในการออกกำลังกาย หากผู้ถูกทดสอบมีระดับการฝึกฝนและประสบการณ์ในการออกกำลังกายมาก เช่น นักกีฬาจะมี RPE ต่ำกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกายที่ระดับความหนักเท่ากัน (Watchie,1995)

5. อารมณ์ พบว่าหากอารมณ์ไม่ดี (Emotional negative) เช่น มีความกังวล เก็บกดจะมีผลให้ RPE สูงขึ้น (Roche,1981)

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

7. เพศ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า RPE (Mary and Sanders,1999)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การนำ RPE มาใช้ในทางปฏิบัติ

RPE สามารถนำมาใช้ได้ทั้งผู้ที่มีสุขภาพดีและผู้ป่วย พบว่า RPE น่าจะมีประโยชน์มากกว่า HR ในบางสถานการณ์เนื่องจาก HR มีข้อจำกัดจากการถูกรบกวนจากยาบางชนิด เช่นB-Blocker ความผิดพลาดจากการวัด ชีพจร และค่าความผิดพลาดจากการคำนวณ ในขณะที่ RPE มีข้อดีดังนี้

1. ง่ายต่อการสอนผู้ที่มีปัญหาเรื่องการจับ HR ของตนเองใน กรณีที่ต้องการนำไปใช้เองที่บ้าน
2. ยาที่ผู้ป่วยทานไม่มีผลต่อระดับของ RPE
3. เสียค่าใช้จ่ายน้อยเนื่องจากใช้เพียงตารางแสดงค่า RPE และคำแนะนำในการใช้เท่านั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือเหมือนการวัด HR
4. มีความเที่ยง (validity) กับอุปกรณ์การออกกำลังกายทั่วไป (Marta and White, 1995)

หลักการธาราบำบัด (Hydrotherapy) (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิทย์, 2537)

ธาราบำบัด หรือ Hydrotherapy เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการรักษาทางกายภาพบำบัด ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลางหรือสื่อในการรักษา มักจะกระทำในรูปแบบการฝึกออกกำลังกายในน้ำ หรือการใช้คุณสมบัติของน้ำในการรักษาปัญหาของผู้ป่วย อาทิเช่น ผู้ป่วยที่ข้อติด บวมที่แขนขาและมือ บาดแผลไฟไหม้หรือแผลกดทับ กล้ามเนื้ออ่อนแรง ผิวหนังหนาตัว เป็นต้น (ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์. 2530)

หลักฟิสิกส์พื้นฐาน

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำที่ต้องเข้าใจและคำนึงถึงเวลาออกกำลังกายในน้ำมีอยู่ 2 หลักใหญ่ คือ หลักของ อาคีมีดิส 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 ซึ่งจะเกิดแรงดันขึ้นที่กระทำต่อวัตถุนั้นๆ ซึ่งกระทำในทิศทางตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อเราพิจารณาแรงที่เกิดขึ้นในวัตถุที่จมในน้ำจะมีแรง 2 แรงกระทำตรงข้ามกันคือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.1 แรงโน้มถ่วงของโลก ที่มีทิศทางลงสู่แนวดิ่ง ซึ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของโลกกระทำผ่านจุดศูนย์กลางของโลก กระทำผ่านจุดศูนย์กลางของก้อนวัตถุนั้น (Center of Gravity)

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

2. แรงดันของน้ำ (Hydrostatic pressure)

อธิบายโดยกฎของปาสคาล (Pascal's law) กล่าวว่าความดันของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่จมนิ่งอยู่ใต้น้ำ ที่ระดับความลึกหนึ่งจะกระจายตัวสม่ำเสมอและมีค่าเท่ากันตลอด โดยที่ความดันที่จุดต่างๆ ที่อยู่ระดับความลึกเดียวกันมีค่าเท่ากัน และแปรเปลี่ยนตามความลึก

3. ความหนืด (Viscosity)

คือความเสียดทานที่อยู่ระหว่างโมเลกุลของของเหลว ทำให้เกิดแรงต้านเมื่อขณะเคลื่อนไหว และความหนืดนี้ทำให้โมเลกุลของของเหลวพยายามยึดติดกับสิ่งที่พยายามเคลื่อนผ่าน มันทำให้เกิดการไหลแบบวกวน (Turbulence) ที่ความเร็วระดับหนึ่ง

4.ลักษณะการไหลของน้ำ (Fluid Dynamics)

4.1 การไหลในแบบแนวกระแส (Laminar flow / Streamlined) เป็นการไหลช้าๆ ต่อเนื่องด้วยความเร็วคงที่ไปในทิศทางเดียวกัน มีแรงต้านทานน้อย

4.2 การไหลแบบวกวน (Turbulent flow) การไหลไม่เป็นระเบียบ เปลี่ยนแปลงเรื่อยๆ จนเกิดการหมุนวน การไหลแบบวกวนนี้เกิดจาก laminar flow ชนกับสิ่งกีดขวางทำให้โมเลกุลของน้ำกับมาทุกทิศทาง

ผลของธาราบำบัด (Effect of Hydrotherapy) (Butts and Greening,1991)

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลที่ได้รับทางสรีระวิทยา (Physiological Effect)

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

เมื่อผิวหนังได้รับความร้อน เส้นเลือดบริเวณผิวหนังจะขยายตัวและทำให้เลือดมาเลี้ยงบริเวณผิวส่วนนั้นบริเวณมากขึ้น กระแสเลือดที่วิ่งผ่านเส้นเลือดฝอยนี้ถูกให้ความร้อนโดยการนำ (Conduction) อุณหภูมิของสิ่งอื่นที่อยู่ใต้ผิวหนังนั้น เช่น กล้ามเนื้อ จะสูงขึ้น เส้นเลือดที่เลี้ยงจะขยายตัวและปริมาณเลือดไปเลี้ยงจะเพิ่มมากขึ้น มีผลต่อการกระจายเลือดทั่วไปและเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในจะหดตัว เพื่อไปเพิ่มปริมาณเลือดให้กับบริเวณส่วนปลาย อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเมื่ออวัยวะภายในสูงขึ้น ทั้งยังเป็นผลจากการออกกำลังเพิ่มขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิของน้ำและ ความรุนแรงของการออกกำลัง เมื่อผู้ป่วยลงสระเส้นเลือดที่ผิวหนังจะหดตัวทันที ทำให้เกิดความต้านทานที่ผิวและความดันโลหิตจะสูงขึ้น ระหว่างการแช่น้ำเส้นเลือดแดงฝอย (Arterioles) เริ่มขยายตัวเป็นการลดความต้านทาน (Peripheral Resistance) และทำให้ความดันลดลง

การเพิ่มอุณหภูมิจะเป็นการเพิ่มเมตาบอลิซึม ดังนั้นเมตาบอลิซึมที่ผิวหนังและกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้นและเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นอีกเป็นการกระตุ้นการหายใจมากขึ้น (Respiratory rate) ความร้อนระดับอุ่นๆ จะลดความไว (Sensitivity) ของปลายประสาทรับความรู้สึก และเมื่อกล้ามเนื้อถูกทำให้อุ่นโดยเลือดผ่าน ความตึงตัวของกล้ามเนื้อจะลดลงไปด้วย

ในส่วนของผิวหนัง เกิดการหดตัวของเส้นเลือด (Vasoconstriction) ทำให้ผิวหนังซีดขาว แล้วต่อมาจึงมีสีชมพูแดง นั่นคือเกิดเส้นเลือดขยายตัว (Vasoconstriction) เหงื่อออกมากต่อมเหงื่อต่อมไขมันทำงานมากขึ้น หลังจากแช่น้ำหรือขึ้นจากน้ำจะเกิดกลไกสูญเสียความร้อนเพื่อปรับอุณหภูมิให้อยู่สภาพปรกติ โดยการไหลเวียนของเลือด จึงควรใช้ผ้าคลุมตัวหรือเสื้อคลุม รอสักครู่หนึ่ง อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ และอัตราเมตาบอลิซึมจะกลับสู่ภาวะปรกติ

ผลที่ได้รับทางการรักษา (Therapeutic Effect)

ในการรักษาผู้ป่วย การเปลี่ยนแปลงจะถูกกระตุ้นหรือสนับสนุนโดยอุณหภูมิของน้ำ และคุณสมบัติของน้ำซึ่งจะให้ผลดีต่อการรักษาผู้ป่วยคือ

1. ลดความเจ็บปวดหรือบรรเทาความเจ็บปวด และการเกร็งของกล้ามเนื้อ (Spasm)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ผ่อนคลายความเครียด (Relaxation) ทั้งร่างกาย และจิตใจ

3. คงสภาพ หรือเพิ่มมุมการเคลื่อนไหว

4. ช่วยฝึกฝนการหดตัวของกล้ามเนื้อ

5. เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เสริมสร้างกำลัง และความทนทาน

6.ช่วยฝึกการก้าว การเดินในน้ำได้ดีและง่ายขึ้น

7. เพิ่มการไหลเวียนของเลือดและสภาพของผิวหนัง

8. สภาพจิตใจดีขึ้น ร่าเริง เมื่อได้มีโอกาสร่วมในกิจกรรมนันทนาการ

9. เสริมสร้างความเชื่อมั่นในตัวเองของผู้ป่วย ในการทำกิจกรรมต่างๆในน้ำได้

ผลของแรงดันของน้ำ (Effect of Hydrostatic pressure) (Butts and Smith,1991)

แรงดันน้ำทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางระบบหัวใจและหลอดเลือด ก่อนที่จะเริ่มการออกกำลังกาย การแช่น้ำในระดับคอจะทำให้เลือดไหลเข้าสู่ส่วนกลางของร่างกาย Risch et al. พบว่าการแช่น้ำที่ระดับกระบังลมทำให้ปริมาตรหัวใจ (Heart volume) สูงขึ้นประมาณ 130 ml และการแช่ถึงคอ Heart volume จะเพิ่มขึ้นอีก 120 ml ปริมาตรเลือดภายในปอดเพิ่มขึ้น 33% ถึง 60% และความจุปอดลดลง 8% การแช่น้ำในการระดับคอยังทำให้เพิ่มความดันเลือด (Central venous pressure) ที่ความสูงของหัวใจห้องบนขวา (Right atrium) จาก 2.5 ถึง 12.8 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรเลือด (Blood volume) เปลี่ยนการเพิ่มของ Right trial pressure และเพิ่ม Left ventricular end diastolic volume และจาก Cardiac preload ทำให้มี Stroke volume (SV) เพิ่มขึ้นจาก Frank-starling reflex การศึกษารายงานไว้ว่า SV เพิ่มขึ้น 32% ขณะแช่น้ำในระดับคอ อัตราการเต้นของหัวใจ ไม่เปลี่ยนแปลงหรือลดลงเพราะว่าความสัมพันธ์ของ HR, SV และCO ที่ว่า HR x SV=CO และความลึกของน้ำสูงขึ้นจากระดับ Symphysis ถึง Xiphoid มีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจลง 15% ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจนั้นขึ้นอยู่กับความลึกของการแช่ในน้ำชนิด และความหนักของการออกกำลังกาย

ผลของอุณหภูมิของน้ำ (Effect of water temperature)

อุณหภูมิของน้ำ มีผลคล้ายแรงดันของน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงของหัวใจและหลอดเลือดกับการแช่อยู่ในน้ำที่สัมพันธ์กับความลึก น้ำซึ่งอุ่นจัดหรือเย็นจัดก็จะส่งผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด Choukroum and Varene พบว่า CO ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงอุณหภูมิของน้ำ 25 ถึง 34°C แต่จะเพิ่มขึ้นที่ 40°C ปริมาณการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นที่ 25°C มีการศึกษาพบว่า HR ลดลง ในผู้ที่ออกกำลังกายในน้ำเย็นและเพิ่มขึ้นเมื่อออกกำลังกายในน้ำอุ่น ระดับอุณหภูมิของน้ำที่แนะนำ คือ ประมาณ 34°C สระน้ำส่วนใหญ่จะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27 ถึง 35°C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้มีการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิของน้ำโดย Gleim และ Nicholus ได้ทำการศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจเปรียบเทียบขณะออกกำลังกายในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆกัน โดยทำการศึกษาในผู้ชายและผู้หญิง 11 คน อายุเฉลี่ย 27.5 ปี โดยให้ผู้เข้าร่วมการทดลองวิ่งบนเครื่องวิ่งในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ กัน คือในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 30.5 องศาเซลเซียส และในน้ำอุ่นจัดที่อุณหภูมิ 36.1 องศาเซลเซียส โดยเริ่มวิ่งที่ความเร็ว 40.2 เมตรต่อนาที และเพิ่มความเร็ว 13.4 เมตรต่อนาที ทุกๆ 2 นาที ความเร็วในช่วงสุดท้ายเท่ากับ 160.9 เมตรต่อนาที ใช้เวลาวิ่งทั้งหมด 20 นาที พบว่าการวิ่งในน้ำอุ่นจัด (อุณหภูมิ 36.1 องศาเซลเซียส) มีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าการวิ่งที่น้ำอุ่น อุณหภูมิ 30.5 องศาเซลเซียส

การออกกำลังกายในน้ำจะต้องมีลักษณะดังนี้ (Dowzer,1998)

1. ต้องทำที่ 40-80% HR max
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)

งานวิจัยต่างประเทศ

ผลของการออกกำลังกายในน้ำ

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

Kuhn และคณะ (1995) ได้ศึกษาผลของการใช้ธาราบำบัดในการรักษาทางกายภาพบำบัดในผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง และโรคมะเร็ง เป็นต้น จำนวน 24 คน แล้ววัดค่าของการเปลี่ยนแปลงสภาพจิตใจ โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพชีวิตที่เปลี่ยนแปลง ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยมีจิตใจที่ดีขึ้น คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเข้าโปรแกรมการรักษาโดยใช้ธาราบำบัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Andreas และคณะ (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 และวัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย โดยใช้แบบสอบถาม และ ปั่นจักรยานเพื่อวัดสมรรถภาพของร่างกายภายหลังการฝึกในแต่ละช่วง ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น อาการของโรคหัวใจล้มเหลวเรื้อรังลดลง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง และความดันโลหิตลดลง เมื่อเทียบกับก่อนเข้าร่วมโปรแกรมธาราบำบัด

Hall และคณะ (2004) ได้ศึกษาความแตกต่างของ HR , RPE , VO_2 ระหว่างการออกกำลังกายบนบกและในน้ำ โดยการให้ผู้หญิงจำนวน 15 คน ที่มีปัญหารูมาตอยด์ เดินบนสายพานเลื่อนทั้งบนบกและในน้ำ โดยใช้ความเร็วที่ 2.5, 3.5 และ 4.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า HR และ RPE ทั้งบนบกและในน้ำเพิ่มขึ้นตามความเร็วที่เดิน VO_2 ที่ใช้ในน้ำจะมีค่าน้อยกว่าบนบก HR ในน้ำจะสูงกว่าบนบก และค่า RPE ในน้ำจะสูงกว่าบนบก

DeMaere และ Ruby (1997) ได้ศึกษาผลของการวิ่งออกกำลังกายในน้ำลึก (deep water running) และบนสายพานเลื่อนที่มีผลต่อปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดและการใช้พลังงาน (energy expenditure) จากการฝึก cross country runners โดยฝึกในนักศึกษาชาย 8 คน ให้วิ่งที่ความหนักปานกลาง หลังการฝึกพบว่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด การใช้พลังงานและ Rates of perceived exertion (RPE) ที่ใช้ในการออกกำลังกายในน้ำลึกและบนสายพานเลื่อนนั้นไม่มีความแตกต่างกัน

Blanche, Evans, Cureton และ Purvis (1978) ศึกษาการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณการใช้ออกซิเจนจากการวิ่งและเดินในน้ำลึกเทียบกับการวิ่งบนพื้นธรรมดา พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะเดินในน้ำลึกมีการตอบสนองคล้ายกับการวิ่งบนพื้นธรรมดา ในขณะที่ปริมาณการใช้ออกซิเจนมีค่าสูงขึ้นเมื่อวิ่งอยู่ในน้ำทั้งนี้อาจเป็นเพราะแรงต้านของน้ำขณะเดินและวิ่งในน้ำในน้ำลึก ทำให้ต้องออกแรงเดินมากขึ้น ระดับของพลังงานที่ร่างกายต้องใช้จึงสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved