บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยผลของการออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองป้าบุญมีต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด หลักการทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

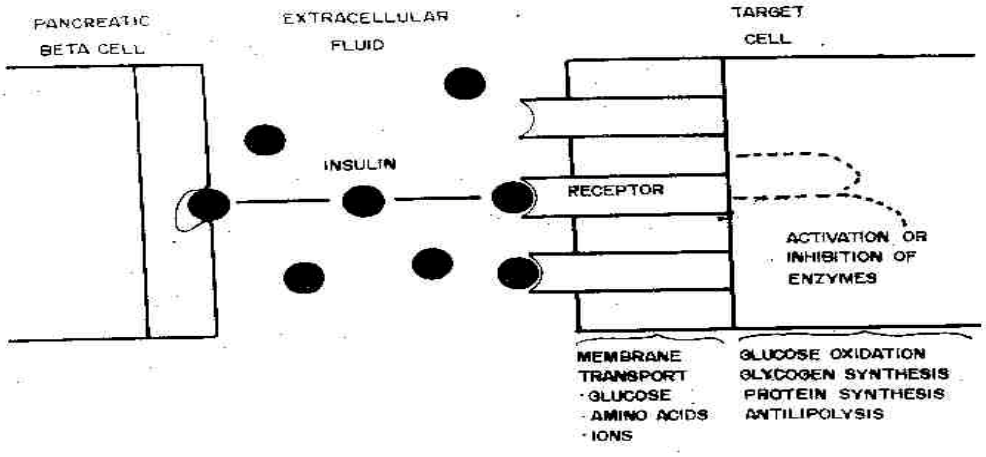
1. โรคเบาหวานและภาวะแทรกซ้อนเฉียบพลันและเรื้อรัง
2. ปัจจัยที่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน
3. การวัดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน
4. การออกกำลังกาย
5. การออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลอง

1. โรคเบาหวานและภาวะแทรกซ้อนเฉียบพลันและเรื้อรัง

1.1 โรคเบาหวาน หมายถึง โรคที่เกิดจากความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ โดยเบต้าเซลล์ในตับอ่อนไม่สามารถสร้างฮอร์โมนอินสุลินได้เพียงพอ ทำให้การเผาผลาญน้ำตาลในร่างกายผิดปกติ คือ ไม่สามารถใช้น้ำตาลให้เป็นพลังงาน (Nazarko, 2002) รวมทั้งไม่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นไกลโคเจน หรือไขมันได้ มีผลต่อภาวะน้ำตาลในกระแสเลือดสูง (ADA, 1999e) เมื่อระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงเกินขีดจำกัดที่ไตสามารถกักเก็บได้ก็จะถูกขับออกมาทางปัสสาวะ (Tuch, Dunlpp & Proietto, 2000) ร่างกายไม่สามารถใช้น้ำตาลจากร่างกายได้ จึงมีความจำเป็นต้องใช้พลังงานจากการสลายพลังงานของโปรตีนและไขมันแทน (ศรีจิตรา, 2526)

อินสุลินเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากเบต้าเซลล์ ในกลุ่มเซลล์ไอเลส ออฟ แลนเกอร์แฮน (islet of langerhan) ของตับอ่อน (Tuch, Dunlpp & Proietto, 2000) โดยปกติฮอร์โมนอินสุลินมีการหลั่งวันละประมาณ 50 ยูนิต ถึงประมาณ 200 ยูนิต เก็บไว้ในตับอ่อนโดยตับอ่อน ร่างกายจะหลั่งอินสุลินออกมาเมื่อมีการกระตุ้นของกลูโคส (วัลลา และ อดิศัย, 2540) ฮอร์โมนอินสุลินจะมีหน้าที่ควบคุมเมแทบอลิซึม คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันในร่างกาย อินสุลินจะทำหน้าที่จับกับรีเซฟเตอร์จำเพาะของอินสุลินที่อยู่บริเวณผนังเซลล์ในการเก็บน้ำตาล ไขมันและโปรตีน เข้าสู่เซลล์ กระตุ้นให้มีการนำน้ำตาลเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อและไขมัน ปรับอัตราการเผาผลาญสารคาร์โบไฮเดรตภายในเซลล์ (Perin, Gentile, Repetti & Pagano,2000) ส่งเสริมการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นไกลโคเจน ยับยั้งการเปลี่ยนไกลโคเจนกลับเป็นน้ำตาล ขบวนการเหล่านี้มีผลให้ระดับ

น้ำตาลในเลือดลดลง (Nazarko, 2002) อินสุลินยังนำกรดอะมิโนผ่านเข้าสู่เซลล์กระตุ้นให้มีการสังเคราะห์โปรตีนภายในเนื้อเยื่อ และยับยั้งการสลายของโปรตีน มีการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันไปเป็นไขมันจะถูกเก็บไว้ใน ร่างกายยับยั้งการสลายไขมัน (ศรีจิตรา, 2526) ดังแสดงไว้ในภาพ 2



ภาพประกอบ 2

แสดงกระบวนการทำงานของฮอร์โมนอิสสุลิน (ศรีจิตรา บุนนาค, 2526: หน้า 50)

จากขบวนการดังกล่าวสารอาหารต่าง ๆ จะถูกจับเก็บไว้ในรูปของไกลโคเจน ซึ่งเป็นสารประเภทโพลีเซคคาไรด์ ประกอบด้วยน้ำตาลเป็นจำนวนมาก เป็นพลังงานสำรองของมนุษย์มีอยู่ทั่วไปในเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย จะมีมากในตับและกล้ามเนื้อ โดยไกลโคเจนในตับเป็นแหล่งเก็บน้ำตาลที่มีมากเกินไปในกระแสเลือดและคอยป้อนน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดเมื่อน้ำตาลในกระแสเลือดต่ำ ส่วนไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเป็นสารที่คอยให้พลังงานเมื่อกล้ามเนื้อทำงาน หรือมีการออกกำลังกาย จากการศึกษาพบว่า เมื่อมนุษย์อดอาหารจะทำให้ไกลโคเจนในตับลดลงโดยรวดเร็ว แต่ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนการออกกำลังกายจะทำให้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อลดลงและต่อมาไกลโคเจนในตับก็ลดลงด้วย (Perin, Gentile, Repetti & Pagano, 2000)

ในอดีตมีการแบ่งโรคเบาหวานออกเป็น 2 ชนิด ตามความแตกต่างของปริมาณของอินสุลินที่มีอยู่ในร่างกาย ได้แก่ โรคเบาหวานชนิดพึ่งอินสุลิน และโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินสุลิน ต่อมาพบว่า โรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินสุลินจำเป็นต้องใช้อินสุลินในการรักษาในระยะหลัง เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ดังนั้นการจำแนกประเภทโรคเบาหวานใหม่ของสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกาและองค์การอนามัยโลก จึงได้มีการเปลี่ยนแปลง โดยยกเลิกการใช้คำว่าโรคเบาหวานชนิดพึ่งอินสุลิน และโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินสุลิน โดยใช้ คำว่าโรคเบาหวานชนิดที่ 1

และชนิดที่ 2 โดยสามารถแบ่งตามสาเหตุพยาธิสรีรวิทยาในการเกิดโรคเบาหวาน (ชัยชาญ และ กอบชัย, 2546; Tuch, Dunlop & Proietto, 2000) โดยมีลักษณะดังนี้

1.1.1. โรคเบาหวานชนิดที่ 1 หมายถึง โรคเบาหวานชนิดที่เกิดจากการทำลายของเบต้าเซลล์ในตับอ่อน พบร้อยละ 15 ของผู้ป่วยเบาหวาน (Tuch, Dunlop & Proietto, 2000) ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากภาวะที่แอนตี้บอดี้ถูกผลิตขึ้นต่อต้านเนื้อเยื่อของตัวเองที่ผิดปกติ (ชัยชาญ และ กอบชัย, 2546) ซึ่งลักษณะของตับอ่อนจะมีขนาดเล็กกว่าปกติและมีอิสเลท ออฟแลงเกอร์ฮารด์ อยู่จำนวนน้อยกว่าร้อยละ 10 ของจำนวนปกติ เมื่อระยะเจ็บป่วยนานขึ้นพบว่าการจัดระเบียบของเซลล์ในอิสเลท ออฟแลงเกอร์ฮารด์ เสียไปเซลล์ต่าง ๆ ของต่อมไร้ท่อจะกระจัดกระจายและลดจำนวนลง (Perin, Gentile, Repetti & Pagano, 2000) จากลักษณะการเปลี่ยนแปลงของตับอ่อนของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 จะเห็นได้ว่ามีการทำลายของเบต้าเซลล์ที่เกิดขึ้นอย่างเฉพาะเจาะจงและเบต้าเซลล์จะถูกทำลายไปเป็นจำนวนมาก (Westermark, 2003) มีผลต่อปริมาณของอินสุลิน (absolute insulin deficiency) พบว่าเมื่อร่างกายขาดฮอร์โมนอินสุลินมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงขึ้น ร่างกายจะนำน้ำตาลไปใช้เป็นพลังงานได้น้อย ร่างกายจึงมีการสลายไขมันและโปรตีนในร่างกายมาใช้ทดแทน (วัลลา และ อดิสัย, 2540) ส่วนใหญ่พบในเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไปถึง 16 ปี (Westermake, 2003)

1.1.2. โรคเบาหวานชนิดที่ 2 หมายถึง โรคเบาหวานที่เกิดได้หลายสาเหตุ เช่น ภาวะปริมาณของฮอร์โมนอินสุลินในกระแสเลือดสูงแต่จำนวนอินสุลินรีเซฟเตอร์ (insulin recepter) น้อยมีผลต่อร่างกายทนต่อภาวะที่มีระดับอินสุลินในกระแสเลือดสูง เกิดภาวะร่างกายดื้อต่อฮอร์โมนอิสสุลิน หรือความผิดปกติในการหลั่งฮอร์โมนอินสุลินลดลงไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย (ชัชลิต, 2546ก) พบร้อยละ 85 ของผู้ป่วยเบาหวาน โดยลักษณะของตับอ่อนของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มีน้ำหนักปกติ จำนวนและขนาดของ อิสเลท ออฟ แลนเกอร์แฮน ลดลงแต่ไม่มากนัก โดยมีโครงสร้าง อิสเลท ออฟ แลนเกอร์แฮน มีความหนาแน่นน้อยลง รวมทั้งมีจำนวนของเบต้าเซลล์ลดลง หรือความผิดปกติของผนังหลอดเลือดมีความแข็งและหนาขึ้น (vascular sclerosis) โดยมีพังผืดสะสมอยู่ใน อิสเลท ออฟ แลนเกอร์แฮน มีผลต่อการทำงานและจำนวนของรีเซฟเตอร์ของอิสสุลิน (insulin receptor) ลดลง ซึ่งอินสุลินรีเซฟเตอร์ทำงานร่วมกับอินสุลินนำน้ำตาลเข้าสู่เซลล์มีผลทำให้ประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของอินสุลินลดลง (วัลลา และ อดิสัย, 2540; Tuch, Dunlop & Proietto, 2000) ดังนั้นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จึงไม่ได้ขาดอินสุลินอย่างแท้จริงตับอ่อนยังคงสามารถสร้างอินสุลินได้แต่อาจน้อยลงการหลั่งอินสุลินช้ากว่าภาวะปกติ (Perin, Gentile, Repetti & Pagano, 2000) หรือมีความผิดปกติของการตอบสนองของเนื้อเยื่อโดยมีระดับของอินสุลินรีเซฟเตอร์ลดลง (Nazarko, 2002) มีผลต่อความสามารถของ

การทำงานของฮอร์โมนอินสุลินลดลงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าภาวะปกติ ส่วนใหญ่ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีอายุตั้งแต่ 45 ปีและมีรูปร่างอ้วนน้ำหนักเกิน (Westermake, 2003) ผลของเมแทบอลิซึมในร่างกายเมื่อขาดฮอร์โมนอินสุลิน จะมีการสลายตัวของไขมันและโปรตีนในร่างกายเพื่อเป็นพลังงานใช้ในการประกอบกิจกรรม มีผลต่อทำให้มีระดับของกรดไขมันอิสระและกลีเซอรอลเพิ่มสูงขึ้นทำให้มีการสะสมสารคีโตนและมีกรดอะมิโนมากขึ้น (Perin, Gentile, Repetti & Pagano, 2000) ดังนั้นผู้ป่วยที่มีภาวะร่างกายขาดฮอร์โมนอิสสุลินจะมีน้ำหนักลดลงแต่ระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าระดับปกติ (ADA, 1999e)

ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติเป็นเวลานานก่อให้เกิดความผิดปกติต่อโครงสร้างและการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ และการทำงานล้มเหลวของอวัยวะ (Dietrich, 1995) โดยเฉพาะ ตา ไต ระบบประสาท หัวใจ และหลอดเลือด (ADA,1999f; Nazarko, 2002) ภาวะแทรกซ้อนโรคเบาหวานเป็นสาเหตุที่สำคัญของตาบอด ไตวาย โรคหลอดเลือด โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดส่วนปลายตีบตัน (วิทยา, 2543; Arend et al., 2000) จึงเป็นปัญหาหลักและสาเหตุการตายของผู้ป่วยเบาหวาน

1.2 ภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นโรคเรื้อรังและมีภาวะแทรกซ้อนนำมาสู่ความเจ็บป่วยที่รุนแรงตลอดจนค่าใช้จ่ายในการดูแลสูง เนื่องจากระยะเวลาเจ็บป่วยที่ยาวนาน (Dietrich, 1995) ซึ่งส่วนใหญ่พบว่า ภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานเป็นระยะเวลามากกว่า 20 ปีขึ้นไป (Helm & Harrington, 2004) มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ป่วยและครอบครัวส่งผลทำให้ผู้ป่วยเบาหวานรู้สึกเบื่อหน่ายในการดูแลตัวเอง (ภาวนา, 2544) ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานจำนวนมากไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้และมีภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานกลายเป็นปัญหาหลักและสาเหตุการตายของผู้ป่วยเบาหวาน (ADA, 1999f) ปัญหาแทรกซ้อนเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เป็นโรค กล่าวคือยิ่งเป็นโรคอยู่นานและไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ยิ่งส่งผลทำให้เกิดปัญหาสุขภาพเร็วขึ้นและเพิ่มขึ้น (Helm & Harrington, 2004) หากมีการร่วมมือในการดูแลผู้ป่วย เบาหวานจากครอบครัว และทีมสุขภาพร่วมกันดูแลผู้ป่วยเบาหวาน ที่สำคัญผู้ป่วยเบาหวานมุ่งมั่นในการดูแลตัวเองสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในกระแสเลือดอยู่ในภาวะปกติได้จะช่วยลดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน (วัลลา และ อดิสัย, 2540; Tessier et al., 2000) โดยภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน แบ่งออกเป็นภาวะแทรกซ้อนชนิดเฉียบพลันและภาวะแทรกซ้อนชนิดเรื้อรัง

1.2.1. ภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานชนิดเฉียบพลัน เป็นภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในร่างกายอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในร่างกายในคนปกติมีระดับน้ำตาลในเลือดจะแกว่งขึ้นลงอยู่ในช่วงประมาณ 70-150 มก/ดล. (ชัชลิต, 2546ข) ขึ้นอยู่

ระยะเวลาและอาหารที่รับประทานส่วนในผู้ป่วยเบาหวานเนื่องจากความผิดปกติของระบบเมแทบอลิซึมในร่างกายส่งผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเปลี่ยนแปลงมากกว่าคนปกติ ดังนั้นภาวะแทรกซ้อนที่อันตรายอย่างหนึ่งของผู้ป่วยเบาหวานที่พบกันบ่อยคือ ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (hypoglycemia) และภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (hyperglycemia)

1.2.1.1. ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (hypoglycemia) หมายถึง ภาวะที่มีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่า 50 มก/ดล.หรือ 2.5 มิลลิโมล/ลิตร (Lefebvre & Scheen, 2003) มีอาการต่าง ๆ ของภาวะระดับน้ำตาลในเลือดต่ำร่วมด้วย พบว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำอยู่เป็นประจำมีผลต่อการทำงานของสมองโดยจะเสื่อมลงไปเรื่อย ๆ อย่างถาวร (อภิชาติ, 2542) และมีอาการและอาการแสดงภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (hypoglycemia) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

- อาการที่เกิดจากการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติก ได้แก่ มีอาการเหงื่อออกมาก มือเย็น มือสั่น ใจสั่น แต่มีข้อสังเกตว่าตัวไม่สั่น หงุดหงิด หิว (วิทยา และ ธิติ, 2542) ปวดหัว ชีพจรเต้นเร็ว ความดันเลือดอาจปกติหรือสูงเล็กน้อย (อภิชาติ, 2542)

- อาการที่สมองขาดน้ำตาล (neuroglycopenia) ได้แก่ อาการตาพร่ามัว ง่วง ซึม หาว วิงเวียน มึนงง กิริยาท่าทางเปลี่ยนแปลง ขี้ลืม ชักกระตุก และหมดสติ (Lefebvre & Scheen, 2003) เมื่อระดับน้ำตาลลดลงอย่างรวดเร็วในผู้ป่วยเบาหวาน มักเกิดอาการจากการกระตุ้นของระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic) แต่ถ้าระดับน้ำตาลลดลงอย่างช้า ๆ มักเกิดจากสมองขาดกลูโคส (neuroglycopenia) เป็นส่วนใหญ่ (วิทยา และ สาธิต, 2542) สาเหตุภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำในผู้ป่วยเบาหวานได้แก่ การอดอาหาร การใช้ยาโดยเฉพาะอินสุลิน และยารับประทานกลุ่ม sulphonylurea การดื่มแอลกอฮอร์ โดยแอลกอฮอร์ไปยับยั้งเอ็นไซ ไพรูเวท คาร์บอนสาเลท (pyruvate carboxylase) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการสร้างน้ำตาลใหม่ ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ (ชัชลิต, 2546ข; Lefebvre & Scheen, 2003) หรือมีความผิดปกติของตับ เช่น มีเนื้องอกที่สร้างอินสุลิน เนื้องอกที่ตับอ่อน มะเร็งตับ โรคตับ และไตวาย เป็นต้น (อภิชาติ, 2542)

1.2.1.2. ภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (hyperglycemic crisis) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

- ภาวะคีโตอะศิโดสิส (diabetic ketoacidosis หรือ DKA) เป็นภาวะแทรกซ้อนเฉียบพลันของโรคเบาหวาน ซึ่งอาการของโรครุนแรงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเกิดจากการคั่งของสารคีโตน ส่วนใหญ่จะพบในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 (อภิชาติ, 2542ข) พบในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ได้แต่ไม่มากนัก โดยมักจะเกิดจากปัจจัยร่วมก่อให้เกิดภาวะคีโตอะศิโดสิสในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เช่น ภาวะติดเชื้อในร่างกาย การบาดเจ็บของร่างกาย ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตาย เป็นต้น (สาธิต, 2542) โดยมีอาการและอาการแสดงคือ กระหายน้ำ ถ่ายปัสสาวะมาก อ่อนเพลีย และ

น้ำหนักตัวลดอย่างรวดเร็ว คลื่นไส้อาเจียน หายใจหอบลึก อุณหภูมิร่างกายต่ำกว่า 37 องศาเซลเซียสระดับความรู้สึกตัวลดลง (กอบชัย, 2546) โดยพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่า 250 มก/ดล. แต่ไม่เกิน 300 มก/ดล.และระดับไบคาร์บอเนตในเลือดต่ำกว่า 15 mEg/lit หรือค่ากรด ด่างในร่างกาย (PH) ต่ำกว่า 7.25 (กอบชัย, 2546)

- ภาวะฮัยเปอร์ออสโมลาส์ ฮัยเปอร์ไกลสิมิค นอนคีโตติก (hyperosmolar hyperglycemic nonketotic: HHNK) เป็นภาวะที่ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูงและมีความเข้มข้นในเลือดสูงแต่ไม่มีภาวะร่างกายเป็นกรด ส่วนใหญ่พบในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งมีอายุมากกว่า 50 ปี (สาธิต, 2542) จากการศึกษา ภาวะฮัยเปอร์ออสโมลาส์ ฮัยเปอร์ไกลสิมิค นอนคีโตติก (HHNK) ร่างกายยังคงมีการผลิตอินสุลินได้อยู่บ้าง แต่ไม่เพียงพอทำให้มีระดับน้ำตาลในกระแสเลือดสูงผู้ป่วยเบาหวานจะมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่า 600 มก/ดล และมีระดับความเข้มข้นของเลือดสูงกว่า 320 มิลลิออสโมล/กิโลกรัม ไม่พบสารคีโตนในร่างกาย ยกเว้นในกรณีที่เกิดภาวะช้อค หรือภาวะไตวายร่วมด้วย (สาธิต, 2542) โดยมีอาการและอาการแสดง คือ กระหายน้ำ ถ่ายปัสสาวะบ่อย มีภาวะร่างกายขาดน้ำ มีอาการทางระบบประสาทส่วนกลาง ชักกระตุกอัมพาตครึ่งซีกและหมดสติ (กอบชัย, 2546)

1.2.2. ภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานชนิดเรื้อรัง เป็นภาวะที่ร่างกายไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติเป็นระยะเวลานาน ส่งผลทำให้เกิดการทำงานของอวัยวะในร่างกายทำหน้าที่บกพร่องจากภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (Tuch, Dunlpp & Proietto, 2000) โดยมีภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานชนิดเรื้อรัง ดังนี้

1.2.2.1. โรคหลอดเลือดในผู้ป่วยเบาหวาน พบว่าผู้ป่วยเบาหวานจะเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจมากกว่าร้อยละ 50 ของผู้ป่วยเบาหวานทั้งหมด และเป็นสาเหตุสำคัญของการตายอันดับหนึ่งของผู้ป่วยเบาหวาน (Maiorana, Driscoll, Goodman, Taylor, & Green, 2002) ปัจจัยที่มีโอกาสทำให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจคือการเกิดหลอดเลือดแดงแข็ง (atherosclerosis) หรือการแข็งตัวของเลือด (thrombogenesis) หรือทั้งสองอย่างมีผลมาจากระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงโดยตรง (Perin, Gentile, Repetti & Pagano, 2000) ทำให้เกิด non – enzymatic glycosylation ของกลูโคสกับ amio group ของโปรตีนต่าง ๆ เกิดเป็น Advanced glycocylate and products (AGES) ซึ่งทำให้คุณสมบัติของโปรตีนผิดไปทำให้การจับของรีเซฟเตอร์ (recepter) ที่ตับลดลงจะถูกจับโดยเมคโคฟาด (macrophage) ที่ผนังหลอดเลือด (Grobbee, 2003) ร่วมกับภาวะขบวนการขนส่งออกซิเจนในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานในภาวะที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงความสามารถในการปลดปล่อยออกซิเจนจากเม็ดเลือดแดงจะต่ำลง (พงศ์อมร, 2546) เนื่องจากมีปริมาณของฮีโมโกลบินที่มีน้ำตาลเกาะในเลือดสูง ฮีโมโกลบินจะมีความเหนียวแน่นใน

การจับกับออกซิเจนมากกว่าปกติ ดังนั้นการปล่อยออกซิเจนออกจากเม็ดเลือดแดงจึงน้อยกว่าของคนปกติทำให้เนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายขาดออกซิเจนและเกิดการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดแดงตามมา โดยระยะแรกจะมีการขยายของหลอดเลือดฝอยและหลอดเลือดดำขนาดเล็กต่อมาจะมีการขยายของหลอดเลือดแดงขนาดเล็กและมีปริมาณเลือดไหลผ่านเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดเพื่อชดเชยต่อภาวะนี้เรียกว่าออโตรีกูเรชั่น (autoregulation) ถ้ากลไกดังกล่าวไม่สามารถแก้ไขภาวะการขาดออกซิเจนได้ก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดแดงเล็ก ๆ เพิ่มจำนวนมากขึ้นและเมื่อเกิดการอุดตันของหลอดเลือดฝอยจะมีการโป่งพองของผนังหลอดเลือด (microanurgsm) ตามมา (วัลลา และ อดิสัย, 2540; พงศ์อมร, 2546) จากปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดโรคแทรกซ้อน เช่น โรคความดันโลหิตสูง กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด และอัมพาตจากหลอดเลือดในสมองตีบตัน (ADA, 1999f; Nazarko, 2002)

1.2.2.2. ภาวะแทรกซ้อนระบบประสาทจากเบาหวาน โรคเบาหวานทำให้มีผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนปลาย อัตราเร็วในการนำสัญญาณของเส้นประสาทจะช้ากว่าปกติประมาณร้อยละ 25 ของผู้ป่วยเบาหวาน ปัญหานี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเส้นประสาท ความผิดปกติของตัวของเซลล์ประสาท (schwan cell) และแกนของเซลล์ประสาท (axon) นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลในเลือดและปริมาณฮีโมโกลบินที่มีน้ำตาลเกาะยิ่งสูงมีผลต่ออัตราเร็วในการนำสัญญาณประสาทก็ยิ่งช้าลง (กัมมันต์, 2546; วัลลา และ อดิสัย, 2540; ADA, 1999f) โดยเฉพาะระบบประสาทส่วนปลายเสื่อม (peripheral sensorimotor neuropathy) จะมีอาการชาและเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยที่สุด และเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดแผลโดยผู้ป่วยไม่รู้ตัวโดยเฉพาะแผลที่เท้า พบว่าผู้ป่วยเบาหวานร้อยละ 15 จะเกิดแผลที่เท้าและมีอัตราการถูกตัดเท้าสูงกว่าผู้ที่ไม่ป่วยเป็นโรคเบาหวานถึง 15-45 เท่า และแผลที่เท้าของผู้ป่วยเบาหวานเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานถูกตัดเท้าร้อยละ 85 (ศักดิ์ชัย และ ชัยชาญ, 2546)

1.2.2.3. ภาวะแทรกซ้อนทางไตจากภาวะเบาหวานพบว่าร้อยละ 25-40 ของผู้ที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานเป็นระยะ 25 ปีขึ้นไป (Grobbee, 2003) เกิดภาวะแทรกซ้อนทางไต โดยมีการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดในไต (microvascular hemodynamic) เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดพยาธิสภาพของกลุ่มเส้นเลือดฝอยในไต (glomeruli) สัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงกว่า 140/90 มิลิเมตรปรอท (Nazarko, 2002) ยิ่งมีระดับน้ำตาลสูงในเลือดเป็นเวลานานพยาธิสภาพก็ยิ่งมีมากขึ้น (Perin, Gentile, Repetti & Pagano, 2000) การเสื่อมของหน่วยไตยังเป็นสาเหตุของการติดเชื้อของทางเดินปัสสาวะได้ง่ายเมื่อเชื้อเข้าไปในกระเพาะปัสสาวะเกิดภาวะกระเพาะปัสสาวะอักเสบถ้าไม่ได้รับการรักษาจะลุกลามท่อไตและเนื้อไตได้ทำให้เกิด กรวยไตอักเสบ (pyelonephritis) ได้

1.2.2.4. ภาวะแทรกซ้อนทางตา ผู้ป่วยเบาหวานจะพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่กระจกตา และเยื่อบุตา ได้แก่ ความรู้สึกรับสัมผัสของกระจกตา (corneal sensitivity) ลดลงโดยแปรผันตามระยะเวลาที่เป็นโรคและการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (ภฤศ, 2546) พบว่าผู้ป่วยที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานนาน 5-10 ปี มีพยาธิสภาพที่เรตินา ร้อยละ 25 ป่วยเป็นโรคเบาหวาน 10-15 ปี มีพยาธิสภาพที่เรตินา ร้อยละ 60 ป่วยเป็นโรคเบาหวานนานกว่า 15 ปี มีพยาธิสภาพที่เรตินา ร้อยละ 80 ซึ่งสาเหตุการเปลี่ยนแปลงของเรตินาคือ เส้นโลหิตฝอยหนาตัวเพิ่มขึ้น (อภิชาติ, 2535) พบว่าเซลล์เยื่อบุผิวมีรูปร่างและขนาดเปลี่ยนแปลงไปไม่สม่ำเสมอ การกระจายของเซลล์ผิดปกติ ผู้ป่วยเบาหวานมีโอกาสเกิดกระจกตาถลอกได้มากกว่าคนปกติ นอกจากนี้การยึดเกาะของเยื่อบุผิวกระจกตากับกระจกตาน้อยลง (ภฤศ, 2546) ภาวะแทรกซ้อนทางตาส่งผลทำให้ผู้ป่วยเบาหวานตาบอดได้จากการเปลี่ยนแปลงของเส้นโลหิตในเรตินา ซึ่งสืบเนื่องมาจากภาวะระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงกว่าปกติและระยะการเจ็บป่วยที่ยาวนาน

จากภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงของโรคเบาหวาน ผู้ป่วยเบาหวานต้องได้รับการดูแลรักษาไปตลอดชีวิต โดยจุดมุ่งหมายหลักในการดูแลผู้ป่วยเบาหวานเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในภาวะปกติมากที่สุดเพื่อลดและชะลอภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน ซึ่งมี 3 ประการหลักในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด คือ การรับประทานอาหารที่เหมาะสม การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และการรับประทานยาลดระดับน้ำตาลในเลือดอย่างต่อเนื่อง และมีการติดตามผลของระดับน้ำตาลในเลือดตามแพทย์นัด (Arend, Stolk, Grobbee & Schrijvers, 2000) จะเห็นได้ว่าการออกกำลังกายเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญประการหนึ่งในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน ทั่งนี้เนื่องจาการออกกำลังกายช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดแล้วยังเพิ่มมวลและกำลังของกล้ามเนื้อเพิ่มสมรรภาพร่างกาย และชะลอการเกิดโรคแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน (วราภณ, 2546)

2. ปัจจัยที่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน

โรคเบาหวานเป็นโรคที่มีอาการแทรกซ้อนได้ในระยะสั้นและระยะยาวในระหว่างการดูแลรักษาโรคเบาหวานในปัจจุบัน จุดมุ่งหมายหลักคือ การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้เทียบเท่าหรือใกล้เคียงค่าปกติ (ADA, 1999f) ปัจจัยส่วนบุคคลในการดูแลตนเองมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1. ปัจจัยส่วนบุคคล ประกอบด้วย

2.1.1. เพศ มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลตนเอง โดยพบว่าเพศชายส่วนใหญ่มีพฤติกรรมเสี่ยงทำลายสุขภาพมากกว่าเพศหญิงและทำงานเสี่ยงกว่าเพศหญิง (สมจิต, 2543) ตรงกับการศึกษาปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวานในโรงพยาบาลเบตง จำนวน 87 ราย พบว่า เพศมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเพศชายรับรู้ข้อมูลในการดูแลตัวเองน้อยกว่าเพศหญิง และเพศชายมีพฤติกรรมด้านโภชนาการไม่เหมาะสมโดยมีพฤติกรรมเสี่ยงคือ ดื่มสุรา สูบบุหรี่ ซึ่งมีผลต่อสุขภาพ (วิภารัตน์ และ จิตรา, 2543)

2.1.2. อายุ มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมในการส่งเสริมสุขภาพ พบว่าอายุที่แตกต่างกันทำให้มีผลต่อพฤติกรรมการในการรับรู้เรื่องราวทางด้านสุขภาพ การช่วยเหลือตัวเอง และพึ่งพาผู้อื่นมากขึ้น เมื่อมีอายุเพิ่มขึ้นตามความเสื่อมตามวัยตลอดจนการทำหน้าที่ต่าง ๆ ของอวัยวะของร่างกายและความทรงจำลดลง (สมจิต, 2543) จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปฏิบัติตัวด้านสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวานในจังหวัดสงขลา โดยศึกษาผู้ป่วยเบาหวาน จำนวน 202 ราย พบว่าอายุสามารถทำนายการปฏิบัติตัวด้านสุขภาพได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 47.84 เนื่องจากอายุเป็นตัวกำหนด วุฒิภาวะ พัฒนาการ ความสามารถตลอดจนความคิด โดย อายุมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อการปฏิบัติด้านสุขภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (เยาวเรศ, 2543) ตรงกับการศึกษาปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวานในโรงพยาบาลเบตง โดยศึกษาผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 87 คน อายุมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขภาพของผู้ป่วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (วิภารัตน์ และ จิตรา, 2543)

2.1.3. ระดับการศึกษา บุคคลที่มีการศึกษาต่ำ จะมีผลทำให้บุคคลนั้นขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสุขภาพ มีเจนคติที่ไม่ดี ส่งผลทำให้การปฏิบัติตัวไม่ถูกต้อง สืบเนื่องมาจากการขาดความรู้ (เฉลิมพล, 2541) ตรงกับการศึกษาการรับรู้บทบาทกับภาวะการควบคุมโรคของผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินสุลิน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 107 คน พบว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีการศึกษามีความเข้าใจและมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวการแสดงบทบาทที่ถูกต้องร้อยละ 92.6 ดังนั้นผู้ป่วยเบาหวานมีการศึกษาต่ำผู้ป่วยจะมีโอกาสรับรู้พฤติกรรมสุขภาพที่ไม่ถูกต้องได้ง่ายกว่าผู้ป่วยที่มีการศึกษาสูง (หนึ่งฤทัย, 2540) สอดคล้องกับการศึกษาปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวานในโรงพยาบาลเบตง ศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 87 ราย ผลการศึกษาพบว่า ระดับการศึกษามีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยบุคคลที่มีการศึกษาสูงจะมีการปฏิบัติตัวด้านสุขภาพดีกว่าบุคคลที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่า (วิภารัตน์ และ จิตรา, 2543) แตกต่างกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสนับสนุนทางสังคมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยเบาหวาน

โดยศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 200 ราย จากการศึกษาพบว่าระดับการศึกษามีความสัมพันธ์ทางลบกับพฤติกรรมการดูแลตนเอง (r=-.22) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 พบว่าผู้ป่วยที่มีการศึกษาน้อยจะมีพฤติกรรมการดูแลตนเองดี ส่วนผู้ป่วยที่มีการศึกษาสูงจะมีพฤติกรรมดูแลตนเองไม่ดี (น้อมจิต, 2535)

2.1.4. รายได้ฐานะทางเศรษฐกิจ จากภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันช่องว่างระหว่างการกระจายรายได้ระหว่างคนรวยกับคนจนมีแนวโน้มสูง โดยที่คนจนเพิ่มมากขึ้นในขณะที่กลุ่มคนรวยลดลง บุคคลที่มีรายได้ฐานะทางเศรษฐกิจดีช่วยสนองความต้องการของบุคคลทั้งในการบริโภคและอุปโภค (เฉลิมพล, 2541) จะมีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพโดยบุคคลที่มีรายได้และฐานะดีมีโอกาสเลือกและเข้าถึงแหล่งสุขภาพและมีการพัฒนาตนเองด้านสุขภาพมากกว่าผู้ที่มีรายได้น้อย (วสุธร, 2545) ผู้ที่มีรายได้น้อยไม่สามารถปฏิบัติหรือมีพฤติกรรมสุขภาพที่ถูกต้องได้ เช่น ไม่มีเงินซื้ออาหารที่มีประโยชน์แก่ร่างกายเมื่อเจ็บป่วย ไม่มีเงินไปรักษาตัวเมื่อเริ่มเจ็บป่วย ตลอดจน บ้านที่อยู่อาศัย สิ่งแวดล้อมจะอยู่ในสภาพที่ไม่ถูกลักษณะ (เฉลิมพล, 2541) แตกต่างกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสนับสนุนทางสังคมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยเบาหวาน โดยศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 200 คน ผลการศึกษา พบว่า รายได้มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลตนเองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่ารายได้ต่อเดือนจะมากหรือน้อยจะมีพฤติกรรมการดูแลตนเองไม่แตกต่าง (น้อมจิตต์, 2535)

2.1.5. ระยะเวลาที่เจ็บป่วย มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมในการดูแลตนเอง เนื่องจากระยะเวลาในอดีตมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการดูแลตัวเอง การรับรู้ การเผชิญปัญหาเป็นตัวกลั่นกรองและปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (วิภาวรรณ, 2543) พบว่าระยะเวลาในการเจ็บป่วยของแต่ละบุคคลมีประสบการณ์ในการดูแลตัวเองจะช่วยให้บุคคลมีการรับรู้เพิ่มสามารถในการดูแลตนเองได้จากการเรียนรู้และประสบการณ์ในอดีต ดังนั้นระยะเวลาในการเจ็บป่วยช่วยให้บุคคลเป็นแหล่งที่มาที่สำคัญและมีอิทธิพลมากในการรับรู้และเรียนรู้ในการดูแลตนเอง (ทัศนี, 2544) จากการศึกษาประสบการณ์เกี่ยวกับโรคเบาหวานของผู้ป่วยเบาหวานป่วยเป็นเบาหวานระยะเวลานานจะมีผลต่อความรู้เกี่ยวกับการดูแลตนเองมีการพัฒนาความคิด ความเชื่อเกี่ยวกับการเจ็บป่วยและพฤติกรรมในการดูแลตนเองดีกว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (ภาวนา, 2537)

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยควบคุมตัวแปรนอกของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยควบคุมปัจจัยส่วนบุคคล ซึ่งได้แก่ เพศ อายุ และระดับน้ำตาลในเลือดโดยการจับคู่โดยใช้โปรแกรม Randondommized assigment ในการจับคู่และสุ่มแยกกลุ่มเพื่อให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด

2.2 ปัจจัยด้านการดูแลตัวเอง ประกอบด้วย การรับประทานอาหารที่มีความสำคัญมากที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน เนื่องจากมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (ADA, 1999d) ผู้ป่วยเบาหวานต้องมีความรู้ความเข้าใจในการเลือกรับประทานอาหารให้ถูกต้องและเหมาะสม (วัลลา และ อดิสัย, 2540) โดยมีหลักในการควบคุมจำนวนและสัดส่วนที่พอเหมาะแก่ความต้องการของร่างกาย เพื่อรักษาน้ำหนักตัวและระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ (สนอง, 2523; ADA, 1999d) โดยมีหลักในการควบคุมปริมาณอาหารต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1. ปริมาณโปรตีน หากผู้ป่วยเบาหวานไม่มีปัญหาโรคไต ควรได้รับโปรตีนอย่างน้อย .8 กรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว หรือไม่ต่ำกว่า 11-15 ของแคลอรี่ที่ได้รับทั้งวัน และไม่ควรเกินร้อยละ 20 ของแคลอรี่ที่ได้รับทั้งวัน (ADA, 1999d)

2.2.2. ปริมาณไขมัน พบว่าไขมันในร่างกายประกอบด้วยไขมันอิ่มตัว และไขมันไม่อิ่มตัว ไขมันมีความสำคัญต่อร่างกายเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ถ้าขาดจะมีผลต่อเม็ดเลือดแตกได้ง่าย แต่ต้องรับประทานในจำนวนจำกัด โดยรับประทานไม่เกินร้อยละ 30 ของแคลอรี่ที่ได้รับทั้งวัน (ADA, 1999d) และหลีกเลี่ยงไขมันอิ่มตัวซึ่งได้รับจากสัตว์ รวมทั้งน้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม ควรใช้น้ำมันจากถั่ว รำข้าว งา หรือน้ำมันมะกอกแทน และปรับเปลี่ยนแนวทางการปรุงอาหารเปลี่ยนเป็น ต้ม นึ่ง ย่าง อบ หรือตุ๋น เพื่อลดการรับประทานไขมันมากเกินไป (สุรัตน์, 2546)

2.2.3. ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ ข้าว หรือ ผลไม้ที่มีรสหวาน แต่ไม่ควรเกินร้อยละ 50-60 ของอาหารที่รับประทานในแต่ละวัน (วัลลา และ อดิสัย, 2540)

2.2.4. ใยอาหาร รับประทานได้ไม่จำกัดมีประโยชน์สำหรับผู้ป่วยเบาหวานมาก ได้แก่ ผักใบเขียวทุกชนิด ได้แก่ ผักกาด ผักคะน้า ผักตำลึง เป็นต้น เนื่องจากอาหารเหล่านี้มีสารอาหารต่ำมีกากอาหารส่งผลทำให้ร่างกายมีการดูดซึมน้ำตาลจากอาหารที่รับประทานช้าลงและลดระดับน้ำตาลในเลือด (ADA, 1999d) ควรรับประทานอาหารประเภทใยอาหารอย่างน้อย 20-40 กรัม/วัน (สุนันท์ วชิรา และ วิทยา, 2541; ADA, 1999d)

2.3 ปัจจัยด้านการรักษาโรคเบาหวาน ปัจจุบันได้มีการผลิตยาที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ ยาเม็ดรับประทาน และยาฉีด (ชัชลิต, 2546ค) ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยคัดเลือกผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดด้วยยาเม็ดรับประทาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1. ยาเม็ดรับประทานแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

2.3.1.1. sulphonglurea (su) เป็นยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะมีฤทธิ์ที่แรงที่สุด และมีราคาถูกเมื่อเทียบกับยาตัวอื่น (อภิชาติ, 2546ข) โดยมีฤทธิ์กระตุ้นเบต้าเซลล์ของตับอ่อนให้มีการสลายตัวของแกรนูลในเบต้าเซลล์และมีผลต่อการหลั่งอินสุลินเพิ่มขึ้น (Nazarko, 2002) นอกจากนี้มีผลกระตุ้นให้เนื้อเยื่อไวต่ออินสุลินเพิ่มขึ้น (insulin sensitivity) ยับยั้งกระบวนการไกลโคจีโนไลซีส (glycogenolysis) แต่จะไม่ได้ผลต่อผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะตับอ่อนเสีย (วิทยา และ ศักดิ์ชัย, 2541) ยาในกลุ่มนี้ได้แก่

- chlorpropamide เป็นยาเม็ดที่แรงที่สุดในการลดระดับน้ำตาลในเลือดที่อนุญาตให้ใช้ได้ในผู้ป่วยเบาหวานไม่เกิน 500 มก ต่อวัน ระยะเวลาในการออกฤทธิ์ 24-72 ชั่วโมง (Nazarko, 2002) เป็นยาที่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดต่ำได้ง่าย ส่วนใหญ่ใช้ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงและควบคุมไม่ได้ก่อนที่จะใช้อินสุลินฉีด (อภิชาติ, 2546ข)

- glibenclamide เป็นยาลดน้ำตาลที่แรงและออกฤทธิ์ได้รวดเร็วระยะเวลาในการออกฤทธิ์ 20-24 ชั่วโมง (Nazarko, 2002) ทำให้สามารถปรับยาได้ใน 1-2 วัน จัดได้ว่าเป็นยาที่มีผลต่อภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำมากที่สุด (ศรีจิตรา, 2526)

- glipizide มีความแรงในการลดน้ำตาลในเลือดใกล้เคียงหรืออ่อนกว่า glibenclamide ระยะเวลาในการออกฤทธิ์ 12-24 ชั่วโมง (Nazarko, 2002)

- gliclazide ยามีฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดใกล้เคียงกับ glipizide แต่ยาชนิดนี้สามารถลดการจับตัวของเกล็ดเลือด (platelet aggregation) สามารถช่วยลดการเกิดภาวะการเสื่อมของเรตินาในตาได้ ระยะเวลาที่ออกฤทธิ์ 10-15 ชั่วโมง (Nazarko, 2002)

- gliguidone จะมีการออกฤทธิ์ที่สั้นที่สุดในกลุ่ม sulphonglurea (su) นำมาใช้ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีระดับน้ำตาลในเลือดไม่สูงมากนัก

- glimepiride คุณสมบัติเด่นในผู้ป่วยที่ลืมรับประทานยาเป็นประจำโดยรับประทานวันละครั้ง ทำให้โอกาสลืมกินยามีน้อยลง (อภิชาติ, 2546ข)

2.3.1.2. กลุ่ม biguanide ปัจจุบันมีใช้อยู่ตัวเดียวคือ metformin ใช้ในผู้ป่วยที่มีภาวะดื้ออินสุลินมาก นิยมใช้ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะอ้วน และมีระดับน้ำตาลในเลือดที่ไม่สูงมากนักน้อยกว่า 180 มก./ดล. โดยยานี้จะดูดซึมจากทางเดินอาหารได้อย่างรวดเร็วและออกฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลได้นาน 6-8 ชั่วโมง ถูกขับถ่ายออกทางปัสสาวะ (สนอง, 2523) และทางน้ำดีโดยยากระตุ้นให้เนื้อเยื่อไวต่ออินสุลิน metformin ไม่มีผลการหลั่งอินสุลินแต่มีกลไกออกฤทธิ์ในการสลาย ไกลโคเจนที่ตับเพิ่มขึ้น (insulin sensitivity) (วิทยา และ ศักดิ์ชัย, 2541) นอกจากนี้สามารถลด โคเลสเตอรอล กับไตรกลีเซอไรด์ ทำให้น้ำหนักลดลง (สนอง, 2523) ห้ามใช้ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีระดับเคลเอทินิน (creatinine) ในเลือดสูงกว่า 1.5 มก./ดล. (อภิชาติ, 2546ข)

2.3.1.3. α- glucosidase inhibitors เป็นกลุ่มที่ออกฤทธิ์แตกต่างจากกลุ่ม sulphonglurea (su) และกลุ่ม biguamide โดยออกฤทธิ์ชะลอ และลดการดูดซึมอาหารคาร์บอไฮเดรต จากลำไส้เล็กมีผลโดยตรงต่อระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร มีประโยชน์อย่างมากในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่สามารถควบคุมอาหารได้ และสามารถใช้ร่วมกับยาเม็ดลดระดับน้ำตาลเลือดชนิดอื่น เนื่องจากมีกลไกการออกฤทธิ์แตกต่างกันจึงสามารถใช้ร่วมกับยาตัวอื่นได้ (วิทยา และ ศักดิ์ชัย, 2541)

2.3.1.4. กลุ่ม non – sulphonglurea insulin secretagogues ได้แก่ยา repaglinide เป็นการออกฤทธิ์เหมือนกับกลุ่ม sulphonglurea (su) แต่ยากลุ่มนี้ออกฤทธิ์ได้เร็วกว่าและสั้นกว่า เหมาะที่จะใช้ในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร ส่วนใหญ่ใช้กับผู้ป่วยเบาหวานที่มีระดับน้ำตาลในเลือดไม่สูงมากนัก โดยยาในกลุ่มนี้ผู้ป่วยเบาหวานมีโอกาสเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำได้ง่ายเช่นเดียวกับกลุ่ม sulphonglurea (su) (อภิชาติ, 2546ข)

2.3.1.5. กลุ่ม thiazolidine diones or glitazones, TZD ยากลุ่มนี้จะออกฤทธิ์กระตุ้นให้เนื้อเยื่อไวต่ออินสุลิน สามารถลดภาวะดื้ออินสุลินโดยจะออกฤทธิ์ในกล้ามเนื้อลาย ไขมัน และตับ (อภิชาติ, 2546ข) และยังมีต่อระดับไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ลดลง ไม่มีผลต่อภาวะระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ สามารถใช้ร่วมกับยาลดน้ำตาลกลุ่มอื่นได้ หรือร่วมกับการฉีดอินสุลิน ข้อจำกัดห้ามใช้ในผู้ป่วยไตวายและโรคตับ เนื่องจากเสี่ยงต่อการเกิดแลคติกแอซิโดซิส (lactic acidosis) (วิทยา และ ศักดิ์ชัย, 2541)

3. การวัดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน

การวัดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานมีความสำคัญ เนื่องจากเป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดและเป็นการประเมินการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นในผู้ป่วยเบาหวาน อีกทั้งเป็นการติดตามอาการและอาการแสดงที่ผิดปกติของผู้ป่วยเบาหวาน โดยการวัดระดับน้ำตาลในเลือดได้โดยทางห้องปฏิบัติการ ดังนี้

3.1. การวัดระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะ (HbA_{1c}) หรือมีชื่อเรียกได้หลายชื่อ เช่น ไกลคาสเกรท ฮีโมโกลบิน (glycasglated hemoglobin) หรือ ไกลโคฮีโมโกลบิน (glycohemoglobin) (วรรณี, 2546) ซึ่งเป็นการรวมตัวของ hemoglobin และกลูโคส โดยไม่ต้องอาศัยเอ็นไซม์ เนื่องจากเม็ดเลือดแดงมีอายุในระบบหมุนเวียนเป็นเวลา 120 วัน ดังนั้นการวัดเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะ (HbA_{1c}) จึงบ่งชี้ถึงระดับน้ำตาลที่ผ่านมาในระยะยาวถึง 60-90 วัน (ADA, 1999f; Inzucchi, 2003) เป็นเครื่องมือสำคัญในการติดตามผลการควบคุมระดับน้ำตาลใน

เลือดในระยะยาวที่ดีและเป็นวิธีที่ดีที่สุดบอกค่าระดับน้ำตาลในร่างกายได้แน่นอน (วีรศักดิ์, 2541; ADA, 1999f) ค่าปกติของระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะ (HbA_{1c}) ประมาณ 4-6 เปอร์เซ็นต์ (Inzucchi, 2003) เป้าหมายในการควบคุมระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะ (HbA_{1c}) ต่ำกว่า 6.5 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติค่าระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะเพิ่ม 1 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าประมาณ 30 มก/ดล ของระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานทุกรายการติดตามระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะอย่างน้อยปีละ 1-2 ครั้ง และถ้าผู้ป่วยเบาหวานที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ดีควรตรวจทุก 3-4 เดือน ถ้าระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะ (HbA_{1c}) สูงกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ ต้องปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงในการรักษา (Savoca, Miller, Quandt, 2004) เนื่องจากระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะจะบ่งบอกภาวะโดยตรงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนระบบตาและไต (ADA, 1999f)

แม้ว่าการตรวจระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะเป็นวิธีที่บ่งบอกระดับน้ำตาลในร่างกายได้ดีที่สุดแต่ราคาในการตรวจมีราคาแพงและมีข้อจำกัดในการตรวจ ซึ่งในผู้ป่วยที่มีภาวะอายุของเม็ดเลือดแดงลดลง ภาวะสูญเสียเลือด ภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของเม็ดเลือดแดงลดลง และภาวะซีดจากการขาดธาตุเหล็ก เป็นต้น (วีรศักดิ์, 2541) ส่งผลทำให้ปริมาณของเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะ(HbA_{1c}) ผิดพลาดได้ จากการศึกษาการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2540 พบว่ามีเพียงร้อยละ 19 เท่านั้นที่มีระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะต่ำกว่า 6.5 เปอร์เซ็นต์ และมีเพียงร้อยละ 35 ได้รับการตรวจระดับเม็ดเลือดที่มีน้ำตาลเกาะ (HbA_{1c}) (สุนิตย์, 2543)

3.2. การวัดระดับโปรตีนในเลือดที่มีน้ำตาลเกาะ (glycated serum protein) วิธีที่นิยมใช้คือ ระดับฟรุกโตซามิน (fructosamine) เนื่องจากอายุครึ่งชีวิต (half-life) ของแอลบูมิน เท่ากับ 20 วัน ดังนั้นฟรุกโตซามีน (fructosamine) จึงบ่งชี้ระดับน้ำตาลในเลือดในช่วงเวลาเพียง 1-2 สัปดาห์ (วรรณี, 2546) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยติดตามระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานใช้สำหรับช่วยติดตามระดับน้ำตาลในเลือดแทนระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะ (HbA_{1c}) ที่ไม่สามารถทำได้ (สุนิตย์, 2543) ข้อดีของการวัดระดับโปรตีนในเลือดที่มีน้ำตาลเกาะ (glycated serum protein) คือราคาไม่แพงและวิธีการทำไม่ยุ่งยากแต่มีข้อจำกัดในผู้ป่วยที่มีปัญหาโรคตับ (วรรณี, 2546)

3.3. การวัดปริมาณน้ำตาลในเลือด (plasma glucose) เป็นการประเมินระดับน้ำตาลในเลือด ณ เวลาที่ต้องการเพื่อให้ทราบว่าขณะนั้นระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ระดับใดโดยมีการวัด 2 ลักษณะคือการวัดระดับน้ำตาลในเลือดในห้องปฏิบัติการและการวัดระดับน้ำตาลโดยใช้เครื่องวัดชนิดพกพา (glucometer) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1. การวัดระดับน้ำตาลในหลอดเลือดดำหลังงดอาหาร 8 ชั่วโมง (fasting plasma glucose) การปฏิบัตินี้ถือเป็นมาตรฐานที่ใช้ในโรงพยาบาลทั่วไปโดยใช้เลือดที่เจาะจากหลอดเลือดดำนิยมวัดในพลาสมาที่ใช้โซเดียมฟลูออไรด์เป็นสารกันเลือดแข็งโดยอาศัยปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ (glucose oxidase) หรือ (hexokinase) ข้อดีค่าที่วัดได้จะมีความถูกต้องแม่นยำสูงและมีราคาถูกแต่มีข้อเสีย คือการเก็บตัวอย่างเลือดมีความยุ่งยากต้องใช้เลือดครั้งละประมาณ 1-3 มิลลิลิตร (วรรณี, 2546)

3.3.2. การวัดระดับน้ำตาลในเลือดโดยใช้เครื่องวัดชนิดพกพามีความเชื่อถือและได้รับการยอมรับให้ใช้แทนการวัดระดับน้ำตาลในเลือดโดยห้องปฏิบัติการได้ การวัดโดยใช้เครื่องชนิดพกพาเป็นการวัดระดับน้ำตาลจากเลือดแดง (capillary blood) ที่เจาะปลายนิ้ว (finger prick) การเจาะเลือดจากปลายนิ้วใช้เลือดเพียง 3-50 ไมโครลิตร และได้ผลในระยะเวลา 10-30 วินาที ค่าที่เครื่องอ่านได้มีกรอบจำกัดระหว่าง 20-600 มก/ดล ความถูกต้องของค่าที่ได้ขึ้นอยู่กับสมรรถภาพของเครื่อง การปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างถูกต้องของผู้ใช้ความถูกต้องของค่าที่ได้ขึ้นอยู่กับสมรรภาพของเครื่องการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ถูกต้อง (วรรณี, 2546) พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดแดงจะสูงกว่าระดับน้ำตาลในหลอดเลือดดำประมาณร้อยละ 10 (วีรศักดิ์, 2541)

3.4. การวัดระดับน้ำตาลในปัสสาวะเป็นวิธีที่ง่ายและไม่เจ็บตัว ค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก แต่ข้อเสียที่ไม่สามารถบอกระดับน้ำตาลในเลือดได้โดยตรง จะตรวจพบเมื่อระดับน้ำตาลในเลือดสูงเกินพิกัด ซึ่งมักจะเป็นสัดส่วนสัมพันธ์กับระดับน้ำตาลในเลือดการวัดน้ำตาลในปัสสาวะมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง (วรรณี, 2546) และไม่สามารถบอกภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำระดับน้ำตาลในเลือดสูงเกิน 200 มก/ดล. มีโอกาสตรวจพบน้ำตาลในปัสสาวะได้เพียงร้อยละ 56 การตรวจระดับน้ำตาลในปัสสาวะสามารถเพียงนำมาพิจารณาร่วมของระดับน้ำตาลในเลือดได้เพียงคร่าว ๆ (สนอง, 2523) ช่วงที่นิยมตรวจปัสสาวะคือ ภายหลังรับประทานอาหารประมาณ 1 ชั่วโมง เพราะระยะนี้มีโอกาสที่จะตรวจพบน้ำตาลในปัสสาวะได้ง่ายเนื่องจากน้ำตาลในเลือดจะเพิ่มถึงขีดสุดข้อผิดพลาดในการตรวจน้ำตาลในปัสสาวะจะพบในผู้ป่วยที่มีการกรองของไตอาจสูงหรือต่ำกว่าปกติ เช่นผู้ป่วยสูงอายุ ผู้ป่วยโรคไต ผู้ป่วยตั้งครรภ์และผู้ป่วยเด็ก และขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำที่ดื่มทำให้ความเข้มข้นของปัสสาวะต่างกันอัตราการกรองของไตต่างกัน นอกจากนี้ขึ้นอยู่กับยาบางชนิดที่รับประทานมีผลต่อการตรวจได้ เช่น ยาปฏิชีวนะ ได้แก่ tertracylin, cephalosporin เป็นต้น (วีรศักดิ์, 2541)

จากการศึกษาผลของการออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มีระดับน้ำตาลในเลือดหลังงดอาหาร 8 ชั่วโมง (fasting plasma glucose) มากกว่าหรือเท่ากับ

140 มก/ดล.ติดต่อกันอย่างน้อย 3 เดือน ประเมินระดับน้ำตาลในเลือดโดยใช้เครื่องวัดชนิดพกพา (fasting plasma glucose) โดยให้ผู้ป่วยเบาหวานงดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง ระดับน้ำตาลในเลือดหลังงดอาหาร 8 ชั่วโมงโดยใช้เครื่องวัดชนิดพกพา โดยก่อนและหลังการออกกำลังกายรำไม้พลองห่างกัน 1 วัน

4. การออกกำลังกาย

การออกกำลังกาย หมายถึงการทำงานของกล้ามเนื้อ เพื่อให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหวตามการวางแผน หรือเป็นกิจกรรมที่มีการกระทำซ้ำ ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางร่างกาย (Physical fitness) (ชาตรี, 2545) หรือเพื่อเสริมสร้างคงไว้เพื่อสุขภาพ (วิภาวรรณ, 2547)

4.1. การออกกำลังกายสามารถแบ่งประเภทของการออกกำลังกายได้ 5 ประเภท ดังนี้

4.1.1 การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก (isometric exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยการเกร็งกล้ามเนื้อ แบบมีการหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดความยาวของกล้ามเนื้อมีการเกร็งและการตึงตัวของกล้ามเนื้อเพื่อต้านกับแรงต้าน (Colbert, 1993) ดังนั้นการออกกำลังกายชนิดนี้จึงไม่มีการเคลื่อนไหวแต่มีการเกร็งของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีลักษณะออกแรงเต็มที่ในระยะเวลาอันสั้น เช่น ออกแรงดันกำแพง ออกแรงบีบวัตถุ หรือกำหมัดไว้แน่น ๆ การออกกำลังลักษณะเช่นนี้เป็นประจำจะมีผลต่อการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรง แต่จะมีผลน้อยต่อสมรรถภาพของหัวใจและระบบไหลเวียน (ธวัช, 2537; สาทิส, 2547)

4.1.2. การออกกำลังกายแบบไอโซทอนิค (isotonic exercise) เป็นการออกกำลังกายต่อสู้กับแรงต้านทาน โดยให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวและการคลายตัว (วุฒิพงศ์, 2537) การออกกำลังกายชนิดนี้มีลักษณะจะมีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อมีผลต่ออวัยวะมีการเคลื่อนไหว เป็นการบริหารกล้ามเนื้อตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายโดยตรง ได้แก่ การยกหรือการวางสิ่งของ เป็นต้น (สัญญา, 2532; ธวัช, 2537; สาธิต, 2546)

4.1.3. การออกกำลังกายแบบไอโซไคเนติก (isokinetic exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยให้ร่างกายออกแรงต้านทานด้วยความเร็วคงที่ (Colbert, 1993) เป็นการออกกำลังกายโดยมีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้ออย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงเวลาของการเคลื่อนไหว เช่น เครื่องยกน้ำหนัก เครื่องดึง เครื่องถ่วงในห้องยิม การวิ่งบนลู่กล การขี่จักรยานอยู่กับที่ เป็นต้น (สัญญา, 2532; ธวัช, 2537; สาทิส, 2547)

4.1.4. การออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยใช้พลังงานที่สะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ (วุฒิพงศ์, 2537) ได้แก่ การออกกำลัง

กายที่หนักในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น ยกน้ำหนัก การวิ่งกระโดดไกล การวิ่งกระโดดสูง ขว้างจักร พุ่งแหลน เป็นต้น (ธวัช, 2537)

4.1.5. การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (aerobic exercise) ปัจจุบันถือว่าการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพมากที่สุดและสมบูรณ์แบบมากที่สุดทำให้ร่างกายมีความแข็งแรงได้อย่างแท้จริง เพราะเป็นการออกกำลังกายชนิดเดียวที่มีผลต่อสมรรถภาพการทำงานของปอดและหัวใจ ตลอดจนหลอดเลือดในร่างกาย (วุฒิชัย, 2547) และเป็นการออกกำลังกายที่ทำให้ร่างกายเพิ่มพูนความสามารถสูงสุดในการรับออกซิเจนทำให้ได้บริหารปอด หัวใจและกล้ามเนื้อโดยใช้ระยะเวลาในการออกกำลังกายอย่างน้อย 30 นาที ขึ้นไปจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (Hansen, 1998) เป็นการออกกำลังกายที่ใช้ออกซิเจนทำให้ร่างกายมีการปรับตัว คือ การหายใจเร็วและแรงมากขึ้นเพื่อนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายให้มากยิ่งขึ้นเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกายและจังหวะการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและอวัยวะอย่างเพียงพอ การออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะมีปริมาณเลือดส่งไปเลี้ยงมากกว่าขณะปกติประมาณ 10 เท่า (ธวัช, 2537) การออกกำลังกายแอโรบิกให้เกิดประโยชน์สูงสุดต้องออกกำลังกายอย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลาแต่ละครั้ง 30 นาทีหรือมากกว่านั้น (พิชิต, 2535) โดยมีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 50-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจก่อนออกกำลังกาย (ชูศักดิ์ และ กันยา, 2536)

จากการศึกษาพบว่าพื้นฐานของการออกกำลังกายแอโรบิคได้แก่ เดิน เดินเร็ว การวิ่ง ว่ายน้ำ ขี่จักรยาน รำมวยจีน เต้นแอโรบิก กอล์ฟ การเคลื่อนไหวบริหารร่างกาย และการยืนแกว่งแขนด้วยมือเปล่า เป็นต้น (ชิตพงศ์, 2528; สมบูรณ์, 2533; เสก, 2534) การออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยมีการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ หรือการบริหารร่างกาย (ต่อโชติ, 2543) โดยผู้วิจัยประยุกต์การออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองโดยเน้นการหายใจอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาในการออกกำลังกาย เพื่อส่งเสริมให้ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก แบ่งระยะของการออกกำลังกายเป็น 3 ระยะ คือ ระยะอุ่นเครื่อง (warm up) ก่อนการออกกำลังกายโดยเริ่มจากยืดเส้นยืดสายใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที ทั้งนี้เพื่อเตรียมตัวให้อวัยวะต่าง ๆ ที่จะใช้ในการออกกำลังกายตื่นตัวและพร้อมที่ทำงานได้อย่างเต็มที่ และลดการบาดเจ็บในการออกกำลังกาย (Tessier et al., 2000) การอุ่นเครื่องจะเป็นการทำให้ร่างกายลดระยะการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนสู่ระยะการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนได้เร็วขึ้น ระยะที่ 2 ระยะการออกกำลังกาย (exercise) ใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที (พิชิต, 2535) ระยะที่ 3 ระยะชะลอ (cool down) เมื่อใกล้จะหยุดการออกกำลังกายควรจะค่อย ๆ ผ่อนคลายทีละขั้นตอน ย้อนทางกันกับการอุ่นเครื่องใช้เวลาประมาณ

5-10 นาที หากหยุดออกกำลังกายทันทีอาจเป็นตะคริวปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ หัวใจวายเฉียบพลันได้ เนื่องจากขณะที่ออกกำลังกายอยู่นั้นจะมีเลือดมาเลี้ยงที่กล้ามเนื้อที่กำลังออกกำลังกายมากกว่าปกติ ถึง 20 เท่า (เสก, 2527) เมื่อหยุดออกกำลังกายทันทีเลือดจะค้างในกล้ามเนื้อนั้นมากมีผลทำให้ปริมาณเลือดที่ไหลเวียนในร่างกายลดลงผู้ที่ออกกำลังกายมีอาการหน้ามืดหรือหัวใจวายเฉียบพลันได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องชะลอแล้วค่อย ๆ ผ่อนคลายกล้ามเนื้ออัตราการเต้นของหัวใจช้าลงปริมาณเลือดกลับเข้าสู่ระบบไหลเวียนตามปกติ (สัญญา, 2532)

จะเห็นได้ว่าการออกกำลังกายทุกประเภทมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะในร่างกาย เนื่องจากร่างกายต้องมีการสลายพลังงานเพื่อช่วยในการเคลื่อนไหวระหว่างการออกกำลังกาย ร่างกายต้องมีแหล่งพลังงานสำรองเพื่อใช้ในยามที่ร่างกายต้องการพลังงานมากกว่าภาวะปกติ

4.2 แหล่งพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย ซึ่งพบว่าโดยปกติคนทั่วไปจะมีพลังงานสะสมไว้ในร่างกาย ซึ่งพลังงานส่วนใหญ่ได้จากการสลายพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตเป็นอันดับแรก ซึ่งแหล่งพลังงานในร่างกายจะอยู่ในรูปของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ในตับ และอยู่ในรูปของน้ำตาลในเลือดมีอยู่ประมาณ 1,200 - 2,400 กิโลแคลอรี่ ซึ่งเก็บสะสมไว้ในเนื้อเยื่อร้อยละ 79 สะสมอยู่ในตับร้อยละ 14 อยู่ในกระแสเลือดร้อยละ 7 (Derouich & Boutayed, 2000) เมื่อร่างกายมีการเคลื่อนไหวในการออกกำลังกาย ร่างกายต้องใช้พลังงานในการหดและยืดตัวของกล้ามเนื้อเป็นผลให้มีการสลายพลังงานในร่างกาย ต้องอาศัยการเปลี่ยนสารอาหารให้เป็นพลังงานเคมีซึ่งเซลล์กล้ามเนื้อทำให้เกิดพลังงานกล และพลังงานความร้อนเริ่มต้นการทำงานของระบบกล้ามเนื้อ (เพ็ญพิมล, 2537; Derouich & Boutayed, 2000) ในระยะเริ่มต้น 90 วินาทีแรกของการออกกำลังกายมีการใช้พลังงานจากไกลโคเจนในกล้ามเนื้อซึ่งเป็นการสลายพลังงานโดยไม่ใช่ออกซิเจน หลังจากนั้นเมื่อระยะเวลาในการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น 3-130 นาที ร่างกายจะสลายพลังงานจากการใช้ออกซิเจน โดยใช้พลังงานจากน้ำตาลและกรดไขมันอิสระในเลือดโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำตาลในเลือดเป็นพลังงานหลัก (ADA,1999e) ซึ่งจะมีการสลายพลังงาน เกิดขึ้นในไมโตคอนเดรีย (mitochondria) ซึ่งอยู่ในเซลล์ (ประทุม, 2527) เป็นการกระตุ้นเซลล์ในร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานและมีความไวต่อฮอร์โมนต่างๆ ขณะเดียวกันในร่างกายจะผลิตอินสุลินรีเซฟเตอร์ (insulin recepter) เพิ่มขึ้น (Kaouar, Peronnet, Massicotte & Lavoie, 2004) ซึ่งเป็นตัวจับฮอร์โมนอินสุลินในการเก็บน้ำตาลเข้าสู่เซลล์เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้เซลล์ในร่างกายมีความไวต่อฮอร์โมนอินสุลินเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง (Colbert, 1993) เมื่อถึงระยะสุดท้ายของการออกกำลังกายเป็นช่วงที่เริ่มเหน็ดเหนื่อยซึ่งเกิดจากการออกกำลังกายยาวนานกล้ามเนื้อจะใช้พลังงานจากกระบวนการกลูโคนีโอจีนีซิส (gluconeogenesis) เพิ่มขึ้นทำให้จำนวนไกลโคเจนในกล้ามเนื้อในร่างกายลดลง ช่วงนี้พบว่าอัตราการหายใจลดลง แสดงให้เห็นว่าร่างกาย

ต้องใช้การสันดาปไขมันเพิ่มขึ้น (พีระพงศ์, 2532; จรวยพร, 2545) ดังนั้นผลของการออกกำลังกายส่งผลทำให้ระบบการทำงานของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลง

4.3. ระบบการทำงานของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการออกกำลังกายดังนี้

4.3.1. ระบบกล้ามเนื้อ ในการออกกำลังกายมีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อในร่างกายเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและหลอดเลือดที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อตลอดจนระบบประสาทได้รับการกระตุ้น โดยมีปริมาณเลือดมาเลี้ยงเนื้อเยื่อในร่างกายอย่างเพียงพอและมีการเผาผลาญพลังงานภายในเซลล์เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้อวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (Ozdirenc, Kocak, & Guntekin, 2004) โดยปกติกล้ามเนื้อในร่างกายมีลักษณะ 2 แบบ คือ เส้นใยกล้ามเนื้อขาวซึ่งจะหดตัวได้เร็วมีความสามารถสูงในการเมแทบอลิซึมโดยไม่ใช้ออกซิเจน เหมาะสำหรับการทำงานที่ต้องใช้กำลังทันทีและเส้นใยกล้ามเนื้อแดงซึ่งจะหดตัวได้ช้าซึ่งความสามารถสูงในการเมแทบอลิซึมโดยการใช้ออกซิเจน (พีระพงศ์. 2532) พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อเนื่องจากการออกกำลังกายมีการเพิ่มจำนวนและขนาดของไมโอไฟบริลในเส้นใยกล้ามเนื้อและจำนวนโปรตีนที่ใช้ในการหดตัวโดยเฉพาะไมโอไพบริลเพิ่มความหนาแน่นของหลอดเลือดฝอยต่อเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มจำนวนความแข็งแรงของเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องได้แก่ เอ็นกล้ามเนื้อและเอ็นยึดข้อต่อเพิ่มความยาวเส้นใยและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (เพ็ญพิมล, 2537; สาธิต, 2546) จึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ คือ เพิ่มเอ็นไซม์ในขบวนการสลายน้ำตาลและเอ็นไซม์ในการสลายตัวของพลังงานไกลโคเจน เพิ่มการใช้ออกซิเจน ตลอดระยะเวลาในการออกกำลังกายผลของการออกกำลังกายมีการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ และเพิ่มขนาดเส้นใยของกล้ามเนื้อขาวและเส้นใยกล้ามเนื้อแดง (วิชัย, 2537)

4.3.2. ระบบเมแทบอลิซึมและระบบต่อมไร้ท่อ สิ่งที่จำเป็นทางเมแทบอลิซึมที่จะทำให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานต่อไปได้เป็นระยะเวลานาน ร่างกายต้องการใช้ออกซิเจนที่เพียงพอและสารที่ให้พลังงานซึ่งเป็นต้นตอของพลังงานที่สำคัญ คือ น้ำตาล กรดไขมันอิสระและไกลโคเจนเป็นส่วนสำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมในการสร้างพลังงาน (เพ็ญพิมล, 2537) ฮอร์โมนในร่างกายหลั่งจากต่อมไร้ท่อหลั่งสารกระตุ้นการสลายพลังงานในร่างกายโดยมีการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนและสารต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงของอินสุลิน (insulin) ระหว่างการออกกำลังกาย พบว่าขณะออกกำลังกายกล้ามเนื้อใช้พลังงานมากกว่าขณะพักหลายเท่าหลอดเลือดที่เลี้ยงกล้ามเนื้อขยายตัว พบว่าประสาทซิมพาเทติกและต่อมหมวกไตส่วนในทำงานเพิ่มขึ้นขณะออกกำลังกายมีผลยับยั้งเซลล์ในตับอ่อนในการหลั่งอินสุลินน้อยลง (นฤชล, 2541; สุพรพิมพ์, 2545) โดยอินสุลินเร่งการทำงานของ

เอ็นไซม์ฮีซาไคเนส (hexakinase) เร่งกล้ามเนื้อใช้กลูโคสในเลือดแม้ว่าความเข้มข้นของอินสุลินในเลือดจะลดลงระหว่างการออกกำลังกายแต่จะมีการชดเชยโดยการเพิ่มอัตราการไหลของเลือดไปสู่กล้ามเนื้อระหว่างการออกกำลังกายมีความแตกต่างของระดับออกซิเจนและน้ำตาลระหว่างเลือดในหลอดเลือดแดงกับเลือดในหลอดเลือดดำ ส่งผลทำให้เซลล์ของกล้ามเนื้อมีความไวต่อฮอร์โมนอินสุลินนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ได้มากขึ้น (ADA, 1998)

การเปลี่ยนแปลงของกลูคากอน (glucagon) ระหว่างการออกกำลังกายกลูคากอนเป็นฮอร์โมนที่สร้างและหลั่งจากแอลฟาเซลล์ของไอเลทออฟแลงเกอร์ฮาร์ด (islets of langerhans) ในตับอ่อนและเซลล์ผนังลำไส้ถูกกระตุ้นให้หลั่งด้วยระดับน้ำตาลในเลือดที่ต่ำลง (Tuch, Dunlop & Proietto, 2000) ระบบประสาทซิมพาเทติกจะยับยั้งการหลั่งของกลูคากอนด้วยระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงกว่าปกติ (ประทุม, 2527; นฤชล, 2541) กลูคากอนจะออกฤทธิ์ตรงข้ามกับอินสุลินโดยเฉพาะการรักษาระดับกลูโคสในเลือดโดยกลูคากอนเพิ่มกระบวนการกลูโคนีโอจีนีซิส (gluconeogenesis) เป็นการสังเคราะห์กลูโคสจากการสลายไกลโคเจน ไขมัน และกลีเซอรอลมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น (สุพรพิมพ์, 2545; วุฒิชัย, 2547) กลูคากอนหลั่งน้อยมากเมื่อกลูโคสในเลือดสูงเกิน150 มก/ดล. ผู้ที่ขาดอินสุลินจึงมักมีกลูคากอนเพิ่มสูงขึ้นมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดยิ่งสูงขึ้นกระตุ้นตัวรับอัลฟาแอรีนอร์จิกทำให้กลูคากอนหลั่งน้อยลง (สุพรพิมพ์, 2545) ดังนั้นจำนวนกลูคากอน มีส่วนในการทำนายแนวโน้มเป็นโรคเบาหวานร่วมกันจำนวนอินสุลิน (นฤชล, 2541) ขณะออกกำลังกายร่างกายต้องการกลูโคสและกรดไขมันอิสระเพื่อใช้เป็นพลังงานเพิ่มขึ้น ดังนั้นระดับกลูคากอนหลั่งเพิ่มขึ้น แต่ระดับอินสุลินจะลดลงมีการเคลื่อนย้ายกลูโคสออกมาจากตับ กรดไขมัน กลีเซอรอลและปล่อยกรดไขมันออกมาในขณะออกกำลังกายผลทำให้น้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้น และถูกเผาผลาญเป็นพลังงานระหว่างการออกกำลังกาย (สุพรพิมพ์, 2545) การออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวานยิ่งหนักและเป็นเวลานาน อาจเกิดภาวะระดับน้ำตาลต่ำ (hypoglycemia) (Brukner & Khan, 1998)

การเปลี่ยนแปลงเคททีโคลามีน (catecholamines) ระหว่างการออกกำลังกาย เคททีโคลามีน (catecholamines) ประกอบด้วยอีฟิเนฟรินและนอร์อิฟิเนฟรินสร้างในต่อมหมวกไตส่วนในหลั่งเพิ่มขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย ซึ่งทำหน้าที่สารสื่อกระแสประสาทที่สร้างในประสาทซิมพาเทติก โดยระบบประสาทซิมพาเทติกควบคุมการหลั่งอิฟิเนฟรินจากต่อมหมวกไตส่วนในขณะเดียวกันประสาทซิมพาเทติกที่ไปเลี้ยงตับและเนื้อเยื่อไขมันจะมีผลต่อเมแทโบลิซึมสารอาหาร (อรวรรณ, 2537) เมื่อร่างกายมีระดับกลูโคสในเลือดลดลงจะส่งกระแสประสาทไปยังสมองให้ระบบประสาทซิมพาเทติกไปยังต่อมหมวกไตส่วนในจะมีการสลายกลูโคสในตับและเนื้อเยื่อไขมันมีผลทำให้ระดับกลูโคสในเลือดเพิ่มขึ้น ดังนั้นผลของอีฟิเนฟรินจะควบคุมการหลั่งอินสุลินน้อยลง

และมีการหลั่งกลูคากอนเพิ่มขึ้นเพื่อยับยั้งการนำกลูโคสเข้าเซลล์กล้ามเนื้อเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดและมีฤทธิ์สลายไขมัน (นฤชล, 2541; สุพรพิมพ์, 2545)

การเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนคอร์ติซอล (cortisol) ระหว่างการออกกำลังกายฮอร์โมนคอร์ติซอล (cortisol) เป็นฮอร์โมนสร้างจากเซลล์ต่อมหมวกไตส่วนนอกโดยการกระตุ้นของ ATCH จากต่อมใต้สมองส่วนนอก (ประทุม, 2527) มีหน้าที่ควบคุมเมแทบอลิซึมสารอาหารโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในระหว่างการออกกำลังกายจะหลั่งเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นฮอร์โมนที่สำคัญในกระบวนการปรับตัวต่อความเครียด (Tuch, Dunlop & Proietto, 2000) เนื่องจากภาวะเครียดจะมีการหลั่งคอร์ทิซอลเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด และมีฤทธิ์สลายไขมัน (สุพรพิมพ์, 2545) นอกจากนี้มีการสลายโปรตีนในเซลล์กล้ามเนื้อ ดังนั้นในภาวะเครียดจะมีระดับน้ำตาลในเลือดกรดไขมันอิสระและกรดอะมิโนในเลือดสูง (อรรวรรณ, 2537; นฤชล, 2541) จากการศึกษาภาวะเครียดต่อการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย โดยศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 70 คน ผลการศึกษา ภาวะเครียดจะมีผลการเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดโดยมีการหลั่งอินสุลินน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาวะเครียดสูงและระยะเวลานาน มีผลต่อภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (hyperglycemia) เนื่องจากมีการหลั่งของฮอร์โมนคอร์ติซอล (cortisol) เคททีโคลามีน (catecholamines) เพิ่มขึ้น ผลการศึกษา ภาวะเครียดมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 พบว่าระยะความเครียดมากกว่า 8 สัปดาห์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว เนื่องจากพฤติกรรมการรับประทานอาหารเปลี่ยนแปลงไป แต่ระดับน้ำตาลในเลือดคงสูงตลอดเวลาไม่เปลี่ยนแปลง (Morimoto, Morita, Okada, Yamamota, Kanda, Uriu, & Eto, 2000)

การเปลี่ยนแปลงโกร๊ธฮอร์โมน (growth hormone) ระหว่างการออกกำลังกาย โกร๊ธฮอร์โมนเป็นเปปไทม์ฮอร์โมน (peptide hormone) จากต่อมใต้สมองส่วนหน้าถูกควบคุมการหลั่งโดยไฮโปธาลามัส โกร๊ธฮอร์โมนจะกระตุ้นให้ตับสร้างกลูโคสมากขึ้น (Tuch, Dunlop & Proietto, 2000) แต่กระตุ้นให้มีการสร้างโปรตีนในเนื้อเยื่อต่าง ๆ แทน (สัญญา, 2532) และเพิ่มกระบวนการกลูโคนีโอจีนีซิส (gluconeogenesis) ทำให้ระดับกลูโคสในเลือดสูงขึ้นระหว่างการออกกำลังกายมีการหลั่งโกร๊ธฮอร์โมนเพิ่มขึ้น (อรวรรณ, 2537; สุพรพิมพ์, 2545)

การเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนอื่น ๆ ระหว่างการออกกำลังกาย ฮอร์โมนอื่น ๆ ที่ส่งเสริมการเผาผลาญอาหาร เช่น มีผลต่อเมตาโบลิซึมคาร์โบไฮเดรตและไขมันแต่บทบาทไม่เด่นชัด เช่น พลอสต้าแกลนดิน (prostaglandine) ไทรอยด์ (thyroid hormone) (ประทุม, 2527) มีฤทธิ์เหมือนคอร์ติซอลและออกฤทธิ์ตรงข้ามกับอินสุลิน (anti insulin effect) คือกระตุ้นการย่อยสลายไขมันในเนื้อเยื่อและไขมันเพิ่ม ทำให้ระดับกลูโคสในเลือดสูงขึ้น (อรวรรณ, 2537)

4.3.3. ระบบหัวใจและหลอดเลือด ปกติอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าเฉลี่ยประมาณ 72 ครั้งต่อนาที เมื่อออกกำลังการส่งผลทำให้การเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นทันที ตลอดระยะการออกกำลังกายทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น เนื่องจากกลไกรีเฟล็กซ์ ที่เกิดจากผลผลิตของการออกกำลังกายจะกระตุ้น เช่น กรดแลคติกในภาวะร่างกายขาดออกซิเจน ดังนั้นอัตราการเต้นของหัวใจในการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับวิธีการออกกำลังกาย ความรุนแรงในการออกกำลังกายและระยะเวลาของการออกกำลังกายขนาดต่าง ๆ (ชูศักดิ์ และ กันยา, 2536) การเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจโดยเฉพาะปริมาณเลือดไปเลี้ยงอวัยวะในส่วนที่ใช้งานมากกว่าอวัยวะอื่น ๆ ที่ใช้งานน้อย (ประทุม, 2527; เรืองศักดิ์, 2542) จะมีการขยายตัวของหลอดเลือดแดงเล็กในกล้ามเนื้อลายมีปริมาณเลือดไหลผ่านกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น 15-20 เท่า (Hansen, 1998) และจำนวนเลือดที่ไหลผ่านกล้ามเนื้อจะเปลี่ยนแปลงตามระยะการเกร็งและการคลายตัวของกล้ามเนื้อ (พิชิต, 2535; จรวยพร, 2545) เนื้อเยื่อได้รับออกซิเจนเพิ่มขึ้นร้อยละ 80 (ชูศักดิ์ และ กันยา, 2536) โดยจำนวนออกซิเจนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหลังจากออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8-20 นาที (Hansen, 1998)

ดังนั้นในการออกกำลังกายร่างกายใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญเพิ่มจำนวนมากขึ้นส่งผลทำให้ร่างกายมีอัตราการหายใจ และอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นมีผลต่อเนื้อเยื่อในร่างกายได้รับออกซิเจน (Hansen, 1998) หัวใจสูบฉีดเลือดและนำออกซิเจนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อในการเผาผลาญพลังงาน (muscle bool flow) เลือดที่ไหลผ่านหลอดเลือดจะมีการขยายตัวของหลอดเลือดที่ได้รับเลือดแรงดันเลือดที่เพิ่มขึ้นขณะออกกำลังกายช่วยดันเลือดผ่านไปตามหลอดเลือดและช่วยยืดผนังหลอดเลือดแดงรอบ ๆ ลดแรงต้านทานของหลอดเลือด ดังนั้นการออกกำลังกายจึงมีประโยชน์มากต่อผู้ป่วยเบาหวานช่วยลดภาวะแทรกซ้อนจากโรคหลอดเลือดและหัวใจ จากการศึกษาพบว่าระยะเวลาในการปรับระบบทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardio vascular adaptation) ต้องใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 6-12 สัปดาห์หลังจากการออกกำลังกาย (วุฒิชัย, 2547)

จากการศึกษาผลของการออกกำลังกายโดยออกกำลังกาย โดยวัดความสามารถการทำงานของร่างกายของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยมีจำนวนผู้ป่วยเบาหวาน 44 ราย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยมีกลุ่มทดลองจำนวน 23 ราย และกลุ่มควบคุม 21 ราย ศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานมีอายุระหว่าง 40 – 70 ปี โดยให้ออกกำลังกายเดินบนเส้นทางที่กำหนดไว้เป็นระยะเวลา 6 นาที เป็นระยะเวลา 12 วัน ผลการศึกษา กลุ่มทดลองมีอัตราการเต้นของหัวใจลดลงร้อยละ 4.1 เทียบกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นอัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Ozdirenc et at., 2004) ดังนั้นผลของการออกกำลังกายมีผลต่อ

สรีรวิทยาของร่างกาย โดยเพิ่มความสามารถในการยืดหยุ่นของหลอดเลือดช่วยลดการทำงานของหัวใจ

4.3.4. ระบบการควบคุมอุณหภูมิในร่างกาย ระหว่างออกกำลังกายร่างกายจะมีพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้นถึง 20 - 30 เท่า อุณหภูมิสูงขึ้นจาก 37 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียส (Hansen, 1998) เนื่องจากต่อมไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิในร่างกายเมื่อมีอุณหภูมิในร่างกายเพิ่มขึ้นจะมีกลไกการกระตุ้นให้ร่างกายระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยการหลั่งเหงื่อเป็นการรักษาความสมดุลของอุณหภูมิในร่างกาย (พิชิต, 2535) โดยที่พลังงานความร้อนระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ช่วยลดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อจะช่วยกระตุ้นกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ความร้อนที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อทำให้เม็ดเลือดแดงปล่อยออกซิเจนให้แก่เนื้อเยื่อได้มากขึ้น ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะ ทำให้การการปล่อยออกซิเจนของเม็ดเลือดแดงยากกว่าคนปกติ เมื่อผู้ป่วยเบาหวานออกกำลังกาย พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากการออกกำลังกายกระตุ้นให้เม็ดเลือดแดงปล่อยออกซิเจนมากขึ้น มีผลทำให้ร่างกายได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอโดยเฉพาะอวัยวะส่วนปลายตลอดจนการทำงานของเซลล์ประสาททำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การออกกำลังกายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย เนื่องจากร่างกายมีการเคลื่อนไหว โดยมีการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยมีการสลายน้ำตาลในเลือดสังเคราะห์เป็นพลังงานและมีการสังเคราะห์กลูโคสเพิ่มขึ้นจากการสลายของไกลโคเจนของกล้ามเนื้อ กรดไขมันและกลีเซอรอลในร่างกาย เมื่อมีการใช้พลังงานในร่างกายอย่างต่อเนื่องระหว่างการออกกำลังกาย นอกจากนี้มีการปรับตัวภายหลังออกกำลังกายของระบบสร้างพลังงาน (energy production adaptation) โดยร่างกายจะมีจำนวนไมโตคอนเดรีย (mitochodria) เพิ่มขึ้นทำให้เซลล์ในร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานมากขึ้นทำให้เซลล์ในร่างกายไวต่ออฮอร์โมนอินสุลินเพิ่มขึ้นทำให้ระดับน้ำตาลหลังออกกำลังกายและสารอาหารที่รับประทานหลังออกกำลังกายจะชดเชยพลังงานที่สูญเสียระหว่างออกกำลังกาย ดังนั้นหลังออกกำลังกายทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง (ADA, 1999e) สำหรับผู้ป่วยเบาหวานการออกกำลังกายทำให้ระดับน้ำตาลที่สูงกว่าระดับปกติกลับสู่ภาวะปกติ ลดการใช้ยาควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดยังเพิ่มสมถรรภาพของร่างกาย (Riccardi, Giacco, Parillo, 2003) ผู้วิจัยสนใจศึกษาการออกกำลังกายรำไม้พลองนำมาควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งการออกกำลังกายรำไม้พลองเป็นการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย มีการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้ออีกทั้งการออกกำลังกายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ได้แก่ ระบบกล้ามเนื้อส่งเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และหลอดเลือดในกล้ามเนื้อการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อในการหลั่งฮอร์โมนและสารในการ

กระตุ้นการสลายพลังงานให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของฮอร์โมนมากขึ้น โดยเฉพาะ ฮอร์โมนอินสุลิน ระบบหัวใจ และหลอดเลือดการออกกำลังกายมีผลต่อการทำงานของหัวใจในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงเนื้อเยื่อในร่างกายได้รับเลือดและออกซิเจนอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะเนื้อเยื่อส่วนปลายและยังมีผลต่อหลอดเลือดการเปลี่ยนแปลงความยืดหยุ่นและแรงดันในหลอดเลือดทำให้หลอดเลือดมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นการออกกำลังกายลดภาวะแทรกซ้อนหัวใจและหลอดเลือดจากโรคเบาหวาน และระบบการควบคุมอุณหภูมิในร่างกาย เมื่อมีการออกำลังกายอุณหภูมิร่างกายจะสูงขึ้น มีผลต่อเม็ดเลือดแดงมีความสามารถในการปล่อยออกซิเจนเพิ่มขึ้นและง่ายขึ้นในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะจะมีการปล่อยออกซิเจนได้ยากกว่าปกติ เมื่ออุณหภูมิสูงจากการออกกำลังกายส่งผลทำให้เม็ดเลือดแดงปล่อยออกซิเจนได้มากขึ้นเนื้อเยื่อในร่างกายได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ

การออกกำลังกายมีประโยชน์ต่อร่างกายและมีความจำเป็นและมีความสำคัญอย่างยิ่งในผู้ป่วยเบาหวานช่วยในการควบคุมน้ำตาลในเลือดลดระดับของน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง (วิภาวรรณ, 2547) เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายปรับภาวะสมดุลในร่างกาย เพื่อป้องกันและชะลอการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน เนื่องจากการออกกำลังกายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานในร่างกายของผู้ป่วยเบาหวาน การออกกำลังกายมีการเผาผลาญพลังงานในเซลล์ของร่างกายสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื่องจากมีการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อจากการเคลื่อนไหวมีการสลายพลังงานจากน้ำตาลในเลือดไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ไตรกลีเซอไรด์และกลูโคสในตับมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น เพื่อใช้ในการเผาผลาญพลังงานในการออกกำลังกายภายหลังการออกกำลังกายระดับน้ำตาลในเลือดลดลงสู่ระดับปกติ (Kaouar, Peronnet, Massicotte & Lavoie, 2004) ชนิดของการออกกำลังกายที่เหมาะสมใน ผู้ป่วยเบาหวาน คือการออกกำลังกายแบบแอโรบิกใช้กำลังในการออกกำลังกายเบาถึงปานกลาง (บรรลุ, 2541) โดยมีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 40-60 ของอัตราการเต้นของหัวใจ สูงสุด (วิภาวรรณ, 2547) ระยะเวลาในการออกกำลังกายอย่างน้อย 30 นาที (Riccardi, Giacco, Parillo, 2003) และเวลาที่เหมาะสมคือ 1-2 ชั่วโมงหลังมื้ออาหาร (Luckmann & Sorensen, 1993) ก่อน – หลัง การออกกำลังกายจะต้องมีการเตรียมพร้อมของการออกกำลังกายโดยมีการอุ่นเครื่อง (warm up) เป็นระยะเวลา 5-10 นาที เพื่อเตรียมความพร้อมด้านร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อหัวใจและอวัยวะต่าง ๆ และเมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายต้องมีการชะลอการออกกำลังกาย (cool down) ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที (วิภาวรรณ, 2547)

ผลของการออกกำลังกายต่อระดับน้ำตาลในเลือด การออกกำลังกายมีการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยยึดหลักการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อในร่างกายมีการสลายพลังงานในระยะแรกมี

การสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเมื่อระยะต่อมามีการสลายพลังงานเรียกว่ากระบวนการไกลโคจีโนลัยซีส (glycogenolysis) เป็นการสลายกลูโคสในกระแสเลือดเป็นพลังงาน ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง เมื่อร่างกายมีการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องระยะเวลาในการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นร่างกายมีกระบวนการสังเคราะห์กลูโคสที่ เรียกว่า กลูโคนีโอจีนีซีส (gluconeogenesis) เป็นการสังเคราะห์กลูโคสจากการสลายไกลโคเจนในร่างกาย กลีเซอรอลในกล้ามเนื้อ ไตรกลีเซอไรด์ในเลือด ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำรองในร่างกาย (พีระพงศ์, 2532) เพื่อใช้พลังงานระหว่างการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น แต่มีการสลายน้ำตาลระหว่างการออกกำลังกายทำให้ระดับน้ำตาลในร่างกายลดลงสู่ภาวะปกติ ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงกว่าภาวะปกติ เมื่อมีการออกกำลังกายอย่างเหมาะสมมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานลดลง (พิชิต, 2535)

การออกกำลังกายเป็นการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติก มีผลต่อการหลั่งฮอร์โมนอินสุลินน้อยลง (ADA, 1998) เนื่องจากร่างกายมีการสลายพลังงานในการออกกำลังกายทำให้ฮอร์โมนอินสุลิน ซึ่งทำหน้าที่ในการเก็บสะสมกลูโคสในรูปของไกลโคเจนเป็นพลังงานสำรองในร่างกายทำงานน้อยลง และมีการผลิตฮอร์โมนกลูคากอน (glucagon) เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ตรงข้ามกับฮอร์โมนอินสุลิน มีหน้าที่กระตุ้นการสลายพลังงานเพิ่มขึ้น (สุพรพิมพ์, 2545) และมีการหลั่งสารอื่น ๆ เช่น เคทีโคลามีน (catecholamines) หลั่งมาจากต่อมหมวกไตส่วนในคอร์ติซอล (cortisol) หลั่งมากจากต่อมหมวกไตส่วนนอก โกร๊ธฮอร์โมน (growth hormone) หลั่งมากจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าโดยฮอร์โมนและสารเหล่านี้จะหลั่งเพิ่มขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย กระตุ้นการสลายพลังงานสำรองในร่างกาย ได้แก่ ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ กลีเซอรอลในกล้ามเนื้อไตรกลีเซอไรด์ในเลือด (นฤชล, 2541) ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น เพื่อเป็นพลังงานในการออกกำลังกาย โดยมีการสลายพลังงานที่ไมโตคอนเดรีย (mitochondria) ในเซลล์มีหน้าที่การเผาผลาญพลังงานให้แก่ร่างกาย ส่งผลทำให้มีการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้น และมีการเพิ่มขนาดและปริมาณของไมโตคอนเดรีย เพื่อสลายพลังงานให้เพียงพอกับความต้องการพลังงานในการออกกำลังกาย การเผาผลาญที่เพิ่มขึ้น ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นลดลงสู่ภาวะปกติ นอกเหนือจากการเผาผลาญพลังงานแล้วสิ่งที่ได้ร่วมด้วย คือ พลังงานความร้อนขณะออกกำลังกายร่างกายจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น 20-30 เท่า โดยจะมีอุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้นจาก 37 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียส (Hansen, 1998) อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลกระตุ้นให้มีการเผาผลาญพลังงานอย่างต่อเนื่องความร้อนที่เพิ่มขึ้นในร่างกายจะมีผลต่อเม็ดเลือดแดงในการปล่อยออกซิเจนให้แก่เนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะเม็ด

เลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะความร้อนที่เพิ่มขึ้นจะกระตุ้นการปล่อยออกซิเจนให้แก่เซลล์ในร่างกายเพิ่มขึ้นทำให้เซลล์ในร่างกายได้รับออกซิเจนเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้การออกกำลังกายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยมีอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นทันที เนื่องจากกลไกรีเฟล็กที่เกิดจากการออกกำลังกาย เช่น การคั่งของกรดแลคติก ภาวะพร่องออกซิเจน การกระตุ้นการทำงานระบบประสาทซิมพาเทติก ส่งผลทำให้เพิ่มปริมาณเลือดและปริมาณออกซิเจนในเลือดออกจากหัวใจมีปริมาณเพิ่มขึ้น มีการขยายตัวของหลอดเลือดแดง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่มีการเคลื่อนไหวโดยมีปริมาณเลือดไหลเพิ่มขึ้น 15-20 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับภาวะปกติ (วุฒิชัย, 2547) ผลของปริมาณเลือดที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนและระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างหลอดเลือดแดงกับหลอดเลือดดำทำให้เซลล์ของเนื้อเยื่อมีความไวต่อฮอร์โมนอินสุลิน (insulin sentitive) เพิ่มขึ้นทำให้ฮอร์โมนอินสุลินนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ได้เพิ่มขึ้น (ADA, 1998) มีผลต่อระดับน้ำตาลในร่างกายลดลง (Castaneda, Layne, Orians, Gordon, Walsmith, Foldvari et al., 2002)

ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาการออกกำลังกายต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มี ดังนี้การศึกษาผลของการออกกำลังแอโรบิกในผู้ป่วยเบาหวานสูงอายุชนิดที่ 2 ศึกษา เมแทบอลิซึม และการเปลี่ยนแปลงของสรีรวิทยา โดยมีกลุ่มทดลอง 19 คน กลุ่มควบคุม 20 คน ใช้เวลาในการศึกษา 16 สัปดาห์โดยวัดระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดง วิธีการออกกำลังกาย คือการเดินเร็วออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 วัน มีการอุ่นเครื่อง 10 นาที และเดินเร็ว 20 นาที ต่อด้วยการเดินอยู่กับที่ 20 นาที และระยะชะลอก่อนหยุดการออกกำลังกาย 10 นาที ในระยะแรกเดิน 2.25 เมตร เพิ่มจนเป็นระยะทาง 5 – 8 เมตร จนกระทั่งอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ ร้อยละ 60 – 79 ผลการศึกษาระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะกลุ่มทดลองลดลงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการออกกำลังกายมีผลทำให้ระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Derouich & Boutayeb, 2000) ในช่วงการศึกษาน้ำหนักตัวของผู้ป่วยเบาหวานกลุ่มทดลองลดลงตรงกับการศึกษาผลของการออกกำลังกายไทฉี่ฉวนต่อการควบคุมระดับระดับน้ำตาลในเลือดและสมรรถนะทางแอโรบิกในผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินสุลินศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 16 คน อายุเฉลี่ย 58.81 ปี โดยผู้ป่วยเบาหวานไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำระหว่างการศึกษาไม่มีการจำกัดจำนวนหรือชนิดอาหาร ใช้การออกกำลังกายแบบไทฉี่ฉวน ระยะเวลาในการออกกำลังกาย 1 ชั่วโมง โดยออกกำลังกาย 3 ครั้งใน 1 สัปดาห์ ระยะเวลาในการศึกษา 16 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างอดอาหารลดลงร้อยละ 15 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และระดับน้ำตาลที่สะสมในร่างกายลดลงร้อยละ 13

เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในการออกกำลังกายไทฉี่ฉวนเพิ่มสมรรถนะของระบบหัวใจและการหายใจ โดยมีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ฉวีวรรณ, 2542) และมีการศึกษาเพื่อหาระดับการออกกำลังกายที่เหมาะสมในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยในแอฟริกาและอเมริกาโดยมีผู้หญิง 598 คน และผู้ชาย 318 คน อายุระหว่าง 30-55 ปี โดยมีระดับน้ำตาลในเลือดหลังงดอาหาร 8 -12 ชั่วโมง มากกว่าหรือเท่ากับ 140 มก/ดล.โดยแบ่งการออกกำลังกายเป็น 3 ระดับ คือ ใช้กำลังงานมาก ปานกลาง น้อย ผลจากการศึกษา พบว่าการออกกำลังกายใช้กำลังปานกลางมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้เหมาะสมมากกว่าการออกกำลังกายใช้ แรงน้อยหรือใช้แรงมากโดยการออกกำลังกายใช้แรงปานกลางสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้และกล้ามเนื้อแข็งแรงไม่มีภาวะเสี่ยงต่อระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ (hypoglycemia) และสามารถควบคุมน้ำหนักได้ดีมีผลต่อเนื้อเยื่อในร่างกายไวต่ออินสุลินเพิ่มขึ้น (insulin sensitivity) (James, Jamjoum, Raghumathan, Strogatz, Furth, & Khazanie, 1998)

ในการศึกษาการใช้ปริมาณออกซิเจนในผู้ป่วยเบาหวานขณะออกกำลังกายความต้องการใช้ออกซิเจนในช่วงการออกกำลังกายของผู้ป่วยเบาหวาน เปรียบเทียบในผู้ป่วยหญิงที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 กับผู้หญิงที่ไม่ได้ป่วยเป็นโรคเบาหวานผู้ป่วยหญิงเบาหวานใช้จำนวนออกซิเจนมากกว่าผู้หญิงที่ไม่ได้ป่วยเป็นเบาหวาน ระยะเวลาในการศึกษา 3 เดือน โดยวัดก่อน และหลังการออกกำลังกาย มีผู้ป่วยหญิงเบาหวานจำนวน 8 ราย และผู้หญิงที่มีน้ำหนักเกิน 9 ราย และผู้หญิงน้ำหนักปกติ 10 ราย ลักษณะการออกกำลังกาย คือปั่นจักรยาน ผลจาการศึกษาพบว่าผู้ป่วยเบาหวานเพศหญิง มีอัตราการใช้ออกซิเจนมากกว่า 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Brandenburg, Reusch, Bauer, Jeffers, Hiatt, & Regensteiner, 1999) จากศึกษาดังกล่าวการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวานต้องการจำนวนออกซิเจนมากกว่าคนปกติ ดังนั้นในการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวาน ต้องเริ่มต้นการออกกำลังกาย ช้า ๆ เบา ๆ เพื่อเตรียมความพร้อมของอวัยวะในการออกกำลังกาย เพื่อสัมพันธ์กับเมแทบอลิซึมในร่างกาย มีผลโดยตรงต่อการทำงานของหลอดเลือดและหัวใจ การเริ่มต้นการออกกำลังกายด้วยการใช้แรงที่ต่ำและช้า ๆ และค่อยเพิ่มขึ้น ช่วยให้ร่างกายปรับตัวในการเพิ่มปริมาณออกซิเจน จากข้อมูลดังกล่าวตรงกับการศึกษาการออกกำลังกายของผู้ป่วยเบาหวาน ต้องมีการอุ่นเครื่องในการออกกำลังกายเสมออย่างน้อย 5-10 นาที (ภาวนา, 2544; ADA, 2000; Tessier et al., 2000)

จากการศึกษาการออกกำลังกายหลายประเภทต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือด เช่น การออกกำลังกายไทฉี่ฉวนต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและสมรรถนะแอโรบิกในผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินสุลิน (ฉวีวรรณ, 2542) การศึกษาเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด

ของผู้ป่วยเบาหวานภายหลังการเดินบนสายพานเลื่อน (ธีรนันท์, 2532) การศึกษาผลของการรำมวยจีนชี่กงต่อระดับเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะในผู้ป่วยเบาหวาน (อุไรวรรณ, 2545) ในการศึกษาการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวาน ล้วนเป็นการออกกำลังกายที่มีการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน ซึ่งเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน (Luckmann & Sorensen, 1993; Tessier et al., 2000) นอกจากนี้พบว่าภายหลังการออกกำลังกายของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ผลของการออกกำลังกายทำให้มีการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย โดยใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 12± 2.4 วัน (Ozdirenc, Kocak, Guntekin, 2004) จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการออกกำลังกายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือด ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองป้าบุญมีซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างต่อเนื่องมีการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อโดยมีกระบวนท่าในการออกกำลังกายรำไม้พลองจำนวน 12 ท่า โดยแต่ละท่ากระทำซ้ำ ๆ กัน ท่าละ 99 ครั้ง กระทำอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 45 นาที นำมาลดและควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เพื่อเป็นการออกกำลังกายทางเลือกหนึ่งของผู้ป่วยเบาหวานต่อไปในอนาคต

5. การออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลอง

ปัจจุบันการออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองในประเทศไทย กำลังได้รับความนิยมกันมากในกลุ่มผู้สูงอายุ เนื่องจากการออกกำลังกายรำไม้พลองมีลักษณะเด่น คือ เรียนรู้ได้ง่ายไม่ต้องอาศัยทักษะใดๆ ใช้ไม้เป็นองค์ประกอบในการออกกำลังกายซึ่งจะช่วยในการเคลื่อนไหวและทรงตัวเน้นการมีการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นหลัก กระบวนท่าในการออกกำลังกายกระทำซ้ำ ๆ ในแต่ละท่าและต่อเนื่อง (บุญมี, 2541) พบว่าการออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองในประเทศไทยพบว่าในปัจจุบันมีอยู่ 3 แบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1. การรำไม้พลองอาจารย์เสริม ลอวิดาล เป็นชาวจังหวัดน่านเป็นผู้คิดค้น จัดเป็นการออกกำลังกายภูมิปัญญาชาวบ้าน มีกระบวนท่าในการออกกำลังกาย 12 ท่า โดยแต่ละท่ามี 2 จังหวะนับ 8 ครั้ง โดยนับ 1- 8 และ 8 -1

5.2. การออกกำลังกายรำไม้พลอง ดร.สาทิส อินทรกำแหง หรือที่เรียกว่า รำตะบองของชีวจิตมีอยู่ทั้งหมด 12 ท่า โดยยึดหลักได้ประโยชน์ครบ 5 ประการ คือ

1. ได้ออกกำลังกายและบริหารทุกส่วนของร่างกาย
2. หลั่งโกร๊ธฮอร์โมน (growth hormone) หลังจากออกกำลังกายจนถึงพีค (peak)

3. มีความรู้สึกมีความสุขในการออกกำลังกาย

4. ใช้เวลาเหมาะสมและเข้าได้กับชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

5. ราคาถูก ประหยัด

เป้าหมายที่สำคัญของการรำไม้พลอง ดร. สาทิส สามารถบริหารร่างกายได้ทุกส่วนของร่างกาย โดยใช้หลักการทำสมาธิร่วมกับการบริหารร่างกายพร้อม ๆ กับ ต้องออกกำลังกายถึงจุดสูงสุดของการรำตะบองชีวจิต ใช้กำลังในการออกกำลังกายอย่างเต็มที่ เหงื่อต้องออกพลั่ก ๆ หัวใจเต้นแรง ชีพจรเต้นเร็วตั้งแต่ 100 กว่าครั้งขึ้นไป (สาทิส, 2547)

5.3. การออกกำลังกายรำไม้พลองป้าบุญมี คิดค้นโดยป้าบุญมี เครือรัตน์ ในปี 2536 เป็นภูมิปัญญาชาวบ้านไทยในการแก้ปัญหาโรคที่คุกคามด้วยตัวเอง โดยอาศัยการลองผิดลองถูก เนื่องจากป้าบุญมีป่วยด้วยโรคปวดหลังและต้องใส่เสื้อเหล็กประคองหลัง (lumbar support) เป็นระยะเวลานาน 2 ปี (บุญมี, 2541) ป้าบุญมีเกิดแรงบันดาลใจเมื่อตนเองที่ได้พบเห็นคนแก่ใช้กิ่งไม้กางแขนบริหารร่างกายเดินตามสนามหญ้าทางโทรทัศน์จึงเกิดความคิดในการบริหารร่างกายด้วยตนเองโดยดัดแปลงเอาด้ามไม้ถูพื้นที่ไม่ใช้แล้วเริ่มคิดท่าทางบริหารร่างกายในแต่ละท่าเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยมีการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่อง (ต่อโชติ, 2543) ความแรงอยู่ในระดับเบา-ปานกลาง พลังงานที่ใช้ประมาณ 90-120 แคลอรี (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, มปป) มีกระบวนท่าในการออกกำลังกายจำนวน 12 ท่า แต่ละท่าในการออกกำลังกายสอดคล้องอย่างเป็นธรรมชาติต่อเนื่องที่เรียนรู้ได้ง่ายสามารถออกกำลังกายเวลาใดก็ได้สอดคล้องกับวิถีชีวิตในยุคปัจจุบันและมีการทำสมาธิในขณะออกกำลังกาย โดยการนับจำนวนครั้งในแต่ละท่าในการออกกำลังกาย นับว่าเป็นการออกกำลังกาย ได้ทั้งการบริหารร่างกายพร้อมๆกับการควบคุมจิต (บุญมี, 2541; ต่อโชติ, 2543) จำนวนครั้งในการออกกำลังกายแล้วแต่ความสามารถของร่างกายแต่ละบุคคล โดยเริ่มครั้งละน้อย ประมาณ 15 ครั้ง จนถึง 99 ครั้ง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจการออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองป้าบุญมี เนื่องจากการออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองป้าบุญมี เป็นการออกกำลังกายรำไม้พลองใช้แรงเบาถึงปานกลาง ซึ่งตรงกับการออกกำลังกายของผู้ป่วยเบาหวาน และเป็นการออกกำลังกายที่ง่ายต่อการฝึกฝนในการเคลื่อนไหวเป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุซึ่งผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุนอกจากนี้จากบทสัมภาษณ์ของผู้ป่วยเบาหวานในโครงการออกกำลังกายในคลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานได้แต่ยังไม่มีใครศึกษาโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยและสถิติ เปรียบเทียบให้เห็นผลของการออกกำลังกายด้วยวิธีรำไม้พลองป้าบุญมีต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานอย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการออกกำลังกายโดยวิธีรำไม้พลองป้าบุญมี โดยมีระยะในการออกกำลัง

กาย 3 ระยะ คือ ระยะอุ่นเครื่อง (warm up) ระยะออกกำลังกาย (exercise) และระยะชะลอ (cool down) โดยกำหนดระยะเวลาในการออกกำลังกายทั้ง 3 ระยะใช้ระยะเวลา 45 นาที เพื่อเป็นแนวทางการรักษาอย่างหนึ่งของผู้ป่วยเบาหวานโดยนำการออกกำลังกายช่วยลดและควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานให้อยู่ในภาวะใกล้เคียงกับปกติ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการออกกำลังกายรำไม้พลองป้าบุญมี มีท่าการบริหารร่างกายทั้งหมด 12 ท่า แต่ละกระบวนท่ากระทำซ้ำๆ ท่าละ99 ครั้ง สำหรับผู้ที่ฝึกใหม่ ๆ ค่อย ๆ เพิ่มจำนวนครั้งในการออกกำลังกายตามความต้องการในการออกกำลังกายที่ถูกต้องจะไม่เกร็งทำอย่างสบาย ๆ ให้นิ่มนวลต่อเนื่องเป็นธรรมชาติ (ต่อโชติ, 2543) โดยมีท่าต่าง ๆ ดังนี้

ท่าที่ 1 เขย่าเข่า

วิธีปฏิบัติ ยกขาข้างใดข้างหนึ่งพาดบนโต๊ะ เก้าอี้ หรือสิ่งที่รองรับน้ำหนักได้ ความสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับสภาพของแต่ละบุคคล ขาข้างที่ยืนย่อเล็กน้อยหลังตรง ใช้มือทั้งสองข้างจับที่เข่าและเขย่าขึ้นลง เปลี่ยนข้างทำเช่นเดียวกันจนครบ

ท่าที่ 2 เหวี่ยงข้าง

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง แยกขา หน้าตรง มือทั้งสองข้างจับปลายไม้ วาดไม้ออกด้านข้างลำตัวและย่อเข่าลงนับหนึ่ง วาดไม้ไปทางซ้าย ทำเช่นเดียวกันนับสอง ทำสลับกันไปจนครบ

ท่าที่ 3 พายเรือ

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง แยกขา หน้าตรง มือทั้งสองข้างจับปลายไม้ และตั้งขึ้นด้านข้างลำตัวทางขวา (พายข้างใดให้เอามือข้างนั้นถือปลายไม้ด้านล่าง) วาดไม้จากแนวตั้งไปแนวนอนไปด้านหลังจนสุด นับหนึ่ง ทำซ้ำจนครบเปลี่ยนข้างทำเช่นเดียวกันจนครบ

ท่าที่ 4 หมุนกาย/หมุนเอว

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง แยกขา หน้าตรง มือทั้งสองข้างจับปลายไม้ วาดไม้ในแนวนอนไปด้านข้างทางขวาและหมุนลำตัว พร้อมย่อเข่าขวานับหนึ่ง วาดไม้และหมุนตัวไปทางซ้าย ทำเช่นเดียวกันนับสองทำสลับกันไปจนครบ

ท่าที่ 5 ตาชั่ง

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง แยกขา ไม้พาดบ่า แขนทั้งสองข้างโอบปลายไม้ไว้ เอียงตัวไปทางขวาและวาดปลายไม้ข้างเดียวกันลงมา พร้อมย่อเข่าซ้าย นับหนึ่ง เอียงตัวไปทางซ้ายทำเช่นเดียวกันนับสอง ทำสลับกันไปจนครบ

ท่าที่ 6 ว่ายน้ำวัดวา

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง แยกขา หน้าตรง ไม้พาดบ่า แขนทั้งสองข้างโอบปลายไม้ไว้ วาดปลายไม้ให้เป็นวงเหมือนว่ายน้ำไปข้างหน้าให้ได้ 1 รอบ นับหนึ่งทำซ้ำจนครบ

ท่าที่ 7 กรรเชียงถอยหลัง

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง แยกขา หน้าตรง ไม้พาดบ่า แขนทั้งสองข้างโอบปลายไม้ไว้ วาดปลายไม้ให้เป็นวงไปข้างหลังเหมือนว่ายน้ำท่ากรรเชียงให้ได้ 1 รอบ นับหนึ่ง ทำซ้ำจนครบ

ท่าที่ 8 ท่าดาวดึงส์

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง เท้าทั้งสองข้างชิดกัน ปลายเท้าแยกหน้าตรง ไม้พาดบ่า แขนทั้งสองข้างโอบปลายไม้ไว้ วาดปลายไม้ลงด้านข้างทางขวาปลายไม้ด้านซ้ายวาดขึ้นด้านบนนับหนึ่ง วาดปลายไม้ลงด้านข้างทางซ้าย ปลายไม้ด้านขวาวาดขึ้นด้านบนนับสอง ทำสลับกันไปจนครบ

ท่าที่ 9 นกบิน

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง แยกขา หน้าตรง ไม้พาดบ่า แขนทั้งสองข้างโอบปลายไม้ไว้ หมุนลำตัวและไหล่ไปทางขวาพร้อมย่อเข่าขวานับหนึ่ง หมุนไปทางซ้าย ทำเช่นเดียวกันนับสอง ทำสลับกันไปจนครบ

ท่าที่ 10 ทศกัณฑ์/โยกตัว

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง แยกขา หน้าตรง แขนทั้งสองห้อยลงมือจับไม้ไว้ที่หน้าต้นขา ย่อเข่าขวาพร้อมโยกตัวไปทางขวา นับหนึ่ง ย่อเข่าซ้าย ทำเช่นเดียวกันนับสอง ทำสลับไปจนครบ

ท่าที่ 11 ท่ายกน้ำหนัก/จับไม้ข้ามหัว

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง แยกขา หน้าตรง แขนทั้งสองห้อยลงมือจับไม้ไว้ที่หน้าต้นขา วาดไม้ข้ามศีรษะและดึงลงด้านหลังหยุดในท่างอข้อศอกจากนั้นวาดไม้ข้ามศีรษะกลับมาอยู่ในท่าเดิมนับหนึ่ง ทำซ้ำจนครบ

ท่าที่ 12 นวดตัว

วิธีปฏิบัติ ยืนตรง แยกขา หน้าตรง แขนทั้งสองข้างห้อยลง มือจับไม้ไว้ที่หลังต้นขา ย่อเข่าลงทั้งสองข้างอย่าให้เกินกว่ามุมฉาก ใช้ไม้นวดหรือคลึงบริเวณหลังต้นขา ก้น และบริเวณหลังระดับเอวตามใจชอบพร้อมยืดเข่าขึ้นตรง นับหนึ่ง ทำซ้ำจนครบ (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, มปป)

ข้อพึงระวังในการออกกำลังกาย โดยใช้ไม้พลองป้าบุญมี (ต่อโชติ, 2543)

1. ในระยะแรกสำหรับผู้ที่ไม่เคยออกกำลังกายอาจจะเริ่มต้นท่าละ 20 ครั้งเป็นต้นไป

2. ควรเลือกชนิดของการออกกำลังกายให้เหมาะกับตัวเองอย่าแข่งขันกับคนอื่น

3. ในระยะแรกหลีกเลี่ยงท่าที่ออกกำลังกายที่ทำให้เจ็บปวดทำท่าที่ทำได้ก่อนแล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนอยู่ตัว

การออกกำลังกายรำไม้พลองป้าบุญมี มีกระบวนท่าในการออกกำลังกาย 12 ท่า โดยในแต่ละท่ามีการเคลื่อนไหวของร่างกาย และกระทำซ้ำ ๆ ในแต่ละท่า ใช้ไม้เป็นส่วนประกอบในการ

ออกกำลังกายเพื่อรักษาความสมดุลย์ของร่างกายขณะเคลื่อนไหว เพื่อเป็นทางเลือกการออกกำลังกายอย่างหนึ่งของผู้ป่วยเบาหวานในการลดและควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2