

การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาล
ในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

ขวัญหทัย ไตรพีช

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2550

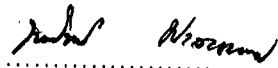
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

สารนิพนธ์
เรื่อง

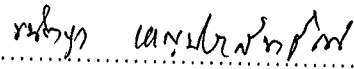
การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาล
ในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2



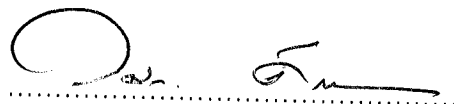
นางสาวขวัญหทัย ไตรพิช
ผู้วิจัย



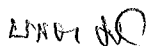
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ มาลาธรรม
Ph.D. (Nursing)
ประธานกรรมการควบคุมสารนิพนธ์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขนิษฐา หาญประสิทธิ์คำ
Ph.D. (Nursing)
กรรมการควบคุมสารนิพนธ์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ. วิศาล คันธารัตนกุล
M.D.
กรรมการควบคุมสารนิพนธ์



ศาสตราจารย์ นพ. บรรจง มไหสวริยะ
M.D.
คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย



รองศาสตราจารย์ ดร. อรสา พันธุ์ศักดิ์
D.N.S
ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร
พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต
คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามารับดี

สารนิพนธ์
เรื่อง

การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาล
ในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่
วันที่ 12 ธันวาคม 2550

นางสาวขวัญหทัย ไตรพีช
ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทิมา จมบดี
D.S.N. (Maternal and Child Nursing)
ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ. วิศาล กันธารัตนกุล
M.D.
กรรมการสอบสารนิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ มาลาธรรม
Ph.D. (Nursing)
กรรมการสอบสารนิพนธ์

อาจารย์ ดร. วรณิภา อัสวาศุวีกรม
Ph.D. (Community Health Nursing)
กรรมการสอบสารนิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิตฐา หาญประสิทธิ์คำ
Ph.D. (Nursing)
กรรมการสอบสารนิพนธ์

ศาสตราจารย์ นพ. บรรจง มไหสวริยะ
M.D.
คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล

ศาสตราจารย์ นพ. รัชตะ รัชตะนาวิน
M.D., F.A.C.E.
คณบดี คณะแพทยศาสตร์
โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ มาลาธรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขนิษฐา หาญประสิทธิ์คำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์วิศาล คันธารัตนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทิมา ขนบดี และ ดร. วรณิภา อัสวชัยสุวิกรม ซึ่งให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบสารนิพนธ์ ให้ข้อเสนอแนะ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพยาบาลศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดีทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ อบรมสั่งสอนตลอดระยะเวลาที่ศึกษาในสถาบันแห่งนี้ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้

ท้ายที่สุด ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำลังใจตลอดมา ตั้งแต่เริ่มศึกษาจนกระทั่งสารนิพนธ์นี้สำเร็จเรียบร้อย และขอกราบขอบพระคุณ คุณพเยาว์ ประเสริฐศรี หัวหน้าหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง โรงพยาบาลเสนา ที่ให้โอกาสสนับสนุนการศึกษา นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ร่วมรุ่นทุกคนที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านอย่างสม่ำเสมอ และขอขอบคุณผู้ที่มิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ด้วยที่มีส่วนในการช่วยเหลือทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขวัญหทัย ไตรพีช

การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่
เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (A SYNTHESIS OF RESEARCH OF EXERCISE INFLUENCING
GLYCEMIC CONTROL IN PERSONS WITH TYPE 2 DIABETES)

ขวัญหทัย ไตรพีช 4837024 RAAN/M

พย.ม. (การพยาบาลผู้ใหญ่)

คณะกรรมการควบคุมสารนิพนธ์ : พรทิพย์ มาลาธรรม, Ph.D. (Nursing) ขนิษฐา หาญประสิทธิ์คำ, Ph.D.
(Nursing) วิศาล คันธารัตนกุล, M.D.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้จากงานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จากงานวิจัยที่ตีพิมพ์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996-2007 จำนวน 23 เรื่อง พบงานวิจัยที่เป็น Randomized controlled trial (ระดับ A) จำนวน 11 เรื่อง และงานวิจัยที่เป็นเชิงทดลองแต่ไม่ได้ทำการสุ่มเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม (random assignment) หรือการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental) (ระดับ B) จำนวน 12 เรื่อง แต่ไม่พบงานวิจัยระดับ C และ D ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายที่สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด และหรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้คือ 1) การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่ความถี่อย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความเร็วปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 30-60 นาที อย่างน้อย 8 สัปดาห์ 2) การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความถี่อย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความเร็วปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 45-90 นาที อย่างน้อย 8 สัปดาห์ แต่ถ้าออกกำลังกายด้วยขนาดความเร็วมากขึ้น จะใช้ระยะเวลาในการออกกำลังกายสั้นลง และ 3) การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความถี่อย่างน้อย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความเร็วปานกลาง เวลาออกกำลังกายอย่างน้อย 30 นาที อย่างน้อย 4 สัปดาห์

ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 โดยความรู้ที่เกี่ยวกับ ความถี่ ความเร็ว และประเภทของการออกกำลังกาย จะทำให้นักวิชาการทางสุขภาพทราบองค์ความรู้ที่ชัดเจนขึ้นในการให้คำแนะนำผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การควบคุมภาวะแทรกซ้อนจากภาวะน้ำตาลในเลือดสูงและเป็นการส่งเสริมให้ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 มีสุขภาพโดยรวมดีขึ้น

คำสำคัญ : การออกกำลังกาย / การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด / ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

A SYNTHESIS OF RESEARCH OF EXERCISE INFLUENCING GLYCEMIC CONTROL IN PERSONS WITH TYPE 2 DIABETES

KWANHATAI TRIPEUD 4837024 RAAN/M

M.N.S. (ADULT NURSING)

THEMATIC PAPER ADVISORS: PORNTIP MALATHUM, Ph.D. (NURSING), KANITHA HANPRASITKAM, Ph.D. (NURSING), VISAL KANTARATANAKUL, M.D.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze and synthesize knowledge from research studies on the influence of exercise on glycemic control in persons with type 2 diabetes. The analysis and synthesis was conducted using 23 research reports and articles published between 1996 and 2007. Of these, 11 were randomized controlled trials (Level A), and 12 were experimental studies without random assignment or quasi-experimental studies (Level B). However, no research in Level C or Level D was found. The findings of the study revealed that there are different types of exercise that have an effect on glycemic control and/or glycosylated hemoglobin as follows: 1) aerobic exercise needs to be performed with a frequency of at least three times a week, with moderate intensity, lasting 30 to 60 minutes, for at least eight weeks; 2) resistance training with a frequency of three times a week with moderate to high intensity, lasting 45 to 90 minutes, for at least eight weeks. If the resistance training with harder intensity is performed the duration of the exercise can be shortened; and 3) aerobic exercise combined with resistance training at least twice a week with moderate intensity lasting 30 minutes for at least four weeks.

The findings of the present study shed light on the benefits of clinical nursing practice in promoting effective exercise in terms of frequency, intensity, time, and type in persons with type 2 diabetes to control blood sugar level. The findings of the study can also be used as a guideline for further research on exercise in persons with type 2 diabetes mellitus

KEY WORDS: EXERCISE / GLYCEMIC CONTROL / TYPE 2 DIABETES

138 pp.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 โรคเบาหวานและภาวะแทรกซ้อน	5
2.2 การควบคุมโรคเบาหวาน	10
2.2.1 การควบคุมอาหาร	10
2.2.2 การใช้ยา	11
2.2.3 การออกกำลังกาย	13
2.3 การออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	25
บทที่ 4 ผลการศึกษา	77
บทที่ 5 อภิปรายผล	86
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา	91
บทสรุปแบบสมบูรณภาษาไทย	94
บทสรุปแบบสมบูรณภาษาอังกฤษ	111
รายการอ้างอิง	127
ประวัติผู้วิจัย	138

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ทั่วโลกได้ให้ความสนใจกับความชุกและอุบัติการณ์การเกิดโรคเบาหวาน รวมทั้งมีการคิดค้นวิธีการรักษาอย่างมากมายในการดูแลรักษาผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน จากการสำรวจของคิงส์และคณะ (King, Aubert, & Herman, 1998) ในปี ค.ศ. 1997 พบผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 จำนวน 3.5 ล้านคน และผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 มากถึง 120 ล้านคน และคาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2010 จะมีผู้ป่วยเบาหวานในโลก 220 ล้านคน และในปีค.ศ. 2025 จะเพิ่มเป็น 300 ล้านคน ส่วนในประเทศไทยกระทรวงสาธารณสุขสำรวจพบแนวโน้มจำนวนผู้ที่เป็นโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากสถิติปี พ.ศ. 2545 พบผู้ที่เป็นเบาหวานทั่วประเทศโดยไม่รวมกรุงเทพมหานคร 187,141 คน คิดเป็นอัตราป่วย 340.95 คนต่อประชากรแสนคน (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2546) ซึ่งเมื่อเทียบกับปี พ.ศ.2546 พบผู้ที่เป็นเบาหวานทั่วประเทศโดยไม่รวมกรุงเทพมหานครเพิ่มขึ้นเป็น 213,135 คน คิดเป็นอัตราป่วย 380.75 คนต่อประชากรแสนคน และเป็นสาเหตุการตายอันดับ 8 จาก 10 อันดับแรก (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2548)

ปัญหาที่สำคัญของผู้ที่เป็นเบาหวานคือ ไม่สามารถควบคุมโรคเบาหวานได้ ทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงอย่างเรื้อรังจนเกิดภาวะแทรกซ้อนต่างๆตามมามากมาย ภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยในผู้ที่เป็นเบาหวานได้แก่ ภาวะจอประสาทตาเสื่อม (retinopathy) ระบบประสาทเสื่อม (neuropathy) และภาวะไตเสื่อม (nephropathy) นอกจากนี้โรคเบาหวานยังก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่อระบบหัวใจ ระบบหลอดเลือดขนาดใหญ่ และระบบหลอดเลือดส่วนปลายได้อีกด้วย (จิตร จิรทัศน์สถิต, 2546) โดยภาวะแทรกซ้อนทางตาพบได้ร้อยละ 32.1 ภาวะไตอักเสบและไตเสื่อมพบได้ร้อยละ 18.7 ภาวะหลอดเลือดสมองตีบตันและกลุ่มโรคของหลอดเลือดแดงส่วนปลายพบได้ร้อยละ 3.7-5.8 และภาวะหลอดเลือดหัวใจตีบและหัวใจล้มเหลวพบได้ร้อยละ 2.8 (กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2543) จากภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุหลักของการตายของผู้ที่เป็นเบาหวาน โดยพบว่าผู้ที่เป็นเบาหวานมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้ที่เป็นเบาหวานทั้งหมด เสียชีวิตจากภาวะแทรกซ้อนทางระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยเฉพาะโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (พงษ์อมร บุนนาค, 2546)

เป้าหมายสำคัญของการดูแลรักษาผู้ที่เป็นเบาหวานคือ การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ใกล้เคียงปกติมากที่สุด เพื่อช่วยลดหรือชะลอภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน (อภิชาติ วิษญาณรัตน์, 2546; American Diabetes Association, 2006) นอกจากนี้จากการศึกษาของสหพันธ์เบาหวานนานาชาติ (International Diabetes Federation) พบว่าการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติ มีผลในการป้องกันและยืดระยะเวลาการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน โดยลดปัจจัยการเกิดภาวะแทรกซ้อนทางไตได้ถึงร้อยละ 50 ลดภาวะแทรกซ้อนทางตาได้ถึงร้อยละ 60 ลดภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาทได้ถึงร้อยละ 60 และลดการตายจากภาวะแทรกซ้อนของเบาหวานได้ถึงร้อยละ 33 (นิตยา ธนินุติ, 2546)

แนวทางในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานให้ใกล้เคียงปกติมีหลายวิธี ได้แก่ การควบคุมอาหาร การใช้ยาและการออกกำลังกาย จากการศึกษาพบว่าผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดด้วยวิธีการควบคุมอาหาร และการใช้ยา หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง พบว่าผู้ที่เป็นเบาหวานยังคงมีระดับน้ำตาลในเลือดและหรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงสูงกว่าเกณฑ์ปกติ (Dunstan et al., 1998; Dunstan et al., 2006; Tessier et al., 2000) การออกกำลังกายเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้ป่วยเบาหวานมีระดับน้ำตาลในเลือดใกล้เคียงระดับปกติ (Kim, Hwang, & Yoo, 2004) สามารถลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง (glycosylated hemoglobin: HbA_{1c}) และลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน (Sigal, Wasserman, Kenny, & Castaneda-Sceppa, 2006)

จากการทบทวนงานวิจัยพบว่า การออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 มีหลากหลายประเภท อาทิเช่น การออกกำลังกายแบบแอโรบิก การออกกำลังกายแบบแรงต้าน โดยการออกกำลังกายทำให้มีการเผาผลาญพลังงานในเซลล์ของร่างกาย สร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เนื่องจากการยึดและหดตัวของกล้ามเนื้อจากการเคลื่อนไหว มีการสลายพลังงานจากน้ำตาลในเลือด ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ไตรกลีเซอไรด์ และกลูโคสในตับ และทำให้เกิดการสลายกรดไขมัน และน้ำตาลที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อและในเลือด ถูกใช้ไปในการสังเคราะห์พลังงานทดแทนพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย (วุฒิชัย เพิ่มศิริวานิช, 2547; American Diabetes Association, 2004b) นอกจากนี้การออกกำลังกายยังช่วยกระตุ้นการทำงานของเซลล์ในร่างกายให้มีความไวต่อฮอร์โมนอินซูลินในการนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์มากขึ้น ภายหลังการออกกำลังกาย 12-48 ชั่วโมง (Ciolic & Guimaraes, 2004) และเซลล์ในร่างกายสามารถผลิตเอนไซม์กลูโคสทรานสปอร์เตอร์โมเลกุลเพิ่มขึ้น (glucose transporter molecule: GLUT-4) ซึ่งเอนไซม์นี้ช่วยในการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินในการเก็บน้ำตาลเข้าสู่เซลล์ในร่างกายเพิ่มขึ้นส่งผลให้ระดับน้ำตาลลดลง (Short et al., 2003) การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นสิ่งสำคัญในการควบคุม

โรคเบาหวานมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง (Caztaneda, 2000) จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่าการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกอย่างน้อย 30 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ อย่างสม่ำเสมออย่างน้อย 2 เดือน สามารถลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงร้อยละ 10-20 จากระดับเริ่มต้น โดยเฉพาะในผู้ที่มีระดับน้ำตาลอยู่ในช่วง 126-200 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิตร (American Diabetes Association, 1999a) สอดคล้องกับการศึกษาผลของการออกกำลังกายรำมวยจีนซึ่งต่อระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 30 ราย ระยะเวลาในการศึกษา 8 สัปดาห์ พบว่าระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงหลังการทดลองมีค่าน้อยกว่าก่อนการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (อุไรวรรณ โพร้งพนม, 2545)

จากการทบทวนวรรณกรรมเบื้องต้น ชี้ให้เห็นว่าการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เหมาะสมและถูกต้องอย่างสม่ำเสมอมีประโยชน์ในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และสามารถป้องกัน และลดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานที่จะเกิดตามมา เนื่องจากการออกกำลังกายเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบแผนในการดำเนินชีวิต ประเภทของการออกกำลังกายมักจะขึ้นกับบริบทของแต่ละประเทศ อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังไม่มีรายงานสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยเฉพาะการออกกำลังกายมีหลายมิติ ได้แก่ ความถี่ ความแรง เวลา และประเภทการออกกำลังกาย ดังนั้นผู้ศึกษาจึงทำการทบทวนวรรณกรรม และผลงานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จากงานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศไทย นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์สรุปความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายที่เหมาะสมในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ส่งเสริมสุขภาพ และเป็นแนวทางในการปฏิบัติการพยาบาลเพื่อส่งเสริมให้เกิดความสำเร็จในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติด้วยการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้จากงานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการศึกษาครั้งนี้คาดว่าจะได้รับความรู้ในเรื่องความถี่ ความแรง เวลา และประเภทของการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ไปใช้เป็น

แนวทางปฏิบัติการพยาบาลในด้านการพัฒนาระบบบริการพยาบาล และสร้างเสริมสุขภาพที่ดี โดยการให้ความรู้แก่ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 และเผยแพร่ความรู้ไปยังหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง จัดทำโครงการการออกกำลังกาย และส่งเสริมให้บุคลากรพยาบาลมีความรู้ที่ถูกต้องตามมาตรฐานทางวิชาการเป็นการพัฒนาคุณภาพบริการ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 และการทบทวนงานวิจัยที่มีอยู่ จะทำให้ทราบว่ามีความรู้ใดที่ทราบหรือไม่ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ในความรู้ต่อไป

คำจำกัดความ

ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (persons with type 2 diabetes) หมายถึง ผู้ที่มีระดับน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาจากหลอดเลือดดำขณะอดอาหาร เท่ากับหรือมากกว่า 126 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) หรือระดับน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาจากหลอดเลือดดำเวลาใดก็ตามมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) หรือระดับน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาจากหลอดเลือดดำที่เวลา 2 ชั่วโมง ในการตรวจ 75 กรัม oral glucose tolerance test เท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) (American Diabetes Association, 2007)

การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (glycemic control) หมายถึง การรักษาระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานให้อยู่ในระดับใกล้เคียงปกติ ได้แก่ ระดับน้ำตาลในเลือด (plasma glucose) อยู่ในระดับ 5-7.2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/L) หรือ 90-130 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) หรือการตรวจระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง (glycosylated hemoglobin: HbA_{1c}) อยู่ในระดับน้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ (American Diabetes Association, 2007)

การออกกำลังกาย (exercise) หมายถึง รูปแบบหนึ่งของกิจกรรมทางกาย (physical activity) โดยการออกแรงใช้กล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวทางกาย และทำซ้ำหลายๆครั้ง ตามการวางแผน เพื่อเพิ่มสมรรถภาพหัวใจและปอด หรือเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ หรือเพิ่มความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อ (ภาริส วงศ์แพทย์, 2543; เขียมมนโณภพ บุนนาค, 2539; วิภาวรรณ ถิลาสำราญ, 2547; Sigal, Kenny, Wasserman, Castaneda, & White, 2004) โดยมียอดประกอบของความถี่ (frequency) ความแรง (intensity) เวลา (time) และประเภท (type) (American College of Sport Medicine, 1995)

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทบทวนวรรณกรรม

1. โรคเบาหวานและภาวะแทรกซ้อน
2. การควบคุมโรคเบาหวาน
 - การควบคุมอาหาร
 - การใช้ยา
 - การออกกำลังกาย
3. การออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

โรคเบาหวานและภาวะแทรกซ้อน

โรคเบาหวาน หมายถึง กลุ่มโรคทางเมตาบอลิซึมโดยมีภาวะระดับน้ำตาลในเลือดสูง เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสร้างฮอร์โมนอินซูลินได้เพียงพอ หรือร่างกายไม่สามารถใช้ฮอร์โมนอินซูลินที่สร้างขึ้นมาได้ (American Diabetes Association, 2006) ฮอร์โมนอินซูลินสร้างจากเบต้าเซลล์ในกลุ่มเซลล์ไอเลต ออฟ แลนเกอร์แฮน (islet of langerhans) ของตับอ่อน โดยปกติฮอร์โมนอินซูลินมีการหลั่งประมาณ 50 ยูนิต ถึงประมาณ 200 ยูนิตเก็บไว้ในตับอ่อน โดยร่างกายจะหลั่งอินซูลินออกมาเมื่อมีการกระตุ้นของกลูโคส (วัดลา ดันตโยทัย และอดิษฐ์ สงดี, 2543) ฮอร์โมนอินซูลินมีหน้าที่ควบคุมเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันในร่างกาย อินซูลินจะทำหน้าที่จับกับรีเซพเตอร์จำเพาะของอินซูลินที่อยู่บริเวณผนังเซลล์ในการเก็บน้ำตาล ไขมัน และโปรตีนเข้าสู่เซลล์กระตุ้นให้มีการนำน้ำตาลเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อ ไขมัน ปรับอัตราการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตภายในเซลล์ ทำให้มีการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นไกลโคเจน ยับยั้งการเปลี่ยนไกลโคเจนกลับเป็นน้ำตาลขบวนการเหล่านี้มีผลให้ระดับน้ำตาลลดลง

เกณฑ์การวินิจฉัยโรคเบาหวาน

สมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเกณฑ์วินิจฉัยโรคเบาหวาน (American Diabetes Association, 2007) ดังนี้

1. มีอาการแสดงของโรคเบาหวานได้แก่ ปัสสาวะบ่อย กระหายน้ำบ่อย น้ำหนักลด หรือมีอาการที่สงสัยว่าเกิดจากภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานได้แก่ ตามัว แผลหายช้า ติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ หรือผิวหนังบ่อยๆ
2. ระดับน้ำตาลในพลาสมาขณะอดอาหาร หรือก่อนรับประทานอาหารเช้า (fasting plasma glucose: FPG) มีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 126 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แนะนำให้เจาะ FPG ในตอนเช้าหลังอดอาหารข้ามคืนเป็นเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมง
3. ระดับน้ำตาลในพลาสมามีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในเวลา 2 ชั่วโมง ภายหลังทำ oral glucose tolerance test (OGTT) 75 กรัม

การจำแนกโรคเบาหวาน

โดยแบ่งตามสาเหตุและพยาธิสรีรวิทยาในการเกิดโรคเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. โรคเบาหวานชนิดที่ 1 หมายถึง โรคเบาหวานที่ต้องการอินซูลินในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เกิดจากการทำลายของเบต้าเซลล์ของตับอ่อน ส่วนใหญ่เกิดจาก auto immune จึงทำให้ตับอ่อนไม่สามารถผลิตอินซูลินได้เพียงพอ (American Diabetes Association, 2006) ส่วนใหญ่พบในคนอายุต่ำกว่า 20 ปี (American Diabetes Association, 1997a) อาการของโรคจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และรุนแรง เกิดภาวะ ketoacidosis ได้ง่าย (American Diabetes Association, 2001) ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 ประมาณร้อยละ 5-10 (American Diabetes Association, 2006)
2. โรคเบาหวานชนิดที่ 2 หมายถึง โรคเบาหวานที่เกิดจากภาวะคืออินซูลินร่วมกับความผิดปกติในการหลั่งอินซูลินของตับอ่อน ไม่ต้องการการรักษาด้วยอินซูลิน (American Diabetes Association, 2006) ส่วนใหญ่พบในผู้ที่มีอายุมากกว่า 30 ปีขึ้นไปและพบในคนอ้วน (American Diabetes Association, 1997a) ซึ่งตับอ่อนยังสามารถผลิตอินซูลินได้ แต่ปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย หรือไม่สามารถผลิตอินซูลินได้เต็มที่ ผู้ที่เป็นเบาหวานส่วนใหญ่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ประมาณร้อยละ 90-95 (American Diabetes Association, 2006) สำหรับในประเทศไทยพบผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ถึงร้อยละ 90 ของผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน (สุพรพิมพ์ เกียสกุล, 2545; สาธิต วรรณแสง, 2546)

3. โรคเบาหวานชนิดอื่นๆ ที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ได้แก่ ความผิดปกติทางพันธุกรรมของเบต้าเซลล์ การออกฤทธิ์ของอินซูลิน โรคตับอ่อน โรคทางต่อมไร้ท่อ ยาหรือสารเคมี กลุ่มโรค syndrome ต่างๆบางประเภท (American Diabetes Association, 2006)

4. โรคเบาหวานที่ตรวจพบขณะตั้งครรภ์ หมายถึง โรคเบาหวาน หรือความผิดปกติของความทนต่อกลูโคสที่ได้รับการวินิจฉัยครั้งแรกขณะตั้งครรภ์ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนในร่างกาย หลังคลอดอาจกลับเป็นปกติหรือเป็นเบาหวานตลอดไป หรือเป็นผู้ป่วยกลุ่ม impaired glucose tolerance test ได้ (American Diabetes Association, 2003b)

การประเมินผลการควบคุมโรคเบาหวาน

1. การตรวจวัดระดับกลูโคสในเลือด (fasting plasma glucose) เป็นการตรวจหาระดับกลูโคสในเลือดหลังอดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง โดยในขณะอดอาหารสามารถดื่มน้ำได้ตามต้องการ เป็นวิธีที่นิยมมากในการติดตามและวินิจฉัยโรคเบาหวาน เนื่องจากมีความสัมพันธ์เป็นอย่างดีกับความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน (American Diabetes Association, 2001) ค่าปกติ 90-130 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) หรือ 5.0-7.2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l) (American Diabetes Association, 2007)

2. การวัดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง (glycosylated hemoglobin: HbA_{1c}) การเกิด HbA_{1c} เป็นปฏิกิริยาระหว่างกลูโคสกับกลุ่มอะมิโนของสายฮีโมโกลบิน เม็ดเลือดแดงมีอายุในระบบไหลเวียนโลหิต 120 วัน ดังนั้นการวัด HbA_{1c} จึงบอกถึงระดับน้ำตาลในระยะเวลา 2-3 เดือนที่ผ่านมา (American Diabetes Association, 2003a) สมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (American Diabetes Association, 2007) แนะนำว่าควรตรวจระดับ HbA_{1c} อย่างน้อยปีละ 2 ครั้งในผู้ที่ควบคุมระดับกลูโคสได้ตามเกณฑ์ และทุก 3 เดือนในผู้ที่ไม่สามารถควบคุมระดับ HbA_{1c} ต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์

3. การวัดค่าระดับน้ำตาลที่เกาะติดโปรตีนในเลือด (glycosylated serum protein) วิธีที่นิยมใช้วัดคือ วัดระดับ ฟรุคโตซามีน (fructosamine) เป็นค่าที่วัดน้ำตาลเกาะติดกับแอลบูมิน เนื่องจากค่าครึ่งชีวิตของแอลบูมินเท่ากับ 20 วัน ดังนั้นฟรุคโตซามีนจึงบอกถึงการควบคุมโรคเบาหวานย้อนหลัง 1-2 สัปดาห์ ค่าปกติ 195-279 ไมโครโมล/ลิตร (วรรณิ นิธิยานันท์, 2549)

4. การตรวจปัสสาวะ เป็นวิธีการตรวจที่ไม่สามารถบอกระดับน้ำตาลในเลือดได้โดยตรง เพราะการเกิดน้ำตาลในปัสสาวะจะเกิดตามหลังภาวะระดับน้ำตาลในเลือดสูง และไม่สามารถบอกระดับน้ำตาลในเลือดที่มีระดับต่ำได้ (วรรณิ นิธิยานันท์, 2549) ปริมาณกลูโคสที่ตรวจได้ไม่สัมพันธ์

กับกลูโคสในเลือดเสมอไป เนื่องจากผลการตรวจขึ้นกับ renal glucose threshold และความเข้มข้นปัสสาวะของผู้ตรวจ (ศิริรัตน์ พลอยบุตร, 2549)

5. การทดสอบความทนกลูโคส และสามารถวินิจฉัยภาวะความทนต่อกลูโคสบกพร่อง (impaired glucose tolerance) ทำโดยการทดสอบความทนต่อกลูโคสโดยใช้กลูโคส 75 กรัม ถ้าระดับพลาสมากลูโคสที่เวลา 2 ชั่วโมง มีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และการทดสอบความทนต่อกลูโคสโดยใช้กลูโคส 100 กรัม ในสตรีตั้งครรภ์ที่เวลา 0, 1, 2 และ 3 ชั่วโมง สูงกว่า หรือเท่ากับ 95, 180, 155 และ 140 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป วินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ (American Diabetes Association, 2007)

ผู้ที่เป็เบาหวานที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ จะเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานขึ้นได้

ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน

ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานแบ่งเป็น 2 ชนิด คือภาวะแทรกซ้อนชนิดเฉียบพลัน และชนิดเรื้อรังได้แก่

1. ภาวะแทรกซ้อนเฉียบพลัน

1.1 ภาวะที่มีกรดคีโตนคั่งในกระแสเลือด (Diabetic ketoacidosis) เป็นภาวะซึ่งประกอบไปด้วยภาวะน้ำตาลในเลือดสูงมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) (American Diabetes Association, 2004c) ร่วมกับภาวะกรดในร่างกาย เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของกรดคีโตน ทำให้คีโตนคั่งในกระแสเลือด (ketonemia) เกิดภาวะ acidosis ร่างกายสูญเสียน้ำและเกลือแร่ไปทางไต เนื่องจากมี osmotic diuresis อันเป็นผลมาจากภาวะน้ำตาลในเลือดสูงและมีคีโตนคั่งในกระแสเลือด (American Diabetes Association, 2001) ผู้ป่วยจะมีอาการแสดงดังนี้ อาการปัสสาวะบ่อย หิวน้ำบ่อย น้ำหนักตัวลดแม้จะรับประทานอาหารมาก อ่อนเพลีย ตามัว เมื่อเกิด ketosis จะมีอาการคลื่นไส้ และอาเจียน เมื่อรุนแรงถึงขั้นเป็น ketoacidosis จะมีอาการหอบหายใจลึก (kussmaul respiration) และลมหายใจมีกลิ่นอะซิโตน (Krentz & Nattrass, 1997)

1.2 ภาวะที่มีกลูโคสสูงในกระแสเลือดโดยไม่มีการคั่งของกรดคีโตน (Hyperosmolar hyperglycemic state) เป็นภาวะที่ร่างกายสามารถหลั่งอินซูลินได้เพียงพอต่อการนำไปใช้ จึงมีผลป้องกันการเกิดภาวะแตกสลายของไตรกลีเซอไรด์ (lipolysis) ซึ่งจะทำให้เกิด ketogenesis ได้ (American Diabetes Association, 2004c) แต่การหลั่งอินซูลินไม่เพียงพอที่จะป้องกันภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (American Diabetes Association, 2001) ทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงมากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ผู้ป่วยมักมีอาการปัสสาวะบ่อย ดื่มน้ำมากเป็นเวลาต่อเนื่องหลาย

วัน หรือหลายสัปดาห์ มีอาการซึมตามมาและหมดสติ (American Diabetes Association, 2004c) อาจพบอาการเกร็งร่วมด้วย (Umpierrez, Kelly, Navarrete, Casals, & Kitabchi, 1997)

1.3 ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (Hypoglycemia) เป็นภาวะที่พบระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร จะมีการแสดงได้แก่ มือสั่น ตัวสั่น หัวใจเต้นแรง หงุดหงิด กระวนกระวาย เหงื่อออกมาก หิว ซาตามตัว มีอาการจากสมองขาดเลือดได้แก่ ไม่มีแรง อ่อนเพลีย ซึม สมองมึนงง พูดไม่เป็นคำ มองภาพไม่ชัด ถ้ามีอาการอยู่นานก็อาจทำให้หมดสติ และเสียชีวิตได้ (Towler, Havlin, Craft, & Cryer, 1993)

2. ภาวะแทรกซ้อนเรื้อรัง เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปและเกิดขึ้นกับอวัยวะในร่างกาย มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเกิดโรค

2.1. ภาวะแทรกซ้อนของหัวใจและหลอดเลือด มีปัจจัยหลายประการที่ทำให้ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจเพิ่มขึ้น ปัจจัยเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดการแข็งตัวของหลอดเลือดแดง (atherosclerosis) หรือการแข็งตัวของเลือด (thrombogenesis) หรือทั้ง 2 อย่าง ผู้ที่เป็นเบาหวานที่มีความผิดปกติในการแข็งตัวของเลือดและการละลายลิ่มเลือด ทำให้มีโอกาสเกิดหลอดเลือดหัวใจอุดตันง่ายขึ้น (พงษ์อมร บุนนาค, 2546ข)

2.2. ภาวะแทรกซ้อนการเสื่อมของจอตา (Retinopathy) พบมากกว่าคนปกติถึง 20 เท่า และพบมากกว่าร้อยละ 60 ในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (American Diabetes Association, 1997c) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ที่เป็นเบาหวานเกิดตาบอดถึงร้อยละ 70 ของผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานมานานเกิน 30 ปี สาเหตุของความผิดปกติเกิดจากการเสื่อมของจอตาเนื่องจากภาวะขาดออกซิเจนของเนื้อเยื่อหลอดเลือดแดงเล็กๆที่จอตา ทำให้มีการหนาตัวของเนื้อเยื่อหลอดเลือดจึงเกิดการอุดตันของหลอดเลือดจอตา ทำให้ขาดเลือดไปเลี้ยง ตามปกติการเกิดจอตาเสื่อมจากโรคเบาหวานจะเป็น 2 ข้างเท่าๆกัน (ภฤศ หาญอุตสาหะ, 2546)

2.3. ภาวะแทรกซ้อนเกี่ยวกับการเสื่อมของหน่วยไต (Nephropathy) ในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่ามีการเสื่อมของหน่วยไตร้อยละ 20-40 (American Diabetes Association, 1997b) พยาธิสภาพทางไตที่เกิดจากโรคเบาหวาน เกิดจากการที่มีอัตราการกรองของไตมากกว่าปกติ (วีระศักดิ์ สิริรินนภากร และชัยชาญ ด้โรจนวงศ์, 2546)

2.4. ภาวะแทรกซ้อนเกี่ยวกับระบบประสาทเสื่อมหน้าที่ (Neuropathy) ลักษณะที่พบบ่อยคือ การเสื่อมหน้าที่ของระบบประสาทส่วนปลาย เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชีวเคมีภายในเส้นประสาทโดยมีความผิดปกติของ ชวอนเซลล์ (schwann cell) และแอกซอน (axon) และมีการ

หลุดลอกของปลอกหุ้มมายอีลิน (myelin sheath) ทำให้สื่อประสาทความเร็วประสาทดลดลง การรับรู้สึกจึงเสียทำให้มีอาการชา (American Diabetes Association, 1999b)

โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่รักษาไม่หายขาด และก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวตามมา การควบคุมโรคเบาหวานจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ และต้องได้รับการดูแลอย่างต่อเนื่อง เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ใกล้เคียงปกติ ช่วยลดหรือชะลอภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานผู้ที่ที่เป็นเบาหวานจึงต้องมีการดูแลตนเองในเรื่องการควบคุมอาหาร การใช้ยาอย่างเหมาะสม และการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง

การควบคุมโรคเบาหวาน

จุดประสงค์ของการควบคุมโรคเบาหวานคือ การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ที่ใกล้เคียงปกติได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันและลดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ด้วยการควบคุมอาหาร การใช้ยา และการออกกำลังกายที่เหมาะสม

การควบคุมอาหาร

การควบคุมอาหารในการรักษาโรคเบาหวาน การรับประทานอาหารที่ถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยให้ผู้ที่ที่เป็นเบาหวานสามารถรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้ใกล้เคียงระดับปกติได้ ขจัดปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ โดยมีหลักการควบคุมอาหารดังนี้

1. อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต สารอาหารคาร์โบไฮเดรตที่ผู้ที่เป็นเบาหวานควรได้รับคือประมาณร้อยละ 60-70 ของพลังงานจากอาหาร (American Diabetes Association, 2004a) เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายโดยตรง คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี อาหารเหล่านี้จะถูกย่อยเป็นน้ำตาลกลูโคสซึ่งร่างกายจะนำไปใช้เป็นพลังงาน คาร์โบไฮเดรตแบ่งเป็น 2 จำพวก คือ 1) อาหารจำพวกแป้ง ได้แก่ ข้าว เผือก มัน ข้าวโพด ถั่วเขียว บะหมี่ ขนมปัง มักริโน วุ้นเส้น เป็นต้น อาหารจำพวกแป้งนี้จะมีใยอาหารอยู่ด้วยโดยเฉพาะข้าวซ้อมมือ ข้าวโอ๊ต ธัญพืช หรือขนมปังที่ทำจากแป้งที่ไม่ได้ขัดสีซึ่งจะมีใยอาหารอยู่มาก ใยอาหารจะช่วยชะลอการย่อย การดูดซึมจากลำไส้ ช่วยลดระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด และ 2) อาหารจำพวกน้ำตาลชนิดต่างๆเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทไม่มีใยอาหาร ได้แก่ น้ำตาลทราย น้ำตาลปี๊ป น้ำหวาน น้ำอัดลม เครื่องดื่มชนิดต่างๆที่มีส่วนผสมของน้ำตาล ลูกกวาด เยลลี่ ผู้ที่เป็นเบาหวานควรหลีกเลี่ยงอาหารประเภทนี้ เพราะจะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและอาจเป็นอันตรายได้ ยกเว้นเมื่อผู้ป่วยเบาหวานมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ (ศัลยา กงสมบูรณ์เวช, 2541)

2. อาหารประเภทโปรตีน สารอาหารโปรตีนที่ผู้ที่เป็นเบาหวานควรได้รับคือ ประมาณร้อยละ 15-20 ของพลังงานจากอาหาร แหล่งสารอาหารโปรตีนควรเป็นโปรตีนที่ได้จากนมควรดื่มนมจืดและเป็นชนิดพร่องมันเนย (American Diabetes Association, 2004a) ไข่ เนื้อสัตว์ต่างๆและในผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักควรใช้เนื้อสัตว์ไม่ติดมัน เช่น เนื้อปลาซึ่งมีไขมันน้อย สำหรับผู้ที่เป็นเบาหวานที่มีไตเสื่อมสมรรถภาพและมีการคั่งของของเสียในร่างกายต้องจำกัดปริมาณโปรตีนให้น้อยลง (วิมลรัตน์ จงเจริญ, 2543)

3. อาหารประเภทไขมัน ผู้ที่เป็นเบาหวานมักมีภาวะหลอดเลือดตีบแข็ง การเผาผลาญไขมันผิดปกติและเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจขาดเลือด ปริมาณไขมันจึงควรได้รับไม่เกินร้อยละ 30 ของพลังงานจากอาหาร โดยให้มีไขมันชนิดอิ่มตัวไม่เกินร้อยละ 10 ที่เหลือเป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัวและควรรับประทานอาหารที่มีโคเรสเตอรอลให้น้อยกว่า 300 มิลลิกรัมต่อวัน (American Diabetes Association, 2004a)

4. อาหารประเภทเกลือแร่และวิตามิน ผู้ที่รับประทานอาหารครบหมู่ในสัดส่วนที่ดีและได้รับใยอาหารเพียงพอ โดยเฉพาะอาหารที่มีพลังงานเกิน 1,000 กิโลแคลอรี จะมีเกลือแร่และวิตามินมากพอ ส่วนเกลือ (โซเดียมคลอไรด์) ในบางรายได้อาจทำงานเสื่อมลง จึงไม่ควรบริโภคเกลือโซเดียมคลอไรด์เกิน 6 กรัมต่อวัน หรือคิดเป็นโซเดียมไม่เกิน 2.4 กรัมต่อวันในผู้ที่เป็นเบาหวานโดยทั่วไป แต่ถ้ามีความดันโลหิตสูงต้องลดการบริโภคเกลือลงเหลือไม่เกิน 5 กรัมโซเดียมคลอไรด์ หรือเท่ากับ 2 กรัมโซเดียมต่อวัน (สุรัตน์ โคมินทร์, 2546) วิตามิน แคลเซียมผู้ที่เป็นเบาหวานที่ควรได้รับคือ 1,000-1,500 มิลลิกรัม (American Diabetes Association, 2004a)

5. อาหารประเภทผลไม้ ผู้ที่เป็นเบาหวานต้องกำหนดปริมาณผลไม้ให้เหมาะสมและควรรับประทานพร้อมมื้ออาหารจะทำให้การดูดซึมของน้ำตาลจากผลไม้ช้ากว่าการรับประทานผลไม้เป็นมื้อว่างเพียงอย่างเดียว ถ้ารับประทานในปริมาณที่มากก็ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นรวดเร็ว (ประสิทธิ์ โสคติโสภา, 2542)

การใช้ยา

การใช้ยาในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 มี 2 ประเภท ได้แก่ ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดและยาฉีดอินซูลิน การเลือกและปรับการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดและยาฉีดอินซูลินอย่างเหมาะสมจะช่วยควบคุมโรคเบาหวานและช่วยลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนทั้งชนิดเฉียบพลันและเรื้อรัง

ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือด

ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือด ส่วนใหญ่ใช้ในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม ตามกลไกการออกฤทธิ์ดังนี้

1. ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือด (Oral hypoglycemic agents) ได้แก่

1.1 Sulfonylurea ยาจะกระตุ้นการหลั่งอินซูลินในตับอ่อนโดยผ่านทาง sulfonylurea receptor ซึ่งเป็น ATP-dependent K^+ channel ที่ plasma membrane ของ beta cell (วราภณ วงศ์ถาวราวัฒน์, 2548) ยาในกลุ่มนี้ได้แก่ chlorpropamide, glibenclamide, glipizide, glicazide, gliquidone, glimepiride (อภิชาติ วิชฌาญรัตน์, 2546ข)

1.2 Rapid acting non-sulfonylurea insulin secretagogue เป็นยากลุ่มใหม่ที่กระตุ้นการหลั่งอินซูลินเช่นเดียวกับ sulfonylurea แต่ที่ตำแหน่ง receptor ต่างกัน beta cell มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ sulfonylurea แต่ออกฤทธิ์เร็วกว่า ทำให้มีอุบัติการณ์การเกิด hypoglycemia น้อยกว่า (วราภณ วงศ์ถาวราวัฒน์, 2548) ยาตัวนี้ต้องรับประทานก่อนอาหารแต่ละมื้อ ประมาณ 15 นาที เหมาะที่จะใช้ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารในกลุ่มนี้ได้แก่ repaglinide และ nateglinide (อภิชาติ วิชฌาญรัตน์, 2546ข)

2. ยาที่เพิ่มการออกฤทธิ์ของอินซูลิน (Insulin sensitizer) ได้แก่

2.1 Metformin ออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างกลูโคสที่ตับเป็นหลัก ทำให้อินซูลินออกฤทธิ์ที่กล้ามเนื้อดีขึ้น ทำให้กลูโคสเข้าอยู่ในเนื้อเยื่อได้มากขึ้น (อภิชาติ วิชฌาญรัตน์, 2546ข)

2.2 Thiazolidinedione ออกฤทธิ์โดยทำให้อินซูลินออกฤทธิ์ที่กล้ามเนื้อ เป็นผลทำให้น้ำตาลเข้าเซลล์กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังทำให้อินซูลินออกฤทธิ์ที่ตับเพิ่มขึ้น และยับยั้งการสร้างกลูโคสจากตับ ยาในกลุ่มนี้ได้แก่ rosiglitazone และ pioglitazone (Inzucchi, 2002)

3. ยาที่ยับยั้งการดูดซึมคาร์โบไฮเดรตในลำไส้ (Alpha-glucosidase inhibitor) ยาออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ alpha-glucosidase ที่ผนังลำไส้ทำให้การดูดซึมกลูโคสลดลงและช้าลง มีผลลดระดับน้ำตาลหลังอาหารเป็นส่วนใหญ่มียา 3 ชนิดคือ acarbose, voglibose และ miglitol (Inzucchi, 2002)

ยาฉีดอินซูลิน

ในปัจจุบันใช้ร่วมกับการรับประทานยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในผู้ที่เป็นเบาหวานที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ด้วยการรับประทานยาเพียงอย่างเดียว และผู้ที่ได้รับการรักษา

ด้วยการรับประทานยาเม็ดลดระดับน้ำตาลแล้วไม่ได้ผล ชนิดของยานี้คืออินซูลินจำแนกตามการออกฤทธิ์ของยาได้เป็น 4 ชนิดคือ

1. ชนิดการออกฤทธิ์เร็ว (Rapid-acting insulin) เป็นอนุพันธ์ของอินซูลิน (insulin analogue) ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลง amino acid บางตัวบนสายอินซูลิน ได้แก่ insulin lispro และ insulin aspart เมื่อฉีดเข้าใต้ผิวหนังจะออกฤทธิ์ในเวลา 15-30 นาที ออกฤทธิ์สูงสุดที่ 30-90 นาทีหลังฉีด และมีฤทธิ์นานประมาณ 3-4 ชั่วโมง เช่น lispro (พงษ์อมร บุนนาค, 2546ก)

2. ชนิดการออกฤทธิ์สั้น (Short-acting insulin) เมื่อฉีดเข้าใต้ผิวหนังจะออกฤทธิ์ในเวลา 1-2 ชั่วโมง ออกฤทธิ์สูงสุดที่ 2-4 ชั่วโมงหลังฉีด และมีฤทธิ์นานประมาณ 5-7 ชั่วโมง ใช้ฉีดก่อนอาหารครึ่งชั่วโมงเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลหลังอาหาร และใช้ฉีดเมื่อต้องการลดระดับน้ำตาลในเลือดลงอย่างรวดเร็วในกรณีที่ระดับน้ำตาลในเลือดสูงมาก หรือมีภาวะกรดคั่งจากสารคีโตน เช่น Regular Insulin, Actrapid, Humulin R เป็นต้น (ทวี อนันตกุลธิ, 2541)

3. ชนิดออกฤทธิ์ปานกลาง (Intermediate-acting insulin) อินซูลินชนิดนี้จะเริ่มออกฤทธิ์หลังฉีดเข้าใต้ผิวหนัง 2-4 ชั่วโมง ออกฤทธิ์สูงสุดในเวลา 6-12 ชั่วโมง และมีฤทธิ์อยู่นาน 18-24 ชั่วโมง อินซูลินชนิดนี้มีลักษณะเป็นน้ำขุ่น ใช้เป็นอินซูลินหลักในการรักษาโรคเบาหวาน เช่น NPH, Lentard, Monotard, Protaphane, Humulin N เป็นต้น (ทวี อนันตกุลธิ, 2541)

4. ชนิดออกฤทธิ์นาน (Long-acting insulin) ภายหลังการฉีดเข้าใต้ผิวหนังอินซูลินชนิดนี้ใช้เวลาประมาณ 8-14 ชั่วโมงกว่าจะเริ่มออกฤทธิ์ และมีฤทธิ์นานประมาณ 36 ชั่วโมง อินซูลินจะมีลักษณะเป็นน้ำขุ่นขาว ใช้สำหรับฉีดเพื่อให้ระดับอินซูลินในเลือดสูงขึ้นเรื่อยๆอยู่ตลอดทั้งวัน และต้องใช้ร่วมกับอินซูลินชนิดออกฤทธิ์สั้นเสมอ เช่น Lantus (ทวี อนันตกุลธิ, 2541)

การควบคุมโรคเบาหวานนอกจากจะต้องดูแลตนเองด้วยการควบคุมอาหารและการใช้ยาอย่างเหมาะสมควบคู่กันแล้ว การออกกำลังกายเป็นอีกหนึ่งในวิธีที่ใช้ร่วมกับการควบคุมอาหารและการใช้ยาในผู้ป่วยโรคเบาหวาน (American Diabetes Association, 2006)

การออกกำลังกาย

วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (American College of Sport Medicine: ACSM) ได้ให้ข้อเสนอแนะพื้นฐานในการออกกำลังกาย จะต้องมียอดประกอบของการออกกำลังกายตามหลักเกณฑ์ Frequency Intensity Time Type (FITT) ดังนี้

1. ความถี่ในการออกกำลังกาย (Frequency of Exercise) หมายถึง จำนวนครั้งที่ออกกำลังกายในแต่ละสัปดาห์ ในการออกกำลังกายที่ให้ผลในการเพิ่มสมรรถภาพทางร่างกาย และการ

ออกกำลังกายเพื่อความทนทานของปอดและหัวใจควรออกกำลังกาย 3-5 วัน/สัปดาห์ และต้องทำอย่างสม่ำเสมอ (วุฒิชัย เพิ่มศิริวานิชย์, 2547, American College of Sport Medicine, 2006)

2. ความแรงของการออกกำลังกาย (Intensity of Exercise) หมายถึง ขนาดของการออกกำลังกาย โดยจะแบ่งขนาดของการออกกำลังกายเป็น 3 ระดับคือ

2.1 ประเภทออกแรงเบา (Low intensity) เป็นการออกกำลังกายในระดับที่มีอัตราการเต้นของหัวใจ ประมาณร้อยละ 35-54 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือ METs อยู่ในระดับ <3 METs หรือ 30-49 1% RM (American College of Sport Medicine, 2000) เช่น เดิน ปั่นจักรยานแบบไม่มีแรงต้าน เป็นต้น (วิภาวรรณ ลีลาสำราญ, 2547)

2.2 ประเภทที่ออกแรงปานกลาง (Moderate intensity) เป็นการออกกำลังกายในระดับที่มีอัตราการเต้นของหัวใจ ประมาณร้อยละ 55-69 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือ METs อยู่ในระดับ 3-6 METs หรือ 50-69 1% RM (American College of Sport Medicine, 2000) เช่น เดินเร็ว ว่ายน้ำ ยกน้ำหนัก (free weight) เป็นต้น (วิภาวรรณ ลีลาสำราญ, 2547)

2.3 ประเภทที่ออกแรงอย่างหนัก (Hard intensity) เป็นการออกกำลังกายในระดับที่มีอัตราการเต้นของหัวใจ ประมาณร้อยละ 70-89 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดหรือ METs อยู่ในระดับ >6 METs หรือ 70-84 1% RM (American College of Sport Medicine, 2000) เช่น วิ่งแข่ง circuit training เป็นต้น (วิภาวรรณ ลีลาสำราญ, 2547)

ในการหาความแรงของการออกกำลังกายประเมินได้จาก 1) อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าการใช้ออกซิเจน นิยมวัดอัตราการเต้นของชีพจรที่ข้อมือ (radial artery) หรือที่คอ (carotid artery) การคำนวณความแรงด้วยการหาอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (วุฒิชัย เพิ่มศิริวานิชย์, 2547) โดยอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดคำนวณได้จากอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 200-อายุ (ปี) เป็นการวัดโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการใช้ออกซิเจนอย่างเพียงพอและปลอดภัย และระดับความแรง (%) เท่ากับ (อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลัง-อัตราเต้นหัวใจสูงสุด)×100 (American College of Sport Medicine, 2006) 2) จีດความสามารถของการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximal oxygen consumption: VO_2 max) เป็นตัวบอก aerobic capacity ซึ่งหาได้จากการเดินสายพาน (exercise stress test) และ 3) MET (metabolic equivalent หรือ metabolic unit) มีค่าประมาณ 3.5 มล./กก./นาที หรือคิดเป็นพลังงาน 1 กิโลแคลอรี/กก./ชม. ซึ่งเท่ากับพลังงานที่ใช้ในขณะที่พัก คำนวณจาก $MET = VO_2/3.5$ (American College of Sport Medicine, 2000)

3. เวลาหรือความนานของการออกกำลังกาย (Time or Duration of Exercise) หมายถึง ช่วงเวลาของการออกกำลังกาย ในการออกกำลังกายแต่ละครั้งโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 20-60 นาที มี

ความต่อเนื่องอย่างเพียงพอ ซึ่งเวลาการออกกำลังกายแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ (American College of Sport Medicine, 2006)

3.1 ระยะอบอุ่นร่างกาย (Warm up phase) เป็นระยะเวลาสำหรับการเตรียมความพร้อมของร่างกายก่อนการออกกำลังกายจริง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดเมื่อออกกำลังกายจริง ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที

3.2 ระยะออกกำลังกาย (Exercise phase) เป็นระยะเวลาที่ออกกำลังกายจริง หรือเต็มที่หลังการอบอุ่นร่างกายแล้ว ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 20-60 นาที

3.3 ระยะผ่อนคลายร่างกาย (Cool down phase) เป็นระยะหลังการออกกำลังกายเต็มที่แล้ว โดยการบริหารร่างกาย หรือลดระดับของความหนักเบาของการออกกำลังกาย เพื่อให้ร่างกายกลับเข้าสู่ภาวะปกติและช่วยลดการบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที

4. ประเภทของการออกกำลังกาย (Type of Exercise) การออกกำลังกายนั้นมีหลายประเภท ซึ่งสามารถแบ่งประเภทต่างๆ ของการออกกำลังกายตามประโยชน์ต่อร่างกายดังนี้

4.1 การออกกำลังกายแบบแรงต้าน (Resistance exercise) เป็นการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง (strength) และความทนทาน (endurance) ของกล้ามเนื้อ วิธีการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อคือ Progressive resistive exercise (PRE) เป็นเทคนิคที่เพิ่มแรงต้านการเกร็งของกล้ามเนื้อมากขึ้นเรื่อยๆ เรียกหน่วยของน้ำหนักที่ใช้ว่า repetition maximum (RM) โดยที่ 1 RM หมายถึง น้ำหนักที่ผู้ออกแรงสามารถยกต้านแรงโน้มถ่วงของโลกจนสุดพิสัยข้อได้ 1 ครั้ง แล้วหมดแรงพอดีไม่สามารถยกครั้งที่สองได้ และ 10 RM หมายถึง น้ำหนักที่ผู้ออกแรงสามารถยกต้านแรงโน้มถ่วงของโลกจนสุดพิสัยข้อได้ 10 ครั้ง แล้วหมดแรงพอดี และ progressive rate training เป็นการเพิ่มความเร็วของการหดตัวของกล้ามเนื้อแต่ต้องใช้เครื่องมือที่ปรับความเร็วได้ ใช้เวลาในการฝึกน้อย วิธีการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความทนทานเป็น การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อเฉพาะที่ (local muscular endurance exercise) หมายถึงความสามารถในการเกร็งกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน หรือการเกร็งหรือคลายตัวของกล้ามเนื้อซ้ำๆ กัน แนวทางการออกกำลังกายใช้ความแรงน้อยๆ แต่ให้มีจำนวนครั้งของการออกกำลังกายมากๆ การออกกำลังกายจะทำแบบไอโซโทนิค หรือ ไอโซเมตริก ก็ได้ (กึ่งแก้ว ปาจริย์, 2548) การออกกำลังกายแบบแรงต้านแบ่งตามลักษณะการขยับของข้อต่อที่เป็นจุดหมุนของกล้ามเนื้อนั้นและลักษณะของการต้านแรงภายนอกได้ดังนี้

4.1.1 การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก (Isometric exercise) เป็นการออกกำลังกายที่ไม่มีการเคลื่อนไหวของข้อ เมื่อมีการเกร็งหดตัวของกล้ามเนื้อ ไยกล้ามเนื้อจะไม่เปลี่ยนแปลง

ความยาวมีแต่เพียงแรงตึงตัว (tension) ที่เพิ่มขึ้น (ภาริส วงศ์แพทย์, 2543) เวลาที่เกร็งด้านแรงแต่ละครั้งควรค้างไว้อย่างน้อย 6 วินาที เพื่อให้เกิดแรงตึงตัวสูงสุด (จิราวรรณ ชูทิพย์, 2547) ดังนั้นการออกกำลังกายชนิดนี้จึงไม่มีการเคลื่อนไหว มีแต่การเกร็งกล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีลักษณะออกแรงเต็มที่ในระยะเวลาอันสั้น เช่น ออกแรงดันกำแพง ออกแรงบีบวัตถุ หรือกำหมัดไว้แน่นๆ การออกกำลังกายลักษณะเช่นนี้เป็นประจำจะมีผลต่อการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรง (สาทิส อินทรกำแหง, 2547) ข้อดีคือ สามารถทำได้ถึงแม้ว่าจะห้ามขยับข้อ เช่น ข้อบาดเจ็บ หรือข้ออักเสบ และไม่ต้องใช้อุปกรณ์ที่ซับซ้อน ข้อเสียคือ กำลังและความทนทานของกล้ามเนื้อจะเกิดเฉพาะมุมที่ออกกำลังกายซึ่งไม่สอดคล้องกับการใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งมุมของข้อต่อเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา นอกจากนี้การเกร็งกล้ามเนื้ออย่างนี้ยังทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้นในขณะที่เกร็ง จึงต้องระวังในผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูง และผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจ (กิ่งแก้ว ปาจริย์, 2548)

4.1.2 การออกกำลังกายแบบไอโซไคนีติก (Isokinetic exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยเคลื่อนไหวข้อด้วยความเร็วคงที่ (จิราวรรณ ชูทิพย์, 2547; เขียมมนโณภพ นูนนาค, 2539) เป็นการออกกำลังกายโดยมีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้ออย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงเวลาของการเคลื่อนไหว เช่น เครื่องยกน้ำหนัก เครื่องดึง เครื่องถ่วงในห้องยิม การวิ่งบนลูกล การขี่จักรยานอยู่กับที่โดยมีน้ำหนัก เป็นต้น (สาทิส อินทรกำแหง, 2547)

4.1.3 การออกกำลังกายแบบไอโซโทนิค (Isotonic exercise) เป็นการออกกำลังกายของใยกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงความยาวทำให้มีการเคลื่อนไหวข้อ เช่น วิดพื้น เป็นการใช้น้ำหนักของร่างกายเป็นตัวพลังต้านแล้วใช้มือหรือแขนยกร่างกายขึ้นจากพื้น (สาทิส อินทรกำแหง, 2547) ข้อเสียของการออกกำลังกายแบบนี้คือ ไม่สามารถออกแรงให้เกิดความตึงตัวสูงสุดได้ตลอดเวลาการเคลื่อนไหว แต่มีข้อดีที่ความดันโลหิตขณะคลายตัวขณะออกกำลังกายไม่ค่อยสูง (ภาริส วงศ์แพทย์, 2543) และได้ออกกำลังกายกล้ามเนื้อหลายๆมุมใกล้เคียงกับการทำกิจวัตรประจำวัน (กิ่งแก้ว ปาจริย์, 2548)

4.2 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น (Flexibility exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยการยืดและเหยียด (stretching) กล้ามเนื้อ และเอ็นเพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวข้อต่างๆได้อย่างเต็มที่ (American College of Sport Medicine, 2006) เช่น การงอตัว ยืดตัว ยืดแขน ยืดขา หรือบิดหมุนร่างกายเป็นการออกกำลังกายที่กระทำซ้ำๆ การออกกำลังกายประเภทนี้จะช่วยป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ (สุทธิชัย จิตะพันธุ์กุล, 2541)

4.3 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจและปอด (Cardio respiratory fitness) เป็นการออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของหัวใจและปอด การออกกำลังกายประเภทนี้แบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

4.3.1 การออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยใช้พลังงานที่สะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ (วุฒิชัย เพิ่มศิริวานิชย์, 2547) เช่น การยกน้ำหนัก การทุ่มน้ำหนัก การขว้างจักร เป็นต้น

4.3.2 การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic exercise) เป็นรูปแบบของการออกกำลังกายที่ต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมาก โดยสม่ำเสมอและติดต่อกัน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่เพิ่มความยืดหยุ่นและแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (วุฒิชัย เพิ่มศิริวานิชย์, 2547) เพื่อให้ระบบต่างๆของร่างกายทำงานดีขึ้นที่สำคัญได้แก่ ระบบหัวใจ ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบการหายใจ ความถี่ 3-4 ครั้ง/สัปดาห์ ด้วยความแรงที่ทำให้ชีพจรเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 70-85 ของชีพจรสูงสุด หรือใช้ออกซิเจนร้อยละ 60-80 ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) นานครั้งละ 20-30 นาที (Pallock & Wilmore, 1990; American College of Sport Medicine, 1991) แบ่งระยะเวลาการออกกำลังกายเป็น 3 ระยะได้แก่ ระยะอบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที ความแรง 50-60 ของชีพจรสูงสุด ระยะเวลาออกกำลังกายอย่างน้อย 20 นาที ความแรง 70-80 ของชีพจรสูงสุด และระยะเวลาผ่อนคลายร่างกาย 5-10 นาที ความแรง 50-60 ของชีพจรสูงสุด เช่น เดิน วิ่ง จักรยาน ว่ายน้ำ เป็นต้น (American Diabetes Association, 2007)

รูปแบบการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกสามารถแบ่งได้ 4 แบบ ได้แก่ 1) การออกกำลังกายต่อเนื่อง (continuous training) เป็นการออกกำลังกายโดยใช้แรงต่ำกว่าความแรงสูงสุด (submaximal exercise) ทำต่อเนื่องกันไปเมื่อร่างกายปรับตัวได้ดีขึ้นจึงเพิ่มระยะเวลาของการออกกำลังกาย การออกกำลังกายด้วยวิธีนี้ช่วยเพิ่มความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดและความทนทานของกล้ามเนื้อได้ดี 2) การออกกำลังกายแบบต่อเนื่องและสลับด้วยช่วงพัก (interval training) เป็นการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องสลับด้วยช่วงพัก ในช่วงที่พัคนั้นอาจเป็นวิธีที่หยุดพักจริงๆ หรือลดความหนักของการออกกำลังกายก็ได้ โดยทั่วไปนิยมออกกำลังกายประเภทแอโรบิกสลับช่วงพักในอัตราส่วนประมาณ 1:1 ถึง 1:5 3) การออกกำลังกายเป็นวงจร (circuit training) เป็นวิธีการออกกำลังกายหลายๆ แบบ โดยมีการออกกำลังกายซ้ำๆ เป็นวงจรหลายๆ รอบ โดยมีการออกกำลังกายโดยใช้ทั้งกล้ามเนื้อมัดใหญ่สลับกับกล้ามเนื้อมัดเล็ก รวมทั้งแบบสถิต (static) สลับกับไดนามิก (dynamic) การออกกำลังกายแบบนี้จะเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ และ 4) การออกกำลังกายแบบวงจรและสลับช่วงพัก (circuit interval training) เป็นการออกกำลังกายแบบการออกกำลังกายเป็นวงจร สลับกับมีช่วงพัก (Burnett & Glenn, 1996)

จะเห็นได้ว่าการออกกำลังกายมีหลากหลายประเภท ก่อให้เกิดประโยชน์แตกต่างกัน การเลือกออกกำลังกายประเภทใดขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการออกกำลังกายนั้นๆ

การออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

การออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานเป็นสิ่งที่จำเป็นและควรกระทำอย่างสม่ำเสมอ การออกกำลังกายที่เหมาะสมร่วมกับการควบคุมอาหารและการใช้ยาที่เหมาะสมไม่เพียงแต่จะช่วยให้ผู้ที่เป็นเบาหวานสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดี แต่ยังสามารถป้องกันและชะลอการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน ทั้งนี้การออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานต้องคำนึงถึง ความถี่ ความแรง เวลา และประเภทดังนี้

ความถี่ในการออกกำลังกาย (Frequency of Exercise)

จากผลการศึกษาการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 มีการออกแบบการออกกำลังกายความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่าระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .002 (Cauza et al., 2006) และผลการศึกษาการออกกำลังกายที่ความถี่ 5 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่าระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Walker, Jones, Plers, O'Dea, & Putt, 1999)

ความแรงของการออกกำลังกาย (Intensity of Exercise)

ความแรงของการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ใช้ความแรงเบาถึงปานกลาง (40-70% of VO_2 max) เพื่อเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจและปอด และเปลี่ยนแปลงเมตาบอลิซึม เช่น ลดระดับน้ำตาลในเลือด เพิ่มความไวอินซูลิน (Albright et al., 2000) และลดความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากการออกกำลังกาย และมีการศึกษาเพื่อหาระดับการออกกำลังกายที่เหมาะสมในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 โดยในแอฟริกาและอเมริกาศึกษาในผู้หญิง 598 คน และผู้ชาย 318 คน อายุระหว่าง 30-55 ปี มีระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 8-12 ชั่วโมง มากกว่าหรือเท่ากับ 140 มก/ดล. โดยแบ่งการออกกำลังกายเป็น 3 ระดับ คือ ความแรงหนัก ความแรงปานกลาง ความแรงเบา ผลการศึกษพบว่า การออกกำลังกายใช้แรงปานกลางมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้เหมาะสมมากกว่าการใช้ความแรงเบาหรือใช้ความแรงหนัก โดยการออกกำลังกายใช้ความแรงปานกลางสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้และกล้ามเนื้อแข็งแรงไม่มีภาวะเสี่ยงต่อระดับ

น้ำตาลในเลือดต่ำ และสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีมีผลต่อร่างกายไวอินซูลินเพิ่มขึ้น (James et al., 1998)

เวลาหรือความนานของการออกกำลังกาย (Time or Duration of Exercise)

เวลาของการออกกำลังกายควรใช้เวลาอย่างน้อยครั้งละ 30 นาที แต่ไม่ควรเกิน 60 นาที (Albright et al., 2000) หรือ 150 นาทีต่อสัปดาห์ ซึ่งเวลาของการออกกำลังกายแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ 1) ระยะอบอุ่นร่างกาย 2) ระยะออกกำลังกาย และ 3) ระยะผ่อนคลายร่างกาย ในระยะอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายร่างกายใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที (Castaneda, 2000)

ประเภทของการออกกำลังกาย (Type of Exercise)

ประเภทการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่ามีหลากหลายประเภทที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด จากการศึกษาผลของการร่ำมวยจีนซึ่งต่อระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะในผู้ป่วยเบาหวาน พบว่าระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยเบาหวานหลังการออกกำลังกายด้วยการร่ำมวยจีนซึ่งมีค่าลดลงมากกว่าก่อนการออกกำลังกายด้วยการร่ำมวยจีนซึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 (อุไรวรรณ โพร้งพนม, 2545) และการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบต้านแรงต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานหญิงชนิดที่ 2 พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดหลังการออกกำลังกายแบบต้านลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Fericchia et al., 2004) และการศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบต้าน พบว่าหลังการออกกำลังกายระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงและระดับน้ำตาลในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .005 (Maioana, O' Driscoll, Goodman, Taylor, & Green, 2002)

เมตาบอลิซึมของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายต้องมีการสลายพลังงานเพื่อช่วยในการเคลื่อนไหว ระหว่างการออกกำลังกายร่างกายต้องใช้พลังงานในการหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นผลให้มีการสลายพลังงานในร่างกาย (สุพรพิมพ์ เกียสกุล, 2545) ซึ่งแหล่งพลังงานในร่างกายจะอยู่ในรูปของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ในตับ และอยู่ในรูปของน้ำตาลในเลือดมีอยู่ประมาณ 1,200-2,400 กิโลแคลอรี ซึ่งเก็บสะสมไว้ในเนื้อเยื่อร้อยละ 79 สะสมอยู่ในตับร้อยละ 14 อยู่ในกระแสเลือดร้อยละ 7 (Derouich & Boutayed, 2000) ในระยะเริ่มต้น 90 วินาทีแรกของการออกกำลังกายจะใช้พลังงานจากไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ

ซึ่งเป็นการสลายพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน หลังจากนั้นเมื่อร่างกายมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 3-130 นาที ร่างกายจะสลายพลังงานจากการใช้ออกซิเจน โดยการใช้พลังงานจากกลูโคสและกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) จะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานหลัก (Brandenburg et al., 1999)

การออกกำลังกายทำให้ร่างกายมีการสลายพลังงานโดยการออกกำลังกายความแรงปานกลาง (American Diabetes Association, 2004d) มีผลยับยั้งเซลล์ในตับอ่อนในการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน (นฤชล จรุงเรือง, 2541) ซึ่งทำหน้าที่ในการสะสมกลูโคสในรูปของไกลโคเจนเป็นพลังงานสำรองในร่างกายทำงานลดลง โดยอินซูลินเร่งการทำงานของเอนไซม์ฮีโซไคเนส (hexokinase) เร่งกลั่นเนื้อใช้กลูโคสในเลือดส่งผลให้เซลล์ของกล้ามเนื้อมีความไวต่อฮอร์โมนอินซูลินนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ได้มากขึ้น (James et al., 1998) และมีการผลิตฮอร์โมนกลูคากอนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ตรงข้ามกับฮอร์โมนอินซูลิน (เรืองศักดิ์ ศิริผล, 2542; สุพรพิมพ์ เกียรติกุล, 2545) โดยเฉพาะการรักษาระดับกลูโคสในเลือดโดยกลูคากอน ด้วยกระบวนการสังเคราะห์กลูโคสใหม่ (gluconeogenesis) (วรรณ นิธิยานันท์, 2549) และกระบวนการสลายไกลโคเจน (glycogenolysis) เป็นการสังเคราะห์กลูโคสจากการสลายไกลโคเจนในร่างกาย กลีเซอรอลในกล้ามเนื้อ ไตรกลีเซอไรด์ในเลือด (นฤมล จรุงเรือง, 2541) และมีการหลั่งของฮอร์โมนคอร์ติซอล โกรทฮอร์โมน เอปิเนฟริน และเอ็นดอร์ฟิน (วรรณ นิธิยานันท์, 2548) เพื่อให้ร่างกายสามารถนำกลูโคส และกรดไขมันอิสระมาใช้อย่างต่อเนื่องและเพียงพอ (วุฒิชัย ศิริเพิ่มพาศิษฐ์, 2547) นอกจากนี้เซลล์ในร่างกายสามารถผลิตเอนไซม์กลูโคสทรานสปอร์ตโมเลกุลเพิ่มขึ้น (glucose transporter molecules: GLUT-4) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยให้ฮอร์โมนอินซูลินกับกลูโคสในเลือดเข้าสู่เซลล์ในร่างกายเพิ่มขึ้นส่งผลให้ระดับกลูโคสในเลือดลดลง (Sort et al., 2003)

ในรายที่อายุไม่มากและมีการควบคุมเมตาบอลิซึม (metabolic control) สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้หลายประเภท แต่สำหรับผู้ที่อยู่ในวัยกลางคนและวัยสูงอายุ แนะนำให้ทำกิจกรรมที่ทำให้คงความกระฉับกระเฉงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในผู้ที่เป็เบาหวานที่ไม่ค่อยออกกำลังกายจะเกิดความเสื่อมของกล้ามเนื้อ เอ็น กระดูก และข้อ โดยเฉพาะในผู้สูงอายุ การเตรียมตัวได้แก่ การอบอุ่นร่างกายก่อนและผ่อนคลายร่างกายหลังจากการออกกำลังกายเป็นเวลา 5-10 นาที เพื่อจะค่อย ๆ ดึงอัตราการเต้นของหัวใจให้เข้าสู่ภาวะปกติ (American Diabetes Association, 2002; American Diabetes Association, 2004b) สำหรับผู้ที่เป็นเบาหวานมานาน หรือมีภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ก่อนการออกกำลังกายควรได้รับการประเมินทางการแพทย์ถึงสมรรถภาพทางร่างกาย การประเมินภาวะแทรกซ้อนทาง macrovascular และ microvascular เพราะปัจจัยเหล่านี้ อาจเพิ่มมากขึ้นภายหลังการออกกำลังกาย เพื่อประโยชน์ในการออกแบบและปรับโปรแกรม

การออกกำลังกายให้เหมาะสมแต่ละบุคคลและลดความเสี่ยงให้เกิดน้อยที่สุด (American Diabetes Association, 2004b)

การประเมินภาวะแทรกซ้อนผู้ที่เป็นเบาหวานก่อนการออกกำลังกาย

พิจารณาตามระบบอวัยวะที่สำคัญ ดังนี้

ระบบหัวใจและหลอดเลือด

ผู้ที่เป็นเบาหวานที่กำลังจะออกกำลังกายความรุนแรงปานกลางถึงความแรงมาก ผู้ที่เป็นเบาหวานควรได้รับการประเมินว่ามีความเสี่ยงต่อโรคหัวใจตามเกณฑ์ ได้แก่ (Sigal et al., 2005)

1. อายุมากกว่า 35 ปี
2. อายุมากกว่า 25 ปี เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 มานานกว่า 10 ปี
3. มีปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ มีภาวะแทรกซ้อนทาง microvascular (retinopathy หรือ nephropathy รวมถึง microalbuminuria)
4. มีโรคหลอดเลือดส่วนปลาย และมี autonomic neuropathy

ในผู้ป่วยบางรายที่มีการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) ที่ไม่เฉพาะเจาะจง ขณะออกกำลังกาย หรือมี nonspecific ST และ T wave changes จาก EKG ขณะพัก และการทดสอบ radionuclide stress testing ในผู้ป่วยที่วางแผนว่าจะออกกำลังกายจากกิจกรรมการออกกำลังกาย (ให้ได้ $< 60\%$ ของ maximal heart rate) ให้ทำ stress test ก่อนการออกกำลังกาย (Peirce, 1999) ผู้ป่วยที่มีประวัติโรคหลอดเลือดหัวใจควรได้รับการตรวจ ischemic response to exercise, ischemic threshold และ arrhythmia และในผู้ป่วยบางรายควรได้รับการตรวจ Left ventricular systolic function ที่ขณะพักและการตอบสนองการออกกำลังกายด้วย (American Diabetes Association, 2004b)

ภาวะแทรกซ้อนทางไต

ในผู้ที่เป็นเบาหวานที่เริ่มจะมี microalbuminuria (>20 มิลลิกรัม/นาที ของ albumin ที่ขับออกมา) หรือ overt proteinuria (>200 มิลลิกรัม/นาที) (ADA/ACSM, 1997) ในผู้ที่มี overt nephropathy ส่วนใหญ่จะมีโรคอื่นและอาการอื่นร่วมด้วย ซึ่งทำให้ออกกำลังกายไม่ได้มากอยู่แล้วและไม่แนะนำให้ออกกำลังกายอย่างหักโหมมาก ในผู้ที่เป็นเบาหวานที่มีโรคไตวายเรื้อรัง

(American Diabetes Association, 2004b) ควรออกกำลังกายแบบ isotonic, weight bearing และเป็น low impact activity (จักรกริช กล้าผจญ, 2548)

ภาวะแทรกซ้อนทางตา

สำหรับผู้ที่เป็นเบาหวานที่มี retinopathy การออกกำลังกายมากเกินไปอาจทำให้เกิด vitreous hemorrhage หรือ traction retinal detachment ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายแบบ anaerobic และการได้รับการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายที่มีการกระแทกแรงๆ หรือการทำ valsalva สำหรับผู้ป่วยที่ทราบว่า มี proliferative diabetic retinopathy (PDR) อยู่แล้ว (Peirce, 1999) การออกกำลังกายที่เหมาะสมควรเป็นการออกกำลังกายแบบ aerobic ความแรงเบา (low intensity) (Albright et al., 2000) หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ออกแรงมาก ต้องเบ่ง หรือมี isometric contraction เลี่ยงกิจกรรมที่ศีรษะต่ำ เช่น โยคะ หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายแขนหนักๆ เพราะจะเพิ่ม peripheral resistance ทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้น (จักรกริช กล้าผจญ, 2548)

โรคหลอดเลือดส่วนปลาย

การประเมินโรคหลอดเลือดส่วนปลาย (peripheral vascular disease: PVD) จากอาการและอาการแสดง intermittent claudication ได้แก่ ทำเดิน ความแรงของชีพจรลดลง atrophy ของเนื้อเยื่อไขมันใต้ผิวหนัง และขนร่วง (Birrer, 2004; White & Dinubile, 1999) การรักษาเบื้องต้นสำหรับ intermittent claudication คือการงดสูบบุหรี่ และการออกกำลังกาย การที่ยังสามารถคลำชีพจรที่ตำแหน่ง dorsalis pedis และ posterior tibial ได้ ยังบอกไม่ได้ว่าไม่มี ischemic change ของเท้า ถ้ามีปัญหาเกี่ยวกับการไหลเวียนของเลือดที่เท้าและนิ้วเท้า ควรวัด doppler pressure ที่ข้อเท้า (American Diabetes Association, 2004b)

ภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาท

ผู้ที่มี peripheral neuropathy อาจทำให้สูญเสีย protective sensation ของเท้าในผู้ที่เป็นมากควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายชนิดลงน้ำหนัก การออกกำลังกายซ้ำๆ ที่เท้าในผู้ป่วยที่เท้าไม่มีความรู้สึก หรือมีความรู้สึกน้อยลง (Albright et al., 2000) จะทำให้เกิดแผล และกระดูกหักได้ การประเมิน neuropathy ทำได้โดยการตรวจ deep tendon reflexes, vibratory sense และ position sense การตรวจ touch sensation ทำได้โดยใช้ Semmes Weinstein monofilament ขนาด 5.07 (10 g) ที่ฝ่าเท้า ถ้าไม่รู้สึก แสดงว่าขาด protective sensation

(American Diabetes Association, 2004b) การออกกำลังกายที่แนะนำให้ทำได้แก่ ว่ายน้ำ จักรยาน พายเรือ ออกกำลังกายขณะนั่งเก้าอี้ การออกกำลังกายแขน (Sigal et al., 2005) และการออกกำลังกาย non-bearing อื่นๆ การออกกำลังกายที่ห้ามทำได้แก่ เดินสายพาน เดินเป็นระยะเวลานาน วิ่งเหยาะๆ และการออกกำลังกายเป็นจังหวะแบบแรงกระแทก (step exercise) (Ward, 2005)

ผู้ที่มี autonomic neuropathy จะมีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย เนื่องจากขณะออกกำลังกายจะเพิ่มความเสี่ยง adverse cardiovascular event ลักษณะของ cardiac autonomic neuropathy (CAN) ได้แก่ชีพจรเร็วขณะพัก (>100 ครั้ง/นาที), orthostasis (ความดันโลหิต systolic ลดลง >20 mmHg ขณะลุกนั่งหรือยืน) (White & Dinubile, 1999) แนะนำการออกกำลังกายปั่นจักรยานอยู่กับที่ (จักรกริช กล้าผจญ, 2548)

นอกจากการประเมินภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานในระบบต่างๆแล้ว ผู้ที่เป็นเบาหวานที่จะออกกำลังกายควรได้รับการประเมินระดับกลูโคสในเลือดก่อนการออกกำลังกายดังนี้ (Farrel, 2003)

1. ถ้าระดับกลูโคสในเลือดน้อยกว่า 5 mmol/L (90 mg/dl) ให้รับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตก่อนการออกกำลังกาย
2. ถ้าระดับกลูโคสในเลือด 5-10 mmol/L (90-270 mg/dl) สามารถออกกำลังกายได้
3. ถ้าระดับกลูโคสในเลือดมากกว่า 15 mmol/L (>270 mg/dl) เลื่อนการออกกำลังกายและตรวจ urine ketones ถ้าผลเป็นลบ สามารถออกกำลังกายได้ แต่ถ้าผลเป็นบวก รักษาด้วยอินซูลิน และเลื่อนการออกกำลังกายจนผล urine ketones เป็นลบ

การป้องกันภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำขณะออกกำลังกาย ผู้ที่เป็นเบาหวานควรรับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตหรือดื่มเครื่องดื่มประเภทคาร์โบไฮเดรตเป็นอาหารว่าง หรือในมื้ออาหาร 15 กรัม ก่อนการออกกำลังกายความแรงปานกลาง (Weil, 1999)

ผลของการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

ในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่ามีปัญหาการดื้ออินซูลิน (insulin resistance) และการหลังอินซูลินลดลง (ซัลลิต รัตสาร, 2546) ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดเร็วกว่าปกติ (premature coronary disease) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพบร่วมกับความดันโลหิตสูง central obesity และระดับไขมันในเลือดผิดปกติ (TG สูง, HDL-C ต่ำ, small dense LDL สูง) การเพิ่มการใช้พลังงานด้วยการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะทำให้อินซูลินมีความไวเร็วขึ้น และช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (American Diabetes Association,

2004b) จากการศึกษาในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 1467 คน พบว่าบุคคลที่ออกกำลังกาย ความแรงหนัก 5 วันหรือมากกว่าต่อสัปดาห์ มีภาวะดื้ออินซูลินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 (Mayer-Davis et al., 1998) และจากการศึกษาในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 17 คน ที่ ออกกำลังกายแบบแรงต้าน 5 วันต่อสัปดาห์ พบว่าอินซูลินมีความไวเร็วขึ้น (insulin sensitivity) (Ishii, Yamakita, Sato, Tanaka, & Fujii, 1998) และจากการทบทวนงานวิจัยการออกกำลังกาย ในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 พบว่าการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก การออกกำลังกายแบบแรงต้าน มีผลลดระดับน้ำตาลในเลือด และหรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง ดังรายละเอียดในตาราง งานวิจัยในบทที่ 3

นอกจากนี้ยังพบว่าการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอยังมีผลลดระดับความดันโลหิต จาก การศึกษาแบบ meta-analysis ของงานวิจัยแบบสุ่ม 54 งานวิจัยถึงผลการออกกำลังกายแบบ แอโรบิก สามารถลดความดันซิสโตลิก และไดแอสโตลิก (Whelton, Chin, Xin, & He, 2003) และจากการศึกษาการออกกำลังกายด้วยการเดินเร็ว (brisk walking) นาน 45-60 นาที ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 26 คน พบว่าสามารถลดระดับความดันซิสโตลิก 7.6 mmHg และความดันโลหิตไดแอสโตลิก 4.3 mmHg (Fritz, Wandell, Aberg, & Engfeldt, 2006) นอกจากนี้ผลของการออกกำลังกายยังช่วยลดน้ำหนัก และสามารถควบคุมน้ำหนักไม่ให้ เพิ่มขึ้น (Ciolac & Guimaraes, 2004) ลด intra-abdominal fat ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มี ความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะ metabolic syndrome (American Diabetes Association, 2004b)

จากการสืบค้นเบื้องต้น แม้ว่าการออกกำลังกาย จะมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด แต่พบว่ามีหลากหลายในเรื่องของประเภท ความแรง ความถี่ และเวลา อย่างไรก็ตามยังไม่ พบว่ามีรายงานที่สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลใน เลือดในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 โดยเฉพาะรายงานวิจัยที่ศึกษาในประเทศไทย ที่มีการออกแบบ ให้ประเภทของการออกกำลังกายเหมาะสมกับบริบทในประเทศไทย ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะ ศึกษาประเภท ความแรง ความถี่ และเวลาการออกกำลังกาย ที่มีผลควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยทำการสืบค้นผลงานวิจัย เพื่อสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการ ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปสู่การปฏิบัติ เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลใน เลือดในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 นำไปสู่การลด หรือชะลอการเกิดภาวะแทรกซ้อนจาก โรคเบาหวาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้จากงานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 โดยการนำผลการวิจัยและความรู้ที่ได้จากการค้นคว้า มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อเป็นองค์ความรู้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์งานวิจัยแต่ละผลงานจาก

1.1 การสืบค้นแหล่งข้อมูล การสืบค้นจากตำราวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัยต่างๆ วารสารทางการแพทย์ การแพทย์ และสาขาที่เกี่ยวข้อง ทั้งภายในและนอกประเทศ และจากฐานข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้ Cinahl, Mulinet, Ovid, Pubmed, Science Direct, Cochrane, Springer Link และ Blackwell และจากเว็บไซต์ คือ www.thesis.tiac.or.th, www.diabetes.org, www.msse.org, www.jap.org, www.acsm.msse.org, www.endo-society.org โดยกำหนดปีที่ใช้ในการสืบค้นตั้งแต่ ค.ศ.1996-2007 คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลได้แก่ exercise and diabetes, physical activity and diabetes และ exercise diabetes glycemic control รวมทั้งการสืบค้นจากงานวิจัยที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (manual search) เช่น เอกสารอ้างอิงของตำรา และวารสารต่างๆ

1.2 การคัดเลือกข้อมูลที่น่าสนใจ มีวิธีการคือ เลือกหัวข้อวิจัยและหลักฐานอ้างอิงเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้องโดยการอ่านบทคัดย่อในแต่ละเรื่อง และเลือกงานวิจัยหรือบทความวิชาการที่มีขอบเขตที่เกี่ยวข้อง จากนั้นอ่านรายงานฉบับเต็ม โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria) และเกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria) ดังนี้

1.2.1 เกณฑ์การคัดเข้า เป็นรายงานวิจัยฉบับเต็ม หรือบทความวิชาการ เช่น meta-analysis, systematic review ซึ่งตีพิมพ์หรือเผยแพร่ในปี ค.ศ.1996-2007 โดยรายงานวิจัยหรือบทความวิชาการดังกล่าวต้องเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ และเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

1.2.2 เกณฑ์การคัดออก งานวิจัย หรือบทความวิชาการในกลุ่มผู้ป่วยเด็ก งานวิจัยในกลุ่มผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 งานวิจัย หรือบทความวิชาการที่ไม่สามารถหารายงานวิจัยฉบับเต็ม และงานวิจัยที่เป็น Pilot study

จากเกณฑ์ข้างต้นพบว่าม้งงานวิจัยที่เข้าเกณฑ์นำมาศึกษาทั้งหมด 23 เรื่อง (ตารางที่ 1 และ 2) แต่ไม่พบบทความวิชาการ เช่น meta-analysis หรือ systematic review

2. พิจารณาคุณภาพและการวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพงานวิจัยของราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทย (2544) ซึ่งมีการแบ่งระดับงานวิจัยไว้ 4 ระดับ ดังนี้ คือ

Level A หมายถึง หลักฐานที่ได้จาก systematic review ของ randomized controlled clinical trial หรือหลักฐานที่ได้จาก randomized controlled trial ที่ดำเนินการอย่างเหมาะสม

Level B หมายถึง หลักฐานที่ได้จาก systematic review ของ controlled clinical study หรือหลักฐานที่ได้จาก controlled clinical study เช่น non-randomized controlled trial, cohort study, case-control study, cross sectional study ที่ดำเนินการอย่างเหมาะสม หรือหลักฐานที่ได้จากงานวิจัยทางคลินิกที่ใช้รูปแบบการวิจัยอื่น และผลการวิจัยพบประโยชน์ หรือโทษจากการปฏิบัติการรักษาที่เด่นชัดมาก หรือเรื่องดังกล่าวไม่มีผลงานวิจัยประเภท randomized controlled trial แต่ได้นำเอาหลักฐานที่ได้จาก randomized controlled trial แต่ได้นำเอาหลักฐานที่ได้จาก randomized controlled trial ในประชากรกลุ่มอื่นหรือเรื่องอื่นที่คล้ายคลึงกันมาใช้เป็นหลักฐาน หรือหลักฐานที่ได้จาก randomized controlled clinical trial หรือ randomized controlled trial ที่ดำเนินการไม่เหมาะสม

Level C หมายถึง หลักฐานที่ได้จาก systematic review ของ descriptive study หรือหลักฐานที่ได้จาก descriptive study ซึ่งหมายถึงรายงานผู้ป่วยหนึ่งรายหรือมากกว่า หรือหลักฐานที่ได้จาก systematic review ของ controlled clinical study หรือ controlled clinical study ที่ไม่เหมาะสม หรือหลักฐานที่ได้จาก controlled clinical study ในประชากรกลุ่มอื่นหรือเรื่องอื่นที่คล้ายคลึงกัน

Level D หมายถึง หลักฐานที่ได้จากฉันทามติ (consensus) ของคณะผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจากไม่มีหลักฐานจากผลงานวิจัยทางคลินิก หรือผลงานวิจัยทางคลินิกที่มีอยู่ไม่สอดคล้องหรือเหมาะสมกับสถานการณ์และสถานภาพของการประกอบวิชาชีพในประเทศไทยหรือมีเพียงหลักฐานทางห้องปฏิบัติการ

จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพงานวิจัยข้างต้นพบว่าม้งงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์อยู่ทุกระดับ A จำนวน 11 เรื่อง ระดับ B จำนวน 12 เรื่อง ไม่มีงานวิจัยในระดับ C และระดับ D

3. พิจารณานำผลงานวิจัยมาใช้ทางคลินิก พิจารณาจากเกณฑ์ดังนี้ (Polit & Hungler, 1997)

3.1 ผลงานวิจัยที่นำมาศึกษาตรงกับประเด็นของปัญหาที่กำลังศึกษาอยู่ (Clinical-relevance) ในการศึกษาครั้งนี้พิจารณาการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

3.2 ผลงานวิจัยมีความน่าเชื่อถือเพียงพอที่จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ (Scientific-merit) โดยพิจารณาในเรื่อง การออกแบบงานวิจัย การเลือกกลุ่มตัวอย่าง การประเมินคุณภาพการวิจัย ความตรงภายใน ความตรงภายนอก การใช้สถิติในการวิเคราะห์ รวมทั้งจุดเด่นและจุดด้อย ของระเบียบวิธีซึ่งจะใช้ในการพิจารณานำไปประยุกต์ใช้ทางคลินิก

3.3 การนำองค์ความรู้ไปใช้โดยพิจารณาแนวโน้ม หรือความเป็นไปได้ที่จะนำองค์ความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติ (Implementation potential) ประกอบด้วย

3.3.1 ผลงานวิจัยที่นำมาใช้มีความเหมาะสม (Transferability of findings) โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับหน่วยงาน กลุ่มผู้ป่วย และปรัชญาการดูแลของเจ้าหน้าที่ในทีมสุขภาพ

3.3.2 สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้ในหน่วยงาน (Feasibility of implementation) โดยคำนึงถึงพยาบาลสามารถปฏิบัติได้โดยมีเอกสิทธิ์ ผู้ร่วมงานให้ความร่วมมือในการปฏิบัติ

3.3.3 ความคุ้มค่า (Cost-benefit ratio) ผลงานวิจัยที่นำมาใช้นั้นเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลอย่างไร

4. สรุปความรู้จากการสังเคราะห์งานวิจัย

จากงานวิจัย 23 เรื่องที่นำมาสังเคราะห์ตามเกณฑ์การพิจารณาการนำผลงานวิจัยมาใช้ทางคลินิก ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 1 นำเสนอฐานข้อมูล Electronics Database จำนวนเรื่องที่น่าสนใจ

ฐานข้อมูล E-database	คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล	จำนวนเรื่อง ทั้งหมด	จำนวนเรื่องที่ นำมาใช้
Ovid	- exercise and diabetes	48	-
	- physical activity and diabetes	-	-
	- exercise diabetes glycemc control	23	-
Cinahl	- exercise and diabetes	355	-
	- physical activity and diabetes	189	-
	- exercise diabetes glycemc control	156	-
Cochrane	- exercise and diabetes	11	-
	- physical activity and diabetes	4	-
	- exercise diabetes glycemc control	3	-
Science Direct	- exercise and diabetes	857	5
	- physical activity and diabetes	475	-
	- exercise diabetes glycemc control	14	-
Springer Link	- exercise and diabetes	173	2
	- physical activity and diabetes	29	-
	- exercise diabetes glycemc control	15	-
Pubmed	- exercise and diabetes	6851	10
	- physical activity and diabetes	3130	-
	- exercise diabetes glycemc control	165	-
Blackwell	- exercise and diabetes	7845	-
	- physical activity and diabetes	12454	-
	- exercise diabetes glycemc control	800	-

การสืบค้นฐานข้อมูล Electronics Database ที่ผู้ศึกษาค้นพบจาก Cinahl, Ovid, Cochrane และ Blackwell มีจำนวนเรื่องซ้ำกับฐานข้อมูล Pubmed

ตารางที่ 2 นำเสนอฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัยต่างๆ จำนวนเรื่องที่น่าสนใจ

ฐานข้อมูล	คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล	จำนวนเรื่องที่น่าสนใจ
มหาวิทยาลัยมหิดล	- ผลของการออกกำลังกายในผู้ป่วย	2
	เบาหวาน	
	- การออกกำลังกายในผู้ป่วย	
	เบาหวาน	
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	- ผลของการออกกำลังกายในผู้ป่วย	3
	เบาหวาน	
	- การออกกำลังกายในผู้ป่วย	
	เบาหวาน	
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	- ผลของการออกกำลังกายในผู้ป่วย	1
	เบาหวาน	
	- การออกกำลังกายในผู้ป่วย	
	เบาหวาน	
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	- ผลของการออกกำลังกายในผู้ป่วย	-
	เบาหวาน	
	- การออกกำลังกายในผู้ป่วย	
	เบาหวาน	
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	- ผลของการออกกำลังกายในผู้ป่วย	-
	เบาหวาน	
	- การออกกำลังกายในผู้ป่วย	
	เบาหวาน	

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 1 Tai chi chuan exercise decreases A1C level along with increase of regulatory T-cells and decreases of cytototoxic T-cell population in type 2 diabetic patients. ผู้เขียน Yeh, Chuang, Lin, Hsiao, Wang, & Yang. (2007)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบไท้เก๊กจำนวนต่อ การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและจำนวน T-cell.	การออกแบบวิจัย กึ่งทดลอง ระดับ: B กลุ่มตัวอย่าง ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 32 คน แบ่งเป็นเพศชาย 17 คน และเพศหญิง 15 คน โปรแกรมการศึกษา การออกกำลังกายไท้เก๊กจำนวน ความถี่ 3 ครั้ง/ สัปดาห์ ความรุนแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 60 นาที (ช่วงเวลา 8.00-9.00 น.) ระยะเวลา 12 สัปดาห์	หลังการออกกำลังกายไท้เก๊ก จำนวน 12 สัปดาห์ไม่พบการ เปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาล ในเลือดหลังอดอาหาร แต่ พบว่าระดับน้ำตาลเกาะเม็ด เลือดแดงลดลงจากค่าเฉลี่ย 7.74 $\pm$ 1.93% เป็น 7.24 $\pm$ 1.35% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .026 และพบว่า WBC ไม่ เปลี่ยนแปลง แต่พบว่าร้อยละ CD ₄ , CD ₈ , Lymphocyte ลดลง อย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าสมบูรณ์ ของ CD ₄ , CD ₈ , Lymphocyte ไม่เปลี่ยนแปลง	การออกกำลังกายไท้เก๊ก ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความ รุนแรงปานกลางเวลาออกกำลังกาย 60 นาที ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ช่วยลดระดับน้ำตาล เกาะเม็ดเลือดแดงในเลือด

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/Intervention	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/นำไปใช้
เรื่องที่ 2 Walking for exercise-dose three times per week influence risk factors in type 2 diabetes. ผู้เขียน Fritz, Wandell, Aberg, & Engfeldt. (2006)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นระดับเบา (low intensity) ต่อการควบคุมเบาโลหิต และภาวะเสี่ยงโรคหลอดเลือดหัวใจในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2.	การออกแบบวิจัย กึ่งทดลอง ระดับ: B กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 52 คน เลือกตามความสมัครใจ แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 26 คน มีผู้ชายจำนวน 11 คน และผู้หญิงจำนวนเฉลี่ย 60.0 ± 7.3 ปี และกลุ่มควบคุมจำนวน 26 คน มีผู้ชายจำนวน 15 คน และผู้หญิงจำนวน 11 คน อายุเฉลี่ย 59.3 ± 6.2 ปี เกณฑ์การคัดออก ผู้ป่วยที่มีอาการเจ็บหน้าอกรุนแรง หรือมีความพิการ (disability) และรับการรักษาด้วยอินซูลิน โปรแกรมการศึกษา กลุ่มทดลองเดินเร็ว (brisk walking) ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความเข้มข้น เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ระยะเวลา 4 เดือน และทำบันทึก	ประเมินผลที่ 4 เดือน พบว่าระดับน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยลดลง เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ	การเดินนานครั้งละ 45 นาที ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความเข้มข้นเบา ไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และพบว่ากลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลองจำนวน 9 คน ไม่ออกกำลังกายตามโปรแกรม การศึกษาอาจทำให้ผลวิจัยคลาดเคลื่อน การบันทึกการออกกำลังกาย บันทึกเฉพาะความถี่ และระยะเวลา ควรบันทึกทั้งความถี่ ความแรง และระยะเวลาของการออกกำลังกาย เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความเพียงพอของ การออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับผลการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/Intervention	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/นำไปใช้
เรื่องที่ 3				
Make your diabetic patients walk long term impact of different amounts of physical activity on type 2 diabetes.	เพื่อศึกษาผลการใช้พลังงานที่แตกต่างกันในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2.	การออกกำลังกายเพื่อศึกษากลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกาย ในระยะเวลาทำการวิจัยไม่มีคำแนะนำเกี่ยวกับเปลี่ยนแปลงการควบคุมอาหาร และการใช้ยา	ประเมินผลที่ 2 ปี พบว่ากลุ่มที่ใช้พลังงาน 0 MET และกลุ่ม 0-10 METs ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัด กลุ่ม 10-20, 21-30, 31-40 และ > 40 METs มีการเปลี่ยนแปลงของ	ทำการศึกษาคิดตามผลใน ระยะยาวถึง 2 ปี การเดินที่ใช้พลังงาน >10 METs /h/wk มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด นอกจากนี้ยังช่วยลดอัตราการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ และ metabolic syndrome ด้วยและลดค่าใช้จ่ายในการรักษา แต่ผู้ที่
ผู้เขียน Loreto et al. (2005)		กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 182 คน เลือกตามความสมัครใจ (กลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัยจำนวน 3 คน) จากนั้นทำการสุ่มเข้ากลุ่มความแรง 6 กลุ่ม. (METs per hour per week) ได้แก่ 1) กลุ่ม 0		

MET (metabolic equivalent หรือ metabolic unit) หมายถึง มีค่าประมาณ 3.5 มล./กก./นาที หรือคิดเป็นพลังงาน 1 กิโลแคลอรี/กก./ชม. ซึ่งเท่ากับพลังงานที่ใช้ในขณะที่พัก คำนวณจาก MET = $VO_2/3.5$ (American College of Sport Medicine, 2000)

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
โปรแกรมการศึกษา				
		METs/h/wk จำนวน 28 คน 2) กลุ่ม 1-10 METs /h/wk จำนวน 27 คน 3) กลุ่ม 11-20METs /h/wk จำนวน 31 คน 4) กลุ่ม 21-30 METs/h/wk จำนวน 27คน 5) กลุ่ม 31-40 METs/h/wk จำนวน 32 คน 6) กลุ่มมากกว่า 40 METs/h/wk จำนวน 34 คน ระยะเวลา 2 ปี	หัวใจภายใน 10 ปีดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยในกลุ่ม 21-30, 31-40 และ > 40 METs มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักร่างกาย รอบสะโพก HR, FBG, LDL และ HDL ดีขึ้นด้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และยังพบว่าปริมาณ MET มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ HDLและสัมพันธ์ทางลบกับตัวชี้วัดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 และภายหลัง 2 ปี มีอัตราค่าใช้จ่ายน้อยกว่า	เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จะใช้ประโยชน์สูงสุด เมื่อใช้พลังงาน > 20 METs/h/wk การให้คำปรึกษา การติดตามเยี่ยมทางโทรศัพท์ และติดตามเยี่ยมที่แผนกผู้ป่วยนอก เป็น การสนับสนุนให้ออกกำลังกาย เป็นไปตาม โปรแกรมการศึกษา
โปรแกรมการศึกษา				
		กลุ่มตัวอย่างเดิมที่บ้าน โดยจะได้รับคำแนะนำการออกกำลังกายเป็นรายบุคคลในครั้งแรก โดยผู้ฝึกใช้เวลา 30 นาที หลังจากนั้น 1 เดือนติดตามทางโทรศัพท์ และที่คลินิก ผู้ป่วยนอกครั้งละ 15 นาที ทุก 3 เดือน รวมทั้งหมด 7 ครั้งในระยะเวลา 2 ปี และได้รับคำแนะนำในการควบคุมปริมาณคาร์โบไฮเดรต 55% ไขมัน 30% และโปรตีน 15%	เรื่องขาดข้อพิสูจน์อย่างมีนัยสำคัญที่ .008 ในกลุ่ม 0 MET แต่เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่ม 1-10 METs และลดลงอย่างมีนัย	

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 4				
ผลของการออกกำลังกาย โดยวิธีรำมวยจีนมีผลต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2.	1. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง	การออกแบบวิจัย กึ่งทดลอง ระดับ: B กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 94 ราย แบ่งกลุ่ม โดยวิธีการสุ่มเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 45 คน อายุเฉลี่ย 56.51 ปี และกลุ่มควบคุมจำนวน 49 คน อายุเฉลี่ย 56.81 ปี เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงดังนี้ ระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่า 140 มก. / ดล. ติดต่อกันอย่างน้อย 3 เดือน ไม่เคยออกกำลังกายมาในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา ไม่มีโรคแทรกซ้อน เช่น โรคหัวใจ ไต หรือโรคที่มีอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย ไม่รับประทาน	1. ระดับน้ำตาลในเลือดก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่.01	การรำมวยจีนมีผลลดระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวาน การศึกษานี้ทำในผู้ป่วยไทย และอยู่ภายใต้บทบาทของพยาบาล
ผู้เขียน กมลรัตน์ ปานทอง. (2548)	2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับน้ำตาลในเลือดภายในกลุ่มทดลองก่อนและหลังทดลอง	3. เพื่อเปรียบเทียบผลต่างค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลองกับผลต่าง	2. หลังการทดลองของกลุ่มทดลองระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยมีรายได้เป็นตัวแปรต้นร่วม พบระดับน้ำตาลในเลือดในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง	การใช้วิธีรำมวยจีนและโบสถ์ช่วยให้อายุผู้ป่วยได้ถูกต้อง และสามารถนำไปปฏิบัติที่บ้านได้

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
คำเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือด ก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มควบคุม	ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือด	ขาอื่นๆ หรือยาสมุนไพรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือด	สถิติที่.01	การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน จะมีผลต่อผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดการควบคุมการใช้ยา
	ก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มควบคุม	นอกเหนือจากยาระดับน้ำตาลในเลือดตามแผนการรักษาของแพทย์ สัมผัสใจเข้าร่วมโครงการ	3. กลุ่มทดลองมีระดับน้ำตาลในเลือดหลังการทดลองต่ำกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่กลุ่มควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดทั้ง 2 ครั้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางที่.01	
		โปรแกรมการศึกษา กลุ่มทดลองรำไม่พลงป้าบุญมี ใช้วิธีทัศน์การออกกำลังกายรำไม่พลงป้าบุญมี และโบสเตอร์ทำบริหารร่างกายเพื่อสุขภาพ โดยใช้ไม่พลงป้าบุญมี การรำไม่พลงป้าบุญมีประกอบด้วย 12 ท่า ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์	4. ผลต่างค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลองลดลง 24.04 มก.ระดับน้ำตาลสะสมลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการออกกำลังกาย	
		กลุ่มควบคุมไม่ได้ออกกำลังกาย	สถิติที่.01	

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 5 Effect of exercise versus relaxation on haemoglobin A ₁ C in black females with type 2 diabetes mellitus. ผู้เขียน Van Rooijjan, Rheeder, & Becker. (2004)	เพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายกับการออกกำลังกายเพื่อผ่อนคลาย ระยะเวลา 12 สัปดาห์ต่อระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดแดงในผู้หญิงเบาหวานชนิดที่ 2	การออกแบบวิจัย เชิงทดลองมีการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม ระดับ: A กลุ่มตัวอย่าง จากการสุ่มผู้ป่วยหญิงเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 144 คน อายุระหว่าง 40-65 ปี แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 72 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 72 คน เกณฑ์การคัดออก ผู้ป่วยที่มีอาการเจ็บหน้าอก กล้ามเนื้อหัวใจตาย โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมองภาวะแทรกซ้อนทางตา และภาวะข้ออักเสบ	พบว่าในกลุ่มทดลองค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดแดงลดลงจาก $9.36 \pm 2.42\%$ เป็น $8.99 \pm 2.59\%$ และในกลุ่มควบคุม ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดแดงลดลงจาก $9.25 \pm 2.28\%$ เป็น $8.26 \pm 1.97\%$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .052	ในกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นการออกกำลังกายเพื่อผ่อนคลายมีผลลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดแดงน้อยกว่ากลุ่มทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความสม่ำเสมอของการออกกำลังกายของตนเองที่บ้าน ในกลุ่มควบคุมที่ทำการออกกำลังกายเพื่อผ่อนคลาย ไม่พบการระบุ ความถี่ และความแรงของการปฏิบัติ การติดตามเยี่ยมทางโทรศัพท์ และแผนผู้ป่วยนอก เป็นการสนับสนุนการออกกำลังกายให้ผู้ป่วยไปตามเป้าหมาย การศึกษานี้ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่รักษาด้วยยา

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทยืดกล้ามเนื้อเพื่อลดการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
		จนถึง 45 นาที/สัปดาห์ และทำ physical activity log และ 2) การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่โรงพยาบาล เวลาออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ต่อมา โดยออกกำลังกายกำลัง low-impact aerobic ความเร็วปานกลาง 55-69% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ความถี่มากกว่า 1 วัน/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 45 นาที		รับประทานและอินซูลิน ผลของการศึกษาสามารถนำไปใช้ได้กับผู้ช่วยที่รับประทานยาหรือใช้อินซูลิน
		กลุ่มควบคุมทำการออกกำลังกายเพื่อผ่อนคลาย (relaxation exercise) เป็นการผ่อนคลายกลุ่มกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 20 นาที		
		กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับความรู้การบริหารจัดการเรื่องโรคเบาหวานชนิดที่ 2 การออกกำลังกาย และการป้องกันการเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ		

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 6 ผลของการออกกำลังกายโดยกำลังกายโดยการปฏิบัติสมาธิแบบซิงเกิ้ลต่อระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ไม่พึงอินสุลิน. ผู้เขียน กัญญา เลียนเครือ. (2546)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายโดยกำลังกายโดยการปฏิบัติสมาธิแบบซิงเกิ้ลต่อระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ไม่พึงอินสุลิน.	การออกแบบวิจัย กึ่งทดลอง ระดับ: B กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 60 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน เกณฑ์การคัดเลือก ผู้ชายและผู้หญิงอายุ 35-70 ปี ได้รับการวินิจฉัยเป็นเบาหวานชนิดที่ 2 อย่างน้อย 1 ปี รักษาด้วยยารับประทาน ระดับน้ำตาลอยู่ระหว่าง 120-250 mg/dl การรับรู้ปกติและสื่อสารด้วยภาษาไทย ไม่เคยออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอก่อนเข้าร่วมวิจัย "ไม่มีภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน" ได้แก่ ภาวะแทรกซ้อนทางตา ไต โรคหลอดเลือดหัวใจและไม่มีภาวะซึมเศร้า ไม่ใช้ยากลุ่มสเตียรอยด์หรือยาที่มีผลลดระดับน้ำตาล นอกเหนือจากระดับน้ำตาลในเลือด	พบว่าหลังการทดลองกลุ่มทดลองมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าการก่อนทดลองและต่ำกว่ากลุ่มเปรียบเทียบกับยังมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01	การออกกำลังกายโดยการปฏิบัติสมาธิแบบซิงเกิ้ล 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 30 นาที ความแรงปานกลาง ระยะเวลา 8 สัปดาห์ มีผลลดระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 การศึกษานี้ทำในผู้ป่วยไทย และอยู่ภายใต้บทบาทของพยาบาล

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
โปรแกรมการศึกษา				
นักกลุ่มทำการฝึกสมาธิซึ่งโดยผู้วิจัยเป็นผู้นำการปฏิบัติ ครอบคลุม 3 ท่า ได้แก่ 1) ท่านั่ง นั่งตัวตรงบนเก้าอี้สุดลมหายใจเข้าและออกช้าๆ หายใจรวมทั้งหมด 30 ครั้ง (การหายใจ 1 ครั้งหมายถึง หายใจเข้า 1 ครั้ง และหายใจออก 1 ครั้ง) ใช้เวลา 4-5 นาที 2) ทำยืน ยืนมือทั้งสองวางซ้อนทับกัน โดยหันฝ่ามือเข้าหาลำตัว หายใจรวมทั้งหมด 180 ครั้ง ใช้เวลา 10-15 นาที 3) ทำเดิน ก้าวเดินด้วยเท้าขวาสลับเท้าซ้าย พร้อมสุดลมหายใจเข้าพร้อมก้าวเท้าขวา และสุดลมหายใจออกพร้อมก้าวเท้าซ้าย เดินระยะทาง 3 เมตร เดินไป-กลับ จำนวน 15 รอบ (การเดิน 1 รอบ หมายถึง การเดินไป 1 รอบ แล้วกลับ 1 รอบ) ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ (จันทร์ พุธ ศุกร์ สลับกับ อังคาร พฤหัสบดี เสาร์) ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 30 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์				

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับผลการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 7 ผลของการออกกำลังกาย ภายหลังจากรับประทาน อาหารต่อการเปลี่ยนแปลง ระดับน้ำตาลในเลือดใน ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2. ผู้เขียน อภิญญา คันธ. (2545)	เพื่อศึกษาผลของการออก กำลังกายระดับปานกลางหลัง รับประทานอาหารเช้าต่อการ เปลี่ยนแปลงของระดับ น้ำตาลในเลือด.	การออกแบบวิจัย เชิงทดลองมีการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม ระดับ: B กลุ่มตัวอย่าง ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 รักษาด้วยการ รับประทานยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือด จำนวน 18 คน แบ่งเป็นผู้ชายจำนวน 6 คน และผู้หญิงจำนวน 12 คน อายุระหว่าง 30-60 ปี เกณฑ์การคัดออก เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 ผู้ป่วยเบาหวานที่ตั้งครรภ์ มีปัญหาโรคข้อ กล้ามเนื้อ ประสาท ที่ทำให้ออกกำลังกาย ไม่ได้ รักษาด้วยยาลดอินซูลิน มีความผิดปกติ ของตับไต ชันรุนแรง โรคหลอดเลือดหัวใจ ออกกำลังกายเป็นประจำก่อนเข้าร่วมการวิจัย เป็นเวลา 3 เดือน	พบว่าการออกกำลังกายที่ ความหนักระดับปานกลางหลัง รับประทานอาหาร ครั้งชั่วโมง เป็นเวลา 30 นาที ทำให้ค่า ผลรวมพื้นที่ใต้กราฟต่ำกว่า วันที่รับประทานอาหารทดสอบ เท่านั้น อย่างไม่พบความ แตกต่างทางสถิติที่ .05 การออกกำลังกายเริ่มมีผลใน การลดระดับน้ำตาลในนาที่ที่ 15 หลังจากการออกกำลังกาย	ผลรวมพื้นที่ใต้กราฟที่ลดลง ในวันเพื่อออกกำลังกายหลัง รับประทานอาหารนั้นน่าจะ เป็นผลมาจากการที่ร่างกาย ต้องการให้พลังงานมากขึ้น จึง ทำให้ระดับน้ำตาลลดลง และ การที่ไม่พบความแตกต่างทาง สถิติอาจจะเป็นผลมาจาก การศึกษาครั้งนี้ใช้ระยะเวลาใน การออกกำลังกายน้อยเกินไป การศึกษานี้ควรทำในช่วงเช้า ถ้าออกกำลังกายในช่วงเวลาอื่น อาจมีผลแตกต่างกัน ผลของการออกกำลังกาย อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมออาจมีผล แตกต่างจากการออกกำลังกาย เพียง 1 ครั้ง/สัปดาห์

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
โปรแกรมการศึกษา				
		โปรแกรมการทดสอบ 3 นาทีแรกปั่นจักรยาน โดยไม่มีน้ำหนักหลังจากนั้นจะเพิ่มความหนักของงานขึ้นเป็น 25 วัตต์ ทุกๆ 1 นาที กลุ่มตัวอย่างจะต้องปั่นจักรยานคงความเร็วที่ 60 รอบ/นาที จนกระทั่งปั่นไม่ไหว ในขณะที่ทำการทดสอบจะต้องประเมินความเหนื่อยง่ายของกลุ่มตัวอย่างด้วย Borg scale เป็นระยะๆ เวลาออกกำลังกาย 40 นาที รวมระยะเวลาอบอุ่นร่างกาย และผ่อนคลายร่างกาย เมื่อเสร็จการทดสอบให้นั่งพัก และวัดการเต้นของ หัวใจ ความดันเลือดขณะพัก หลังจากนั้นนำค่า VO₂peak ที่ได้มาคำนวณหา 60% VO₂peak ของแต่ละบุคคลนั้น กลุ่มตัวอย่างจะได้รับคำแนะนำให้ทำการทดสอบรวม 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์และได้รับการประเมินระดับน้ำตาล ดังนี้ 1) ก่อนและหลังรับประทานอาหาร		ปริมาณ และพลังงานของอาหารมาตรฐานที่ใช้ศึกษาอาจไม่เหมือนกับ การรับประทานอาหาร ในชีวิตจริง ผลการลดระดับน้ำตาลอาจแตกต่างกัน ก่อนการออกกำลังกายในแต่ละครั้งทำการตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด โดยใช้เครื่องตรวจวัดระดับน้ำตาลชนิดพกพา (glucometer) เพื่อประเมินระดับน้ำตาลในเลือด ผู้วิจัยควบคุมกลุ่มตัวอย่างตลอดระยะเวลาทำการทดสอบ การศึกษานี้ทำในผู้ป่วยไทย และอยู่ภายใต้การดูแลหรือการให้คำปรึกษาของพยาบาล

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 8				
ผลของการออกกำลังกาย ระดับปานกลางก่อนอาหาร เข้าและก่อนอาหารเย็นต่อการควบคุมระดับน้ำตาลใน ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2. ผู้เขียน นันทวัน โหละบุตร. (2545)	เพื่อเปรียบเทียบการออก กำลังกาย ระดับความหนัก ปานกลางเป็นเวลา ต่อเนื่องกัน 2 สัปดาห์ ระหว่างช่วงก่อนรับประทาน อาหารเช้ามื้อกับการออกกำลัง กายในช่วงบ่ายก่อน รับประทานอาหารเย็นต่อการ ควบคุมระดับน้ำตาลใน ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2.	ทดสอบ 2) ก่อนและหลังการออกกำลังกาย ในขณะอดอาหาร และ 3) ก่อนและหลังการ ออกกำลังกายหลังรับประทานอาหาร	การออกแบบวิจัย กึ่งทดลอง ระดับ: B กลุ่มตัวอย่าง ผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 จำนวน 18 คนอายุ ระหว่าง 30-63 ปี แบ่งเป็นผู้ชายจำนวน 10 คน และผู้หญิงจำนวน 8 คน เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มเพื่อแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มโปรแกรม A และ B โปรแกรมละ 9 คน เสนอการคัดออก เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 ผู้ป่วยเบาหวานที่ตั้งครรภ์ มีปัญหาโรคข้อ กล้ามเนื้อ ประสาท ที่ทำให้การออกกำลังกาย ไม่ได้ ผู้ป่วยที่ตั้งครรภ์ รักษาด้วยยาฉีด	พบว่าระดับฟรุกโตซามีน ภายหลังการออกกำลังกายก่อน อาหารเย็น 2 สัปดาห์มีค่าลดลง และพบว่าระดับน้ำตาลในเลือด ขณะอดอาหารภายหลังการออก กำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มลดลง และ พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดก่อน อาหารและหลังอาหารมื้อต่างๆ ภายหลังการออกกำลังกาย 24 ชั่วโมง การออกกำลังกาย ในช่วงบ่ายก่อนอาหารเย็นมี แนวโน้มลดลงมากกว่าการออก

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
โปรแกรมการศึกษา				
		อินซูลิน มีความผิดปกติของตับ ตับอ่อนแรง โรคหลอดเลือดหัวใจจะเป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย ออกกำลังกาย ออกกำลังกายอย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ก่อนเข้าร่วมการทำวิจัยเป็นเวลา 2 สัปดาห์	กำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์ 3. ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร ภายหลังการฝึกการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มลดลง	กำลังกายก่อนอาหารเช้า การเลือกน้ำตาลฟรุคโตซา มีน เนื่องจากฟรุคโตซา มีน้ำตาลต่ำ ครึ่งชีวิตสั้นคือ 14-20 วัน เพราะประเภณินผลของการฝึกที่ 2 สัปดาห์
		โปรแกรมการศึกษา กลุ่ม โปรแกรม A ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (07.30 น.-08.00น.) 2 สัปดาห์ จากนั้นหยุดฝึกเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วเปลี่ยนเวลาฝึกออกกำลังกาย เป็นก่อนอาหารเย็น (16.00 น.-16.30) เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	มากกว่าภายหลังการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น 2 สัปดาห์	การศึกษานี้ทำในผู้ป่วยไทย และอยู่ภายใต้การดูแลหรือการให้คำปรึกษาของพยาบาล
		กลุ่ม โปรแกรม B เริ่มต้นฝึกออกกำลังกายหลังอาหารเย็น (16.00 น.-16.30) 2 สัปดาห์ จากนั้นหยุดฝึก 2 สัปดาห์ แล้วเปลี่ยนเวลาฝึก ออกกำลังกาย เป็นก่อนอาหารเช้า (07.30 น.-08.00น.) เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์		
		การออกกำลังกายระยะขอบอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที ระยะออก		

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ วิธีการการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 9 ผลของการร่วมนายเงินซึ่งต่อ ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด แดงในผู้ป่วยเบาหวาน. ผู้แต่ง อุไรวรรณ โพธิ์พนม. (2545)	1. เพื่อเปรียบเทียบระดับ น้ำตาลกลูโคสในเลือดแดงของ ผู้ป่วยเบาหวานที่ออกกำลังกาย ด้วยกายบริหารรายวันซึ่ง ระหว่างก่อนและหลังการ ออกกำลังกาย	การออกแบบวิจัย กึ่งทดลอง ระดับ: B กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 15 คน และ กลุ่มควบคุมจำนวน 15 คน อายุ 55-59 ปี	1.ระดับการเกาะเม็ดเลือดแดง ของผู้ป่วยเบาหวานหลังการ ออกกำลังกายด้วยกายบริหารรายวัน ซึ่งมีค่าลดลงมากกว่าก่อนการ ออกกำลังกายด้วยกายบริหารรายวัน ซึ่งก่อนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ.01	การออกกำลังกายโดยการร่วมนายเงินซึ่งความถี่ 3 ครั้ง/ สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์ มี ผลลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดแดงในผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2
	2. เพื่อเปรียบเทียบระดับ			

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับผลการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
นำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยเบาหวานระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังด้วยวิธีการร่วมขยับกล้ามเนื้อ	เปรียบเทียบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)	เกณฑ์การคัดออก รับการรักษาด้วยยาฉีดอินซูลิน โรคหลอดเลือดหัวใจ	2. ระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดของผู้ป่วยเบาหวานหลังออกกำลังกายด้วยการร่วมขยับกล้ามเนื้อ	การป้องกันการทดลองด้วยการควบคุมกลุ่มตัวอย่างที่มีความใกล้เคียงกันมากที่สุดด้วยการจับคู่ (matching-group)
		โปรแกรมการศึกษา ในสัปดาห์ที่ 1 ผู้ป่วยเบาหวานในกลุ่มทดลองตอบแบบบันทึกข้อมูลส่วนตัว ได้รับคำแนะนำการออกกำลังกายที่เหมาะสมที่สุด การเจาะเลือด ความรู้เรื่องการควบคุมอาหาร คู่มือ และการอธิบายการร่วมขยับกล้ามเนื้อ ฝึกในกระบวนท่า 3 ครั้ง/สัปดาห์	มีค่าลดลงมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกายด้วยวิธีการร่วมขยับกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01	คุณลักษณะส่วนบุคคลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่มมีคุณลักษณะส่วนบุคคลใกล้เคียงกัน และก่อนการทดลองมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงระหว่างกลุ่มพบว่ามีความใกล้เคียงกันมากที่สุด
นำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยเบาหวานระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังด้วยวิธีการร่วมขยับกล้ามเนื้อ	เปรียบเทียบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)	ในสัปดาห์ที่ 2 ผู้ป่วยเบาหวานในกลุ่มทดลองตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการออกกำลังกาย และนัดร่วมขยับกล้ามเนื้อ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์ และผู้ป่วยเบาหวานในกลุ่มควบคุมตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการออกกำลังกาย และได้รับการพยาบาลตามปกติ	มีค่าลดลงมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกายด้วยวิธีการร่วมขยับกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01	การศึกษานี้ทำในประเทศไทย และอยู่ภายใต้การดูแลหรือการให้คำปรึกษาของพยาบาล

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน		วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
ความคุมตอบแบบสอบถามพฤติกรรมสุขภาพ "ได้รับคู่มือ และการ อบรมการรำนวจินที่ทึง และฝึกในกระบวนท่า					
เรื่องที่ 10	ผลของการออกกำลังกายแบบไท้จิวนต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและสมรรถนะทางแอโรบิกในผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งิน	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบไท้จิวนต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและสมรรถนะทางแอโรบิก.	การออกแบบวิจัย กึ่งทดลอง ระดับ : B กลุ่มตัวอย่าง ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 16 คนอายุเฉลี่ย 58.81 ± 5 ปี แบ่งเป็นผู้ชายจำนวน 5 คน และผู้หญิงจำนวน 11 คน เกณฑ์การคัดออก เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 ผู้ป่วยเบาหวานที่ต้งตรวจมีปัญหโรคข้อ กล้ามเนื้อ ประสาท ที่ทำให้ออกกำลังกาย รักษาด้วยยาลิดินสุติน มีความผิดปกติของตับ ไต ขึ้นรุนแรง โรคหลอดเลือดหัวใจ และ ออกกำลังกายเป็นประจำก่อนทำวิจัยเป็นเวลา	กลุ่มตัวอย่างมีความอ่อนตัวดีขึ้น 34% ในสัปดาห์ที่ 8 และ 60%ในสัปดาห์ที่ 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดลดลงจาก 156.88 ± 43.03 เป็น 133.25 ± 22.26 mg/dl และระดับน้ำตาลน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงจาก 6.91 ± 0.82 เป็น 5.98 ± 0.34% เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ.01 ตามลำดับ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ	การออกกำลังกายแบบไท้จิวน จำนวน 3 ครั้ง/ สัปดาห์ ความแข็งแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 1 ชั่วโมง ระยะเวลา 16 สัปดาห์ การออกกำลังกายแบบไท้จิวนมีผลลดน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงในร่างกาย นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความอ่อนตัวลดการบาดเจ็บของกระดูกและข้อได้ การศึกษานี้ทำในผู้ป่วยไทยและอยู่ภายใต้บทบาทของพยาบาล

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
		3 เดือน		
		โปรแกรมการศึกษา		
		การออกกำลังกายแบบไทจิฉวนที่สวน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ความถี่ 3 ครั้ง/ สัปดาห์ (จันทร์ พุธ ศุกร์) ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 1 ชั่วโมง รวมระยะเวลา ร่างกาย ระยะออกกำลังกาย และระยะผ่อนคลาย เวลา 16 สัปดาห์	ทางสถิติของน้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายและ ระดับไขมันในเลือด เมื่อทำการ ทดสอบสมรรถนะของระบบ หัวใจและการหายใจ ที่ระดับ การออกกำลังกายสูงสุดพบว่า ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้น 10% และงานที่ทำได้ สูงสุดเพิ่มขึ้น 12 % อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนที่ ระดับความหนักของการออก กำลังกายที่ทำให้เกิดการสะสม กรดแลคติกในเลือด พบว่า การใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น 12% และ 55% อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ .05	เจาะเลือดแคปิลลารีปลายนิ้ว มีก่อนการออกกำลังกายแต่ละ ครั้ง ช่วยประเมินภาวะระดับ น้ำตาลต่ำ

ตารางที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 11 Effect of regular walking on cardiovascular risk factors and body composition in normoglycemic women and women with type 2 diabetes ผู้เขียน Walker, Jones, Piers, O' Dea., & Putt. (1999)	เพื่อศึกษาผลการเดิน ระยะเวลา 12 สัปดาห์ต่อ สัดส่วนของร่างกายและ ปัจจัยเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจในผู้หญิง เบาหวานชนิดที่ 2 และผู้หญิง ที่มีระดับน้ำตาลในเลือด ปกติ.	การออกแบบวิจัย กึ่งทดลอง ระดับ: B กลุ่มตัวอย่าง ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ผู้หญิงวัยหลังหมด ประจำเดือนจำนวน 11 คน และผู้หญิงที่มี ระดับน้ำตาลปกติ (normoglycemic) ที่มีอายุและ BMI ใกล้เคียงกัน จำนวน 20 คน ที่มีอายุและ BMI ใกล้เคียงกัน จำนวน 20 คน	ประเมินผลที่ 12 สัปดาห์ พบว่าในผู้ป่วยเบาหวานหญิง ชนิดที่ 2 วัยหลังหมด ประจำเดือน ระดับน้ำตาลเกาะ เม็ดเลือดแดงลดลงจาก $7.78 \pm 1.31\%$ เป็น $7.19 \pm 1.59\%$ อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $.05$ และ BMI ระดับไขมันร่างกาย ส่วนบน และรอบสะโพกลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $.05$ และระดับ cholesterol ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $.05$ และ LDL ลดลงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ $.005$ กลุ่มผู้หญิงที่มีระดับน้ำตาล ปกติ มีระดับน้ำตาลเกาะเม็ด เลือดแดงลดลงจาก $5.58 \pm 0.31\%$ เป็น $5.38 \pm 0.24\%$ อย่าง	การเดินความถี่ 5 วัน/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 60 นาที ใน ระยะเวลา 12 สัปดาห์ มีผลลด ระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และ ผู้หญิงที่มีระดับน้ำตาลปกติ และยังมีผลลด BMI สัดส่วน ของร่างกาย รอบสะโพก และ ระดับ cholesterol และ LDL การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน ผลต่อการทดลองด้วยการ ควบคุมอายุ และ BMI .ให้ ใกล้เคียงกันมากที่สุด กลุ่ม ตัวอย่างจะต้องบันทึกการเดิน ในแต่ละครั้ง และบันทึก ปริมาณอาหารที่รับประทาน

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 12				
Community center-based resistance training for the maintenance of glycemic control in adults with type 2 diabetes.	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านใน ห้องปฏิบัติการที่สามารถสนับสนุน โปรแกรมการออกกำลังกายในสถานที่ออกกำลังกาย	การออกแบบวิจัย เชิงทดลองมีการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม ระดับ: A กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 กลุ่มควบคุมผู้ชาย 14 คน และผู้หญิง 14 คน อายุเฉลี่ย 60.5±8.2 และกลุ่มทดลองผู้ชาย 16 คน และผู้หญิง 13 คน อายุเฉลี่ย 62.4 ± 8.3 มีระดับ HbA _{1c} 7-10% เกณฑ์การคัดออก ผู้ป่วยมีภาวะหัวใจขาดเลือด โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทั้งหมดของร่างกาย (systemic disease) โรคความดันโลหิตสูง และภาวะแทรกซ้อนเกี่ยวกับระบบประสาท เงื่อนไขที่ หรือภาวะแทรกซ้อนการเสื่อมของจอตา	พบว่าในกลุ่มที่ออกกำลังกายในสถานที่ออกกำลังกาย ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารลดลง 0.5 ± 1.8 (0-2 เดือน) ลดลง 0.8 ± 1.8 (0-14 เดือน) ลดลง 0.3 ± 1.8 mmol/l (2-14 เดือน) และในกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยตนเอง กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยตนเอง ที่บ้าน ลดลง 0.2 ± 2.2 (0-2 เดือน) ลดลง 0.4 ± 2.2 (0-14 เดือน) ลดลง 0.2 ± 2.2 mmol/l (2-14 เดือน) และค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยลดลงใน กลุ่มที่ออกกำลังกายในสถานที่ออกกำลังกายลดลง 0.5 ± 1.0	การออกกำลังกายแบบแรงต้านในกลุ่มที่ทำในสถานที่ออกกำลังกาย มีผลลดระดับน้ำตาลในเลือด แต่ในกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน ไม่ได้ลดลงอาจเป็นเพราะต้องการสนับสนุน เพื่อให้มีความถี่ ความแรง เวลา ของการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ สามารถนำไปใช้กับผู้สูงอายุ

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
โปรแกรมการศึกษา				
โปรแกรมเริ่มต้น (Introductory phase) ระยะ 0-2 เดือน (laboratory-supervised program)			(0-2 เดือน) ลดลง 0.4 ± 1.0 (0-14 เดือน) ลดลง 0.4 ± 1.0 mmol/l (2-14 เดือน) และในกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน -0.3 ± 1.1 (0-2 เดือน) ลดลง 0.1 ± 1.1 (0-14 เดือน) ลดลง 0.2 ± 1.2 mmol/l (2-14 เดือน)	
โปรแกรมการออกกำลังกายที่เข้มข้นกว่า 2 ครั้ง/สัปดาห์ ประกอบด้วยการออกกำลังกาย 5 นาที ระยะออกกำลังกายแรงต้าน ความแข็งแรงทนทาน ระยะออกกำลังกาย 45 นาที และระยะเวลาพักฟื้น คลายร่างกายเป็นการจิบกรวยอยู่ด้วยที่ร่วมกับการยืดเหยียดความแข็งแรงระดับเบา ระยะเวลา 5 นาที เริ่มต้นสัปดาห์ที่ 1 ด้วยความแรง 50-60% 1 RM ถึง 75% และ 85% 1 RM/ชุด 8 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายทำละ 3 ชุด			(ไม่พบค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือด และค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงก่อนการศึกษา)	
ระยะคงสภาพ (Maintenance phase) ระยะ 3-12 เดือน แบ่งเป็นกลุ่มที่ออกกำลังกายในสถานที่ออกกำลังกาย และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน กลุ่มที่ออกกำลังกายในสถานที่ออกกำลังกายได้รับคำแนะนำ 2-3				

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 8 The metabolic effect of long term exercise in type 2 diabetes patients. ผู้เขียน Cauza et al. (2006)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและการควบคุมตามปกติ ในระยะเวลา 4 เดือน และ 8 เดือน	ครึ่ง/สัปดาห์ ยกเว้นวันเสาร์และอาทิตย์ ระหว่าง 8 นาฬิกาถึงเที่ยงวัน ออกกำลังกายแบบแรงต้าน 8 ครั้ง/ชุด ทำ 3 ชุด และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านออกกำลังกายเหมือนระยะเริ่มต้น	พบว่าค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะมีดเลือดแดงในกลุ่มทดลองลดลงจากการออกกำลังกาย 8.1 ± 0.8% เป็น 6.9 ± 0.4% (4 เดือน) และเป็น 6.2 ± 0.2% (8 เดือน) และในกลุ่มควบคุมค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะมีดเลือดแดงลดลงจาก 8.1 ± 0.5% เป็น 7.5±0.4% (4 เดือน) แต่เพิ่มขึ้นเป็น 8.7 ± 0.6% ใน 8 เดือน อย่างมี	การฝึกความทนและการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ นอกจากจะให้ผลลดระดับน้ำตาลเกาะมีดเลือดแดง ยังเพิ่มความแข็งแรง และเพิ่มความทนให้กล้ามเนื้อ การศึกษานี้ตัวแปรที่สำคัญ คือระยะเวลาของการออกกำลังกาย 4 เดือน และ 8 เดือน พบว่าที่ 8 เดือนมีผลลดระดับน้ำตาลมากกว่า 4 เดือน จึงเห็นว่า

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
		ระยะสุดท้ายของโรคเบาหวาน มีกล้ามเนื้อหัวใจตายภาวะปิดกั้นกระแสไฟฟ้าหัวใจระดับ I ภาวะแทรกซ้อนทางไต โรคหลอดเลือดส่วนปลาย และภาวะแทรกซ้อนการเสื่อมของจอตา	นัยสำคัญทางสถิติที่ .002 นอกจากนี้ในกลุ่มทดลองมีการลดลงของ LDL และ Triglyceride พืชในระยะเวลา 8 เดือน และ 8 เดือน หลังการทดลองเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05	ออกกำลังกายด้วยวิธีดังกล่าว อย่างสม่ำเสมอในระยะยาว 8 เดือนจะสามารถควบคุมระดับน้ำตาลเกาะมีดเลือดแดงได้ และยังช่วยลดระดับ LDL, Triglyceride
		กลุ่มตัวอย่างได้รับการรักษาด้วยยาลดระดับน้ำตาลในเลือด		
		โปรแกรมการศึกษา		
		ในสัปดาห์ที่ 0-16 กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทำ Training program in pre-study ประกอบด้วยการฝึกความทนของกล้ามเนื้อ ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ใน 2 สัปดาห์แรก เวลาออกกำลังกาย 15 นาที และเพิ่มระยะเวลาขึ้น 5 นาที ทุก 4 สัปดาห์ โดยเวลาในการออกกำลังกายต่อสัปดาห์รวมระยะเวลาอบอุ่นร่างกาย และผ่อนคลายร่างกายประมาณ 90 นาที ระหว่าง 4 สัปดาห์สุดท้าย และการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อความถี่ 3 ครั้ง/		

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่อง ที่ 9 Home-based resistance training is not sufficient to maintain improved glycemic control following supervised training in older individuals with type 2 diabetes.	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านในโรงยิม โดยมีผู้ควบคุมการฝึกเป็นเวลา 6 เดือน และหลังการฝึกด้วยตนเองที่บ้าน	สัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 16-32 กลุ่มทดลอง ฝึกความคงทนของกล้ามเนื้อ โดยทำ cycle ergometer 20 นาที รวมระยะเวลาอบอุ่นร่างกาย และผ่อนคลายร่างกาย และฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 10-15 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายทำละ 3 ชุด กลุ่มควบคุมหยุดการออกกำลังกายในสัปดาห์ที่ 17 ถึงสัปดาห์ที่ 32	พบว่าหลังการฝึกในโรงยิม 12 เดือน ระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงในกลุ่ม RT&WL ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่ม WL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่ในระยะออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน ไม่พบการ	การออกกำลังกายแบบแรงต้านร่วมกับการควบคุมน้ำหนักความถี่ 3 วัน/สัปดาห์ ระยะเวลา 12 เดือน สามารถลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง การออกกำลังกายจะมีผลลดระดับน้ำตาลเมื่อกระทำใน
	ระยะเวลา 6 เดือน และหลังการฝึกด้วยตนเองที่บ้าน	จากกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 36 คน มีผู้ช่วยจำนวน 21 คนและผู้หญิงจำนวน 15 คน อายุระหว่าง 60-80 ปี		

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
ผู้เขียน Dustan et al. (2005)	และสัดส่วนของร่างกาย.	ได้รับการรักษาด้วยอาหารและการใช้ยามีผลระดับน้ำตาล ทำการสุ่มเข้ากลุ่มทดลองซึ่งได้รับโปรแกรมการลดน้ำหนัก ร่วมกับออกกำลังกายแบบแรงต้าน (moderate weight loss plus high-intensity progressive resistance training: RT&WL group) และกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับโปรแกรมการลดน้ำหนัก (moderate weight loss plus a control program: WL group) กลุ่มตัวอย่างมี BMI > 27- ≤ 40 kg/m ² ระดับ HbA _{1c} 7-10 % ไม่ได้รับการรักษาด้วยอินซูลิน ไม่สูบบุหรี่และดื่มแอลกอฮอล์	เปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาล เกาะมีผลเลือดแดง แต่พบการเพิ่มขึ้นของ lean body mass ในกลุ่ม RT&WL เมื่อเทียบกับกลุ่ม WL และมีค่าคงที่ในระยะออกกำลังกายเองที่บ้านรวมถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้งส่วนบนและส่วนล่างของร่างกาย แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักตัว มวลไขมัน ระดับน้ำตาลในเลือด หรือระดับอินซูลินทั้งใน 6 และ 12 เดือน ของทั้ง 2 กลุ่ม	โรยิมที่อยู่ภายใต้คำแนะนำ การปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ตั้งนั้นการออกกำลังกาย ตนเองที่บ้าน ต้องคงความแรงไว้ให้เท่ากับการฝึกในโรงยิม การติดตามเชิงจิตเป็นนการ สนับสนุนการออกกำลังกายใน การออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน การควบคุมตัวแปรแทรกที่ จะมีผลต่อการศึกษาด้วยการ ควบคุมอาหารและการใช้ยาลด ระดับน้ำตาลในเลือด
โปรแกรมการศึกษา				
การศึกษาแบ่งเป็น 2 ระยะ				
ระยะที่ 1 การฝึกในโรงยิมโดยมีผู้ควบคุม (ระยะ 0-6 เดือน) มีการวางแผนการรับประทานอาหาร และได้รับคำแนะนำ การฝึกสอนและการใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม ในการ				

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

Title/ Authors	Objective	Study Design Sample/ Setting	Finding	Analysis/ Implementation potential
		ปฏิบัติ การออกกำลังกายแบบแรงต้านความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เพื่อควบคุมให้เป็นไปตามโปรแกรม		
		ระยะที่ 2 การออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน (ระยะ 6-12 เดือน) กลุ่มทดลองได้รับการแนะนำปฏิบัติที่บ้าน โดยในสัปดาห์ที่ 1 ของการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านออกกำลังกายแบบแรงต้านประกอบด้วย seated single-leg extension (ankle weights), dumbbell shoulder press, dumbbell bent-over row, standing leg curl (ankle weights), dumbbell up-right row, dumbbell bicep curls, dumbbell triceps kickbacks, abdominal curls 8-10 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 3 ชุด ความแรง 60-80% 1 RM (คือน้ำหนักที่ขา 2.5-3.0 กิโลกรัม ซ้ำเท่า 0.5-2.0 กิโลกรัม) "ได้รับการติดตามเยี่ยมที่บ้าน และใน 4 สัปดาห์ต่อมา"ได้รับการติดตามทางโทรศัพท์		

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 10 The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus.	. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกความทนของกล้ามเนื้อกับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง 4 เดือนต่อการควบคุมเมตาบอลิค.	1 ครั้ง/สัปดาห์ จากนั้นเป็นทุก 2 สัปดาห์	พบว่าในกลุ่มที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยลดลงจาก 8.3 ± 1.7% เป็น 7.1 ± 0.2% และค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดลดลง 204 ± 16 mg/dl เป็น 147 ± 8 mg/dl อย่าง	การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ระยะเวลา 4 เดือน ไม่เพียงแต่มีผลลดระดับน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ยังลดภาวะคอเลสเตอรอล และระดับ Cholesterol, LDL และ
		กลุ่มควบคุมได้รับ โปรแกรมการควบคุมน้ำหนัก		
		กลุ่มตัวอย่างได้รับการควบคุมอาหาร และการใช้ยาลดระดับน้ำตาลในเลือด	จากการสังเกตการระดับ HbA _{1c} สัปดาห์ ร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ metabolic syndrome ก่อนเข้าโปรแกรมและหลังจากเข้าโปรแกรม 3, 6, 9 และ 12 เดือน	
		โปรแกรมผลจากระดับ HbA _{1c} สัปดาห์		

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
ผู้เขียน Cauza et al. (2005)	วัตถุประสงค์	ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength training) มีผู้เข้าจำนวน 11 คน และผู้หญิงจำนวน 11 คน อายุ 56.4 ± 1.1 ปี และกลุ่มฝึกความคงทนของกล้ามเนื้อ (endurance training) มีผู้เข้าจำนวน 9 คนและผู้หญิงจำนวน 8 คน อายุเฉลี่ย 57.9 ± 1.4 ปี เกณฑ์การคัดออก กลุ่มตัวอย่างอยู่ในระยะสุดท้ายของโรคเบาหวาน มีกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด หัวใจเต้นผิดปกติ หวะ ภาวะปอดพิการเฉียบพลัน 1 ภาวะแทรกซ้อนทางไต ภาวะแทรกซ้อนเกี่ยวกับระบบประสาทเสื่อม หน้าที่ ความผิดปกติของกล้ามเนื้อโครงสร้าง และระบบประสาทอย่างรุนแรง	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 ภาวะ คีโอดินซูลินลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .04 และระดับ Cholesterol, LDL และ Triglyceride ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และ HDL เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ในขณะที่กลุ่มฝึกความทนทานของกล้ามเนื้อ ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง ลดลงจาก $7.7 \pm 0.3\%$ เป็น $7.4 \pm 0.3\%$ ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือด 160 ± 9 mg/dl หลังการทดลอง 159 ± 10 mg/dl อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ	Triglyceride การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน จะมีผลต่อการศึกษาด้วยการควบคุมการ ได้รับพลังงานจากอาหารตลอดระยะเวลาทำการศึกษา
โปรแกรมการศึกษา				
การฝึกความทนทานของกล้ามเนื้อ (endurance training) ทำ cycle ergo meter ไม่ต่อเนื่องความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 4 เดือน ในระหว่าง 4 สัปดาห์แรก ได้รับ				

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
		การฝึกความทนของกล้ามเนื้อ ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 15 นาที และเพิ่มเวลาขึ้น 5 นาทีทุก 4 สัปดาห์ รวมเวลาออกกำลังกาย 90 นาทีใน 4 สัปดาห์สุดท้าย การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength training) ทำไม่ต่อเนื่อง 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 4 เดือน ในระหว่าง 2 สัปดาห์แรก กลุ่มตัวอย่างจะได้เรียนรู้เทคนิคการออกกำลังกาย ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันกล้ามเนื้อได้รับบาดเจ็บ สำหรับในสัปดาห์ที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ (hypertrophy) เริ่มออกกำลังกายท่าละ 3 ชุด/สัปดาห์ 10-15 ครั้ง/ชุด และเพิ่มเป็น 4, 5 และ 6 ชุด/สัปดาห์ จนจบโปรแกรม แบ่งเป็นการออกกำลังกายร่างกายส่วนบน ได้แก่ bench press (pectoralis), chest cross (horizontal flexion of the shoulder joint), shoulder press (trapezius, latissimus		

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 11 Influence of resistance exercise training on glucose control in women with type 2 diabetes. ผู้เขียน Fenicchia et al. (2004)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่วัดทันทีที่ภายหลังการออกกำลังกายครั้งแรก 12-24 ชั่วโมง หลังออกกำลังกายครั้งแรก และภายหลังการออกกำลังกายครั้งสุดท้าย 60-72 ชั่วโมง	dorsi), pull down (back muscle), biceps curls, triceps extension และ abdominal muscle (situps) และการออกกำลังกายร่างกายส่วนล่างได้แก่ leg press (quadriceps femoris), calf raises และ leg extension (biceps femoris)	พบว่าในกลุ่มทดลองค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดหลังทำ oral glucose tolerance ก่อนการออกกำลังกายมีค่า 20.2 ± 1.4 mmol/L 12-24 ชั่วโมงหลังออกกำลังกายครั้งแรกมีค่า 17.2 ± 1.7 mmol/L และ หลังออกกำลังกาย 12-24	การออกกำลังกายแบบแรงต้านความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ มีผลต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และระดับน้ำตาลในเลือดจะลดลง
		กลุ่มตัวอย่างจะได้เรียนรู้เทคนิคการออกกำลังกาย ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันกล้ามเนื้อ ได้รับบาดเจ็บ	กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองผู้ป่วยเบาหวานหญิงชนิดที่ 2 จำนวน 7 คน และกลุ่มควบคุมผู้หญิงที่มีความทนต่อ	

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
โปรแกรมการศึกษา				
		กลุ่มโคสโปกติ จำนวน 8 คน	หลังการออกกำลังกายครั้ง	ซ้ำ โมง เพื่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ลดไขมันในร่างกาย และเป็นอีกทางเลือกนอกเหนือจากการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก เพื่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด
		กลุ่มตัวอย่างต้องไม่ได้รับการรักษาด้วยยาที่มีอิทธิพลต่อ metabolism หรือ total body water เช่น insulin, diuretics, cholesterol lowering agents, antidiuretics เป็นต้น	สุดท้ายมีค่า 19.9 ± 1.7 mmol/L	
		โปรแกรมการศึกษา	ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทั้ง 2 กลุ่มมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และ lean body mass เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ	
			ทางสถิติที่ .01 ไขมันในร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของการตอบสนองของอินซูลิน และไม่พบการเปลี่ยนแปลงตัวแปรทั้ง 2 ในกลุ่มควบคุม	
		กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	ออกกำลังกายแบบ weight training ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งประกอบด้วย chest press, shoulder press, let pull down, leg curl, leg extension, leg press, triceps extension และ biceps curl free weight และ biceps curl free weight 8-12 ครั้ง/ชุด	
		ระหว่างชุด 1 นาที 30 วินาที	ออกกำลังกายท่าละ 3 ชุด ระยะเวลาพัก	
			ระหว่างชุด 1 นาที 30 วินาที	
			กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการทำ oral glucose tolerance 3 ครั้ง ได้แก่ 1) ก่อน	

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 12 High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. ผู้เขียน Dunstan et al. (2002)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านด้านความแข็งแรงหนักร่วมกับโปรแกรมการลดน้ำหนัก (moderate weight loss) ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและสัดส่วนร่างกายในผู้สูงอายุเบาหวานชนิดที่ 2.	การออกกำลังกายผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 36 คน ทำการออกกำลังกายกลุ่มทดลอง high-intensity progressive resistance training plus moderate weight loss (RT&WL) จำนวน 16 คน (กลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย 3 คน) แบ่งเป็นผู้ชายจำนวน 10 คนและผู้หญิงจำนวน 6 คน อายุ 67.6 ± 5.2 ปี และกลุ่มควบคุม moderate weight loss (WL) จำนวน 13 คน (กลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย 4 คน)	พบว่าในกลุ่ม RT&WL ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะมีดเลือดแดงที่ 3 เดือนลดลง 0.6 ± 0.7% จาก 8.1 ± 1.0% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และ 6 เดือนลดลง 1.2 ± 0.9% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือดเดือนที่ 3 แต่ที่ 6 เดือนลดลง 1.4 mmol/L และลดทั้ง systolic blood pressure, diastolic blood pressure เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้นต้องออกกำลังกาย	การออกกำลังกายแบบแรงต้าน ร่วมกับโปรแกรมการลดน้ำหนัก (moderate weight loss) ความถี่อย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 55 นาที ระยะเวลาตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป มีผลลดระดับน้ำตาลเกาะมีดเลือดแดง และลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังการออกกำลังกาย 6 เดือน และลดทั้ง systolic blood pressure, diastolic blood pressure เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้นต้องออกกำลังกาย

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
โปรแกรมการศึกษา				
		แบ่งเป็นผู้ชายจำนวน 6 คนและผู้หญิงจำนวน 7 คน อายุ 66.9 ± 5.3 ปี	สถิติที่ .05 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01	กายแบบแรงต้านต่อเนื่องอย่างน้อย 3 เดือนจึงเห็นผล
		กลุ่มตัวอย่างมี BMI > 27-40 kg/m ² ระดับ HbA _{1c} 7-10 % กลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย ไม่ได้ได้รับการรักษาด้วยอินซูลิน และไม่สูบบุหรี่	ในกลุ่มโปรแกรมการลดน้ำหนักไม่พบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง	โปรแกรมการลดน้ำหนัก (moderate weight loss) เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือด
		โปรแกรมการศึกษา		
		ในระยะเวลา 6 เดือน ออกกำลังกายโดยไม่ต่อเนื่องความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ประกอบด้วย ระยะอบอุ่นร่างกาย 5 นาที ระยะออกกำลังกายแรงต้านความแรงหนัก 45 นาที และระยะผ่อนคลายร่างกายเป็น 5 นาที ระหว่างการฝึก	ระดับ serum lipids, lipoprotein ไม่เปลี่ยนแปลงทั้งใน 2 กลุ่ม	การติดตามและตรวจสอบการควบคุมอาหารในการลดน้ำหนักเป็นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่มีผลต่อการศึกษา
		สัปดาห์ที่ 1 และ 2 ที่ความแรง 50-60% ของ 1 RM หลังจากนั้นความแรงให้อยู่ระหว่าง 75-85% ของ 1 RM ตามโปรแกรมการออกกำลังกายที่ใช้ free weight และ multiple station weight ประกอบด้วย 9 การออกกำลังกายสำหรับการฝึกได้แก่ bench press row,		

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)			
ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ วิธีการศึกษา	ผลการวิจัย
		lateral pull-down, leg extension, upright row, lateral pull-down, standing led curl, dumbbell seated shoulder press, dumbbell seated biceps curl, dumb-bell triceps kickback และ abdominal curls ระยะพัก ระหว่างชุด 90-120 วินาที 8-10 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 3 ชุด	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
		กลุ่มควบคุมคือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 30 นาที	
		ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วางแผนการรับประทานอาหาร ลดน้ำหนัก 0.25 กิโลกรัม/สัปดาห์	

1 RM (1 repetition maximum) หมายถึง น้ำหนักที่ผู้ออกกำลังกายสามารถต้านแรงโน้มถ่วงโลกได้สูงสุดเพียงข้อ 1 ครั้ง แล้วหมดแรงพอดีไม่สามารถยกครั้งที่ 2 ได้

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 13 A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. ผู้แต่ง Castaneda et al. (2002)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (progressive resistance) ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2.	การออกแบบวิจัย เชิงทดลองมีการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม ระดับ: A กลุ่มตัวอย่าง จากการสุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นเบาหวานชนิดที่ 2 อย่างน้อย 3 ปี จำนวน 62 คน มีระดับน้ำตาลในเลือด > 7.0 mmol/L แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 31 คน ผู้ชายจำนวน 21 คน และผู้หญิงจำนวน 10 คน อายุ 66 ± 2 ปี และกลุ่มควบคุมจำนวน 31 คน ผู้ชายจำนวน 19 คน และผู้หญิงจำนวน 12 คน อายุ 66 ± 1 ปี เกณฑ์คัดออกก็มีกล้ามเนื้อหัวใจตาย ในระยะ 6 เดือนก่อนทำการวิจัย มีโรคเรื้อรังที่มีอาการไม่คงที่ รวมถึงภาวะสมองเสื่อม โรคพิษสุราเรื้อรัง ผู้ป่วยที่ได้รับการล้างไต มีเลือดออกในตา ได้รับการลอกจอตา หรือเคยออกกำลังกายแบบแรงต้าน	ภายหลังการทดลอง 16 สัปดาห์พบว่าในกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะมีดเลือดแดงลดลงจาก 8.7 ± 0.3% เป็น 7.6 ± 0.2% มีการเพิ่มของ muscle glycogen stores จาก 60.3 ± 3.9 เป็น 79.1 ± 5.0 mmol glucose/kg muscle และมีการลดการใช้ความจุเมเบาหวานลงถึง 72% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .004-.05 ในกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะมีดเลือดแดงจาก 8.4 ± 0.3% หลังการทดลอง 8.3 ± 0.5% มีการลดลงของ muscle glycogen stores จาก 61.4 ± 7.7 เป็น 47.2 ± 6.7	การออกกำลังกายแบบแรงต้านความแรงระดับหนัก (high-intensity progressive resistance training) ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ นานครั้งละ 45 นาที เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ช่วยลดระดับน้ำตาลเกาะมีดเลือดแดงในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และลด systolic blood pressure และไขมันบริเวณลำตัว การประเมินสมรรถภาพร่างกายช่วยป้องกัน และลดความเสี่ยงการเกิดอันตรายจากการออกกำลังกาย และการประเมินระดับน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังการออกกำลังกายช่วยให้ทราบระดับน้ำตาลในเลือดเพื่อประเมินภาวะระดับ

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
โปรแกรมการศึกษา				
โปรแกรมการศึกษา				
กลุ่มทดลองออกกำลังกายแบบแรงต้านและได้รับการดูแลตามปกติ ได้รับการทำการประเมินสมรรถภาพร่างกาย วัดความดันโลหิต ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และตรวจเลือดทางห้องปฏิบัติการ (hematology, chemistry) ก่อนการออกกำลังกายแบบแรงต้านภายใต้การดูแลของผู้ฝึก ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ระยะเวลา 16 สัปดาห์ แบ่งเป็นระยะเวลาอบอุ่นร่างกาย 5 นาที และระยะออกกำลังกาย 35 นาที ประกอบด้วย chest press, leg press, upper back, knee extension และ flexion และระยะผ่อนคลายร่างกาย 5 นาที				
กลุ่มควบคุมได้รับการดูแลตามปกติ และติดตามเยี่ยมทางโทรศัพท์ทุกสัปดาห์ ทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับการดูแลอย่างต่อเนื่องเรื่องของการใช้ยา การจัดการกับ				
น้ำตาลในเลือดต่ำหรือสูง				
การเพิ่มขึ้นของการใช้ยา				
ควบคุมเบาหวานถึง 42% เมื่อเทียบกับกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตามกลุ่มการทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีการเพิ่มของ lean mass การลดลงของ systolic blood pressure และไขมันบริเวณลำตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01-.05				
การควบคุมอาหารจากแหล่ง				
ปรึกษาอื่น เป็นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่มีผลต่อการศึกษา				

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

Title/ Authors	Objective	Study Design Sample/ Setting	Finding	Analysis/ Implementation potential
เรื่องที่ 19 Effects of a short term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. ผู้เขียน Dunstan et al. (1998)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน โดยหมุนเวียนส่วนที่ออกกำลังกาย (circuit weight training) ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและประสิทธิภาพตอบสนองของอินซูลินในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2.	โรคเบาหวานและการให้คำปรึกษาการควบคุมอาหาร และทุกสัปดาห์จะได้รับโปรแกรมและลงบันทึกอาการของโรคเบาหวานการติดตามการควบคุมโรคเบาหวานจากระดับน้ำตาลในเลือด การเปลี่ยนแปลงการใช้ยา ความเจ็บป่วยเฉียบพลัน และการเข้ารับการรักษาพยาบาลในโรงพยาบาล	ประเมินผลที่ 8 สัปดาห์พบว่าค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารของทั้ง 2 กลุ่มเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ	การออกกำลังกายแบบแรงต้าน โดยหมุนเวียนส่วนที่ออกกำลังกาย (circuit weight training) มีผลเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ระยะเวลาออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ อาจไม่เพียงพอที่จะทำให้เห็นความแตกต่างของการลดลงของ
		การออกแบบวิจัย เชิงทดลองมีการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม ระดับ: A กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 27 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน (กลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย 4 คน) ผู้ชายจำนวน 8 คน และผู้หญิงจำนวน 3 คน		

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ วิธีการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
โปรแกรมการศึกษา				
		อายุเฉลี่ย 50.3 ± 2.0 ปี และกลุ่มควบคุม จำนวน 12 คน (กลุ่มตัวอย่างออกจากการทำวิจัย 2 คน) ผู้ชายจำนวน 5 คน และผู้หญิง จำนวน 5 คน อายุเฉลี่ย 51.1 ± 2.2 ปี	อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05	ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือด
		เกณฑ์การคัดออก กลุ่มตัวอย่างที่ออกกำลังกายความแรงระดับหนักในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา ก่อนทำการวิจัย สิบบุหรี ได้รับการรักษาด้วยอินซูลิน และมีประวัติโรคหลอดเลือดหัวใจ		การประเมินสมรรถภาพร่างกาย และการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เพื่อประเมินภาวะแทรกซ้อนทางระบบหัวใจและหลอดเลือด
		โปรแกรมการศึกษา		Self-monitor glucose เพื่อประเมินระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันการเกิดภาวะระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ
		กลุ่มตัวอย่างได้รับการประเมินสมรรถภาพร่างกาย และตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพัก		
		กลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยหมุนเวียนส่วนที่ออกกำลังกาย (circuit weight training) ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ (จันทร์ พุธ และศุกร์) เวลาออกกำลังกาย 60 นาที (รวมระยะเวลาอบอุ่นร่างกายและ		

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงดันที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
		ระยะผ่อนคลายร่างกาย) ความแรง 50-55% 1 RM 10-15 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 2-3 ชุด เวลาออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ การติดตามระดับน้ำตาลในเลือด (self-blood glucose monitoring) กลุ่มตัวอย่างติดตามระดับน้ำตาลในเลือดที่บ้าน 4 วัน/สัปดาห์ ดังนี้ 2 วันที่ออกกำลังกายและ 1 วันที่ไม่ได้ออกกำลังกาย วันละ 4 ครั้ง (ได้แก่ 1) หลังอาหารเช้าทันที 2) ก่อนอาหารกลางวัน 3) หลังอาหารกลางวัน 2 ชั่วโมง และ 4) 2 ชั่วโมงหลังอาหารเย็น และ 1 วันที่ออกกำลังกายและ 24 ชั่วโมงหลังออกกำลังกาย การบันทึกอาหารที่รับประทาน 3 วันก่อนการออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกาย (2 วันที่ทำงาน 1 วันที่ไม่ทำงาน) ตลอดระยะเวลาการศึกษากลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มได้รับการเตือนความจำโดยผู้วิจัยให้คง		

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	Analysis/ Implementation potential
เรื่องที่ 20				
Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. . . ผู้เขียน Honkola, Forsen, & Eriksson. (1997)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านต่อความดันโลหิต ระดับไขมันในเลือด และการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในระยะยาวในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2.	ลักษณะนิสัยการรับประทานอาหารเดิม และ self-blood glucose monitoring ตามปกติ กลุ่มควบคุม ไม่ได้ออกกำลังกาย	การออกแบบวิจัย กึ่งทดลอง ระดับ: B กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 38 คน (กลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 6 คน) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 18 คน มีผู้ชายจำนวน 12 คน และผู้หญิงจำนวน 6 คน อายุเฉลี่ย 62 ± 2 ปี และกลุ่มควบคุม 20 คน มีผู้ชายจำนวน 5 คน และผู้หญิงจำนวน 15 คน อายุเฉลี่ย 67 ± 2 ปี โปรแกรมการศึกษา กลุ่มทดลองออกกำลังกายแบบแรงต้าน	การออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถนำไปใช้กับผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ทำ 2 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 5 เดือน ช่วยลดระดับน้ำตาลกลูโคสได้ชัดเจน และสามารถลดระดับไขมัน ความดันโลหิต น้ำหนักตัว และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ตารางที่ 4 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
		ความถี่ 2 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 5 เดือน ประกอบด้วย thigh flexors, extension, trunk flexors, extensors และ extensors, upper arm muscles ทำสลับกันระหว่างร่างกายส่วนบน และส่วนล่าง พักระหว่างทำน้อยกว่า 60 วินาที ความแรง 1 RM หรือความแรงปานกลาง 12-15 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 2 ชุด กลุ่มควบคุม ไม่ได้ออกกำลังกาย	นัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ความดันโลหิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01-0.001 ในกลุ่มควบคุมค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลกลูโคสเมื่ออดแสงก่อนการทดลอง $7.5 \pm 0.3\%$ หลังการทดลองเพิ่มขึ้นเป็น $8.1 \pm 0.3\%$	

ตารางที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายร่วมกันกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านเพื่อผลการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 21 The effect of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. ผู้เขียน Tokmakidis, Volaklis, Kotsa, & Touvra. (2004)	เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาของการออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่วมกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก 4 สัปดาห์ และ 16 สัปดาห์ ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2.	การออกแบบวิจัย กึ่งทดลอง ระดับ: B กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานหญิงชนิดที่ 2 16 คน อายุเฉลี่ย 55.2 ± 6.7 ปี กลุ่มตัวอย่างได้รับการรักษาด้วยยาเม็ดลดระดับน้ำตาล ไม่สูบบุหรี่ ไม่มีประวัติโรคหลอดเลือดหัวใจ	พบว่าการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยลดลงที่ 4 สัปดาห์ ลดลงจาก 7.7 ± 1.7% เป็น 7.1 ± 1.3% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และที่ 16 สัปดาห์ ลดลงจาก 7.7 ± 1.7% เป็น 6.9 ± 1.0% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 นอกจากนี้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นทั้งใน 4 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และ 16 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของ BMI	การออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวานควรออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่วมกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก นอกจากมีผลลดระดับน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ย

ตารางที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านเพื่อผลการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)			
ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย
			การวิเคราะห์/การนำไปใช้
		ชั่งน้ำหนักก่อนเริ่ม 15 นาที ในระหว่าง 2 เดือนแรกความแรง 60-70% HRmax สูงสุดของหัวใจระหว่างตรวจสอบสมรรถภาพหัวใจ (stress testing) หลังจากนั้นก็เพิ่มความแรงเป็น 70-80% HRmax ตามที่กลุ่มตัวอย่างจะสามารถปรับตัวได้	देखेंเพิ่มสมรรถภาพของระบบหัวใจ ปอด ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ
		การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 2 ครั้ง/สัปดาห์ (อังกฤษ และสก็อต) ออกกำลังกายแบบแรงต้านประกอบด้วย bench press, seated row, leg extension, pull-down, pecdeck, leg curl 12 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 3 ชุด ความแรง 60% 1 RM ระยะเวลาพักระหว่างชุด 45-60 วินาที ระยะเวลาระหว่างแต่ละท่า 2-3 นาที เริ่มต้นด้วยระยะอบอุ่นร่างกาย และจบด้วยระยะผ่อนคลายร่างกาย ใช้เวลา 10-15 นาที รวมการชั่งน้ำหนักก่อนและหลัง	
		วัดผลสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 16	

ตารางที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายร่วมกันกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านเพื่อผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 22 Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. ผู้เขียน Maioana, O'Driscoll, Goodman, Taylor, & Green. (2002)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก ร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2.	การออกแบบวิจัย เชิงทดลองมีการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม ระดับ: A กลุ่มตัวอย่าง จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 16 คน อายุ 52 ± 2 ปี มีผู้ชายจำนวน 14 คน และผู้หญิงจำนวน 2 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 6 คน และกลุ่มควบคุม 10 คน แผนกการคัดออก ผู้ป่วยสูบบุหรี่ มีโรคไต มีภาวะที่มีโปรตีนออกมาในปัสสาวะ โรคตับ โรคเกาต์ มีกรดยูริกในเลือดมากกว่าปกติ มีคอเลสเตอรอลในเลือดมากกว่าปกติ และโรคความดันโลหิตสูง	พบว่าหลังการออกกำลังกาย นาน 8 สัปดาห์ ระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงจาก 8.5 $\pm 0.4\%$ เป็น 7.9 $\pm 0.3\%$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และระดับน้ำตาลในเลือดลดลงจาก 12.0 ± 0.5 mmol/L เป็น 9.8 ± 0.5 mmol/L อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 whilst skin folds เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย และรอบสะโพกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05	การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก ร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน นอกจากมีผลลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงยังเพิ่มสมรรถภาพของระบบหัวใจ ปอด ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ การควบคุมไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงการรักษาด้วยยาเมื่อระดับน้ำตาลลดลง

ตารางที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างสุขภาพและเพิ่มการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
เรื่องที่ 23 Effects of aerobic physical exercise in the elderly with type 2 diabetes mellitus. ผู้เขียน Tessier et. al. (2000)	เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกในผู้ป่วยสูงอายุเบาหวานต่อการควบคุมตามปกติ ชีพิต ความสามารถทางเดินร่างกาย คุณภาพชีวิต และทัศนคติต่อโรคเบาหวาน.	ประกอบด้วยการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ความแรง 55% 1 RM และเพิ่มเป็น 65% 1 RM ใน สัปดาห์ที่ 4 ของโปรแกรม และเพิ่มเป็น 85% 1 RM ในสัปดาห์ที่ 6 สลับกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก (cycle ergometry, treadmill walking) ทำละ 45 วินาที ช่วงเปลี่ยนท่าละ 15 วินาที กลุ่มควบคุมไม่ได้ออกกำลังกาย	การออกกำลังกาย 30 นาที ด้วยการเดินเร็ว และฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หรือฝึกความทนของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงปานกลาง ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 30 นาที ระยะเวลา 16 สัปดาห์ มีผลลดระดับฟรุกโตซามิน แต่	การศึกษาก่อนการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

ตารางที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านเพื่อลดการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)				
ชื่อเรื่อง/ ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/ วิธีการการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
โปรแกรมการศึกษา				
และ ผู้หญิงจำนวน 7 คน อายุเฉลี่ย 69.3 ± 4.2 ปี และกลุ่มควบคุมจำนวน 20 คน มีผู้ชายจำนวน 11 คน และผู้หญิงจำนวน 9 คน อายุเฉลี่ย 69.5 ± 5.1 ปี				
กลุ่มตัวอย่างไม่เจ็บป่วยฉุกเฉินในระยะ 6 เดือนก่อนทำการวิจัย ควบคุมโรคเบาหวานด้วยยาเม็ดลดระดับน้ำตาล "ไม่ได้รับประทานยากกลุ่มสเตียรอยด์" อาการคงที่ในระยะ 3 เดือนก่อนทำการวิจัย และไม่ได้อยู่ในโปรแกรมการออกกำลังกาย				
โปรแกรมการศึกษา				
กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกาย ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 30 นาที โปรแกรมการออกกำลังกายประกอบด้วยระยะอบอุ่นร่างกาย 10 นาที เดินเร็ว 20 นาที และฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหรือฝึกความทนทานของกล้ามเนื้อ 20 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 2 ชุด ใช้เวลา 20 นาที และระยะผ่อนคลาย				
ในกลุ่มควบคุมค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดระดับน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นจาก 7.3 ± 1.7% เป็น 7.8 ± 1.5% และไม่มีเปลี่ยนแปลงของระดับฟรุกโตซามีนก่อนหลังการทดลอง (3.9 ± 0.6 vs 3.9 ± 0.6 mmol/g) นอกจากนี้กลุ่มทดลองยังมีคะแนนค่าเฉลี่ยทัศนคติที่ดีต่อโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นหลังการทดลองจาก 2.43 ± 0.44 เป็น 3.55 ± 0.41 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนค่าเฉลี่ยทัศนคติต่อโรค				

ตารางที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านเพื่อผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง/ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	การออกแบบวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง/โปรแกรมการศึกษา	ผลการวิจัย	การวิเคราะห์/การนำไปใช้
		ร่างกาย 10 นาที โดยออกกำลังกายความแรง 35-59% ของ HRmax (30-49% VO ₂ max) ของ HRmax (30-49% VO ₂ max) ถึง 60-79% ของ HRmax ที่ 4 สัปดาห์ (50-74% ของ VO ₂ max) จนสัปดาห์ที่ 16 กลุ่มควบคุมไม่ได้ออกกำลังกาย		

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ตั้งแต่ปี ค. ศ. 1996-2007 กลุ่มตัวอย่างเป็นงานวิจัยจำนวน 23 เรื่อง เป็นงานวิจัยต่างประเทศจำนวน 17 เรื่อง และงานวิจัยในประเทศไทยจำนวน 6 เรื่อง เมื่อพิจารณาคุณภาพงานวิจัยโดยใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพงานวิจัยของราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทย (2544) พบงานวิจัยที่เป็น randomized controlled trial (ระดับ A) จำนวน 11 เรื่อง แบ่งเป็นการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกจำนวน 2 เรื่อง การออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 7 เรื่อง การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 2 เรื่อง และงานวิจัยที่เป็นเชิงทดลองแต่ไม่ได้ทำการสุ่มเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม (random assignment) หรือการวิจัยกึ่งทดลอง(quasi-experimental) (ระดับ B) จำนวน 12 เรื่อง แบ่งเป็นการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกจำนวน 9 เรื่อง การออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 2 เรื่อง และการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 1 เรื่อง แต่ไม่พบงานวิจัยระดับ C และ D

ลักษณะกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัย 23 เรื่องเลือกมาศึกษา รวมผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 1,085 ราย แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 311 ราย และเพศหญิงจำนวน 421 ราย และพบงานวิจัย 2 เรื่อง (Loreto et al., 2005; Van Rooijen et al., 2004) ที่ไม่ได้ระบุแยกเพศชายและหญิง กลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยที่คัดเลือกมามีอายุระหว่าง 30-75 ปี มีระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร 4.5-14 มิลลิโมลต่อลิตร (81-242 มิลลิกรัม/เดซิลิตร) และระดับน้ำตาลเกะเม็ดเลือดแดง (HbA_{1c}) ระหว่าง 5.8-13 % ดัชนีมวลกาย 25-49 กิโลกรัม/เมตร² น้ำหนักตัว 64-107 กิโลกรัม โดยกลุ่มที่ไม่ได้นำมาศึกษาได้แก่ หญิงตั้งครรภ์ หญิงให้นมบุตร ผู้ป่วยโลหิตจาง โรคหลอดเลือดหัวใจ กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด กล้ามเนื้อหัวใจตาย มีภาวะปิดกั้นกระแสไฟฟ้าหัวใจระดับ 3 (third degrees heart block) ผู้ป่วยมีอาการเจ็บหน้าอก หัวใจเต้นผิดจังหวะ ความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดสมอง สมองเสื่อม ภาวะแทรกซ้อนทางไตจากโรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดส่วนปลาย ภาวะแทรกซ้อนการเสื่อมของจอประสาทตา มีเลือดออกในเรตินา มีความผิดปกติของกล้ามเนื้อและระบบประสาทอย่างรุนแรง โรคเรื้อรังที่มีอาการไม่คงที่ มีความผิดปกติของตับและไตขั้นรุนแรง ผู้ป่วยลำไส้ มีโปรตีนออกมาในปัสสาวะ มีกรดยูริกในเลือดมากกว่าปกติ มีระดับคลอเรสเตอรอลในเลือดมากกว่าปกติ โรคทางออร์โธปิดิกส์ที่มีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย ผู้ที่ได้รับการรับยาขับ

ปัสสาวะ ขาดไขมัน ยารักษาอาการซึมเศร้า ดื่มสุรา สูบบุหรี่ และผู้ที่เข้าร่วมโครงการออกกำลังกายในระยะ 3 หรือ 6 เดือนที่ผ่านมา

งานวิจัยการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่าก่อนการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกกลุ่มตัวอย่างได้รับการประเมินสมรรถภาพทางร่างกายก่อนการออกกำลังกายด้วยการทดสอบเดินสายพาน (exercise stress test) การเพิ่มความเร็วและความลาดเอียงสำหรับการเดินสายพานซึ่งเป็นการปฏิบัติตามคำแนะนำของ American Heart Association (Tessier et al., 2000; Level A) ในงานวิจัยการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแรงต้าน นอกจากการเดินสายพานแล้วยังมีการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Tokmakidis et al., 2004; Level B) และประเมินอัตราการเต้นของหัวใจ วัดความดันโลหิต ก่อนการออกกำลังกาย (Maiorana et al., 2002; Level A) นอกจากนี้ยังมีการประเมินระดับน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก (อภิญา คันธา, 2545; Level B; นันทวัน โทละบุตร, 2545; Level B) และการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (Danstan et al., 1998; Level A) จากผลการศึกษาของคาสตานีดา และคณะ (Castaneda et al, 2002; Level A) พบการเกิดภาวะระดับน้ำตาลในเลือดต่ำทันทีทันใด หลังการออกกำลังกายแบบแรงต้านความแรงระดับหนัก ความถี่ 2 ครั้ง/สัปดาห์ จำนวน 5 ครั้ง แต่ไม่พบการระบุค่าระดับน้ำตาลในเลือด กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ได้รับการแก้ไขภาวะระดับน้ำตาลต่ำในเลือดด้วยการรับประทานของขบเคี้ยวที่มีน้ำตาลสูง (high sugar snack)

โดยภาพรวมของการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทได้แก่ 1) การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก 2) การออกกำลังกายแบบแรงต้าน และ 3) การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (ดังตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ประเภทของการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

ประเภทการออกกำลังกาย	วิธีปฏิบัติ
การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก	- เดิน - เดินเร็ว - ปั่นจักรยาน - การปฏิบัติสมาธิแบบซิงกง - รำมวยจีนซิงกง - การออกกำลังกายแบบไทจีฉวน - รำไม้พลองป้านูญมี
การออกกำลังกายแบบแรงต้าน	- การใช้กล้ามเนื้อต้านน้ำหนัก
การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน	- เดินเร็วร่วมกับฝึกความแข็งแรงและความทนของกล้ามเนื้อ

การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (Aerobic Exercise in Persons with Type 2 Diabetes)

การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก จำนวน 11 เรื่อง (กัญญา เลียนเครือ, 2546; ระดับ B; กนลรัตน์ ปานทอง, 2545; ระดับ B; ฉวีวรรณ ดีช่วย, 2543; ระดับ B; นันทวรรณ โหตะบุตร, 2545; ระดับ B; อภิญญา คันธ, 2545; ระดับ B; อุไรวรรณ โพธิ์พนม, 2445; ระดับ B; Fritz et al, 2006; Level B; Leroto et al., 2005; Level A; Van-Rooijan et al, 2004; Level A; Walker et al., 1999; Level B; Yeh et al., 2007; Level B) ระบุวิธีการออกกำลังกายดังนี้ การเดิน (walking) การเดินเร็ว (brisk walking) ปั่นจักรยาน (bicycle ergometer) การเดินเร็วที่บ้านร่วมกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่โรงพยาบาล กับ การออกกำลังกายเพื่อผ่อนคลายที่โรงพยาบาล การปฏิบัติสมาธิแบบซิงกง (Qigong meditation exercise) รำมวยจีนซิงกง (Qigong exercise) การออกกำลังกายแบบไทจีฉวน (Tai chi chaun exercise) รำไม้พลองป้านูญมี (Boonmee long-stick exercise) โดยมีความถี่ ความแรง เวลา ระยะเวลาออกกำลังกาย และสถานที่ออกกำลังกายที่แตกต่างกัน

การออกกำลังกายในห้องปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดูแลการฝึกด้วยตนเอง ด้วยวิธีการปั่นจักรยาน ความถี่ 5 ครั้ง/สัปดาห์ เดินที่บ้าน 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 30 นาที ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า ระยะเวลา 2 สัปดาห์ และออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น ระยะเวลา 2 สัปดาห์ เปรียบเทียบผลระหว่างการออกกำลังกายช่วงก่อนอาหารเช้าและช่วงก่อนอาหารเย็น พบว่าภายหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นระดับน้ำตาลในเลือด และระดับน้ำตาลโดยรวมที่เจาะจากปลายนิ้วภายใน 24 ชั่วโมงที่แสดงด้วยกราฟมีแนวโน้มลดลงมากกว่าการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (นันทวรรณ โหละบุตร, 2545; Level B) และการศึกษาผลของการปั่นจักรยานที่ความแรงและเวลาของการออกกำลังกายเท่ากันแตกต่างกันที่ความถี่ โดยมีความถี่เพียง 1 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 40 นาที ระยะเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าช่วยลดค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดเพียงเล็กน้อย (อภิญา คันทา, 2545; Level B)

การออกกำลังกายในโรงยิม (gymnasium-based training) ด้วยวิธีการเดิน ความถี่ 5 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 60 นาที ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างหญิงที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 และหญิงที่มีระดับน้ำตาลในเลือดปกติ (normoglycemic) ผลการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายในโรงยิมดังกล่าว สามารถลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงในกลุ่มหญิงที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จากค่าเฉลี่ย $7.78 \pm 1.3\%$ เป็น $7.19 \pm 1.59\%$ และลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงในกลุ่มผู้หญิงที่มีระดับน้ำตาลในเลือดปกติ จากค่าเฉลี่ย $5.58 \pm 0.31\%$ เป็น $5.38 \pm 0.24\%$ หลังการออกกำลังกายระยะเวลา 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Walker et al., 1999; Level B)

การออกกำลังกายในสถานที่ออกกำลังกาย (center-based training) ได้แก่วิธีการปฏิบัติสมาธิแบบซิงก์ รำมวยจีนซิงก์ การออกกำลังกายแบบไทจีฉวน และรำไม้พลองป้านูญมี เป็นการนัดกลุ่มตัวอย่างมาออกกำลังกายร่วมกันเป็นกลุ่มโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดูแลการฝึกด้วยตนเอง มีความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง โดยพบว่าการรำมวยจีนซิงก์ เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าการรำมวยจีนซิงก์สามารถลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดหลังการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (กมลรัตน์ ปานทอง, 2545; ระดับ B) และรำไม้พลองป้านูญมี เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (อุไรวรรณ โพธิ์พนม, 2445; ระดับ B) สำหรับการปฏิบัติสมาธิซิงก์ เวลาออกกำลังกาย 30 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (กัญญา เลียนเครือ, 2546; ระดับ B) เช่นเดียวกับการออกกำลังกายแบบไทจีฉวน เวลาออกกำลังกาย 60 นาที ระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าในสัปดาห์ที่ 16 มีผลลดระดับน้ำตาลในเลือดระยะอดอาหารจากค่าเฉลี่ย 156.88 ± 43.03 เป็น

133.25 $\pm$ 22.26 มิลลิกรัม/เดซิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงจากค่าเฉลี่ย 6.91 $\pm$ 0.82 % เป็น 5.98 $\pm$ 0.34 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย (ฉวีวรรณ ดีช่วย, 2543; ระดับ B) และการศึกษาการออกกำลังกายแบบไทจิฉวน เวลาออกกำลังกาย 60 นาที ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ถึงแม้ว่าจะไม่พบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือดหลังออกกำลังกาย แต่พบว่าระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงจากค่าเฉลี่ย 7.74 $\pm$ 1.93 % เป็น 7.24 $\pm$ 1.35% (Yeh et al., 2007; Level B)

การออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน โดยกลุ่มทดลองออกกำลังกายด้วยการเดินเร็ว ความถี่ 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความเร็ว เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ระยะเวลา 6 สัปดาห์แรก และออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่โรงพยาบาล ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ต่อมา ความถี่มากกว่า 1 วัน/สัปดาห์ ความเร็วปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมออกกำลังกายเพื่อผ่อนคลายที่โรงพยาบาล นานครั้งละ 20 นาที ระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าในกลุ่มทดลองค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงก่อนการทดลอง 9.36 $\pm$ 2.42% หลังการทดลองลดลงเหลือ 8.99 $\pm$ 2.59% และในกลุ่มควบคุมค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงก่อนการทดลอง 9.25 $\pm$ 2.28% หลังการทดลองลดลงเหลือ 8.26 $\pm$ 1.97% (Van-Rooij et al, 2004; Level A)

นอกจากนี้การออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน (home-based training) ได้แก่ การเดินเร็ว ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความเร็ว เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ระยะเวลา 4 เดือน พบว่ากลุ่มทดลองมีระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากความแรงของการออกกำลังกายไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด หรือจากกลุ่มตัวอย่างบางส่วนในกลุ่มทดลองไม่ได้ออกกำลังกายให้ได้ความถี่ ความเร็ว และระยะเวลาตามโปรแกรมที่ศึกษา นอกจากนี้อาจเป็นเพราะไม่มีผู้แนะนำ (supervisor) ในการออกกำลังกาย (Fritz et al, 2006; Level B) ทำให้ประสิทธิภาพของการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านมีข้อจำกัดในแง่การออกกำลังกายตามโปรแกรมที่วางไว้ไม่สม่ำเสมอ ส่วนผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินที่เป็นการศึกษาติดตามผลระยะเวลา 2 ปี ด้วยความถี่ที่แตกต่างกัน มีความถี่ 5 ครั้ง/สัปดาห์ หรือมากกว่า ผลการศึกษาพบว่า การเดินด้วยความเร็วมากกว่า 10 METs/h/wk สามารถลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .0001 และยังมีผลลดความดันโลหิต Cholesterol, Triglyceride อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยการศึกษาที่มีการติดตามเยี่ยมกลุ่มตัวอย่างที่แผนกผู้ป่วยนอก และติดตามกลุ่มตัวอย่างทางโทรศัพท์ (Leroto et al., 2005; Level A) อาจช่วยเสริมแรงจูงใจในการออกกำลังกายของกลุ่มตัวอย่าง

โดยสรุป การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก ออกกำลังกายด้วยความเร็ว พบว่าความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 45 นาที ไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และออกกำลังกาย

กายด้วยความถี่ 1 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 40 นาที ระยะเวลา 3 สัปดาห์ ไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด แต่พบว่าถ้าเพิ่มความถี่เป็น 7 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 50 นาที ระยะเวลา 2 สัปดาห์ มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งให้เห็นว่า ระยะเวลาออกกำลังกายที่น้อย อาจต้องใช้ความถี่ และเวลาออกกำลังกายในแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น จึงจะมีผลลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกด้วยความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง ระยะเวลา 30-60 นาที เวลาออกกำลังกายอย่างน้อย 8 สัปดาห์ จึงจะเห็น แนวโน้มการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร หรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง นอกจากนี้ ยังพบว่าการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกยังมีผลต่อการควบคุมเมตาบอลิซึมในการออกกำลังกายในระยะเวลา 2 ปี และพบว่าการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดเป็นการออกกำลังกายในโรงยิม และห้องปฏิบัติการ ส่วนการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มักไม่ได้ปฏิบัติตามโปรแกรมที่วางไว้

การออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (Resistance Training in Persons with Type 2 Diabetes)

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 9 เรื่อง เป็นการออกกำลังกายความแรงปานกลาง (moderate-resistance training) จำนวน 4 เรื่อง (Cauza et al., 2005; Level A; Cauza et al., 2006; Level A, Dunstan et al., 1998; Level A; Honkola et al., 1997; Level B) การออกกำลังกายความแรงปานกลางร่วมกับความแรงหนัก (moderate combined high-resistance training) จำนวน 4 เรื่อง (Castaneda et al., 2002; Level A; Dunstan et al., 2002; Level A; Dunstan et al., 2005; Level A; Dunstan et al., 2006; Level A) และการออกกำลังกายความแรงหนัก (high-resistance training) จำนวน 1 เรื่อง (Fenicchia et al., 2004; Level A) ทำการศึกษาในโรงยิม และในโรงยิมเปรียบเทียบกับ การออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน

การศึกษาในโรงยิมความแรงปานกลาง จำนวนงาน 4 เรื่อง การออกกำลังกายแบบแรงต้าน ความถี่ 2 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 5 เดือน สามารถลดค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงจาก $7.5 \pm 0.3\%$ เป็น $7.4 \pm 0.2\%$ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Honkola et al., 1997; Level B) และการออกกำลังกายแบบแรงต้านความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สามารถลดค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงจาก $8.2 \pm 0.5\%$ เป็น $8.0 \pm 0.5\%$ และลดค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดจาก 9.6 ± 0.9 เป็น 9.4 ± 0.8 มิลลิโมล/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเพิ่มความ

แข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Dunstan et al., 1998; Level A) และการออกกำลังกายแบบแรงต้านความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 8 เดือน โดยวัดผลที่ 4 เดือน และที่ 8 เดือน พบว่าสามารถลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง ก่อนการออกกำลังกายจากค่าเฉลี่ย $8.2 \pm 0.8\%$ เป็น $6.9 \pm 0.4\%$ ในเดือนที่ 4 และลดลงเป็น $6.2 \pm 0.2\%$ ในเดือนที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .002 และช่วยลดระดับ LDL, Triglyceride ทั้งในเดือนที่ 4 และเดือนที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Cauza et al., 2006; Level A) และการออกกำลังกายแบบแรงต้านด้วยการฝึกความแข็งแรงและความทนของกล้ามเนื้อ ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกายเริ่มที่ 15 นาที เพิ่มขึ้น 5 นาที ทุก 4 สัปดาห์ ระยะเวลา 4 เดือน พบว่าในกลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงจาก 8.3 ± 1.7 เป็น $7.1 \pm 0.2\%$ ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารเช้าลดลงจาก 204 ± 16 เป็น 147 ± 8 มิลลิกรัม/เดซิลิตร และภาวะดื้ออินซูลินลดลงเพิ่ม HDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .04 และลดระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (Cauza et al., 2005; Level A)

จากการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความแรงปานกลางร่วมกับความแรงหนักจำนวน 3 เรื่อง แตกต่างที่ความถี่ เวลา และระยะเวลาของการออกกำลังกาย ความถี่ 2 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ทำการศึกษาระยะเวลา 6 เดือน วัดผลที่ 3 เดือน และที่ 6 เดือน พบว่าหลังการออกกำลังกาย 3 เดือน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด และหลังการออกกำลังกาย 6 เดือน ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง 1.4 มิลลิโมล/ลิตร และระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงเฉลี่ยจากก่อนการออกกำลังกาย $8.9 \pm 1.0\%$ หลัง 3 เดือน ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลง $0.6 \pm 0.7\%$ และหลัง 6 เดือนค่าเฉลี่ยลดลง $1.2 \pm 0.9\%$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และเพิ่ม lean body mass (Dunstan et al., 2002; Level A) ซึ่งการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงตัวแปรที่สำคัญคือเวลาออกกำลังกายกล่าวคือเวลาออกกำลังกายแบบแรงต้านความแข็งแรงระดับหนักจะต้องออกกำลังกายเป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือน

นอกจากนี้ การศึกษาการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความแรงปานกลางร่วมกับความแรงหนักความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 45 นาที ระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงจาก $8.7 \pm 0.3\%$ เป็น $7.6 \pm 0.2\%$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และพบว่ากลุ่มควบคุมมีการเพิ่มการใช้ยาควบคุมเบาหวาน 42% (Castaneda et al., 2002; Level A) และงานวิจัยที่ศึกษาในโรงยิม เป็นการออกกำลังกายแบบแรงต้านความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 6 เดือน เปรียบเทียบกับการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน ที่ความถี่ และเวลาออกกำลังกายเท่ากัน ผลการศึกษาพบว่าหลังการออกกำลังกายในโรงยิมสามารถลดค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลง 0.8% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่ในระหว่างการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านไม่

พบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง (Dunstan et al., 2005; Level A) และ การศึกษาการออกกำลังกายในสถานที่ออกกำลังกายเปรียบเทียบกับออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน ความถี่ 2 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 14 เดือน โดยในระยะเวลา 2 เดือนแรกกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการฝึกสอนในโรงยิม หลังจากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่ออกกำลังกายในสถานที่ออกกำลังกาย และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน พบว่าระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงในกลุ่มที่ออกกำลังกายในสถานที่ออกกำลังกายลดลง 0.4 % แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน ซึ่งพบว่าในกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านปฏิบัติตามโปรแกรมทั้งความถี่ และเวลาออกกำลังกายลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 52) (Dunstan et al., 2006; Level A)

การออกกำลังกายแรงต้านที่ความแรงหนักจากการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างผู้ที่เป็นเบาหวาน ชนิดที่ 2 เปรียบเทียบกับหญิงที่มีความทนต่อกลูโคสปกติ ออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดภายหลังการทำ oral glucose tolerance test (OGTT) ก่อนการออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ย 20.2 ± 1.4 มิลลิโมล/ลิตร ที่ 12-24 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ย 17.2 ± 1.7 มิลลิโมล/ลิตร และที่ 60-72 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ย 19.9 ± 1.7 มิลลิโมล/ลิตร จากผลการศึกษาแสดงว่าระดับน้ำตาลในเลือดลดลงหลังการออกกำลังกาย 12-24 ชั่วโมง (Fenicchia et al., 2004; Level B)

โดยสรุป การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีความถี่ 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง ไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด แต่ถ้าออกกำลังกายที่ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ด้วยความแรงปานกลาง ($>50\%$ 1 RM) (โดยที่ 1 repetition maximum หมายถึงน้ำหนักที่ผู้ออกแรงสามารถยกต้านแรงโน้มถ่วงของโลกจนสุดพิสัยข้อได้ 1 ครั้ง แล้วหมดแรงพอดีไม่สามารถยกครั้งที่สองได้) ขึ้นไป มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และออกกำลังกายแบบแรงต้านความถี่อย่างน้อย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง ($>50\%$ 1 RM) ร่วมกับความแรงหนัก (75-85% 1 RM) เวลาออกกำลังกาย 45-90 นาที ออกกำลังกายท่าละ 2 ชุด (ออกกำลังกาย 1 ชุดเท่ากับ 12-15 ครั้ง) หรือ ออกกำลังกายท่าละ 3 ชุด (ออกกำลังกาย 1 ชุดเท่ากับ 8-12 ครั้ง) ระยะเวลาอย่างน้อย 8 สัปดาห์ สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด และหรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง และพบว่าระยะเวลาของการออกกำลังกายที่นานขึ้นมีผลลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้มากขึ้นด้วย แต่ งานวิจัยเท่าที่มีอยู่ ยังไม่สามารถระบุได้ว่าการออกกำลังกายนานเท่าใดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงจะสามารถลดลงจนคงที่หรือไม่ลดลงไปกว่านี้ นอกจากนี้พบว่าการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านนั้นกลุ่มตัวอย่างมักไม่ได้ปฏิบัติตามโปรแกรมที่วางไว้ โดยพบว่าความถี่และเวลาออกกำลังกายลดลงจากโปรแกรมการออกกำลังกายที่ตั้งไว้ จึงทำให้การออกกำลังกายแบบแรงต้านด้วยตนเองที่บ้านไม่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (Aerobic Exercise combined with Resistance Training in Persons with Type 2 Diabetes)

จากการทบทวนงานวิจัยเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 3 เรื่อง (Maioana et al., 2002; Level A; Tessier et al., 2000; Level A; Tokmakidis et al., 2004; Level B) ทำการศึกษาในโรงยิม

การออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength exercise) ร่วมกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีความถี่ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ความแรง 60-80% ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ ระยะเวลา 16 สัปดาห์ วัดผลที่ 4 สัปดาห์ และที่ 16 สัปดาห์ หลังการออกกำลังกาย พบว่าที่ 4 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงจาก $7.7 \pm 1.7\%$ เป็น $7.1 \pm 1.3\%$ และที่ 16 สัปดาห์ ลดลงจากค่าเฉลี่ย $7.1 \pm 1.3\%$ เป็น $6.9 \pm 1.0\%$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ 4 สัปดาห์ และที่ 16 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และ .001 (Tokmakidis et al., 2004; Level B) ซึ่งการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 4 สัปดาห์ สามารถลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้ แต่จะได้ผลดียิ่งขึ้นเมื่อออกกำลังกายถึง 16 สัปดาห์ ส่วนการออกกำลังกายแบบแรงต้านร่วมกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรง 50-85% 1 RM เวลาออกกำลังกาย 30 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงจาก $8.5 \pm 0.4\%$ เป็น $7.9 \pm 0.3\%$ และค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร ลดลงจาก 12.0 ± 0.5 เป็น 9.8 ± 0.5 มิลลิโมล/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (Maioana et al., 2002; Level A) นอกจากนี้ พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ด้วยวิธีเดินเร็ว นาน 20 นาที ร่วมกับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หรือความทนของกล้ามเนื้อ 20 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 2 ชุด ความแรงปานกลาง ระยะเวลา 16 สัปดาห์ ช่วยลดระดับฟรุกโตซามีนจาก 4.3 ± 0.4 เป็น 4.1 ± 0.5 มิลลิกรัม/กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Tessier et al., 2000; Level A)

โดยสรุป การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ทำในโรงยิม ความถี่อย่างน้อย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง ระยะเวลาอย่างน้อย 30 นาที เวลาออกกำลังกายอย่างน้อย 4 สัปดาห์ สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร และหรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้ และช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย

บทที่ 5

อภิปรายผล

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการทบทวนงานวิจัย เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้จากงานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 โดยทำการทบทวนงานวิจัยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996-2007 ทำการประเมินคุณภาพความน่าเชื่อถือเพียงพอที่นำมาใช้ เพื่อสังเคราะห์และรวบรวมเป็นความรู้ไปใช้โดยพิจารณาความเหมาะสมและความคุ้มค่าในการนำไปใช้ในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 ผลการศึกษามีประเด็นอภิปรายดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นงานวิจัยจำนวน 23 เรื่อง ที่เกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 พบเป็นงานวิจัยที่เป็น Randomized Controlled Trial (ระดับ A) จำนวน 11 เรื่อง และงานวิจัยที่เป็นเชิงทดลองแต่ไม่ได้สุ่มเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม (random assignment) หรือเป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental) (ระดับ B) จำนวน 12 เรื่อง แต่ไม่พบงานวิจัยระดับ C และ D งานวิจัยที่ศึกษาในประเทศไทยพบจำนวน 6 เรื่อง และงานวิจัยในต่างประเทศพบ 17 เรื่อง ลักษณะกลุ่มตัวอย่างที่งานวิจัย 23 เรื่องเลือกมาศึกษา อายุระหว่าง 30-75 ปี ซึ่งเป็นวัยผู้ใหญ่ถึงวัยผู้สูงอายุ ในงานวิจัยส่วนใหญ่ก่อนเข้าร่วมทำวิจัย ควบคุมโรคเบาหวานด้วยการควบคุมอาหารและการใช้ยา แต่ส่วนใหญ่พบว่าไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด พบว่ายังมีระดับน้ำตาลในเลือดและระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงสูงกว่าเกณฑ์การควบคุมโรคเบาหวานของสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (American Diabetes Association) โดยมีระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FPG) 4-14 มิลลิโมล/ลิตร (72-242 มิลลิกรัม/เดซิลิตร) มีดัชนีมวลกาย (BMI) 25-49 กิโลกรัม/เมตร² น้ำหนักตัว 64-107 กิโลกรัม ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย (sedentary) จากลักษณะกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว อธิบายได้ว่าผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 จากงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดยังไม่ได้ ดังนั้นการให้โปรแกรมการออกกำลังกายในกลุ่มตัวอย่างนี้จึงเป็นการเหมาะสมเพราะสามารถชี้ให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด และหรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้ถ้าโปรแกรมการออกกำลังกายได้ผล หากทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่างที่ควบคุมได้ดีแล้วจะทำให้ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายไม่ชัดเจน และกลุ่มตัวอย่างที่

นำมาศึกษาส่วนใหญ่เป็นผู้ที่เป็นเบาหวานที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานอาจไม่สามารถนำไปใช้ในกลุ่มผู้ที่เป็นเบาหวานที่มีภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานได้

ประเภทของการออกกำลังกาย

ในการศึกษาครั้งนี้โดยการทบทวนการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ผู้ศึกษาแบ่งงานวิจัยที่ค้นพบเป็น 3 ประเภท 1) การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก 2) การออกกำลังกายแบบแรงต้าน และ 3) การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน

ผลของการออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด จากการศึกษาครั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าผลของการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เนื่องจากการออกกำลังกายมีการเผาผลาญพลังงานในเซลล์ของร่างกายสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื่องจากการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ (Kaouar, Peronnet, Massicotte, & Lavoie, 2004) ซึ่งต้องมีการใช้พลังงาน พลังงานที่สำคัญที่กล้ามเนื้อใช้คือน้ำตาลกลูโคส และพลังงานอื่นที่อาจนำมาใช้คือกรดไขมันอิสระ และสารคีโตน (American Diabetes Association, 2004) นอกจากนี้กล้ามเนื้อยังมีพลังงานสำรองสะสมอยู่ในรูปของไกลโคเจน เมื่อเริ่มมีการออกกำลังกายกล้ามเนื้อจะใช้พลังงานจากไกลโคเจน แต่ไกลโคเจนเป็นพลังงานที่มีปริมาณจำกัดสามารถใช้ได้เพียงไม่กี่นาทีก็จะหมดไปในที่สุด (Kruszynska, 1997) ดังนั้นต้องใช้พลังงานจากกลูโคสในกระแสเลือด การที่กลูโคสจะเข้าสู่กระแสเลือดจะต้องอาศัยอินซูลินเป็นตัวนำพาเข้าไป ซึ่งเอนไซม์กลูโคสทรานสปอร์ตโมเลกุลมีความสำคัญในการลำเลียงกลูโคสเข้าสู่เซลล์ (Lund, Holman, Schmitz, & Pedersen, 1995) กลไกการรักษากลูโคสในเลือดให้สูงพอที่จะส่งไปให้กล้ามเนื้อใช้เป็นพลังงานได้เพียงพอต้องอาศัยการทำงานของตับในการผลิตกลูโคสมากขึ้น และปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด (Kruszynska, 1997) โดยอาศัยกระบวนการสลายไกลโคเจน (glycogenolysis) และกระบวนการสังเคราะห์กลูโคสขึ้นใหม่ (gluconeogenesis) โดยตับจะทำการสลายไกลโคเจนที่สะสมไว้เป็นกลูโคสและปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด ขณะเดียวกันทำการผลิตกลูโคสโดยการสังเคราะห์ใหม่ โดยการนำกรดไขมันอิสระ สารแลกเตต สารคีโตน และกรดอะมิโน มาเปลี่ยนเป็นกลูโคส โดยกรดไขมันอิสระได้จากการสลายไขมันที่สะสมอยู่ในเซลล์ส่วนต่างๆของร่างกาย สารแลกเตตได้จากการที่กล้ามเนื้อเผาผลาญกลูโคสเป็นพลังงานโดยกระบวนการไกลโคไลซิส (Wasserman & Cherrington, 1996; Koyama et al., 2001) และเมื่อเวลาการออกกำลังกายมากขึ้นร่างกายจะใช้พลังงานไขมันเป็นพลังงานหลักแทนน้ำตาลในเลือด (Fenicchia et al., 2004) พลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย (energy expenditure) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการลดระดับน้ำตาลใน

เลือด (อภิญญา คันธนา, 2545) นอกจากนี้มีการปรับตัวภายหลังการออกกำลังกายของระบบสร้างพลังงาน (energy production adaptation) โดยร่างกายจะมีจำนวนไมโทคอนเดรีย (mitochondria) เพิ่มขึ้น ทำให้เซลล์ในร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานมากขึ้นและมีไวต่อฮอร์โมนต่างๆ ขณะเดียวกันร่างกายจะผลิตอินซูลินรีเซพเตอร์ (insulin receptor) เพิ่มขึ้น (Kaouar et al., 2004) ซึ่งเป็นตัวจับฮอร์โมนอินซูลินในการเก็บน้ำตาลเข้าสู่เซลล์เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ร่างกายมีความไวต่ออินซูลินเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับน้ำตาลหลังการออกกำลังกายลดลง (Colbert, 1993) และยังสามารถลดปริมาณไขมันในร่างกาย (total body fat) และไขมันบริเวณท้องซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะดื้ออินซูลิน (insulin resistance) นอกจากนี้พบว่า การออกกำลังกาย สามารถลดปริมาณไขมันในร่างกาย ลดดัชนีมวลกาย (Body mass index, BMI) ลดความดันโลหิต แม้แต่ในผู้ที่เป็กลุ่มเสี่ยงของ กลุ่มอาการเมตาบอลิก (metabolic syndrome)

ประเภทการออกกำลังกายที่ศึกษาในประเทศไทยพบว่ามีการศึกษาที่ทำโดยพยาบาล (กัญญา เลียนเครือ, 2546; กนลรัตน์ ปานทอง, 2545; นวิวรรณ ดีช่วย, 2543; นันทวรรณ โหระบุตร, 2545; อภิญญา คันธนา, 2545; อุไรวรรณ โพธิ์พนม, 2445) มีการนำภูมิปัญญาตะวันออก มาใช้ในการปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอภิรดี สุขศักดิ์, อุไร หัดกิจ และเพียว เกษตรสมบูรณ์ (2548) พบว่าพยาบาลส่วนใหญ่มีความตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของการผสมผสานภูมิปัญญาตะวันออกสู่การปฏิบัติพยาบาล รูปแบบของการปฏิบัติจากการศึกษาจากงานวิจัยครั้งนี้ได้แก่ การปฏิบัติสมาธิซึ่ง การออกกำลังกายแบบไทจิฉวน และรำไม้พลองป้านูญมี ซึ่งผสมผสานการเคลื่อนไหวร่างกายเข้ากับการปฏิบัติ เป็นทางเลือกหนึ่งของการดูแลสุขภาพที่เข้ามามีบทบาทเพิ่มมากขึ้น มีความสอดคล้องกับวิถีชีวิตชุมชน

ความถี่ ความแรง และเวลาของการออกกำลังกาย

ความถี่ของการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกอย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ด้วยความแรงปานกลาง ระยะเวลา 30-60 นาที การออกกำลังกายแบบแรงต้าน ด้วยความแรง 2 ระดับ คือ ความแรงปานกลาง ($> 50\%$ 1 RM) ความถี่ 2 ครั้ง/สัปดาห์ และความแรงหนัก ($75-85\%$ 1 RM) ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาของการออกกำลังกาย 45-90 นาที ทำ 12-15 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 2 ชุด หรือ 8-12 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 3 ชุด ซึ่งระยะเวลาของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการใช้พลังงาน (Gorden, 1995) ระยะเวลาของการออกกำลังกายแบ่งเป็นระยะอบอุ่นร่างกายซึ่งเป็นระยะของการเตรียมพร้อมของร่างกายก่อนการออกกำลังกาย ระยะออกกำลังกายจะเป็นระยะเวลาที่ออกกำลังกายจริงหลังอบอุ่นร่างกาย และระยะผ่อนคลายร่างกายเป็นระยะหลังการออกกำลังกาย ลดระดับความหนักเบาของการออกกำลังกาย เนื่องจากการออกกำลังกายในผู้ป่วย

เบาหวาน ต้องเริ่มออกกำลังกายด้วยการใช้แรงต่ำและช้าๆ และค่อยเพิ่มขึ้น เพื่อเตรียมความพร้อมของร่างกายให้สัมพันธ์กับเมตาบอลิซึม (อัตราการเผาผลาญพลังงาน) ในร่างกาย มีผลโดยตรงต่อการทำงานของหลอดเลือดและหัวใจ ช่วยให้ออกกำลังกายปรับตัวในการเพิ่มปริมาณออกซิเจน (Brandenburg et al., 1999) ซึ่งการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาและความแรงที่ใช้ในการออกกำลังกาย (Albright et al., 2000) และพบว่าความแรงของการออกกำลังกายที่บ้านลดลงจากระดับเริ่มต้นที่ได้รับการสอนและการชี้แนะ อาจเป็นไปได้ว่าเมื่อได้รับคำแนะนำในการฝึกซึ่งเป็นการกระตุ้นให้กลุ่มปฏิบัติตามโปรแกรมการออกกำลังกายแต่เมื่ออยู่ที่บ้าน อาจขาดแรงกระตุ้น หรือแรงเสริม อาจทำให้ไม่ได้ปฏิบัติตามโปรแกรมการออกกำลังกาย จึงทำให้ความแรงไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

ส่วนเรื่องช่วงเวลาของวันยังไม่สามารถบอกได้ว่าออกกำลังกายช่วงเวลาไหนของวันที่มีผลลดระดับน้ำตาลในเลือด หรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้ดี เนื่องจากมีงานวิจัยไม่มากนัก มีเพียงการศึกษาของนักทฤษฎี โหละบุตร (2545) ที่เปรียบเทียบผลระหว่างการออกกำลังกายช่วงก่อนอาหารเช้าและช่วงก่อนอาหารเย็น พบว่าภายหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นระดับน้ำตาลในเลือด และระดับน้ำตาลโดยรวมที่เจาะจากปลายนิ้วภายใน 24 ชั่วโมงที่แสดงด้วยกราฟมีแนวโน้มลดลงมากกว่าการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาหลังรับประทานอาหารมื้อกลางวันที่ร่างกายได้รับการกระตุ้นจากอาหารทำให้ สอร์โโมนอินซูลินหลั่งออกมามากขึ้น ระดับน้ำตาลเข้าสู่ภาวะก่อนรับประทานอาหาร เมื่อมีการออกกำลังกายมีผลยับยั้งเซลล์ในตับอ่อนในการหลั่งสอร์โโมนอินซูลิน ซึ่งทำหน้าที่ในการสะสมกลูโคสในรูปของไกลโคเจนเป็นพลังงานสำรองในร่างกายทำงานลดลง โดยอินซูลินเร่งการทำงานของเอนไซม์ฮีโซไคเนส (hexokinase) เร่งกลายเนื้อใช้กลูโคสในเลือดส่งผลให้เซลล์ของกล้ามเนื้อมีความไวต่อสอร์โโมนอินซูลินนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ได้มากขึ้น (James et al., 1998)

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยที่นำมาศึกษาในบางงานวิจัย จะได้รับการสอนและการชี้แนะตลอดโปรแกรมการศึกษา ซึ่งการสอนและการชี้แนะดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าเป็นการกระตุ้นกลุ่มตัวอย่างให้ออกกำลังกายด้วยความถี่ ความแรง เวลาของการออกกำลังกายตามโปรแกรมการศึกษา การออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการสอนจากผู้ควบคุมการฝึก หรือผู้วิจัยในระยะเริ่มต้น ก่อนนำไปปฏิบัติด้วยตนเองที่บ้าน ซึ่งพบว่า สอดคล้องกับแนวคิดของเพนเดอร์ (Pender, 1996) เกี่ยวกับปัจจัยด้านความคิดและความรู้สึกต่อพฤติกรรมเฉพาะ เป็นอิทธิพลระหว่างบุคคล เรียนรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของบุคคลอื่น ผลที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมเป็นจุดเริ่มต้นของการตกลงใจที่จะปฏิบัติตามแผนที่กำหนด ตามเวลา สถานที่ โดยลำพัง หรือร่วมกับผู้อื่น และได้รับการสาธิตช่วยให้กลุ่มตัวอย่างเห็นวิธีการออกกำลังกายที่ชัดเจนมากกว่าการอธิบายอย่างเดียว และกลุ่ม

ตัวอย่างมีโอกาสได้ทดสอบความเข้าใจตนเอง ทำให้เห็นข้อผิดพลาดและได้รับการแก้ไขทันที ดังการศึกษาของปะราลี โอภาสนันท์ (2442) พบว่าการสาธิตกิจกรรมการดูแลตนเองในเรื่องการออกกำลังกายให้ผู้ป่วยลองปฏิบัติ เป็นการช่วยเสริมแรงจิตใจในการปฏิบัติและการได้รับการสอน จะส่งผลให้เพิ่มศักยภาพในการดูแลตนเอง ซึ่งศักยภาพในการดูแลตนเองจะถูกพัฒนาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ และจากการที่ได้รับข้อมูลที่มีสาระสำคัญอย่างเหมาะสม จะช่วยให้ผู้ป่วยสามารถพิจารณาและตัดสินใจเลือกการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการดูแลตนเองได้ถูกต้องและเหมาะสม จากการศึกษาของวัลลา ตันตโยทัย (2540) พบว่าผู้ที่เป็เบาหวานต้องการการชี้แนะเพื่อปรับปรุงวิธีการและระยะเวลาการออกกำลังกายให้เหมาะสม ตลอดจนการสนับสนุนให้กำลังใจ เพื่อให้คงความพยายามปฏิบัติการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง นอกจากการการสอนและการสาธิต กลุ่มตัวอย่างจะได้รับคำแนะนำในการลงบันทึกในสมุดบันทึกในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถติดตามกลุ่มตัวอย่างว่ามีการปฏิบัติตามโปรแกรมหรือไม่ การบันทึกประเภท ความถี่ ความแรง เวลาในการออกกำลังกายในแต่ละครั้ง การบันทึกการออกกำลังกายชี้ให้เห็นว่าเป็นวิธีการควบคุมกำกับตนเอง (self-monitoring) ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถพิจารณาแบบแผนพฤติกรรมของตนเองจากการบันทึกพฤติกรรมของตนเอง (self-recording) ซึ่งการออกกำลังกายจัดเป็นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ต้องเพิ่มเติม (addition) เป็นหนึ่งของการรักษาและป้องกันภาวะแทรกซ้อนจากการเจ็บป่วยเรื้อรัง (Ryan, 1992)

ระเบียบวิธีการวิจัย (Methodology)

จากงานวิจัยจำนวน 23 เรื่อง ที่เกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 พบเป็นงานวิจัยที่เป็น Randomized Controlled Trial (ระดับ A) และเป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental) (ระดับ B) ซึ่งมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง อย่างไรก็ตาม พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างในบางงานวิจัยมีขนาดเล็ก ซึ่งลักษณะกลุ่มตัวอย่างที่ดี ควรมีจำนวนพอเหมาะที่จะทำให้อผลวิจัยที่ศึกษาได้จากกลุ่มตัวอย่างสามารถทดสอบความเชื่อมั่นทางสถิติได้ เพื่อที่ว่าผลที่ได้จะสามารถอ้างอิงไปสู่ประชากรแล้วมีความน่าเชื่อถือได้ ในบางงานวิจัยพบการขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่าง (attrition) ในระหว่างการศึกษา ซึ่งจะเป็นผลทำให้ผลการวิจัยคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้ งานวิจัยส่วนใหญ่มักติดตามผลในระยะสั้น 2-16 สัปดาห์ มีเพียงงานวิจัยที่ติดตามผลในระยะยาว 2 ปี ความรู้ที่ได้นี้อาจมีข้อจำกัดในการอธิบายผลของการออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดระยะยาว

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้จากงานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกาย ที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาจากการทบทวนงานวิจัยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996-2007 กลุ่มตัวอย่าง เป็นงานวิจัยจำนวน 23 เรื่อง เป็น Randomization control trial (ระดับ A) จำนวน 11 เรื่อง แบ่งเป็นการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกจำนวน 2 เรื่อง การออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 7 เรื่อง การออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 2 เรื่อง และงานวิจัยที่เป็นเชิงทดลองแต่ไม่ได้ทำการสุ่มเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม (random assignment) หรือการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental) (ระดับ B) จำนวน 12 เรื่อง แบ่งเป็นการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกจำนวน 9 เรื่อง การออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 2 เรื่อง และการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 1 เรื่อง แต่ไม่พบงานวิจัยระดับ C และ D ลักษณะกลุ่มตัวอย่างที่งานวิจัย 23 เรื่องเลือกมาศึกษาเป็นผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 1,085 ราย อายุระหว่าง 30-75 ปี มีระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FPG) 4-14 มิลลิโมล/ลิตร (72-242 มิลลิกรัม/เดซิลิตร) มีดัชนีมวลกาย (BMI) 25-49 กิโลกรัม/เมตร² น้ำหนักตัว 64-107 กิโลกรัม ได้รับการควบคุมโรคเบาหวานด้วยการควบคุมอาหาร และการใช้ยา ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย (sedentary) และกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาส่วนใหญ่เป็นผู้ที่เป็นเบาหวานที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานอาจไม่สามารถนำไปใช้กลุ่มผู้ที่เป็นเบาหวานที่มีภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานได้

ผลการศึกษาพบว่า ประเภท ความถี่ ความแรง เวลา และระยะเวลาออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 มีดังนี้

1. การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก ที่ความถี่อย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 30-60 นาที ระยะเวลาอย่างน้อย 8 สัปดาห์ สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร หรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้

2. การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความถี่อย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 45-90 นาที ระยะเวลาอย่างน้อย 8 สัปดาห์ สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร และหรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้ แต่ถ้าออกกำลังกายด้วยขนาดความแรงมากขึ้น จะใช้ระยะเวลาในการออกกำลังกายสั้นลง

3. การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ที่ความถี่อย่างน้อย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง ระยะเวลาอย่างน้อย 30 นาที เวลาออกกำลังกายอย่างน้อย 4 สัปดาห์ สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร และหรือระดับน้ำตาลเกะเม็ดเลือดแดงได้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้

1. การนำองค์ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายซึ่งมีองค์ประกอบด้านประเภท ความถี่ ความแรง และเวลา ที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 ไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมให้ผู้ที่เป็นเบาหวานออกกำลังกายอย่างเหมาะสมและเพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งหวังผลให้ลดความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนจากระดับน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นความรู้ที่ได้จากงานวิจัย จึงมีความน่าเชื่อถือระดับหนึ่งควรเผยแพร่ไปยังหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพของผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

2. จัดทำโครงการออกกำลังกาย ควรจัดโครงการให้มีทั้งในสถานที่ออกกำลังกาย (center based) เพื่อเพิ่มแรงจูงใจ และการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน (home based) เพื่อคงไว้ซึ่งการออกกำลังกายที่ความถี่ ความแรง และเวลาอย่างสม่ำเสมอ โดยเน้นให้ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 มีความรู้ และเจตคติที่ดีต่อการออกกำลังกายและเน้นให้มีการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เป็นทางเลือกหนึ่งในการดูแลตนเองเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ใกล้เคียงเกณฑ์ปกติ

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยติดตามผลของการออกกำลังกายในระยะยาว ว่าการออกกำลังกายนานเท่าใดจึงจะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงตามเป้าหมายของการรักษา และนานเท่าใดที่ระดับน้ำตาลในเลือดจะคงที่ เพื่อวางแผนการให้คำแนะนำในการออกกำลังกายในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2

2. จากงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์จะพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ซึ่งอาจมีผลต่อความน่าเชื่อถือของผลงานวิจัย ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น โดยใช้หลักเกณฑ์ในการคำนวณกลุ่มตัวอย่างอย่างเหมาะสม

3. ควรมีการศึกษากการออกกำลังกายในช่วงเวลาของวัน ช่วงเวลาไหนของวันที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดมากที่สุด

4. ควรมีการศึกษาการออกกำลังกายในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน แต่ต้องระมัดระวังในผู้ที่มีภาวะแทรกซ้อนนั้นๆ ต้องได้รับการประเมินก่อนการออกกำลังกาย

ข้อจำกัดของการศึกษา

1. กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยที่นำมาศึกษา ส่วนใหญ่เป็นผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อน ผลการศึกษาอาจไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะแทรกซ้อน

2. ระยะเวลาการออกกำลังกายในงานวิจัยที่นำมาศึกษา ส่วนใหญ่มีระยะเวลาการออกกำลังกายสั้น หากระยะเวลาการออกกำลังกายนานขึ้น อาจพบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดชัดเจนขึ้น

3. ประเภของการออกกำลังกายในงานวิจัยที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ ยังไม่ครอบคลุมประเภทของการออกกำลังกาย ซึ่งอาจมีความเป็นอยู่ สังคมและวัฒนธรรมต่างกัน ดังนั้น จึงควรมีการทำวิจัยถึงการออกกำลังกายชนิดต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมกับความเป็นอยู่ สังคมและวัฒนธรรม ที่เฉพาะของผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็
เบาหวานชนิดที่ 2

ขวัญหทัย ไตรพีช 4837024 RAANM

พย. ม. (การพยาบาลผู้ใหญ่)

คณะกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : พรทิพย์ มาลาธรรม, Ph.D, ชนิดฐา หาญประสิทธิ์คำ, Ph.D,
วิศาล กันธารัตนกุล, M.D.

บทสรุปแบบสมบูรณ์

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้จากงานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 จากงานวิจัยที่ตีพิมพ์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996-2007 จำนวน 23 เรื่อง พบงานวิจัยที่เป็น Randomized controlled trial (ระดับ A) จำนวน 11 เรื่อง และงานวิจัยที่เป็นเชิงทดลองแต่ไม่ได้ทำการสุ่มเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม (random assignment) หรือการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental) (ระดับ B) จำนวน 12 เรื่อง แต่ไม่พบงานวิจัยระดับ C และ D ผลการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายที่สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด และหรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้คือ 1) การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก ที่ความถี่อย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 30-60 นาที ระยะเวลาอย่างน้อย 8 สัปดาห์ 2) การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความถี่อย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 45-90 นาที ระยะเวลาอย่างน้อย 8 สัปดาห์ แต่ถ้าออกกำลังกายด้วยขนาดความแรงมากขึ้น จะใช้ระยะเวลาในการออกกำลังกายสั้นลง และ 3) การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความถี่อย่างน้อย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกายอย่างน้อย 30 นาที ระยะเวลาอย่างน้อย 4 สัปดาห์

ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 โดยความรู้ที่เกี่ยวกับประเภท ความถี่ ขนาดความแรง และระยะเวลาของการออกกำลังกาย จะทำให้นักการทางสุขภาพทราบองค์ความรู้ที่ชัดเจนขึ้นในการให้คำแนะนำผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การควบคุม

ภาวะแทรกซ้อนจากภาวะน้ำตาลในเลือดสูงและเป็นการส่งเสริมให้ผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 มีสุขภาพโดยรวมดีขึ้น

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคเบาหวานมีอุบัติการณ์การเพิ่มขึ้น จากการสำรวจในปี ค.ศ. 1997 พบผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 จำนวน 3.5 ล้านคนและผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 มากถึง 120 ล้านคน และคาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2010 จะมีผู้เป็นเบาหวานในโลก 220 ล้านคน และในปี ค.ศ. 2025 จะเพิ่มเป็น 300 ล้านคน (King, Aubert, & Herman, 1998) ส่วนในประเทศไทยกระทรวงสาธารณสุขสำรวจพบแนวโน้มโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากสถิติปี พ.ศ. 2545 พบผู้ที่เป็นเบาหวานทั่วประเทศโดยไม่รวมกรุงเทพมหานคร 187,141 คน คิดเป็นอัตราป่วย 340.95 คนต่อประชากรแสนคน (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2546) ซึ่งเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2546 พบผู้ที่เป็นเบาหวานทั่วประเทศโดยไม่รวมกรุงเทพมหานครเพิ่มขึ้นเป็น 213,135 คน คิดเป็นอัตราป่วย 380.75 คนต่อประชากรแสนคน และเป็นสาเหตุการตายอันดับ 8 จาก 10 อันดับแรก (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2548)

ปัญหาที่สำคัญของผู้ที่เป็นเบาหวานคือ ไม่สามารถควบคุมโรคเบาหวานได้ ทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงอย่างเรื้อรังจนเกิดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ได้แก่ ภาวะจอประสาทตาเสื่อม (retinopathy) ระบบประสาทเสื่อม (neuropathy) ภาวะไตเสื่อม (nephropathy) ภาวะแทรกซ้อนต่อระบบหัวใจ ระบบหลอดเลือดขนาดใหญ่ และระบบหลอดเลือดส่วนปลายได้อีกด้วย (จิตร จิรรัตน์สถิต, 2546) เป้าหมายสำคัญของการดูแลรักษาผู้ที่เป็นเบาหวานคือ การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ใกล้เคียงปกติมากที่สุด เพื่อช่วยลดหรือชะลอภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน (อภิชาติ วิษณุวรรณ์, 2546; American Diabetes Association, 2006) แนวทางในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานให้ใกล้เคียงปกติมีหลายแนวทางได้แก่ การควบคุมอาหาร การใช้ยา นอกจากนั้นการออกกำลังกายเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้ที่เป็นเบาหวานมีระดับน้ำตาลในเลือดใกล้เคียงระดับปกติ (Kim, Hwang, & Yoo, 2004) ลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง และลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน (Sigal, Wasserman, Kenny, & Castaneda-Sceppa, 2006)

จากการทบทวนวรรณกรรมเบื้องต้น พบว่าการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานมีหลากหลายประเภทได้แก่ การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก การออกกำลังกายแบบแรงต้าน และการออกกำลังกายประเภทที่สอดคล้องกับบริบทของสังคมไทยได้แก่ การรำไม้พลองป้าบุญมี การรำ

มวยจีนชิงก เป็นต้น ซึ่งมีความถี่ ความแรง และระยะเวลาของการออกกำลังกายแตกต่างกัน การออกกำลังกายดังกล่าวพบว่ามีผลลดระดับน้ำตาลในเลือด และหรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทยยังไม่มีรายงานสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยเฉพาะการออกกำลังกายมีหลายมิติ ได้แก่ ความถี่ ความแรง ระยะเวลาและประเภทการออกกำลังกาย ดังนั้นผู้ศึกษาจึงทำการทบทวนวรรณกรรม และผลงานวิจัยเกี่ยวกับ ความถี่ ความแรง เวลา และประเภท ของการออกกำลังกาย ที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ พัฒนาเป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายที่เหมาะสมในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ส่งเสริมสุขภาพ และเป็นแนวทางในการปฏิบัติการพยาบาลเพื่อส่งเสริมให้เกิดความสำเร็จในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติด้วยการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้จากงานวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการศึกษาครั้งนี้คาดว่าจะได้รับความรู้ในเรื่องความถี่ ความแรง เวลา และประเภทของการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติการพยาบาลในด้านการพัฒนาระบบบริการพยาบาล และสร้างเสริมสุขภาพที่ดี โดยการให้ความรู้แก่ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 และเผยแพร่ความรู้ไปยังหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และจัดทำโครงการการออกกำลังกาย และส่งเสริมให้บุคลากรพยาบาลมีความรู้ที่ถูกต้องตามมาตรฐานทางวิชาการเป็นการพัฒนาคุณภาพบริการ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 และเป็นแนวทางวิจัยทางการพยาบาลเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ในความรู้ส่วนที่ยังไม่ทราบหรือไม่ชัดเจนต่อไป

คำจำกัดความ

ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (persons with type 2 diabetes) หมายถึง ผู้ที่มีระดับน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาจากหลอดเลือดดำขณะอดอาหาร เท่ากับหรือมากกว่า 126 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

(mg/dl) หรือระดับน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาจากหลอดเลือดดำเวลาใดก็ตามมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) หรือระดับน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาจากหลอดเลือดดำที่เวลา 2 ชั่วโมง ในการตรวจ 75 กรัม oral glucose tolerance test เท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) (American Diabetes Association, 2007)

การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (glycemic control) หมายถึง การรักษาระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่ป่วยเป็นเบาหวานให้อยู่ในระดับใกล้เคียงปกติ ได้แก่ ระดับน้ำตาลในเลือด (plasma glucose) อยู่ในระดับ 5-7.2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/L) หรือ 90-130 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) หรือการตรวจระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง (glycosylated hemoglobin: HbA_{1c}) อยู่ในระดับน้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ (American Diabetes Association, 2007)

การออกกำลังกาย (exercise) หมายถึง รูปแบบหนึ่งของกิจกรรมทางกาย (physical activity) โดยการออกแรงใช้กล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวทางกาย และทำซ้ำหลายๆครั้งตามการวางแผน เพื่อเพิ่มสมรรถภาพหัวใจและปอด หรือเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ หรือเพิ่มความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อ (การิส วงศ์แพทย์, 2543; เขียมมนโณภพ นุนนาค, 2539; วิภาวรรณ ลีลาสำราญ, 2547; Sigal, Kenny, Wasserman, Castaneda, & White, 2004) โดยมีองค์ประกอบของความถี่ (frequency) ความแรง (intensity) เวลา (time) และประเภท (type) (American College of Sport Medicine, 1995)

การทบทวนวรรณกรรม

โรคเบาหวานเป็นกลุ่มโรคทางเมตาบอลิซึมโดยมีภาวะระดับน้ำตาลในเลือดสูง เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสร้างฮอร์โมนอินซูลินได้เพียงพอ หรือร่างกายไม่สามารถใช้ฮอร์โมนอินซูลินที่สร้างขึ้นมาได้ (American Diabetes Association, 2006) สามารถแบ่งตามสาเหตุและพยาธิสรีรวิทยาในการเกิดโรคเป็น 4 ประเภทได้แก่ 1) โรคเบาหวานชนิดที่ 1 เป็นโรคเบาหวานที่ต้องการอินซูลินในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เกิดจากการทำลายของเบต้าเซลล์ของตับอ่อน ส่วนใหญ่เกิดจาก auto-immune จึงทำให้ตับอ่อนไม่สามารถผลิตอินซูลินได้เพียงพอ (American Diabetes Association, 2006) 2) โรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นโรคเบาหวานที่เกิดจากภาวะดื้ออินซูลินร่วมกับความผิดปกติในการหลั่งอินซูลินของตับอ่อน ไม่ต้องการการรักษาด้วยอินซูลิน (American Diabetes Association, 2006) 3) โรคเบาหวานชนิดอื่นๆ ที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ได้แก่ ความผิดปกติทางพันธุกรรมของเบต้าเซลล์ การออกฤทธิ์ของอินซูลิน โรคตับอ่อน โรคทางต่อมไร้ท่อ ยาหรือสารเคมี กลุ่มโรค syndrome ต่างๆ บางประเภท (American Diabetes

Association, 2006) และ 4) โรคเบาหวานที่ตรวจพบขณะตั้งครรภ์ (American Diabetes Association, 2003)

ผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่สามารถควบคุมโรคได้ หรือมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงอยู่เป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน ภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานแบ่งเป็น 2 ชนิด คือภาวะแทรกซ้อนชนิดเฉียบพลัน ได้แก่ 1) ภาวะที่มีกรดคีโตนั่งในกระแสเลือด (diabetic ketoacidosis) (American Diabetes Association, 2004c) 2) ภาวะที่มีกลูโคสสูงในกระแสเลือดโดยไม่มีการั่งของกรดคีโตน (hyperosmolar hyperglycemic state) (American Diabetes Association, 2004c) 3) ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (hypoglycemia) (ซัลลิต รัตสาร, 2546 ข) และภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังได้แก่ 1) ภาวะแทรกซ้อนของหัวใจและหลอดเลือด (พงษ์อมร บุนนาค, 2546ข) 2) ภาวะแทรกซ้อนการเสื่อมของจอตา (retinopathy) (American Diabetes Association, 1997c) 3) ภาวะแทรกซ้อนเกี่ยวกับการเสื่อมของหน่วยไต (nephropathy) (American Diabetes Association, 1997b) และ 4) ภาวะแทรกซ้อนเกี่ยวกับระบบประสาทเสื่อมหน้าที่ (neuropathy) (American Diabetes Association, 1999b)

เพื่อป้องกันและลดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ผู้ที่เป็นเบาหวานจะต้องควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ที่ใกล้เคียงปกติได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยการควบคุมอาหาร และการใช้ยา การออกกำลังกายเป็นอีกหนึ่งในวิธีที่ใช้ร่วมกับการควบคุมอาหาร และการใช้ยา โดยวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (The American College of Sport Medicine: ACSM) ได้ให้ข้อเสนอแนะพื้นฐานในการออกกำลังกายตามหลักเกณฑ์ Frequency Intensity Time Type (FITT) ดังนี้ 1) ความถี่ในการออกกำลังกาย (frequency) ควรออกกำลังกาย 3-5 วัน/สัปดาห์ และต้องทำอย่างสม่ำเสมอ (วุฒิชัย เพิ่มศิริวานิชย์, 2547, American College of Sport Medicine, 2006) 2) ความแรงของการออกกำลังกาย (intensity) เป็น 3 ระดับคือ ประเภทย่อยเบา (low intensity) ออกแรงปานกลาง (moderate intensity) และออกแรงอย่างหนัก (severe intensity) 3) เวลาหรือความนานของการออกกำลังกาย (time or duration of exercise) แบ่งเป็น 3 ระยะคือ ระยะอบอุ่นร่างกาย (warm up phase) ระยะออกกำลังกาย (exercise phase) และระยะผ่อนคลายร่างกาย (cool down phase) 4) ประเภทของการออกกำลังกาย (type of exercise) ได้แก่ 4.1) การออกกำลังกายแบบต้านแรง (resistance exercise) เพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ 4.2) การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น (flexibility exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยการยืดและเหยียด (stretching) กล้ามเนื้อ และเอ็นเพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวข้อต่างๆ ได้อย่างเต็มที่ (American College of Sport Medicine, 2006) 4.3) การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจและปอด (cardio respiratory fitness) การออก

กำลังกายประเภทนี้แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ การออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic exercise) และ การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (aerobic exercise)

การออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 โดยออกกำลังกายดังนี้ 1) ความถี่ของการออกกำลังกาย (frequency) 3-5 ครั้ง/สัปดาห์ จากผลการศึกษาการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มีการออกแบบการออกกำลังกายความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่าระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .002 (Cauza, Hanusch-Enserer, Strasser, Kostner, Dunky, & Haber, 2006) และความถี่ 5 ครั้ง/สัปดาห์ พบว่าระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Walker, Jones, Plers, O'Dea, & Putt, 1999) 2) ความแรงของการออกกำลังกาย (intensity) ใช้ความแรงเบาถึงปานกลาง (40-70% $\text{vo}_2 \text{ max}$) เพื่อเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจและปอด และเปลี่ยนแปลง metabolic เช่น ลดระดับน้ำตาลในเลือด เพิ่มความไวอินซูลิน (Albright, Franz, Hornsby, Marrero, Ullrich, & Verity, 2000) และลดความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากการออกกำลังกาย และมีการศึกษาเพื่อหาระดับการออกกำลังกายที่เหมาะสมในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยในแอฟริกาและอเมริกาศึกษาในผู้หญิง 598 คน และผู้ชาย 318 คน อายุระหว่าง 30-55 ปี มีระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 8-12 ชั่วโมง มากกว่าหรือเท่ากับ 140 มก/ดล. โดยแบ่งการออกกำลังกายเป็น 3 ระดับคือ ความแรงหนัก ความแรงปานกลาง ความแรงเบา ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายใช้แรงปานกลางมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้เหมาะสมมากกว่าการใช้ความแรงเบาหรือใช้ความแรงหนัก โดยการออกกำลังกายใช้ความแรงปานกลางสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้และกล้ามเนื้อแข็งแรงไม่มีภาวะเสี่ยงต่อระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ และสามารถควบคุมระดับน้ำตาลได้ดีมีผลต่อร่างกายไวอินซูลินเพิ่มขึ้น (James et al., 1998) 3) เวลาหรือความนานของการออกกำลังกาย (time or duration of exercise) ควรใช้เวลาอย่างน้อยครั้งละ 30 นาที แต่ไม่ควรเกิน 60 นาที (Albright et al., 2000) หรือ 150 นาทีต่อสัปดาห์ ซึ่งระยะเวลาของการออกกำลังกายแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะอบอุ่นร่างกาย ระยะออกกำลังกาย และระยะผ่อนคลายร่างกาย ในระยะอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายร่างกายใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที (Castaneda, 2000) 4) ประเภทของการออกกำลังกาย (type of exercise) การออกกำลังกายมีหลายประเภท จากการศึกษาผลของการร่ำมวยจีนซึ่งต่อระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะในผู้ป่วยเบาหวาน พบว่าระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยเบาหวานหลังการออกกำลังกายด้วยการร่ำมวยจีนซึ่งมีค่าลดลงมากกว่าก่อนการออกกำลังกายด้วยการร่ำมวยจีนซึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 (อุไรวรรณ โปรงพนม, 2545) และการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบต้านแรงต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานหญิงชนิดที่ 2 พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดหลังการออกกำลังกายแบบต้านแรงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ .05 (Fenicchia et al., 2004) และการศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบต้านแรง พบว่าหลังการออกกำลังกายระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงและระดับน้ำตาลในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .005 (Maioana, O' Driscoll, Goodman, Taylor, & Green, 2002)

การออกกำลังกายทำให้มีการยืดและหดกล้ามเนื้อตลอดเวลา ทำให้ต้องมีการใช้พลังงานเป็นผลให้มีการสลายพลังงานในร่างกาย (สุพรพิมพ์ เกียรติกุล, 2545) การออกกำลังกายความรุนแรงปานกลางมีผลยับยั้งการหลั่งของอินซูลิน (นฤช จรุงเรือง, 2545) และผลิตฮอร์โมนกลูคาگونเพิ่มขึ้น (เรืองศักดิ์ ศิริผล, 2542; สุพรพิมพ์ เกียรติกุล, 2545) โดยเฉพาะการรักษาระดับกลูโคสในเลือดโดยกลูคาгон ด้วยกระบวนการสังเคราะห์กลูโคสใหม่ (gluconeogenesis) (วรณีนินธิยานันท์, 2549) และกระบวนการสลายไกลโคเจน (glycogenolysis) เป็นการสังเคราะห์กลูโคสจากการสลายไกลโคเจนในร่างกาย กลีเซอรอลในกล้ามเนื้อ ไตรกลีเซอไรด์ในเลือด (นฤช จรุงเรือง, 2541) และมีการหลั่งของฮอร์โมน คอร์ติซอล โกรทฮอร์โมน เอพิเนฟริน และเอ็นดอร์ฟิน (วรณีนินธิยานันท์, 2548) เพื่อให้ร่างกายสามารถนำกลูโคส และกรดไขมันอิสระมาใช้อย่างต่อเนื่องและเพียงพอ (วุฒิชัย ศิริเพิ่มพาศิษฐ์, 2547) นอกจากนี้เซลล์ในร่างกายสามารถผลิตเอมไซม์กลูโคส ทรานสปอร์เตอร์โมเลกุลเพิ่มขึ้น (glucose transporter molecules: GLUT-4) เป็นเอมไซม์ที่ช่วยให้ฮอร์โมนอินซูลินกับกลูโคสในเลือดเข้าสู่เซลล์ในร่างกายเพิ่มขึ้นส่งผลให้ระดับกลูโคสในเลือดลดลง (Sort et al., 2003)

สำหรับผู้ที่เป็นเบาหวานมานาน หรือมีภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ก่อนการออกกำลังกายควรได้รับการประเมินทางการแพทย์ถึงสมรรถภาพทางร่างกาย การประเมินภาวะแทรกซ้อนทาง macrovascular และ microvascular เพราะปัจจัยเหล่านี้อาจเพิ่มมากขึ้นภายหลังการออกกำลังกาย เพื่อประโยชน์ในการออกแบบและปรับโปรแกรมการออกกำลังกายให้เหมาะสมแต่ละบุคคลและลดความเสี่ยงให้เกิดน้อยที่สุด (American Diabetes Association, 2004b) ผู้ที่เป็นเบาหวานควรได้รับการประเมินภาวะแทรกซ้อนก่อนการออกกำลังกาย ดังนี้ ภาวะแทรกซ้อนทางหัวใจและหลอดเลือด ภาวะแทรกซ้อนทางไต (Nephropathy) ภาวะแทรกซ้อนทางตา (Retinopathy) โรคหลอดเลือดส่วนปลาย และภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาท (Neuropathy) นอกจากนี้ควรได้รับการประเมินระดับกลูโคสก่อนการออกกำลังกายดังนี้ (Farrel, 2003) 1). ถ้าระดับกลูโคสในเลือดน้อยกว่า 5 mmol/L (90 mg/dl) ให้รับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตก่อนการออกกำลังกาย 2). ถ้าระดับกลูโคสในเลือด 5-10 mmol/L (90-270 mg/dl) ไม่ต้องรับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต 3). ถ้าระดับกลูโคสในเลือดมากกว่า 15 mmol/L (> 270 mg/dl) เลื่อนการออกกำลังกาย และตรวจ urine ketones ถ้าผลเป็นลบ สามารถออกกำลังกาย

ภายใต้ แต่ถ้าผลเป็นบวก รักษาด้วยอินซูลิน และเลื่อนการออกกำลังกายจนผล urine ketones เป็นลบ

จากการสืบค้นเบื้องต้น แม้ว่าจะงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการออกกำลังกาย มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด แต่พบว่ามีหลากหลายในเรื่องของประเภท ความแรง ความถี่ และเวลา ในประเทศไทยยังไม่มีรายงานสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยเฉพาะการออกกำลังกายมีหลายมิติ ได้แก่ ความถี่ ความแรง เวลาและประเภทการออกกำลังกาย ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษาประเภท ความแรง ความถี่ และเวลาการออกกำลังกาย ที่มีผลควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยทำการสืบค้นผลงานวิจัย และบทความวิชาการที่ใช้หลักฐานอ้างอิงเชิงประจักษ์อย่างเป็นระบบต่อไป เพื่อสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปสู่การปฏิบัติ เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 นำไปสู่การลดหรือชะลอการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน

วิธีการดำเนินการ

วิเคราะห์งานวิจัยจากการสืบค้นจากตำรา วิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัยต่างๆวารสารทางการแพทย์ และสาขาที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและนอกประเทศจากฐานข้อมูลทาง Electronics จาก E-Database ดังนี้ Cinahl, Mulinet, Ovid, Pubmed, Science Direct, Cochrane, Springer Link และ Blackwell จาก E-Journal ดังนี้ Diabetes care, Diabetes Research and Clinical Practice และจาก Website คือ www.thesis.tiac.or.th, www.diabetes.org, www.msse.org, www.jap.org, www.acsm.msse.org, www.endo-society.org ตั้งแต่ ค.ศ.1996-2007 คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลได้แก่ exercise and diabetes, physical activity and diabetes และ exercise diabetes glyceamic control และสืบค้นจากเอกสารอ้างอิงของตำรา บทความทางวิชาการจากวารสาร และงานวิจัยที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (manual search) โดยคัดเลือกข้อมูลที่น่าสนใจ จากเกณฑ์การคัดเข้าต้องเป็นรายงานวิจัยฉบับเต็ม หรือบทความวิชาการ โดยรายงานวิจัย หรือบทความวิชาการดังกล่าวต้องเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ และเป็นงานวิจัย หรือบทความเกี่ยวกับการออกกำลังกายในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 และเกณฑ์การคัดออก งานวิจัย หรือบทความในกลุ่มผู้ป่วยเด็ก งานวิจัยในกลุ่มผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 งานวิจัย หรือบทความที่ไม่สามารถหารายงานวิจัยฉบับเต็ม และเป็นงานวิจัย Pilot study พิจารณาคุณภาพของงานวิจัยตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพงานวิจัยของราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทย (2544) ซึ่งมีการแบ่งระดับงานวิจัยไว้ 4 ระดับ ดังนี้ คือ

Level A เป็นหลักฐานที่ได้จาก systematic review ของ randomized controlled clinical trial หรือหลักฐานที่ได้จาก randomized controlled trial ที่ดำเนินการอย่างเหมาะสม

Level B เป็นหลักฐานที่ได้จาก systematic review ของ controlled clinical study หรือหลักฐานที่ได้จาก controlled clinical study หรือหลักฐานที่ได้จากงานวิจัยทางคลินิกที่ใช้รูปแบบการวิจัยอื่น และผลการวิจัยพบประโยชน์หรือโทษจากการปฏิบัติการรักษาที่เด่นชัดมาก หรือเรื่องดังกล่าวไม่มีผลงานวิจัยประเภท randomized controlled trial แต่ได้นำเอาหลักฐานที่ได้จาก randomized controlled trial แต่ได้นำเอาหลักฐานที่ได้จาก randomized controlled trial ในประชากรกลุ่มอื่นหรือเรื่องอื่นที่คล้ายคลึงกันมาใช้เป็นหลักฐาน หรือหลักฐานที่ได้จาก randomized controlled clinical trial หรือ randomized controlled trial ที่ดำเนินการไม่เหมาะสม

Level C เป็นหลักฐานที่ได้จาก systematic review ของ descriptive study หรือหลักฐานที่ได้จาก descriptive study ซึ่งหมายถึงรายงานผู้ป่วยหนึ่งรายหรือมากกว่า หรือหลักฐานที่ได้จาก systematic review ของ controlled clinical study หรือ controlled clinical study ที่ไม่เหมาะสม หรือหลักฐานที่ได้จาก controlled clinical study ในประชากรกลุ่มอื่นหรือเรื่องอื่นที่คล้ายคลึงกัน

Level D เป็นหลักฐานที่ได้จากฉันทามติ (consensus) ของผู้เชี่ยวชาญ ตำรา และเอกสารทางวิชาการต่างๆ

พิจารณาการนำผลงานวิจัยมาใช้ทางคลินิก ตามเกณฑ์ดังนี้ (Polit & Hungler, 1997) 1) ผลงานวิจัยที่นำมาศึกษาตรงกับประเด็นของปัญหาที่กำลังศึกษาอยู่ (clinical-relevance) ในการศึกษาครั้งนี้พิจารณาผลของการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด 2) ผลงานวิจัยมีความน่าเชื่อถือเพียงพอที่จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ (scientific-merit) โดยพิจารณาในเรื่อง การออกแบบงานวิจัย การเลือกกลุ่มตัวอย่าง การประเมินคุณภาพการวิจัย ความตรงภายใน ความตรงภายนอก การใช้สถิติในการวิเคราะห์ รวมทั้งจุดเด่นและจุดด้อย ของระเบียบวิธีที่ไม่สามารถนำไปใช้ในคลินิก 3) การนำองค์ความรู้ไปใช้โดยพิจารณาแนวโน้มหรือความเป็นไปได้ที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ในการปฏิบัติ (implementation potential) ประกอบด้วย 3.1) ผลงานวิจัยที่นำมาใช้มีความเหมาะสม (transferability of findings) โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับหน่วยงาน กลุ่มผู้ป่วย และปรัชญาการดูแลของเจ้าหน้าที่ในทีมสุขภาพ 3.2) สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้ในหน่วยงาน (feasibility of implementation) โดยคำนึงถึงพยาบาลสามารถปฏิบัติได้โดยมีเอกสิทธิ์ ผู้ร่วมงานให้ความร่วมมือในการปฏิบัติ และ 3.3) ความคุ้มค่า (cost-

benefit ratio) ผลงานวิจัยที่นำมาใช้นั้นเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลอย่างไร และสรุปความรู้จากการสังเคราะห์งานวิจัย

ผลการศึกษา

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นงานวิจัยจำนวน 23 เรื่อง เป็นงานวิจัยต่างประเทศจำนวน 17 เรื่อง และงานวิจัยในประเทศไทยจำนวน 6 เรื่อง เมื่อพิจารณาคุณภาพงานวิจัยโดยใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพงานวิจัยของราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทย (2544) พบงานวิจัยที่เป็น randomized control trial (ระดับ A) จำนวน 11 เรื่อง แบ่งเป็นการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกจำนวน 2 เรื่อง การออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 7 เรื่อง การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 2 เรื่อง และงานวิจัยที่เป็นเชิงทดลองแต่ไม่ได้ทำการสุ่มเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม (random assignment) หรือการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental) (ระดับ B) จำนวน 12 เรื่อง แบ่งเป็นการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกจำนวน 9 เรื่อง การออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 2 เรื่อง และการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 1 เรื่อง แต่ไม่พบงานวิจัยระดับ C และ D

ลักษณะกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัย 23 เรื่องเลือกมาศึกษา รวมผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 1,085 ราย แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 311 ราย และเพศหญิงจำนวน 421 ราย และพบงานวิจัย 2 เรื่อง (Loreto et al., 2005; Van Rooijen et al., 2004) ที่ไม่ได้ระบุแยกเพศชายและหญิง กลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยที่คัดเลือกมามีอายุระหว่าง 30–75 ปี มีระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร 4.5–14 มิลลิโมลต่อลิตร (81–242 มิลลิกรัม/เดซิลิตร) และระดับน้ำตาลเกาหมื่นเม็ดเลือดแดง (HbA_{1c}) ระหว่าง 5.8–13 % ดัชนีมวลกาย 25–49 กิโลกรัม/เมตร² น้ำหนักตัว 64–107 กิโลกรัม โดยกลุ่มที่ไม่ได้นำมาศึกษาได้แก่ หญิงตั้งครรภ์ หญิงให้นมบุตร ผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจ กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด กล้ามเนื้อหัวใจตาย มีภาวะปิดกั้นกระแสไฟฟ้าหัวใจระดับ 3 (third degrees heart block) ผู้ป่วยมีอาการเจ็บหน้าอก หัวใจเต้นผิดจังหวะ ความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดสมอง สมองเสื่อม ภาวะแทรกซ้อนทางไตจากโรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดส่วนปลาย ภาวะแทรกซ้อนการเสื่อมของจอประสาทตา มีเลือดออกในเรตินา มีความผิดปกติของกล้ามเนื้อและระบบประสาทอย่างรุนแรง โรคเรื้อรังที่มีอาการไม่คงที่ มีความผิดปกติของตับและไตขั้นรุนแรง ผู้ป่วยลำไส้ มีโปรตีนออกมาในปัสสาวะ มีกรดยูริกในเลือดมากกว่าปกติ มีระดับคลอเรสเตอรอลในเลือดมากกว่าปกติ โรคทางออร์โธปิดิกส์ที่มีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย ผู้ที่ได้รับการรักษาด้วย

ปัสสาวะ ขาดแคลิแมน ขาดรักษาอาการซึมเศร้า คั่งสุรา สูบบุหรี่ และผู้ที่เข้าร่วมโครงการออกกำลังกายในระยะ 3 หรือ 6 เดือนที่ผ่านมา

การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (Aerobic Exercise in Persons with Type 2 Diabetes)

การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก จำนวน 11 เรื่อง (กัญญาเถียนเครือ, 2546; ระดับ B; กนลรัตน์ ปานทอง, 2545; ระดับ B; ฉวีวรรณ ดีช่วย, 2543; ระดับ B; นันทวรรณ โหตะบุตร, 2545; ระดับ B; อภิญา คันธา, 2545; ระดับ B; อุไรวรรณ โพธิ์พนม, 2445; ระดับ B Fritz et al, 2006; Level B; Leroto et al., 2005; Level A; Van-Rooijan et al, 2004; Level A; Walker et al., 1999; Level B; Yeh et al., 2007; Level B) ระบุวิธีการออกกำลังกายดังนี้ การเดิน (walking) การเดินเร็ว (brisk walking) ปั่นจักรยาน (bicycle ergometer) การเดินเร็วที่บ้านร่วมกับการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่โรงพยาบาลกับการออกกำลังกายเพื่อผ่อนคลายที่โรงพยาบาล การปฏิบัติสมาธิแบบซิง (Qigong meditation exercise) รำมวยจีนซิง (Qigong exercise) การออกกำลังกายแบบไทจีจวน (Tai chi chaun exercise) รำไม้พลองป้านูมมี (Boonmee long-stick exercise) โดยมีความถี่ ความแรง ระยะเวลา เวลาออกกำลังกาย และสถานที่ออกกำลังกายที่แตกต่างกัน

โดยสรุป การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก ออกกำลังกายด้วยความแรงเบา พบว่าความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ระยะเวลา 45 นาที ไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และออกกำลังกายด้วยความถี่ 1 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 40 นาที ระยะเวลา 3 สัปดาห์ ไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด แต่พบว่าถ้าเพิ่มความถี่เป็น 7 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาออกกำลังกาย 50 นาที ระยะเวลา 2 สัปดาห์ มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งให้เห็นว่าระยะเวลาออกกำลังกายที่น้อย อาจต้องใช้ความถี่ และเวลาออกกำลังกายในแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น จึงจะมีผลลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกด้วยความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกาย 30-60 นาที ระยะเวลาอย่างน้อย 8 สัปดาห์ จึงจะเห็นแนวโน้มการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร หรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง นอกจากนี้ ยังพบว่าการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกยังมีผลต่อการควบคุมเมตาบอลิซึมในการออกกำลังกายในระยะเวลา 2 ปี และพบว่าการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดเป็นการออกกำลังกายในโรงยิม และห้องปฏิบัติการ ส่วนการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ยังไม่ปฏิบัติตามโปรแกรมที่วางไว้

การออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (Resistance Training in Persons with Type 2 Diabetes)

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 9 เรื่อง เป็นการออกกำลังกายความแรงปานกลาง (moderate-resistance training) จำนวน 4 เรื่อง (Cauza et al., 2005; Level A; Cauza et al., 2006; Level A; Dunstan et al., 1998; Level A; Honkola et al., 1997; Level B) การออกกำลังกายความแรงปานกลางร่วมกับความแรงหนัก (moderate-high resistance training) จำนวน 4 เรื่อง (Castaneda et al., 2002; Level A; Dunstan et al., 2002; Level A; Dunstan et al., 2005; Level A; Dunstan et al., 2006; Level A) และการออกกำลังกายความแรงหนัก (high-resistance training) จำนวน 1 เรื่อง (Fenicchia et al., 2004; Level A) ทำการศึกษาในโรงยิม และในโรงยิมเปรียบเทียบกับ การออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน

โดยสรุป การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีความถี่ 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง ไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด แต่ถ้าออกกำลังกายที่มีความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ด้วยความแรงปานกลาง ($>50\%$ 1 RM) (โดยที่ 1 repetition maximum หมายถึงน้ำหนักที่ผู้ออกแรงสามารถยกต้านแรงโน้มถ่วงของโลกจนสุดพิสัยข้อได้ 1 ครั้ง แล้วหมดแรงพอดีไม่สามารถยกครั้งที่สองได้) ขึ้นไป มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และออกกำลังกายแบบแรงต้านความถี่อย่างน้อย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง ($>50\%$ 1 RM) ร่วมกับความแรงหนัก ($75-85\%$ 1 RM) เวลาออกกำลังกาย 45-90 นาที ออกกำลังกายท่าละ 2 ชุด (ออกกำลังกาย 1 ชุดเท่ากับ 12-15 ครั้ง) หรือ ออกกำลังกายท่าละ 3 ชุด (ออกกำลังกาย 1 ชุดเท่ากับ 8-12 ครั้ง) ระยะเวลาอย่างน้อย 8 สัปดาห์ สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด และหรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง และพบว่าระยะเวลาของการออกกำลังกายที่นานขึ้นมีผลลดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้มากขึ้นด้วย แต่งานวิจัยเท่าที่มีอยู่ ยังไม่สามารถระบุได้ว่าการออกกำลังกายนานเท่าใดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงจะสามารถลดลงจนคงที่หรือไม่ลดลงไปกว่านี้ นอกจากนี้พบว่าการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านนั้นกลุ่มตัวอย่างมักไม่ได้ปฏิบัติตามโปรแกรมที่วางไว้ โดยพบว่าความถี่และเวลาออกกำลังกายลดลงจากโปรแกรมการออกกำลังกายที่ตั้งไว้ จึงทำให้การออกกำลังกายแบบแรงต้านด้วยตนเองที่บ้านไม่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

การออกกำลังกายประเภทแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (Aerobic Exercise Combined Resistance Training in Persons with Type 2 Diabetes)

จากการทบทวนงานวิจัยเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านจำนวน 3 เรื่อง (Maioana et al., 2002; Level A; Tessier et al., 2000; Level A;

Tokmakidis et al., 2004; Level B) ทำการศึกษาในโรงยิม พบว่าการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก ร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ที่ปฏิบัติในโรงยิม โดยมีความถี่อย่างน้อย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ความแรงปานกลาง เวลาออกกำลังกายอย่างน้อย 30 นาที ระยะเวลาออกกำลังกายอย่างน้อย 4 สัปดาห์ มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย

การอภิปรายผล

ผลของการออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดจากการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก การออกกำลังกายแบบแรงต้าน และการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก ร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน จากการศึกษาครั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เนื่องจากการออกกำลังกายมีการเผาผลาญพลังงานในเซลล์ของร่างกายสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื่องจากการยึดและหดตัวของกล้ามเนื้อ (Kaouar, Peronnet, Massicotte, & Lavoie, 2004) ซึ่งต้องมีการใช้พลังงานจากกลูโคสในกระแสเลือด และเมื่อระยะเวลาการออกกำลังกายมากขึ้น ร่างกายจะใช้พลังงานไขมันเป็นพลังงานหลักแทนน้ำตาลในเลือด (Fenicchia et al., 2004) พลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย (energy expenditure) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือด (อภิญา คันธา, 2545) นอกจากนี้ มีการปรับตัวภายหลังการออกกำลังกายของระบบสร้างพลังงาน (energy production adaptation) โดยร่างกายจะมีจำนวนไมโทคอนเดรีย (mitochondria) เพิ่มขึ้น ทำให้เซลล์ในร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานมากขึ้นและมีไวต่อฮอร์โมนต่างๆ ขณะเดียวกันร่างกายจะผลิตตัวรับอินซูลิน (insulin receptor) เพิ่มขึ้น (Kaouar et al., 2004) ซึ่งเป็นตัวจับฮอร์โมนอินซูลินในการเก็บน้ำตาลเข้าสู่เซลล์เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ร่างกายมีความไวต่ออินซูลินเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดหลังการออกกำลังกายลดลง (Colbert, 1993) การออกกำลังกายยังสามารถลดปริมาณไขมันในร่างกาย (total body fat) และไขมันบริเวณท้องซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะดื้ออินซูลิน (insulin resistance) นอกจากนี้ พบว่าการออกกำลังกาย สามารถลดปริมาณไขมันในร่างกาย ลดดัชนีมวลกาย (Body mass index: BMI) ลดความดันโลหิต แม้แต่ในผู้ที่เป็นกลุ่มเสี่ยงของกลุ่มอาการเมตาบออลิก (metabolic syndrome)

ความถี่ของการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกอย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ด้วยความแรงปานกลาง ระยะเวลา 30-60 นาที การออกกำลังกายแบบแรงต้าน ด้วยความแรง 2 ระดับ คือ ความแรงปานกลาง ($> 50\%$ 1 RM) ความถี่ 2 ครั้ง/สัปดาห์ และความแรงหนัก ($75-85\%$ 1 RM) ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เวลาของการออกกำลังกาย 45-90 นาที ทำ 12-15 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 2 ชุด หรือ 8-12 ครั้ง/ชุด ออกกำลังกายท่าละ 3 ชุด ซึ่งเวลาของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์โดยตรง

กับการใช้พลังงาน (Gorden, 1995) เวลาของการออกกำลังกายแบ่งเป็นระยะอบอุ่นร่างกายซึ่งเป็นระยะของการเตรียมพร้อมของร่างกายก่อนการออกกำลังกาย ระยะออกกำลังกายจะเป็นระยะเวลาที่ออกกำลังกายจริงหลังอบอุ่นร่างกาย และระยะผ่อนคลายเป็นระยะหลังการออกกำลังกาย ลดระดับความหนักเบาของการออกกำลังกาย เนื่องจากการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวาน ต้องเริ่มออกกำลังกายด้วยการใช้แรงต่ำและช้าๆ และค่อยเพิ่มขึ้น เพื่อเตรียมความพร้อมของร่างกายให้สัมพันธ์กับเมตาบอลิซึม (อัตราการเผาผลาญพลังงาน) ในร่างกาย มีผลโดยตรงต่อการทำงานของหลอดเลือดและหัวใจ ช่วยให้ร่างกายปรับตัวในการเพิ่มปริมาณออกซิเจน (Brandenburg et al., 1999) ซึ่งการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาและความแรงที่ใช้ในการออกกำลังกาย (Albright et al., 2000) และพบว่าความแรงของการออกกำลังกายที่บ้านลดลงจากระยะเริ่มต้นที่ได้รับการสอนและการชี้แนะ อาจเป็นไปได้ว่าเมื่อได้รับคำแนะนำในการฝึกซึ่งเป็นการกระตุ้นให้กลุ่มปฏิบัติตามโปรแกรมการออกกำลังกายแต่เมื่ออยู่ที่บ้าน อาจขาดแรงกระตุ้น หรือแรงเสริม อาจทำให้ไม่ได้ปฏิบัติตามโปรแกรมการออกกำลังกาย จึงทำให้ความแรงไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ส่วนเรื่องช่วงเวลาของวันยังไม่สามารถบอกได้ว่าออกกำลังกายช่วงเวลาไหนของวันที่มีผลลดระดับน้ำตาลในเลือด หรือระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงได้ดี เนื่องจากมีจำนวนงานวิจัยไม่มากพอ มีเพียงการศึกษาของนันทวรรณ โหตะบุตร (2545) ที่เปรียบเทียบผลระหว่างการออกกำลังกายช่วงก่อนอาหารเช้าและช่วงก่อนอาหารเย็น พบว่าภายหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นระดับน้ำตาลในเลือด และระดับน้ำตาลโดยรวมที่เจาะจากปลายนิ้ว ภายใน 24 ชั่วโมงที่แสดงด้วยกราฟมีแนวโน้มลดลงมากกว่าการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาหลังรับประทานอาหารมื้อกลางวันร่างกายได้รับการกระตุ้นจากอาหารทำให้ สอร์โมนอินซูลินหลั่งออกมามากขึ้น ระดับน้ำตาลเข้าสู่ภาวะก่อนรับประทานอาหารเช้า เมื่อมีการออกกำลังกาย มีผลยับยั้งเซลล์ในตับอ่อนในการหลั่งสอร์โมนอินซูลิน ซึ่งทำหน้าที่ในการสะสมกลูโคสในรูปของไกลโคเจนเป็นพลังงานสำรองในร่างกายทำงานลดลง โดยอินซูลินเร่งการทำงานของเอนไซม์ฮีโซโคเนส (hexokinase) เร่งกล้ามเนื้อใช้กลูโคสในเลือด ส่งผลให้เซลล์ของกล้ามเนื้อมีความไวต่อสอร์โมนอินซูลินนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ได้มากขึ้น (James et al., 1998)

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยที่นำมาศึกษาในบางงานวิจัย จะได้รับได้รับการสอนและการชี้แนะตลอดโปรแกรมการศึกษา ซึ่งการสอนและการชี้แนะดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าเป็นการกระตุ้นกลุ่มตัวอย่างให้ออกกำลังกายด้วยความถี่ ความแรง เวลาของการออกกำลังกายตามโปรแกรมการศึกษา การออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการสอนจากผู้ควบคุมการฝึก หรือผู้วิจัยในระยะเริ่มต้น ก่อนนำไปปฏิบัติด้วยตนเองที่บ้าน ซึ่งพบว่า สอดคล้องกับแนวคิดของเพนเดอร์

(Pender, 1996) เกี่ยวกับปัจจัยด้านความคิดและความรู้สึกต่อพฤติกรรมเฉพาะ เป็นอิทธิพลระหว่างบุคคล เรียนรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของบุคคลอื่น ผลที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมเป็นจุดเริ่มต้นของการตกลงใจที่จะปฏิบัติตามแผนที่กำหนด ตามเวลา สถานที่ โดยลำพัง หรือร่วมกับผู้อื่น และได้รับการสาธิตช่วยให้กลุ่มตัวอย่างเห็นวิธีการออกกำลังกายที่ชัดเจนมากกว่าการอธิบายอย่างเดียว และกลุ่มตัวอย่างมีโอกาสได้ทดสอบความเข้าใจตนเอง ทำให้เห็นข้อผิดพลาดและได้รับการแก้ไขทันที ดังการศึกษาของประราลี โอภาสนันท์ (2442) พบว่าการสาธิตกิจกรรมการดูแลตนเองในเรื่องการออกกำลังกายให้ผู้ป่วยลองปฏิบัติ เป็นการช่วยเสริมแรงจิตใจและปฏิบัติและการได้รับการสอน จะส่งผลให้เพิ่มศักยภาพในการดูแลตนเอง ซึ่งศักยภาพในการดูแลตนเองจะถูกพัฒนาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ และจากการที่ได้รับข้อมูลที่มีสาระสำคัญอย่างเหมาะสม จะช่วยให้ผู้ป่วยสามารถพิจารณาและตัดสินใจเลือกการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมดูแลตนเองได้ถูกต้องและเหมาะสม จากการศึกษาของวัลลา ดันตโยทัย (2540) พบว่าผู้ที่เป็เบาหวานต้องการการชี้แนะเพื่อปรับปรุงวิธีการและระยะเวลาการออกกำลังกายให้เหมาะสม ตลอดจนการสนับสนุนให้กำลังใจเพื่อให้คงความพยายาม ปฏิบัติการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง นอกจากการการสอนและการสาธิตกลุ่มตัวอย่างจะได้รับคำแนะนำในการลงบันทึกในสมุดบันทึกในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถติดตามกลุ่มตัวอย่างว่ามีการปฏิบัติตามโปรแกรมหรือไม่ การบันทึกประเภท ความถี่ ความแรง เวลาในการออกกำลังกายในแต่ละครั้ง การบันทึกการออกกำลังกายชี้ให้เห็นว่าเป็นวิธีการควบคุมกำกับตนเอง (self-monitoring) ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถพิจารณาแบบแผนพฤติกรรมของตนเองจากการบันทึกพฤติกรรมของตนเอง (self-recording) ซึ่งการออกกำลังกายจัดเป็นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ต้องเพิ่มเติม (addition) เป็นหนึ่งของการรักษาและป้องกันภาวะแทรกซ้อนจากการเจ็บป่วยเรื้อรัง (Ryan, 1992)

ส่วนด้านระเบียบวิธีจากงานวิจัยจำนวน 23 เรื่อง ที่เกี่ยวกับการออกกำลังกายที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 พบเป็นงานวิจัยที่เป็น Randomized Controlled Trial (ระดับ A) และเป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental) (ระดับ B) ซึ่งมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง อย่างไรก็ตาม พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างในบางงานวิจัยมีขนาดเล็ก ซึ่งลักษณะกลุ่มตัวอย่างที่ดี ควรมีจำนวนพอเหมาะที่จะทำให้ผลวิจัยที่ศึกษาได้จากกลุ่มตัวอย่างสามารถทดสอบความเชื่อมั่นทางสถิติได้ เพื่อที่ว่าผลที่ได้จะสามารถอ้างอิงไปสู่ประชากรแล้วมีความน่าเชื่อถือได้ ในบางงานวิจัยพบการขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่าง (attrition) ในระหว่างการศึกษา ซึ่งจะเป็นผลทำให้ผลการวิจัยคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้ งานวิจัยส่วนใหญ่มักติดตามผลในระยะสั้น 2-16 สัปดาห์ มีเพียงงานวิจัยที่ติดตามผลในระยะยาว 2 ปี ความรู้ที่ได้นี้อาจมีข้อจำกัดในการอธิบายผลของการออกกำลังกายต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดระยะยาว

ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้

1. การนำองค์ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายซึ่งมีองค์ประกอบด้านประเภท ความถี่ ความแรง และเวลา ที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 ไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมให้ผู้ที่เป็เบาหวานออกกำลังกายอย่างเหมาะสมและเพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งหวังผลให้ลดความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนจากภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นความรู้ที่ได้จากงานวิจัย จึงมีความน่าเชื่อถือระดับหนึ่ง ควรเผยแพร่ไปยังหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพของผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2

2. จัดทำโครงการออกกำลังกาย ควรจัดโครงการให้มีทั้งในสถานที่ออกกำลังกาย (center based) เพื่อเพิ่มแรงจูงใจ และการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน (home based) เพื่อคงไว้ซึ่งการออกกำลังกายที่มีความถี่ ความแรง และเวลา เหมาะสม เพียงพอในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยเน้นให้ผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 มีความรู้ และเจตคติที่ดีต่อการออกกำลังกายและมีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ต่อเนื่อง เพื่อให้เป็นทางเลือกหนึ่งในการดูแลตนเองเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ใกล้เคียงเกณฑ์ปกติ

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยติดตามผลของการออกกำลังกายในระยะยาว ว่าการออกกำลังกายนานเท่าใดจึงจะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงตามเป้าหมายของการรักษา และนานเท่าใดที่ระดับน้ำตาลในเลือดจะคงที่ เพื่อวางแผนการให้คำแนะนำในการออกกำลังกายในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2

2. จากงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์จะพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ซึ่งอาจมีผลต่อความน่าเชื่อถือของผลงานวิจัย ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น โดยใช้หลักเกณฑ์ในการคำนวณกลุ่มตัวอย่างอย่างเหมาะสม

3. ควรมีการศึกษาการออกกำลังกายในช่วงเวลาของวัน ว่าช่วงเวลาไหนของวันที่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดมากที่สุด

4. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ของโรคเบาหวาน แต่ต้องระมัดระวังในผู้ที่มีภาวะแทรกซ้อนนั้นๆ ต้องได้รับการประเมินก่อนการออกกำลังกาย

ข้อจำกัดของการศึกษา

1. กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยที่นำมาศึกษา ส่วนใหญ่เป็นผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อน ผลการศึกษาอาจไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะแทรกซ้อน
2. ระยะเวลาการออกกำลังกายในงานวิจัยที่นำมาศึกษา ส่วนใหญ่มีระยะเวลาการออกกำลังกายสั้น หากระยะเวลาการออกกำลังกายนานขึ้น อาจพบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดชัดเจนขึ้น
3. ประเภทของการออกกำลังกายในงานวิจัยที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ ยังไม่ครอบคลุมชนิดของการออกกำลังกาย ซึ่งอาจมีความเป็นอยู่ สังคมและวัฒนธรรมต่างกัน ดังนั้น จึงควรมีการทำวิจัยถึงการออกกำลังกายชนิดต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมกับความเป็นอยู่ สังคมและวัฒนธรรมที่เฉพาะของผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2

A SYNTHESIS OF RESEARCH OF EXERCISE INFLUENCING GLYCEMIC CONTROL IN PERSONS WITH TYPE 2 DIABETES**KWANHATAI TRIPEUD 4837024 RAAN/M****M.N.S. (ADULT NURSING)****THEMATIC PAPER ADVISORS : PORNTIP MALATHUM, Ph.D. (NURSING),
KANITHA HANPRASITKAM, Ph.D. (NURSING), VISAL
KANTARATANAKUL, M.D.****EXTENDED SUMMARY****Abstract**

The objective of this research was to analyze and synthesize knowledge from research studies on the influence of exercise on glycemic control in persons with type 2 diabetes. The analysis and synthesis was conducted using 23 research reports and articles published between 1996 and 2007. Of these, 11 were randomized controlled trials (Level A), and 12 were experimental studies without random assignment or quasi-experimental studies (Level B). However, no research in Level C or Level D was found. The findings of the study revealed that there are different types of exercise that have an effect on glycemic control and/or glycosylated hemoglobin as follows: 1) aerobic exercise needs to be performed with a frequency of at least three times a week, with moderate intensity, lasting 30 to 60 minutes, for at least eight weeks; 2) resistance training with a frequency of three times a week with moderate to high intensity, lasting 45 to 90 minutes, for at least eight weeks. If the resistance training with harder intensity is performed the duration of the exercise can be shortened; and 3) aerobic exercise combined with resistance training at least twice a week with moderate intensity lasting 30 minutes for at least four weeks.

The findings of the present study shed light on the benefits of clinical nursing practice in promoting effective exercise in terms of frequency, intensity, time, and type in persons with type 2 diabetes to control blood sugar level. The findings of the

study can also be used as a guideline for further research on exercise in persons with type 2 diabetes mellitus

Background and Significance of the Study

The incidence of diabetes mellitus has continuously been increasing. A survey conducted in 1997 revealed that there were 3.5 million type I diabetes and as many as 120 million persons with type II diabetes. It has been estimated that in 2010, the total number of persons with diabetes will rise to 220 millions, and this will increase to 300 millions in 2025 (King, Aubert, & Herman, 1998). In Thailand, the incidence of diabetes has increased rapidly. In 2002, the number of diabetic patients all over the country except Bangkok was 187,141, which is equal to 340.95 in the population of 100,000 (Department of Health, Ministry of Public Health). In 2003, the number increased to 213,135, or 380.75 in 100,000. It is also the eight leading cause of death among the Thai population (Department of Health, Ministry of Public Health).

One major problem of persons with diabetes mellitus is their inability to control the disease, which results in a chronic high blood sugar level, leading to a number of complications such as retinopathy, neuropathy, nephropathy, heart disease, vascular disease, and peripheral vascular disease (Chit Jiraratsathit, B.E. 2546). The goal of diabetic care is to control the blood sugar level at normal level or as close to the normal level as possible to reduce or prolong the onset of complications (Apichat Witchayanrat, B.E. 2546a; American Diabetes Association, 2006). There are different methods to control blood sugar level in persons with diabetes including dietary control, use of medication, as well as exercise (Kim, Hwang, & Yoo, 2004) to reduce diabetic complications (Boule, Haddad, Kenny, & Sigal, 2001; Sigal, Wasserman, Kenny, & Castaneda-Sceppa, 2006).

According to the review of literature, it has been found that there are different types of exercise for diabetic patients including aerobic exercise, resistance training, and exercises that are suitable for the Thai social context; that is, Boonmee long-stick exercise, Qigong meditation exercise, and Tai chi chuan exercise. These exercises vary in terms of frequency, intensity, and time, but they all can reduce the blood sugar level. In Thailand, there is no report which summarizes the effects of exercise on glycemic control. Thus, the researcher was interested in reviewing existing literature

and research on frequency, intensity, time, and type of exercise which affects glycemic control of persons with type II diabetes. The findings from the review of literature were then analyzed, synthesized, and developed into a body of knowledge on appropriate exercise for glycemic control and to promote health of diabetic patients. The findings could also be used as a nursing practice guideline to successfully promote glycemic control among persons with type II diabetes.

Objective

The objective of this research was to analyze and synthesize knowledge from research studies on the influence of exercise on glycemic control in persons with type 2 diabetes.

Expected Outcomes and Benefits

The findings of the present study would shed light on frequency, intensity, time, and type of exercises which have an effect on glycemic control in persons with type 2 diabetes. The findings could also be used to develop a clinical nursing practice guideline to enhance nursing care and promote health by disseminating knowledge among persons with type 2 diabetes and spreading the knowledge to other related agencies. An exercise program could be devised, and healthcare personnel could be enabled to develop correct knowledge according to academic standards and to improve quality of care as specified in the Tenth National Economic and Social Development Plan. Finally, the findings could be used as a guideline for further research on the effects of exercise on glycemic control in persons with type II diabetes to expand the existing body of knowledge.

Definition of Terms

Persons with type 2 diabetes refer to persons who having plasma glucose level at any given time equal to or higher than 200 mg/dl., or having fasting glucose level equal to or higher than 126 mg/dl., or having plasma glucose level at two hours after the 75-gram oral glucose tolerance test equal to 200 mg/dl. (American Diabetes Association, 2007).

Glycemic control refers to the control of blood sugar level of the diabetic patients at a close to normal level. That is, plasma glucose should be about 5-7.2 mmol/L or 90-130 mg/dl. or glycosylated hemoglobin (HbA_{1c}) lower than 7% (American Diabetes Association, 2007).

Exercise refers to a type of physical activity involving exertion of energy to move the muscles which is done repeatedly as planned for a certain purpose (Yiammanophob Bunnakom, B.E. 2539; Paris Wongpat, B.E. 2543; Wipawan Leelasamran, B.E. 2547; American Diabetes Association, 2004d). The components of exercise are frequency, intensity, time, and type (American College of Sport Medicine, 1995).

Literature Review

Diabetes mellitus is a metabolic disease with a high glycemic level due to the body's inability to produce enough insulin or to use the insulin produced in the body (American Diabetes Association, 2006). Diabetes can be categorized according to its causes and physio-pathological conditions into four types as follows: 1) type 1 diabetes requires insulin to control glycemic level due to destruction of beta cells by the pancreas. The major cause of type 1 diabetes is autoimmunity which prevents the pancreas to produce sufficient insulin (American Diabetes Association, 2006); 2) type 2 diabetes results from insulin resistance together with abnormality in insulin secretion of the pancreas, and this type of diabetes does not require insulin treatment (American Diabetes Association, 2006); 3) other diabetes result from different causes including genetic abnormality of beta cells, effects of insulin, pancreatic diseases, disease of the endocrine, medications or chemicals, and some syndromes (American Diabetes Association, 2006); and 4) gestational diabetes (American Diabetes Association, 2003).

Persons with type 2 diabetes who are unable to control the disease or have a high glycemic level are likely to experience complications which can be divided into two types: acute complications and chronic complications. Acute complications include 1) diabetic ketoacidosis (American Diabetes Association, 2004c), 2) hyperosmolar hyperglycemic state (American Diabetes Association, 2004c), 3) hypoglycemia (Chatchalit Ratarasarn, B.E. 2546b); while chronic complications

include 1) cardiovascular complications (Phongamon Bunnak, B.E. 2546b), 2) retinopathy (American Diabetes Association, 1997c), 3) nephropathy (American Diabetes Association, 1997b), and 4) neuropathy (American Diabetes Association, 1999b)

To prevent and reduce complications from diabetes, patients need to control the glycemic level close to normal on a continuous basis by means of dietary control and use of medication. Exercise is another method which can be used to control the glycemic level. The American College of Sport Medicine (ACSM) has proposed a basic recommendation for exercise on the principle of Frequency, Intensity, Time, and Type (FITT) as follows: 1) Frequency: exercises should be done three to five times a week and on a regular basis (Wuthichai Permsiriwanich, B.E. 2547; American College of Sport Medicine, 2006); 2) Intensity: exercise can be performed with low intensity, moderate intensity, or severe intensity; 3) Time: the duration of exercise can be divided into three phases—warm up phase, exercise phase, and cool down phase; 4) Type: types of exercise include resistance exercise to increase strength and durability of muscles, flexibility exercise involving stretching of muscles and tendons to fully move the joints (American College of Sport Medicine, 2006), and cardiorespiratory fitness to increase the capacity of the heart and lungs which can further be divided into anaerobic exercise and aerobic exercise.

Patients with type II diabetes should exercise as follows. As for frequency, the exercise should be performed three to five times a week. A study on the effects of exercise found that when done three times a week, exercise could reduce the level of glycosylated hemoglobin with statistical significance at the .002 level (Cauza et al., 2006). When the exercise is performed five times a week, the level of glycosylated hemoglobin was reduced with statistical significance at the .05 level (Walker et al., 1999). As for intensity, moderate intensity of 40-70% VO_{2max} is appropriate to increase the capacity of the heart and lungs and to change the metabolic rates such as reducing glycemic level and increase insulin sensitivity (Albright et al., 2000). To reduce the risks of exercise, a study has been conducted to determine the level of exercise appropriate for patients with type 2 diabetes. The sample consisted of 598 female and 318 male African Americans aged 30 to 55 years with the fasting plasma level equal to or higher than 140 mg/dl. after eight to 12 hours of fasting. The exercise

was divided into severe intensity, moderate intensity, and low intensity. The findings of the study indicated that exercise with moderate intensity can more effectively control the glycemic level than exercise with low or severe intensity. In other words, exercise with moderate intensity can control glycemic level and the muscles are strong with low risk on hypoglycemia, hence an increase in insulin sensitivity (James et al., 1998). With regard to time or duration of exercise, each exercise should last at least 30 minutes and no more than 60 minutes (Albright et al., 2000) or 150 minutes per week, with the warm up and cool down phases lasting approximately ten to 15 minutes (Castaneda, 2000). Finally, in terms of type of exercise, there are different types of exercise which can be used to achieve glycemic control. For example, a study on the effects of Qigong on glycosylated hemoglobin in patients with type 2 diabetes revealed that the level of glycosylated hemoglobin reduced after exercising with statistical significance at the .01 level (Uraiwan Prongpanom, B.E. 2545). In addition, Fernicchia et al. (2004) carried out a study to investigate the effects of resistance training on glycemic control in female patients with type II diabetes and found that the glycemic level reduced with statistical significance at the .05 level. Finally, Maioana et al. (2002) report that aerobic exercise together with resistance training could reduce glycosylated hemoglobin and glycemic level with statistical significance at the .05 level and could increase muscular strength with statistical significance at the .005 level.

Exercise involves constant stretching of the muscles and requires energy exertion (Supornpim Jiasakul, B.E. 2545). Moderate exercise can inhibit insulin secretion (Naruchol Jongrungrueng, B.E. 2545) and increase production of glucagon hormones (Ruengsak Siriphol, B.E. 2542; Supornpim Jiasakul, B.E. 2545), especially the control of glycemic level with glucagon, glucogenolysis (Wanee Nithiyanan, B.E. 2549), and glycogenolysis, which is a synthesis of glucose from the degeneration of glycogen in the body, glycerol in muscles, and triglyceride in the blood (Narumol Jungrungrueng, B.E. 2541). Exercise also reduces in cortisol, growth, epinephrine, and endorphine hormones (Wanee Nithiyanan, B.E. 2548), and this enables the body to continuously and sufficiently use glucose and free fatty acids (Wuthichai Siripermpanich, B.E. 2547). In addition, the body cells are enabled to produce more glucose transporter molecules (GLUT-4), which is an enzyme that enables more

insulin hormone and plasma glucose to enter cells in the body, hence a reduction in plasma glucose level (Sort et al., 2003).

As for patients who have had diabetes for a long time, or those who have suffered from diabetic complications, before exercising they should seek medical assessment to determine physical fitness as well as macrovascular and microvascular complications because these factors may increase after exercise. Medical assessment will also help design and adjust exercise programs to suit individual patients to minimize the risks (American Diabetes Association, 2004b). In fact, before taking up any exercise program, diabetic patients should seek medical assessments for the following complications: cardiovascular complications, nephropathy, retinopathy, and neuropathy. Also, the glucose level should be assessed before exercising as follows (Farrel, 2003): 1) if the plasma glucose is lower than 5 mmol/L (90 mg/dl), the patients need to eat some carbohydrates before exercising; 2) if the plasma glucose is 5-10 mmol/L (90-270 mg/dl), it is not necessary to have carbohydrates intake before exercising; 3) if the plasma glucose level is higher than 15 mmol/L (> 270 mg/dl), the exercise should be postponed and a urine ketones test is required. If the result is negative, the patients can exercise, but if the result is positive, insulin treatment is required and exercise must be postponed until the result of urine ketones test is negative.

A preliminary search has shown that even though previous studies have reported the beneficial effects of exercise on glycemic control, exercise programs investigated in these studies vary in terms of intensity, frequency, duration, and type. In Thailand, there is no study which summarizes the body of knowledge on the effects of exercise on glycemic control. For this reason, the researcher was interested in investigating type, frequency, intensity, and duration of exercise and the effects of exercise on glycemic control by means of a systematic search of evidence from research reports and academic articles for subsequent analysis and synthesis so as to derive at evidence of the effects of exercise on glycemic control. This could lead to a clinical nursing practice to promote glycemic control in persons with type II diabetes to help reduce or prolong the onset of diabetic complications.

Methodology

Existing research, textbooks, theses, dissertations, and medical and nursing journals published in Thailand and abroad were searched using the following electronic databases: Cinahl, Mulinet, Ovid, Pubmed, Science Direct, Cochrane, Springer Link, and Blackwell, as well as from the following e-journals: Diabetes Care, Diabetes Research and Clinical Practice. The following websites: www.thesis.tiac.or.th, www.diabetes.org, www.jap.org, www.acsm.msse.org, and www.endo-society.org were also used in the search. The search involved the evidence and studies published between 1996 and 2007. The keywords used in the search were exercise and diabetes, physical activity and diabetes, and exercise diabetes glycemic control. In addition, manual search of references, textbooks, academic articles, and research which were not published in the electronic databases was also conducted. The selection criteria were full research reports or academic papers published in Thai or English related to exercise in persons with type 2 diabetes. The exclusion criteria included research or articles regarding diabetes in children or adolescents, type 1 diabetes, pilot studies, or research reports or academic articles whose full texts could not be located. The quality of the research evidence was assessed based on the Evidence-Based Medicine and Clinical Practice Guideline of the Royal Thai College of Medicine (B.E. 2544) which divides research into four levels as follows:

Level A refers to evidence derived from systematic reviews of randomized controlled clinical trials (RCT) or evidence from randomized controlled trials with appropriate methodology.

Level B refers to evidence from systematic reviews of controlled clinical studies, evidence from controlled clinical studies, or evidence from clinical research which employed other research designs whose findings reflected clear benefits or harms from clinical treatment. Or, there is no randomized controlled trial but the evidence derived from the randomized controlled trial conducted with other groups of population or with similar topics are used. It also involves evidence from randomized controlled clinical trials or randomized controlled trials with inappropriate research methodology.

Level C covers evidence from systematic reviews of descriptive research, or evidence from descriptive research studies reporting on one patient or more, or

evidence from systematic reviews of controlled clinical studies, or controlled clinical studies with inappropriate research methodology, or evidence from controlled clinical studies carried out with other groups of population or on similar topics.

Level D refers to evidence derived from consensus of experts, textbooks, and academic documents.

The clinical implication of research was considered based on the criteria proposed by Polit and Hungler (1997) as follows: 1) clinical relevance, which referred to the effects of exercise on glycemic control in the present study, 2) scientific merit, which referred to research design, sampling, evaluation of quality of research, internal validity, external validity, statistical analysis, and strengths and weaknesses of clinical practice, 3) implementation potentials, which referred to transferability of the findings (suitability with institutes, patient groups, and philosophy of the healthcare team members), feasibility of implementation (nurses' ability to perform their rightful duties with cooperation from others), and cost-benefit ratio (efficiency and effectiveness of research findings compared to former practices). The knowledge derived from the research evidence was then synthesized.

Findings

Characteristics of the Sample

The study sample consisted of 23 studies that were related to the effects of exercise on glycemic control in persons with type 2 diabetes. Of these 23 studies, 17 were studies conducted abroad, and 6 were carried out in Thailand. When evaluating these studies based on the criteria proposed by The Royal College of Physicians of Thailand, it was found that there were 11 studies which were randomized control trials (Level A). Of these, two studies were related to aerobic exercises, seven were related to resistance training, and two were related to a combination of aerobic exercise with resistance training. In addition, there were 12 studies which were experimental research with no random assignment or quasi-experimental research (Level B). Of these, nine studies were related to aerobic exercises, two were related to resistance training, and one was related to a combination of aerobic exercise with resistance training. However, there was no study under Level C or Level D found in the search.

The total number of subjects who were persons with type 2 diabetes was 1,085. Of these, 311 were male, and 421 were female. There were two studies (Loreto et al., 2005: Level A; Van Rooijen et al., 2004: Level A) which did not specify the gender of the study subjects. The ages ranged from 30 to 75 years, with the fasting plasma glucose of 4-14 mmol/L (72-242 mg/dl.) and glycosylated hemoglobin between 5% and 13%. The body mass indexes ranged from 25 to 49 kilograms/square meter, and the body weights ranged from 64 to 107 kilograms. The persons with type II diabetes who were not included in the study were pregnant women, nursing women, as well as patients with anemia, cardiovascular disease, myocardial infarction, myocardial atrophy, third degree heart block, chest pain, irregular heartbeat, hypertension, cerebrovascular disease, Alzheimer's disease, diabetic nephropathy, peripheral vascular disease, retinopathy, severe abnormality of muscles and neurological system, instable chronic condition, severe abnormality of the livers and kidneys, hemodialysis, abnormal urine protein level, patients with excessive plasma uric acid, high blood cholesterol, orthopedic conditions restricting exercise, diuretics, depression, alcohol intake, smoking, or patients participating in an exercise program in the previous three or six months.

Aerobic Exercise in Persons with Type 2 Diabetes

There were a total of 11 studies on aerobic exercise include walking (Leroto et al., 2005, Level A; Walker et al., 1999, Level B), brisk walking (Fritz et al., 2006, Level B), bicycle ergometer (Apinya Kantha, B.E. 2545, Level B; Nantawan Holabutr, B.E. 2545), brisk walking at home together with aerobic exercise at the hospital, exercise for relaxation at the hospital (Van-Rooijan et al., 2004, Level A), Qigong meditation exercise (Kanya Liankrue, B.E. 2546, Level B), Qigong exercise (Kanonrat Panthong, B.E. 2545, Level B), Tai chi chaun exercise (Chaweewan Deechuay, B.E. 2543; Yeh et al., 2007, Level B), and Boonmee long-stick (Uraiwan Prongpanom, B.E. 2545, Level B) exercise, with differences in frequency, intensity, duration, time, and place.

In brief, aerobic exercise performed once a week for 40 minutes with moderate intensity for a period of three weeks is not enough for glycemic control. However, if the frequency is increased to seven times per week for 50 minutes with

moderate intensity for a period of two weeks, it will have a positive effect on glycemic control. This means that if the exercise program is short, the frequency and duration should be increased to ensure an effect on glycemic control. A 30 to 60 minute exercise with moderate intensity three times a week for at least eight weeks can reduce fasting plasma glucose level or glycosylated hemoglobin, but a 45 minute exercise with low intensity three times a week is not enough to control glycemic levels. Besides, it has been found that aerobic exercise has an effect on glycemic control as well as metabolic rates if done for a period of two years. Moreover, the types of aerobic exercise which has an effect on glycemic control are those that are performed at a gymnasium or at a laboratory. As for aerobic exercise at home, periodical follow-ups are needed during the study as it is likely that home exercise is not carried out by the subjects as originally planned.

Resistance Training in Persons with Type 2 Diabetes

There were nine studies conducted on resistance training. Four of them were related to moderate-resistance training (Cauza et al., 2005, Level A; Cauza et al., 2006, Level A; Dustan et al., 1998, Level A; Honkola et al., 1997, Level B), four were related to moderate-high resistance training (Castaneda et al., 2002, Level A; Dunstan et al., 2002, Level A; Dunstan et al., 2005, Level A; Dunstan et al., 2006, Level A), and one study on high-resistance training (Fenicchia et al., 2004, Level A). The studies investigated resistance training conducted at a gymnasium or compared home-based resistance training with gymnasium-based resistance training.

In summary, resistance training performed twice a week with moderate intensity is not sufficient for glycemic control. However, resistance training three times per week with at least moderate intensity ($> 50\%$ 1 RM) (1 Repetition Maximum: 1 RM refers to the maximum amount of weight one can lift in a single repetition for a given exercise) can be used to control glycemic levels. Also, resistance training with the frequency of two times a week with moderate intensity ($> 50\%$ 1 RM) to severe intensity (75-85% 1 RM) for 45 to 90 minutes, with 12 to 15 times per set, two sets per posture, or 8 to 12 times per set, three sets per posture, for at least eight weeks can reduce plasma glucose levels and glycosylated hemoglobin level. Furthermore, study findings have indicated that the longer the duration, the

more glycosylated hemoglobin resistance training can reduce. However, there is no data on how long resistance training should be done to achieve maximum decrease in glycosylated hemoglobin. Also, it has been discovered that home-based resistance training tends to have less frequency and duration than resistance training done at a gymnasium. Thus, home-based resistance training has no significant effect on glycemic control.

Aerobic Exercise Combined with Resistance Training in Persons with Type 2 Diabetes

There were three studies on aerobic exercise combined with resistance training (Maioana et al., 2002, Level A; Tessier et al., 2000, Level A; Tokmakidis et al., 2004, Level B) which investigated center-based aerobic exercise combined with resistance training. The study findings have indicated that aerobic exercise combined with resistance training at a gymnasium with a frequency of two to three times a week with moderate intensity for 30 minutes for the duration of at least four weeks has a significant effect on glycemic control and increases the strength of body muscles.

Discussion

Exercises including aerobic exercise, resistance training, as well as other types of exercises including Qigong meditation exercise, Qigong exercise, Tai chi chaun exercise, and Boonmee long-stick exercise have an effect on glycemic control. This can be explained that exercise involves metabolism of cells in the body and strengthens muscles due to stretching (Kaouar et al., 2004) which requires expenditure of energy of plasma glucose. The longer the persons exercise, the more the body uses energy from fat instead of plasma glucose (Fenicchia et al., 2004). Energy expenditure is an important factor for reduction of glycemic level in the plasma (Apinya Kantha, B.E. 2545). In addition, after exercise, there is energy production adaptation which increases the number of mitochondria in the body, hence an increase in metabolism of cells as well as hormonal sensitivity of the body. At the same time, the body produces more insulin receptors (Kaouar et al., 2004), which capture the insulin hormone used in absorbing glucose into cells. Thus, the sensitivity to insulin will be increased, and the glycemic level will decrease after exercising

(Colbert, 1993). Besides, exercise can reduce total body fat and abdominal fat which is a major cause of insulin resistance. It has been discovered that exercise can reduce total body fat, body mass index (BMI), and blood pressure, even among those who are at risk of metabolic syndrome.

When considering the frequency of exercise, it has been found that each type of exercise should be performed at least three times a week. Aerobic exercise with moderate intensity and resistance training with moderate or severe intensity should be done 30 to 60 minutes. The duration of exercise is directly related to energy expenditure (Gorden, 1995). In general, exercise is divided into three phases. The warm up phase is meant to prepare the body for the exercise. The exercise phase is when actual energy expenditure takes place after the warm up phase. The cool down phase is after the exercise and is meant to gradually reduce the intensity of the exercise. Exercise in persons with type II diabetes should begin with low intensity which is gradually increased to ensure the body's readiness in relation to metabolism. It has a direct effect on the functioning of the heart and the blood vessels, and it also helps the body adjust itself to increased oxygen consumption (Brandenburg et al., 1999). The reduction in glycemic level is associated with duration and intensity of exercise. Moderate intensity has been found to have an effect on glycemic control (Albright et al., 2000). As regards the time of the day, there is no definite conclusion on which time of the day has a desirable effect on reduction in glycemic levels or glycosylated hemoglobin. This is because the number of studies is still rather limited. There was only one study carried out by Nantawan Holabutr (B.E. 2545) which compared the effects of morning exercise before breakfast and evening exercise before dinnertime and found that after exercising before dinnertime, the plasma glucose level and the overall glucose level as measured by capillary plasma glucose testing within 24 hours and as illustrated in a graph tended to reduce more than those after exercising in the morning before breakfast. It was explained that as this may be due to such time of the day was after breakfast and lunch, so the pancreas had been stimulated by food, hence the secretion of the insulin hormone was increased, and the level of blood glucose was like before meals. When persons with type II diabetes exercise, the functioning of beta cells would be suppressed, and the insulin level in the blood would be decreased. Exercise stimulates the glycogenesis (the process of

glycogen synthesis) and increases the sensitivity of muscle cells to better respond to insulin, resulting in uptaking glucose to the cells, thus, a lower level of plasma glucose (James et al., 1998).

It has also been found that support is part of exercise. Support can be provided in the form of teaching and guidance from trainers or researchers. Venues for exercise should be gymnasiums or places where people make an appointment to exercise with one another. As for home exercise, it has been found that the intensity of exercise done at home tends to reduce from the beginning when the persons first received teaching and guidance. This may be because when doing exercise at home, the persons with type 2 diabetes lack stimulation to strictly adhere to the exercise program, so they begin to cooperate less. According to Pender (1986), the factors which are important for health promotion of individuals are interpersonal influence as well as other individuals' desires and needs which make individuals pay attention to and comply with others' need, so they agree to take action to accomplish the plan at the specified time and place, either alone or with others. The persons also have a chance to test their own understanding, realize their mistakes, and receive immediate feedback and correction. Paralee Opasnan (B.E. 2542) conducted a study and found that demonstration of self-care practice regarding exercise can increase motivation to practice what individuals have been taught; therefore, their self-care potential is increased. In fact, self-care potential is developed through the learning process and from reception of important and appropriate information, which enable the persons to consider and make a decision about behavioral adjustment to perform correct and appropriate self-care practices. By the same token, persons with type 2 diabetes need advice to improve methods and duration of exercise as well as support and encouragement to maintain their exercise practices (Walla Tantayothai, B.E. 2540).

Recording exercises in a log book is another method which enables researchers to follow up whether persons with type 2 diabetes strictly adhere to the exercise program. Recording type, frequency, intensity, and duration of each exercise is a form of self-monitoring which enables persons with type 2 diabetes to consider their behavioral patterns based on their self-recording. Exercise is seen as a behavioral adjustment which requires addition and it is a means to treat and prevent complications from a chronic illness (Ryan, 1992).

As regards the research methodology of the 23 research studies on the effects of exercise on glycemic control in persons with type 2 diabetes, there were either randomized controlled trials (Level A) or quasi-experimental research studies (Level B) which contained reliability and credibility to a certain extent. However, it was found that some of the studies involved a small sample size and the attrition of the subjects. Therefore, the generalization of the findings should be made cautiously.

Implications of the Study Findings

1. The existing body of knowledge on exercise including type, frequency, intensity, and time or duration and its effect on glycemic control in persons with type II diabetes should be used to promote appropriate and sufficient exercise to ensure a good control of glycemic levels, which further reduces possible complications from high plasma glucose. In this study, the knowledge is derived from research with evidence-based approach, and it should be publicized to other related agencies to promote understanding about exercise in terms of type, frequency, intensity, and time or duration and its effects on glycemic control in persons with type 2 diabetes.

2. Both center-based and home-based exercise programs should be devised to increase motivation of persons with type 2 diabetes, especially those who do home-based exercise so as to consistently maintain appropriate frequency, intensity, and duration. In addition, valid knowledge and understanding as well as positive attitudes toward exercise should be promoted among persons with type 2 diabetes. Emphasis should also be placed on continuity of exercise as a self-care strategy to ensure good glycemic control.

Recommendations for Further Studies

1. Longitudinal research should be conducted to determine long-term effects of exercise on glycemic control. In other words, studies should be conducted to determine how long exercise should be done to reduce the level of plasma glucose to reach the treatment goal and to maintain glycemic control so as to better plan for appropriate exercise programs for persons with type 2 diabetes.

2. In this study, it has been found that the sample sizes of most synthesized research studies were small, and this may have had an effect on the reliability of the findings. Thus, in further studies, a larger sample size should be considered.

3. Studies should also be carried out to determine what best time of the day to performed exercise to maximize glycemic control.

4. The reviewed research studies consisted of the persons with diabetes without complication. Thus, kwonleleg from this review many not be generalized to these with complications that are safe and appropriate to persons with diabetes who have complications/co morbidity. However, careful assessment should be made before performing each exercise.

Limitations of the Study

1. Most of the subjects in the selected studies were persons with type 2 diabetes who did not have any other complications. Thus, generalization of this study findings cannot be limited to persons with type 2 diabetes who suffer from diabetic complications.

2. In the selected studies, the duration of the exercise was rather short. If the duration of the exercise had been extended, the differences or changes in plasma glucose levels and glycemic control of persons with type 2 diabetes may have become clearer.

3. The types of exercises included in the selected research studies may not have covered the types of exercise usually performed in different social and cultural contexts. As a result, studies should be conducted to analyze, synthesize, or research different types of exercises which could be applied to suit persons with type 2 diabetes living in different cultures and societies.

รายการอ้างอิง

- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2546). *สถิติสาธารณสุข*. สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงสาธารณสุข.
- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2548). *แนวทางปฏิบัติงานเมืองไทยแข็งแรง*. สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงสาธารณสุข.
- กมลรัตน์ ปานทอง. (2548). ผลของการออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองป้านูญมีต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลผู้ใหญ่, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- กัญญา เลียนเครือ. (2546). ผลของการออกกำลังกายโดยการปฏิบัติสมาธิซึ่งต่อระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลผู้ใหญ่, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กิ่งแก้ว ปาจริย์. (2548). การออกกำลังกายเพื่อการรักษา. ในกิ่งแก้ว ปาจริย์ (บก.), *เวชศาสตร์ฟื้นฟู สำหรับเวชปฏิบัติทั่วไป*. (หน้า 21-30). กรุงเทพมหานคร: เอ็น. พี. เพรส.
- จิตร จิรรัตน์สถิต. (2546). ภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังของโรคเบาหวาน. ในอภิชาติ วิชาญรัตน์ (บก.), *ตำราโรคเบาหวาน*. (หน้า 197-208). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- จิราวรรณ ชูทิพย์. (2547). การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน. ในสุพรพิมพ์ เข้มสกุล (บก.), *สรีรวิทยาทางการแพทย์ระบบฮอร์โมน*. กรุงเทพมหานคร: ชวนพิมพ์.
- จักรกริช กล้าผจญ. (2548). การออกกำลังกายเพื่อการบำบัดรักษา. ในจักรกริช กล้าผจญ (บก.), *เวชศาสตร์ฟื้นฟูสำหรับเวชปฏิบัติทั่วไป*. (หน้า 69-90). เชียงใหม่: สุทินการพิมพ์.
- ฉวีวรรณ ดีช่วย. (2542). ผลของการออกกำลังกายแบบไทจีววนต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและสมรรถนะทางแอโรบิกในผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตแพทยศาสตร์ สาขาเวชศาสตร์การกีฬา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัชลิต รัตสาร. (2546). พยาธิกำเนิดโรคเบาหวาน. ในอภิชาติ วิชาญรัตน์ (บก.), *ตำราโรคเบาหวาน*. (หน้า 29-56). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- นิตยา ชีรวิฑู. (2546). วันเบาหวานโลก. *จุลสารควบคุมโรค*. 14 (7), 9-11.

- พงษ์อมร บุนนาค. (2546ก). การรักษาโรคเบาหวานด้วยอินซูลิน. ในอภิชาติ วิชาญรัตน์ (บก.), *ตำราโรคเบาหวาน*. (หน้า 133-154). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- พงษ์อมร บุนนาค. (2546ข). โรคหลอดเลือดหัวใจในผู้ป่วยเบาหวาน. ในอภิชาติ วิชาญรัตน์ (บก.), *ตำราโรคเบาหวาน*. (หน้า 269-287). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- ทวี อนันต์กุลนที. (2541). ขาลดระดับน้ำตาลในเลือด. ในรัชตะ รัชตะนาวิณ และธิดา นิงสานนท์ (บก.), *ความรู้เรื่องเบาหวานฉบับสมบูรณ์*. (หน้า 91-105). กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดี.
- นันทวัน โหละบุตร. (2545). ผลของการออกกำลังกายระดับปานกลางก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็นต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นฤชล จรุงเรือง. (2541). การพยาบาลกับกายวิภาคศาสตร์สรีรวิทยาและพยาธิวิทยาของระบบต่อมไร้ท่อ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สุขใจ.
- ประภัทร โสทธิโสภา. (2542). อาหารผู้ป่วยเบาหวาน. ในสุนิตย์ จันทรประเสริฐ และสมพงษ์ สุวรรณวลัยกร (บก.), *Diabetes educators handbook*. กรุงเทพมหานคร: เทกซ์แอนด์เจอร์นัลพับลิเคชัน.
- ปะราลี โอภาสนันท์. (2542). ผลของการพยาบาลระบบสนับสนุนและให้ความรู้ต่อภาวะสุขภาพและการควบคุมโรคในผู้ป่วยสูงอายุเบาหวาน. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภฤศ หาญอุตสาหะ. (2546). ภาวะแทรกซ้อนทางตาในผู้ป่วยเบาหวาน. ในอภิชาติ วิชาญรัตน์ (บก.), *ตำราโรคเบาหวาน*. (หน้า 209-220). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- ภาริส วงศ์แพทย์. (2543). การออกกำลังกายเพื่อการบำบัดรักษา. ในวิศาล คันธรัตน์กุล และ ภาริส วงศ์แพทย์ (บก.), *คู่มือเวชศาสตร์ฟื้นฟู*. (หน้า 161-172). กรุงเทพมหานคร: โฮลิสติกพับลิชชิง.
- เยี่ยมมน โภภ นุญนาค. (2539). การออกกำลังกายเพื่อการบำบัดรักษา. ในเสก อักษรานุเคราะห์ (บก.), *ตำราเวชศาสตร์ฟื้นฟู*. (หน้า 127-188). กรุงเทพมหานคร: เทคนิค.
- ราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทย. (2544). คำแนะนำการสร้าง “แนวทางเวชปฏิบัติ” (Clinical practice guidelines). *สารราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทย*, 18(6). 36-74.
- เรืองศักดิ์ สิริผล. (2542). การออกกำลังกายกับการควบคุมโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจขาดเลือด การทบทวนองค์ความรู้กับการดูแลสุขภาพในชีวิตประจำวัน. นนทบุรี: สำนักพัฒนาวิชาการแพทย์ กรมการแพทย์.

- วัลลา ดันตโยทัย. (2540). รูปแบบการพัฒนาศักยภาพในการดูแลตนเองของผู้ป่วยเบาหวานชนิดพึ่งอินซูลิน. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลผู้ใหญ่, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วัลลา ดันตโยทัย และอดิษฐ์ สงดี. (2543). การดูแลผู้ป่วยเบาหวาน. ในสมจิต หนูเจริญกุล (บก.), การพยาบาลอายุรศาสตร์เล่ม 4. (หน้า 241-268). กรุงเทพมหานคร: วิเจ ประดิษฐ์.
- วิมลรัตน์ จงเจริญ. (2543). โภชนบำบัดสำหรับพยาบาลในการดูแลผู้ป่วยเรื้อรัง (พิมพ์ครั้งที่ 1). สงขลา: ชานเมือง.
- วิภาวรรณ ลีลาสำราญ. (2547). สุขภาพ สมรรถภาพทางกาย และการออกกำลังกาย. ในวิภาวรรณ ลีลาสำราญ และ วุฒิชัย เพิ่มศิริวานิชย์ (บก.), การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ และในโรคต่าง. (หน้า 1-19). สงขลา: ชานเมืองการพิมพ์.
- วีระศักดิ์ ศรีนันทกร และชัยชาญ ดีโรจนวงศ์. (2547). ภาวะแทรกซ้อนทางไตจากเบาหวาน. ในอภิชาติ วิชาญรัตน์ (บก.), ตำราโรคเบาหวาน. (หน้า 221-236). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- วราภณ วงศ์วราวัฒน์. (2548). แนวทางการวินิจฉัย และเป้าหมายการรักษา. ในวิทยา ศรีดามา. (บก.), Evidence-based clinical practice guideline ทางอายุรกรรม. (หน้า 443-447). กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วุฒิชัย เพิ่มศิริวานิชย์. (2547). สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. ในวิภาวรรณ ลีลาสำราญ และ วุฒิชัย เพิ่มศิริวานิชย์ (บก.), การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ และในโรคต่าง. (หน้า 21-46). สงขลา: ชานเมืองการพิมพ์.
- วรรณ นิธิยานันท์. (2549). เบาหวานและการออกกำลังกาย. ในสุทิน ศรีอภัยพร และวรรณ นิธิยานันท์ (บก.), โรคเบาหวาน. กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- ศัลยา คงสมบูรณ์เวช. (2541). อาหารกับการควบคุมเบาหวาน. ในรัชตะ รัชตะนาวัน และธิดา นิงสานนท์ (บก.), ความรู้เรื่องเบาหวานฉบับสมบูรณ์. (หน้า 115-140). กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดี.
- ศิริรัตน์ พลอยบุตร, อภิรดี ศรีวิจิตรกมล, และสุทิน ศรีอภัยพร. (2549). การตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อการวินิจฉัยและติดตามการรักษาโรคเบาหวาน. ในสุทิน ศรีอภัยพร และวรรณ นิธิยานันท์ (บก.), โรคเบาหวาน. (หน้า 81-106). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- สุรัตน์ โคมินทร์. (2546). โภชนบำบัดสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน. ในอภิชาติ วิชาญรัตน์ (บก.), ตำราโรคเบาหวาน. (หน้า 75-84). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.

สุพรพิมพ์ เจียสกุล. (2545). สอริโมนและต่อมไร้ท่อ. *สรีรวิทยาทางการแพทย์ระบบสอริโมน*.

กรุงเทพมหานคร: ชวนพิมพ์.

สาธิต วรรณแสง. (2546). ระบาดวิทยาของโรคเบาหวานในประเทศไทย. ใน *อภิชาติ วิษณุรัตน์ (บก.), ตำราโรคเบาหวาน*. (หน้า 15-28). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.

สาทิธ อินทรกำแหง. (2547). *ตะสุดชีวิต*. กรุงเทพมหานคร: สายธุรกิจการพิมพ์.

สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล. (2541). *หลักสำคัญของเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิญญา คันธนา. (2545). *ผลของการออกกำลังกายหลังจากรับประทานอาหารต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุไรวรรณ โพธิ์พนม. (2545). *ผลของการร่ำวยจิ้นซึ่งต่อระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงในผู้ป่วยเบาหวาน*. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อภิชาติ วิษณุรัตน์. (2546ก). *จุดมุ่งหมายและการรักษาโรคเบาหวาน*. ใน *อภิชาติ วิษณุรัตน์ (บก.), ตำราโรคเบาหวาน*. (หน้า 57-74). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.

อภิชาติ วิษณุรัตน์. (2546ข). *ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือด*. ใน *อภิชาติ วิษณุรัตน์ (บก.), ตำราโรคเบาหวาน*. (หน้า 95-132). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.

อภิรดี สุขศักดิ์, อุไร หักกิจ และเพียว เกษตรสมบูรณ์. (2548). การผสมผสานภูมิปัญญาตะวันออกในการพยาบาลผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล. *สงขลานครินทร์เวชสาร*, 23(5), 341-349.

American College of Sports Medicine. (1991). *Guideline for exercise testing and prescription* (4th ed) Philadelphia : Lea & Febiger

American College of Sports Medicine. (1995). *Guideline for exercise testing and prescription* (5th ed) Philadelphia : Lea & Febiger

American College of Sports Medicine. (2000). *Guideline for exercise testing and prescription* (6th ed.). Philadelphia: Lea & Baltimore.

American College of Sports Medicine. (2006). *Guideline for exercise testing and prescription* (7th ed.). Philadelphia: Lea & Febiger.

ADA/ACSM Joint Statement. (1997). Diabetes mellitus and exercise. *Joint Position Statement*, 29(12). Retrieved October 10, 2006, from web site:

<http://www.acsm-msse.Org/pt/pt-ccre/template-journal/msse/media/1297.htm>

- American Diabetes Association. (1997a). The expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus: report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 20(10), 1183-1197.
- American Diabetes Association. (1997b). Screening for diabetic nephropathy. *Diabetes Care*, 20(Suppl 1), S24-S27.
- American Diabetes Association. (1997c). Screening for diabetic retinopathy. *Diabetes Care*, 20(Suppl 1), S28-S30.
- American Diabetes Association. (1999a). Implication of the diabetes control and complication trail. *Diabetes Care*, 22(Suppl 1), S24-S26.
- American Diabetes Association. (1999b). Standards of medical care for patients with diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 22(Suppl 1), S24-S26.
- American Diabetes Association. (2001). Hyperglycemic crises in patient diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 24 (1), 154-161.
- American Diabetes Association. (2002). Diabetes mellitus and exercise. Position statement. *Diabetes Care*, 25(Suppl 1), S64-S68.
- American Diabetes Association. (2003a). Tests of glycemia in diabetes. *Diabetes care*, 26(Suppl 1): S106-108
- American Diabetes Association. (2003b). The expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus: Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 26(11), 3160-3167.
- American Diabetes Association. (2004a). Nutrition principles and recommendations in diabetes. *Diabetes Care*, 27(Suppl 1), S36-S46.
- American Diabetes Association. (2004b). Physical activity/ Exercise and diabetes. *Diabetes Care*, 27(Suppl 1), S59-S62.
- American Diabetes Association. (2004c). Hyperglycemic crises in patient with diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 27(Suppl 1), S94-S101.
- American Diabetes Association. (2006). Summary of revision for the 2006 clinical practice recommendations. *Diabetes Care*, 29(Supple 1), S3-S42.
- American Diabetes Association. (2007). Summary of revision for the 2006 clinical practice recommendations. *Diabetes Care*, 30(Supple 1), S3-S42.

- Albright, A., Franz, M., Hornsby, G., Kriska, A., Marrero, D., Ullrich, I., & Verity, L.S. (2000). Exercise and type 2 diabetes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 12(7), 1345-1360.
- Agurs-Collins, T.D., Kumanyike, S. K., Ten-Have, T.R., & Adams-Campbell, L.L. (1997). A randomized controlled trial of weight reduction and exercise for diabetes management in order African-American subjects. *Diabetes Care*, 20(10), 1503-1511.
- Birrer, K.V. (2004). Physical activity and type 2 diabetes. *Physican & Sports Medicine*, 32(1), 13-17.
- Brandenburg, S. L., Reusch, J.E., Bauer, T.A., Jeffers, B. W., Hiatt, W.R., & Regensteiner, J. G. (1999). Effects of exercise training on oxygen uptake kinetic responses in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 23 (Suppl 1), S50-S54.
- Boule, N., Haddad, E., Kenny, G., & Sigal, R. (2001). Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of control trails. *JAMA*, 286(10), 1218-1227.
- Burnett, C.N. & Glenn, T.M. (1996). Principles of aerobic exercise. In Kisner, C. & Colby, L.A. (Eds.), *Therapeutic exercise: foundations and techniques* (pp. 111-141). Philadelphia, FA: David company.
- Colbert, D. (1993). *Fundamentals of clinical Physiology*. New York: Prentice Hall.
- Castaneda, C. (2000). Type 2 diabetes mellitus and exercise. *Nutr Clin Care*, 3(6), 353-358.
- Castaneda C., Layne, J.E., Munoz-Orians, L., Gordon, P.L., Foldvari, M., et al. (2002). A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 25(12), 2335-2341.
- Cauza, E., Hanusch-Enserer, U., Strasser, B., Ludvik, B., Metz-Schimmerl, Pacini, G., et al. (2005). The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil*, 86, 1527-1533.
- Cauza, E., Hanusch-Enserer, U., Strasser, B., Karam, K., Dunky, A., & Haber, P. (2006). The metabolic effect of long term exercise in type 2 diabetes

- patients. *Wien Med Wochenschr*, 156, 515-519.
- Ciolac, E.G., & Guimaraes, G.V. (2004). Physical exercise and metabolic syndrome. *Rev Bras Med Esporte*, 10(4), 325-330.
- Derouich, M., & Boutayeb, A. (2000). The effect to physical exercise to physical exercise on the dynamics of glucose and insulin. *Journal of Biomechanics*, 35, 911-917.
- Dustan, D., Daly, R., Jolley, D., Vulikh, E., Shaw, J., et al. (2005). Home-based resistance training is not sufficient to maintain improved glycemic control following supervised training in older individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 28(1), 3-9.
- Dunstan, D., Daly, R.M., Owen, N., Jolley, D., Courten, M.D., Shaw, J., et al. (2002). High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 25(10), 1729-1736.
- Dunstan, D.W., Puddey, I.B., Beilin L.J., Burke, L.J., Morton, & Stanton, K.G. (1998). Effect of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NNDM. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 40, 53-61.
- Dunstan, D.W., Vulikh, E., Owen, N., Jolley, D., Shaw, J., & Zimmet, P. (2006). Community center-based resistance training for the maintenance of glycemic control in adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 29(12), 2586-2591.
- Farrell, P.A. (2003). Diabetes and exercise: tips for better performance. *Sport Science Exchange*, 16, (Supple 1). Retrieved August 21, 2006, from web site: <http://www.gssiweb.com/reflib/refs/622/sse90cfm?pid=38>
- Fenicchia, L.M., Kanaley, J.A., Azevedo, J.L., Miller, C.S., Weinstock, R.S., Carhart, R.L., et al. (2004). Influence of resistance exercise training on glucose control in women with type 2 diabetes. *Metabolism*, 53, 284-289.
- Fritz, T., Wandell, P., Aberg, H., & Engfeldt, P. (2006). Walking for exercise-dose three time per week influence risk factor in type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 71, 21-27.
- Gordon, N. (1995). The exercise prescription. *The Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise* (pp. 71-82). Alexandria, VA: American Diabetes Association.

- Honkola, A., Forsen, T., & Eriksson, J. (1997). Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. *Acta Diabetol*, 34, 245-248.
- Inzucchi, S.E. (2002). Oral antihyperglycemic therapy for type 2 diabetes scientific review. *JAMA*, 287(3), 360-372.
- Ishii, T., Yamakita, T., Sato, T., Tanaka, S. & Fujii, S. (1998). Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care*, 21(8), 1353-1355.
- James, S.A., Jamjoum, L., Raghunathan, T. E., Strogatz, D. S., Furth, E. D., & Khazanie, P.G. (1998). Physical activity and NIDDM in African-Americans. *Diabetes care*, 21(7), 555-561.
- Krentz, A.J., Nattrass, M. (1997). Acute metabolic complication of diabetes mellitus: diabetic ketoacidosis, hyperosmolar non-ketotic syndrome and lactic acidosis. In Pickup, J., Willims, G. (Eds.), *Textbook of diabetes* (2nd ed.) (pp. 39.1-39). Oxford: Blackwell Science.
- Kruszynska, Y.T. (1997). Normal metabolism : the physiology of fuel homeostasis. In Pickup, J., Willims, G. (Eds.), *Textbook of diabetes* (2nd ed.) (pp. 11.1-11.37). United Kingdom: Blackwell Science.
- King, H., Aubert, R., & Herman, W. (1998). Global burden of diabetes 1995-2025 prevalence, numerical estimates and projections. *Diabetes Care*, 21, 1414-1431.
- Kaouar, H.M., Peronnet, F., Massicotte, D., & Lavoie, C. (2004). Gender difference in the metabolic response to prolonged exercise with glucose. *European Journal of Applied Physiology*, 1007, 21-25.
- Kim, C.J., Hwang, A.R., & Yoo, J.S. (2004). The impact of a stage-matched intervention to promote exercise behavior in participants with type 2 diabetes. *International Journal of Nursing Studies*, 41, 833-841.
- Lund, S., Holman, G.D., Schmitz, Pedersen, O. (1995). Contraction stimulates translocation of glucose transporter GLUT4 in skeletal muscle through a mechanism distinct from that of insulin. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 92, 5821-5821.

- Loreto, C.D., Fanelli, C., Lucidi, P., Murdolo, G., Cicco, A.D., Parlanti, N., et al. (2005). Make your diabetes patients walk: long-term impact of different amounts of physical activity on type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 28(6), 1295-1302.
- Maiorana, A., O' Driscoll, G., Goodman, C., Taylor, R., & Green, D. (2002). Combined aerobic and resistance exercise improve glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 56, 115-123.
- Mayer-Davis, E.J., D' Agostino, R., Karter, A.J., Haffner, S.M., Rewers, M.J., Saad, M., et al. (1998). Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity. *JAMA*, 279(9), 669-674.
- Pender, N. J. (1996). *Health promotion in nursing practice*. Stamford: Appleton & Lange
- Peirce, N. (1999). *Diabetes and exercise*. Retrieved October 6, 2006, from web site: <http://www.bjism.Bmjournals.com>
- Polic, D. F., & Hungler, B. P. (1997). *Essentials of nursing research*. Philadelphia: Lippincott
- Pollock, M.L. & Wilmore, J.H. (1990). *Exercise in health and disease: evaluation and prescription and rehabilitation*. Philadelphia, WB: Saunders.
- Richard, W. (1999). Managing blood glucose during exercise in individuals with diabetes. *Topics in Clinical Nutrition*, 14(3), 69-80.
- Ryan, P. (1992). Facilitating behavior change in the chronically ill. In Miller, J.F. (Eds.), *Coping with chronic illness: overcoming powerlessness* (pp. 377-396). Philadelphia: F.A. Davis.
- Sigal, R.J., Kenny, G.P., Wasserman, D.H., Castaneda-Sceppa, C., & White, R.D. (2004). Physical activity/ exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 27(10), 2518-2539.
- Sigal, R.J., Kenny, G.P., Wasserman, D.H., Castaneda-Sceppa, C., & White, R.D. (2005). Physical activity/ exercise and type 2 diabetes. *Diabetes September*, 18(1), 88-101.
- Sigal, R.J., Kenny, G.P., Wasserman, D.H., Castaneda-Sceppa, C., & White, R.D. (2006). Physical activity/ exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 29(6), 1433-1438.

- Short, K.R., Vittone, J.L., Bigelow, M.L., Proctor, D.N., Rizza, R.A., Coenen-Schimke, J.M., et al. (2003). Impact of aerobic exercise training on age-related changes in insulin sensitivity and muscle oxidative capacity. *Diabetes*, 52(8), 1888-1896.
- Tessier D., Menard, J., Fulop, T., Ardilouze, J.L., Roy., M.A., Dubuc, N., et.al. (2000). Effects of aerobic physical exercise in the elderly with type 2 diabetes mellitus. *Archive of Gerontology and Geriatrics*, 31, 121-132.
- Tokmakidis, S.P., Zois, C.E., Volaklis, C.E., Volaklis, K.A., Kotsa, K., & Touvrea, A. (2004). The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol*, 92, 437-442.
- Towler, D.A., Havlin, C.E., Craft, S., Cryer, P.E. (1993). Mechanism of awareness of hypoglycemia: perception of neurogenic (predominantly cholinergic) rather than neurogenic symptoms. *Diabetes*, 42:1791-1798.
- Umpierrez, G.E., Kelly, J.E., Navarrete, J.E., Casals, MMC, & Kitabchi, A.E. (1997) Hyperglycemic crises in urban blacks. *Arch Intern Med.*; 157: 669-675.
- Van Rooijen, A.J., Rheeder, P., Eales, C.J., & Becker, P.J. (2004). Effect of exercise versus relaxation on haemoglobin A_{1C} in black females with type 2 diabetes mellitus. *QJ Med*, 97, 343-351.
- Wasserman, D.H., & Cherrington, A.D. (1996). Regulation of extramuscular fuel sources during exercise. In L.B. Rowell, & J.T. Shepherd (Eds.), *Handbook of physiology*. Columbia, MD: Bermedica Production.
- Walker, K.Z., Jones, J.A., Piers, L.S., O'Dea, K. (1999). Effect of regular walking on cardiovascular risk factors and body composition in normoglycemic women and women with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 22(4), 555-560.
- Ward, S.A. (2005). Diabetes, exercise and foot care: minimizing risk in patient who have neuropathy. *Physican & Sportsmedicine*, 33(8), 33-37.
- Weil, R. (1999). Managing blood glucose during Exercise in individuals with diabetes. *Topics in Clinical Nutrition*, 14(3), 69-80.
- Whelton, S.P., Chin, A., Xin, X., & He, J. (2004). Effect of aerobic exercise on blood pressure: A meta-analysis of randomized, control trial. *Ann Intern Med*, 136, 493-503.

- White, R.D., & Dinubile, N.A. (1999). Exercise in diabetes management. *The Physician and Sports Medicine*, 4(27). Retrieved October 6, 2006, from web site: http://www.physsportsmed.c0m/issues/1999/04_99/white.htm
- Yen S-Y, Chuang, H., Lin, L-I, Hsiao C-H, Wang, P-W, & Yang K. D. (2007). Tai chi chuan exercise decreases A1C level along with increase of regulatory T-cell and decrease of cytotoxic T-cell population in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care*, 30(3), 716-718.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวขวัญหทัย ไตรพีช
วัน เดือน ปี เกิด	11 ธันวาคม 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ประวัติการศึกษา	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สระบุรี พ.ศ. 2539-2543 การพยาบาลและการผดุงครรภ์ ชั้นหนึ่ง มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2548-2550 พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลผู้ใหญ่
สถานที่ทำงาน	หอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง โรงพยาบาลเสนา อ. เสนา จ. พระนครศรีอยุธยา เบอร์โทรศัพท์ 035-217118