

การออกกำลังกายและการควบคุมน้ำหนักเพื่อป้องกันการเกิดโรคอ้วนและโรคที่เกิดจากความเสื่อมถอยของร่างกาย

The Prevention of Obesity and Chronic Degenerative Disease by Exercise and Weight Control

เทอดธรรม ชาวไร่*

รัชชัย สุกใส*

บทคัดย่อ

การป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังของร่างกายถือเป็นประเด็นสำคัญที่ถูกกล่าวถึงอย่างแพร่หลายเนื่องจากการเสียชีวิตจากโรคดังกล่าวมีอัตราสูงขึ้นมากกว่าโรคจากการติดเชื้อโดยอัตราการเสียชีวิตสามารถลดลงได้ด้วยการป้องกันสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค การพัฒนาของเทคโนโลยีก่อให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้นและนำไปสู่การเคลื่อนไหวของร่างกายที่น้อยลง เป็นผลให้เกิดภาวะน้ำหนักเกิน และนำไปสู่โรคอ้วนในที่สุด ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังถึงแม้ว่าภาวะน้ำหนักเกินจะไม่เป็น

ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคโดยตรงแต่ก็ควรมีการป้องกันก่อนที่จะเข้าสู่ภาวะโรคอ้วน การควบคุมน้ำหนักจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน โดยหลักการนั้น การควบคุมน้ำหนักจะต้องควบคุมปริมาณพลังงานที่ได้รับต่อวัน รวมถึงการเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานต่อวันให้มากขึ้น เช่น การออกกำลังกาย เป็นต้น หากผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินปฏิบัติตามหลักการดังกล่าว จะนำไปสู่การลดน้ำหนัก ที่ถูกต้องและการลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคจากความเสื่อมถอยของร่างกาย

Abstract

The prevention of chronic non communicable diseases become an important issue to discuss worldwide. Since this diseases known to be the primary cause of mortality now a days instead of infection diseases. The mortality rate can be reduced by preventing the risk factors that could cause the disease. The advance of modern technology offer a convenient lifestyle with a lower physical activity which can eventually leads to overweight and obesity. Obesity is one of the most common factors for chronic degenerative

diseases. Even though overweight is not the direct factor contributes to chronic non communicable diseases, however, the prevention of overweight is needed before the developing of obesity occurred. Weight control is the important intervention for overweight. Theoretically, the main idea of weight control is the balance between the energy intake per day and increasing the energy expenditure per day e.g., exercising. If the overweight populations apply the concept to their habit, it can initiate weight loss and reduce risk factor of chronic non communicable diseases.

*อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน

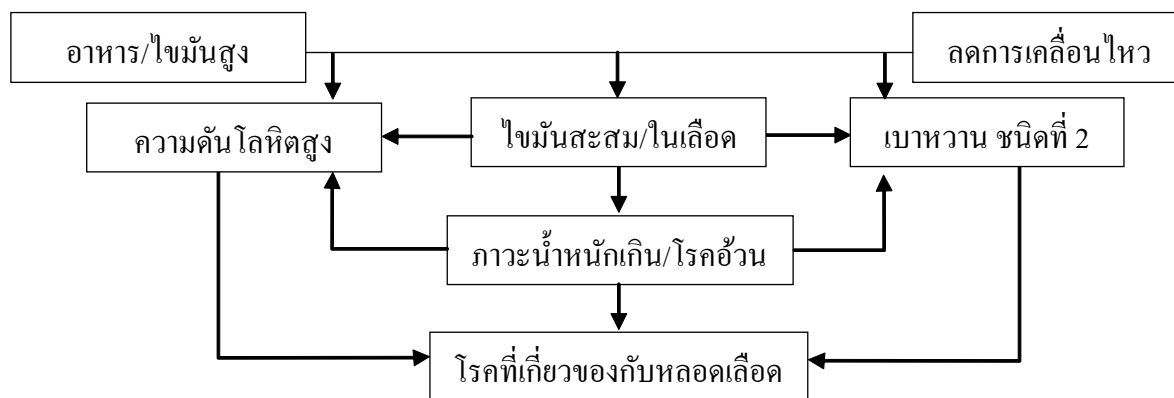
บทนำ

ในปัจจุบันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Chronic degenerative disease) ยกตัวอย่างเช่น โรคเมะเร็ง โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบหัวใจและหลอดเลือดโลหิต กลายเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตเมื่อเปรียบเทียบกับโรคที่เกิดจากการติดเชื้อ (Infection disease) (Powers & Howley, 2015) การลดอัตราการเสียชีวิตจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังสามารถทำได้โดยการป้องกันปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งสาเหตุของการเกิดโรคนั้นประกอบด้วยหลายปัจจัย ได้แก่ อายุ เพศ เชื้อชาติ กรรมพันธุ์ สภาพแวดล้อม การดำเนินชีวิต เป็นต้น โดยเฉพาะเรื่องของการดำเนินชีวิต (Lifestyle) ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเสียชีวิตจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังคือ การรับประทานอาหาร (Diet) และการลดลงของกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางกาย (Physical inactivity) มีสัดส่วนถึง 15.2% ในสาเหตุของการเสียชีวิตจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Powers & Howley, 2015)

การรับประทานอาหาร และการลดลงของกิจกรรมทางกาย ทั้งสองปัจจัยดังกล่าว สามารถนำไปสู่ภาวะน้ำหนักเกิน และภาวะโรคอ้วนในที่สุด ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคในกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรังยกตัวอย่างเช่น โรคความดันโลหิตสูง (Hypertension) โรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 (Type 2 diabetes) โรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดหัวใจ (Coronary heart disease) โรคหลอดเลือดแข็งตัว (Atherosclerosis) โรคเมะเร็งบางชนิด (Cancer) โรคที่เกี่ยวข้องกับเส้นเลือดในสมอง (Stroke) กระดูกพรุน (Osteoporosis) และโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ (Respiratory track problem) เป็นต้น (Brown, Fujioka, Wilson, & Woodworth,

2009; Guh et al., 2009) (รูปที่ 1) ถึงแม้ว่าภาวะน้ำหนักเกินไม่ได้เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรค อย่างไรก็ตามภาวะน้ำหนักเกินสามารถนำไปสู่ภาวะโรคอ้วนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการเกิดโรค ภาวะโรคอ้วนมีความสัมพันธ์กับโรคต่างๆดังกล่าวยิ่งขึ้นเนื่องจากนี้จะส่งผลให้เกิดความผิดปกติในสภาวะต่างๆ เช่น การตั้งครกการมีประจำเดือน และความเครียด เป็นต้น (Flegal, Graubard, Williamson, & Gail, 2007) เพราะฉะนั้นการควบคุมน้ำหนักจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ที่ภาวะน้ำหนักเกินเพื่อป้องกันมิให้เกิดภาวะโรคอ้วนเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดโรค และลดอัตราการเสียชีวิต จากทฤษฎีการลดน้ำหนักควรมีการกระทำควบคู่กันไป ทั้งการรับประทานอาหารที่เหมาะสมเพื่อควบคุมปริมาณพลังงานที่ได้รับต่อวัน รวมถึงการเพิ่มกิจกรรมทางกาย เช่น การออกกำลังกาย เพื่อเพิ่มปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อวัน ซึ่งจะเป็นผลให้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่สะสม นำไปสู่การลดน้ำหนักของผู้มีภาวะน้ำหนักเกิน อย่างไรก็ตามการลดหรืออดอาหารเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีกรออกกำลังกายก็มีผลให้น้ำหนักลดลงได้เช่นกัน แต่ขณะเดียวกันอาจสูญเสียมวลกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลให้ลดอัตราการเผาผลาญของร่างกาย และทำให้สมรรถภาพร่างกายด้อยลง (Powers & Howley, 2015)

ดังนั้นผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินควรคำนึงถึงการลดน้ำหนักก่อนเข้าสู่ภาวะโรคอ้วน แม้กระทั่งผู้ที่ตกอยู่ในภาวะโรคอ้วนก็ควรคำนึงถึงการลดน้ำหนัก เพื่อป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังและลดอัตราการเสียชีวิต การลดน้ำหนักที่ถูกวิธีเพื่อป้องกันภาวะโรคอ้วนจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยการประยุกต์ใช้หลักการการรับประทานอาหาร รวมถึงการออกกำลังกายที่ถูกต้อง



รูปที่ 1 สาเหตุของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังจากการรับประทานอาหาร และลดกิจกรรมการเคลื่อนไหว (Powers & Howley, 2015)

ภาวะน้ำหนักเกิน (Overweight) โรคอ้วน (Obesity) และการประเมิน

สำหรับผู้ที่ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนนั้นจะมีการสะสมของไขมันมากกว่าปกติเป็นตัวบ่งชี้หนึ่งในปัจจุบันดัชนีมวลกาย (Body mass index, BMI) ถูกใช้เป็นตัว

บ่งชี้ในการจำแนกผู้ที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือผิดปกติ (Chan & Woo, 2010) ซึ่งสามารถทำการประเมินได้ไม่ยากนักดัชนีมวลกายเป็นอัตราส่วนของน้ำหนักตัว ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัม ต่อส่วนสูงซึ่งมีหน่วยเป็นเมตรตามสมการดังนี้

$$\text{ดัชนีมวลกาย} = \frac{\text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}}{\text{ส่วนสูง (เมตร)}^2}$$

โดยเกณฑ์ในการแบ่งผู้ที่มีน้ำหนักปกติ หรือผิดปกติโดยใช้ค่าดัชนีมวลกายนั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละเชื้อชาติ (ตารางที่ 1) เช่น ในทวีปยุโรป ผู้ที่มีน้ำหนักเกินปกติและอยู่ในภาวะโรคอ้วน จะมีค่าดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 30 ส่วนในทวีปเอเชีย จะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 25 เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ค่าดัชนีมวลกายเป็นในการประเมินผู้ที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์ปกติอาจมีข้อผิดพลาดเนื่องจากการประเมินจากอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักตัวและส่วนสูงซึ่งไม่สามารถบ่งชี้ได้ชัดเจนว่าน้ำหนักที่มากขึ้นนั้นมาจากไขมันหรือมวลกล้ามเนื้อซึ่งข้อผิดพลาดดังกล่าวอาจเกิดขึ้นได้กับประชากรในกลุ่มนักกีฬา หรือผู้ที่มิสุขภาพ

ดีที่เน้นการออกกำลังกายเพื่อสร้างกล้ามเนื้อ (Powers & Howley, 2015) เพราะฉะนั้นการประเมินผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนจะต้องจำแนกให้ชัดเจนว่ามาจากสาเหตุใด ระหว่างน้ำหนักเกินจากการสะสมของไขมันหรือการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ หากสาเหตุของน้ำหนักเกินมาจากการสะสมของไขมันทำให้มีความเสี่ยงสูงที่เข้าสู่ภาวะโรคอ้วนในอนาคต ซึ่งการตรวจวัดไขมันนั้นจะกระทำได้โดยใช้เครื่องมือเฉพาะ เช่น Skinfold Thickness เป็นต้นเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของปริมาณไขมันสะสมที่เหมาะสมจำแนกตามเพศ อายุ และกิจกรรมการเคลื่อนไหว ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีมวลกายและการแปรผล

ดัชนีมวลกาย (ยุโรป)	การแปรผล	ดัชนีมวลกาย (เอเชีย)	การแปรผล
น้อยกว่า 18.5	น้ำหนักน้อยกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่า 18.5	น้ำหนักน้อยกว่ามาตรฐาน
18.5 – 24.9	ปกติ	18.5 – 22.9	ปกติ
25.0 – 29.9	น้ำหนักเกิน	23 – 24.9	โรคอ้วนระดับ 1 (น้ำหนักเกิน)
30.0 – 34.9	โรคอ้วนระดับ 1	25 – 29.9	โรคอ้วนระดับ 2 (อ้วน)
35.0 – 39.9	โรคอ้วนระดับ 2	มากกว่าหรือเท่ากับ 30	โรคอ้วนระดับ 3 (อ้วนมาก)
มากกว่าหรือเท่ากับ 40	โรคอ้วนระดับ 3		

ตารางที่ 2 ปริมาณไขมันที่เหมาะสม (เปอร์เซ็นต์) จำแนกตามเพศและช่วงอายุ

เกณฑ์มาตรฐานสุขภาพ (Health Standards)	ชาย	หญิง
เยาวชน	8 – 22 %	20 – 35 %
ประชาชน	10 – 25 %	25 – 38 %
ผู้สูงอายุ	10 – 23 %	25 – 35%
บุคคลที่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวมากกว่าปกติ (Active Individual)	ชาย	หญิง
เยาวชน	5 – 15 %	16 – 28 %
ประชาชน	7 – 18%	20 – 33%
ผู้สูงอายุ	9 – 18 %	20 – 33 %

หากผู้ที่มีดัชนีมวลกายเกินเกณฑ์ปกติและเป็นสาเหตุมาจากการสะสมของไขมันที่มากกว่าปกติจะมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดภาวะโรคอ้วน นอกจากนี้ผู้ที่โรคอ้วนจะมีความเสี่ยงกับการเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดหัวใจเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีอัตราส่วนระหว่างการสะสมของไขมันบริเวณเอวต่อการสะสมไขมันบริเวณสะโพกสูงจะมีโอกาสเสี่ยงมากกว่าผู้ที่มีอัตราส่วนต่ำกว่า (Klein et al., 2007; Wang et al., 2009) ดังนั้นนอกจากการประเมินดัชนีมวลกาย และการวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน ควรจะมีการวัดรอบเอว และต้นขาพร้อมด้วย โดยอัตราส่วนของรอบเอว (Waist circumference) ต่อสะโพก (Hip circumference) ไม่ควรเกิน 0.95 และ 0.8 ในเพศชายและหญิง ตามลำดับซึ่งหากอัตราส่วนของรอบเอวต่อสะโพกเกินค่าดังกล่าว จะทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดหัวใจ ความดัน

โลหิตสูง รวมถึงสภาวะ น้ำตาลและไขมันในเลือดสูง (Han et al., 1997) นอกจากนี้การวัดรอบเอวที่มีความยาวมากกว่า 102 เซนติเมตร (40 นิ้ว) และการวัดรอบสะโพกที่มีความยาวมากกว่า 88 เซนติเมตร (35 นิ้ว) ในผู้ที่มีน้ำหนักเกินปกติก็ถือว่ามีความเสี่ยงสูงเช่นกัน (Han, van Leer, Seidell, & Lean, 1995) สำหรับชาวเอเชียผู้ที่มีรอบเอวที่มากกว่า 80 เซนติเมตรในเพศหญิง และมากกว่า 90 เซนติเมตรในเพศชาย ถือเป็นผู้มีความเสี่ยงสูง (Alberti, Zimmet, & Shaw, 2006)

ในผู้ที่มีภาวะโรคอ้วน พบว่าเมื่อเซลล์ไขมันมีน้ำหนักน้อยกว่า 30 กิโลกรัมจะมีการเพิ่มขึ้นของขนาดของเซลล์ไขมันเป็นปัจจัยหลัก แต่ในขณะเดียวกันหากเซลล์ไขมันในร่างกายมีน้ำหนักมากกว่า 30 กิโลกรัม สาเหตุสำคัญมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์ไขมัน (Powers & Howley, 2015)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรคอ้วน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรคอ้วนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัยใหญ่ ได้แก่ พันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม (WHO, 2000) โดยพบว่าปัจจัยทางด้านพันธุกรรมส่งผลต่อภาวะน้ำหนักเกิน โดยมีผลมาจากการมีอัตราการเผาผลาญขณะพักในระดับต่ำ การมีมวลกล้ามเนื้อน้อย รวมถึงพฤติกรรมการรับประทานอาหาร นอกจากนี้การรับประทานอาหารของคุณแม่ขณะตั้งครรภ์เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่อาจส่งผลต่อความเสี่ยงของการเกิดภาวะน้ำหนักเกินในอนาคตของบุตร (Chan & Woo, 2010) โดยการเพิ่มขึ้นของเซลล์ไขมันช่วง 12 เดือนแรกหลังคลอดจะเป็นการเพิ่มขึ้นของขนาดเซลล์ไขมัน และช่วง 12 ถึง 18 เดือนจะเป็นการเพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์ไขมันโดยขนาดของเซลล์ไขมันจะคงที่ และเซลล์ไขมันยังสามารถเพิ่มขึ้นจำนวนได้เรื่อยๆ ตามการเจริญเติบโตของร่างกาย อย่างไรก็ตามการเพิ่มกิจกรรมการเคลื่อนไหวและการรับประทานอาหารที่เหมาะสมจะช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของเซลล์ไขมัน ซึ่งการมีจำนวนเซลล์ไขมันที่น้อยจะส่งผลให้สามารถลดน้ำหนักได้ง่ายขึ้นเมื่อเกิดภาวะโรคอ้วนในขณะเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ เพราะการลดน้ำหนักนั้นจะมีผลต่อขนาดของเซลล์ไขมันมากกว่าที่จะมีผลกับจำนวนของเซลล์ไขมัน กล่าวคือ การลดน้ำหนักส่วนใหญ่จะทำให้ขนาดของเซลล์ไขมันลดลง แต่ไม่ได้ทำให้จำนวนของเซลล์ไขมันลดลง (Powers & Howley, 2015) อีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเกิดภาวะโรคอ้วน คือ สิ่งแวดล้อม ซึ่งในประเทศที่พัฒนาแล้วพบว่า ผู้มีรายได้น้อยมีความเสี่ยงต่อภาวะโรคอ้วนสูงกว่าผู้มีรายได้ปานกลางและผู้มีรายได้สูงตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากวัฒนธรรมในการบริโภคอาหาร รวมถึงความสามารถในการจับจ่ายใช้สอย และพฤติกรรมออกกำลังกาย (Drewnowski, 2009)

การควบคุมน้ำหนัก

โดยปกติแล้วร่างกายของมนุษย์จะมีกลไกทางสรีรวิทยาในการควบคุมน้ำหนัก(หิว-อิ่ม) ซึ่งมีศูนย์ควบคุมอยู่ที่ไฮโปทาลามัส และอาจมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักได้เล็กน้อย หากพลังงานที่ได้รับมีมากกว่าพลังงานที่ถูกใช้ และร่างกายจะเก็บพลังงานส่วนที่เหลือไว้ในรูปแบบต่างๆ เช่น ไกลโคเจน เซลล์ไขมัน เป็นต้น โดยความอยากในการรับประทานอาหารนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อระดับพลังงานหรือสารอาหาร ได้แก่ ไขมัน น้ำตาล โปรตีน อยู่ในระดับต่ำ ทำให้มีการส่งสัญญาณไปยังไฮโปทาลามัสเพื่อกระตุ้นความอยากอาหาร และเมื่อมีการรับประทานอาหารจะส่งผลให้ระดับพลังงานและสารอาหารมีค่าสูงขึ้น ทำให้มีการส่งสัญญาณไปยังไฮโปทาลามัสเพื่อยับยั้งความอยากการรับประทานอาหาร (Ahima & Antwi, 2008) สำหรับผู้ที่มีพฤติกรรมการบริโภคมากกว่าปกติ พบว่ามีการสะสมไขมันบริเวณช่องท้องมากกว่าปกติ จึงทำให้มีการสลายไขมันมากขึ้น ส่งผลต่อการรักษาระดับไขมันรวมถึงระดับน้ำตาลในเลือด ส่งผลให้การส่งสัญญาณไปยังศูนย์ควบคุมการรับประทานอาหารและการยับยั้งการรับประทานอาหารมีความผิดปกติ โดยมีการส่งสัญญาณกระตุ้นความอยากรับประทานอาหารมากขึ้นและการส่งสัญญาณในการยับยั้งการรับประทานอาหารลดลง เป็นสาเหตุให้ร่างกายได้รับพลังงานเกินกว่าความจำเป็น สมดุลพลังงาน

การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวในคนปกติเกิดจากรับประทานอาหารหรือการรับพลังงานเข้าร่างกายมากกว่าการใช้พลังงานเป็นระยะเวลานาน การรับพลังงานเข้ามา 3,500 กิโลแคลอรี จะสามารถเพิ่มน้ำหนักของเซลล์ไขมันได้ 454 กรัม โดยประมาณ จากสมการสมดุลพลังงาน

$$\text{พลังงานที่สะสม} = \text{พลังงานที่ได้รับ} - \text{พลังงานที่ใช้}$$

จากสมการข้างต้นหากพลังงานที่ได้รับมากกว่าพลังงานที่ใช้วันละ 250 กิโลแคลอรี ภายใน 14 วัน (250 กิโลแคลอรี x 14 วัน = 3,500 กิโลแคลอรี) จะทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น 454 กรัม หรือ 1 ปอนด์ ซึ่งใน 1 ปีจะทำให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นถึง 10 กิโลกรัม หรือ 24 ปอนด์ แต่ในความเป็นจริงการเพิ่มขึ้นของพลังงานที่ได้รับ

ตามสมการข้างต้นยังไม่ได้คำนึงถึงพลังงานที่ถูกใช้ (Static energy balance equation) เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพลังงานที่ได้รับต่อวันจะถูกทดแทนด้วยการเพิ่มขึ้นของพลังงานที่ใช้ขณะพัก ดังนั้น สมการสมดุลพลังงานจึงควรเป็นดังนี้ (Dynamic energy balance equation) (Hall et al., 2012; Powers & Howley, 2015)

$$\text{อัตราพลังงานที่สะสม} = \text{อัตราพลังงานที่ได้รับ} - \text{อัตราพลังงานที่ใช้}$$

การรับประทานอาหารเพื่อควบคุมน้ำหนัก

การรับประทานอาหารที่เหมาะสมนั้นควรรับประทานให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายในการใช้เพื่อดำรงชีวิต เช่น การทำงานของอวัยวะต่างๆ และกิจกรรมการเคลื่อนไหวในแต่ละวัน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การรับประทานอาหารในยุคปัจจุบันมีแนวโน้มเกินความต้องการของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนไขมัน ซึ่งเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายมากกว่าคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนในปริมาณเท่ากัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณสารอาหารและการให้พลังงาน

ปริมาณสารอาหาร (1 กรัม)	การให้พลังงาน
คาร์โบไฮเดรต	4 กิโลแคลอรี
ไขมัน	9 กิโลแคลอรี
โปรตีน	4 กิโลแคลอรี

การออกกำลังกายเพื่อควบคุมน้ำหนัก

จากสมการสมดุลพลังงาน ในส่วนของพลังงานที่ถูกใช้ถือเป็นหนึ่งปัจจัยสำคัญที่สามารถส่งผลต่อการสะสมพลังงานของร่างกาย ซึ่งหากพลังงานที่ถูกใช้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับพลังงานที่ได้รับจะทำให้น้ำหนักตัวไม่เพิ่มขึ้น ในทางกลับกันถ้าหากพลังงานที่ถูกใช้ไปมีค่าน้อยกว่าพลังงานที่ได้รับในแต่ละวันเป็นระยะเวลานานก็เป็นสาเหตุให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น

โดยอัตราการเผาผลาญพลังงานขั้นพื้นฐาน (Basal metabolic rate, BMR) เป็นค่าพลังงานที่ถูกใช้ซึ่งจะต้องทำการตรวจวัดในช่วงตื่นนอน หรือหลังอดอาหารอย่างน้อย 12 ชั่วโมง แต่ด้วยขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยาก ทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก (Resting metabolic rate, RMR) เป็นอีกตัวชี้วัดที่สามารถนำมาใช้แทนได้ ซึ่งผู้ทดสอบสามารถทานอาหารก่อนการวัด 4 ชั่วโมง (Powers & Howley, 2015) ซึ่งในแต่ละบุคคลมีอัตราการเผาผลาญที่แตกต่างกันโดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. มวลกล้ามเนื้อและมวลไขมันในร่างกาย

อัตราการเผาผลาญพลังงานขั้นพื้นฐานมีอัตราส่วน 60 -70 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณพลังงานที่ถูกใช้ในแต่ละวันในผู้ที่มวลกล้ามเนื้อมากกว่าไขมันอัตราการ

นอกจากนี้การบริโภคสารอาหารประเภทไขมันเกินปกติจะทำให้ส่วนที่เกินเหล่านั้นไปเก็บสะสมเป็นเซลล์ไขมัน ถึงแม้ว่าการบริโภคคาร์โบไฮเดรตจำนวนมากกว่าปกติจะสามารถถูกนำไปเก็บในรูปของไขมันได้แต่ก็มีปริมาณเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของไขมันสะสมจึงมีสาเหตุหลักมาจากการรับประทานไขมันจำนวนมากกว่าความต้องการของร่างกาย (Hall et al., 2012; Powers & Howley, 2015)

เผาผลาญพลังงานขั้นพื้นฐานจะมีค่าสูงกว่า เนื่องจากกล้ามเนื้อมีความสามารถในการใช้พลังงานมากกว่าไขมัน (Poehlman, 1989; Speakman & Selman, 2003) อย่างไรก็ตามอัตราการเผาผลาญจะลดลง 2-3 เปอร์เซ็นต์ทุกๆ 10 ปี หลังจากอายุ 20 ปีเป็นต้นไป นอกจากนี้หากไขมันมีการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 1 จะส่งผลให้อัตราการเผาผลาญพลังงานลดลง 0.01 กิโลแคลอรีต่ออนาที ถ้าไขมันมีการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5 จะทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานลดลง 0.05 กิโลแคลอรีต่ออนาที หรือ 3 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง หรือเท่ากับ 72 แคลอรีต่อวัน (Powers & Howley, 2015) นอกจากนี้ยังพบว่าในภาวะการอดอาหารก็มีผลต่อการลดลงของอัตราการเผาผลาญพลังงานด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของร่างกายให้ใช้พลังงานน้อยลงเนื่องจากได้รับพลังงานน้อยลง ในทางกลับกับการบริโภคอาหารที่มากขึ้นก็เป็นผลให้อัตราการเผาผลาญพลังงานขั้นพื้นฐานเพิ่มขึ้น แต่ในระยะยาวก็เป็นผลให้มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเช่นกัน

2. การรับประทานอาหาร

หลังจากการรับประทานอาหารอุณหภูมิของร่างกายจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้พลังงานเพื่อกระบวนการย่อยอาหาร โดยถือเป็น 10-15 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเผาผลาญพลังงานขั้นพื้นฐาน (Poehlman, 1989; Speakman

& Selman, 2003) การรับประทานอาหารแต่ละชนิดก็ส่งผลต่ออัตราการเผาผลาญที่แตกต่างกัน เช่น การรับประทานโปรตีนจะย่อยสลายที่ตับเป็นส่วนใหญ่ก็จะใช้พลังงานมาก เมื่อเทียบกับการรับประทานไขมันซึ่งใช้พลังงานในการย่อยน้อยกว่า เพราะฉะนั้นการรับประทานอาหารแต่ละชนิดจึงใช้พลังงานในการย่อยแตกต่างกันถึงแม้ว่าปริมาณพลังงานที่ได้จะมีค่าเท่ากัน (Powers & Howley, 2015)

3.ปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (อายุ เพศ ฮอร์โมน)

อายุที่มากขึ้นทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานลดลงตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ยิ่งไปกว่านั้นเพศชายและหญิงก็มีผลทำให้อัตราการเผาผลาญแตกต่างกันซึ่งมีสาเหตุมาจากมวลกล้ามเนื้อนอกจากนี้ในร่างกายของเรามีฮอร์โมนที่ช่วยเร่งอัตราการเผาผลาญ เช่น ไทรอยด์ แคทีโคลามีน ซึ่งทั้ง 2 ฮอร์โมนทำให้ร่างกายมีการสูญเสียพลังงานเพิ่มมากขึ้น (Powers & Howley, 2015)

4.กิจวัตรประจำวันและการออกกำลังกาย

กิจวัตรประจำวันและการออกกำลังกายถือเป็นส่วนของพลังงานที่ถูกใช้ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้มากที่สุด โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงาน 5 - 40 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเผาผลาญพลังงานในแต่ละวัน (Speakman & Selman, 2003) โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ผู้ที่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวมากจะมีน้ำหนักตัวและไขมันอยู่ในเกณฑ์น้อย ซึ่งมีรายงานว่าผู้ที่มีจำนวนการก้าวขาในแต่ละวันมากกว่า 10,000 ก้าว มีน้ำหนักตัวอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ในทางกลับกันผู้ที่มีจำนวนการก้าวขาในแต่ละวันน้อยกว่า 10,000 ก้าว มีแนวโน้มจะมีน้ำหนักตัวเกินเกณฑ์ปกติ (Hornbuckle, Bassett, & Thompson, 2005; Thompson, Rakow, & Perdue, 2004)

อย่างไรก็ตามการเพิ่มการใช้พลังงานจากการเพิ่มกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางกายหรือการออกกำลังกายกับการลดปริมาณพลังงานที่ได้รับมีผลต่อปริมาณพลังงานที่สะสมไม่แตกต่างกัน มีการศึกษาเกี่ยวกับการลดน้ำหนักพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำการลดปริมาณอาหาร มีการลดลงของน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ออกกำลังกายโดยสรุปได้ว่า การลดลงของน้ำหนักตัวนั้นเป็นผลมาจากการลดปริมาณอาหารเป็นหลักโดยการออกกำลังกายเป็นเพียงส่วนหนึ่งที่ช่วยให้ น้ำหนักตัวลดลง (Ross, Freeman,

& Janssen, 2000) ในการศึกษาอีกงานหนึ่ง ให้กลุ่มตัวอย่างลดปริมาณพลังงานที่ได้รับ 700 กิโลแคลอรีต่อวันด้วยการลดปริมาณอาหาร และให้กลุ่มตัวอย่างอีกกลุ่มหนึ่งเพิ่มปริมาณการใช้พลังงาน 700 กิโลแคลอรีต่อวันด้วยการออกกำลังกาย เป็นเวลา 12 สัปดาห์ จากการศึกษาพบว่า ทั้งสองกลุ่มลดน้ำหนักได้ 7.5 กิโลกรัมเท่ากัน แต่กลุ่มที่ออกกำลังกายสามารถลดปริมาณไขมันได้ดีกว่า (Ross, Dagnone, et al., 2000) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่เปรียบเทียบการลดน้ำหนักจากการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว โดยการศึกษาได้แบ่ง กลุ่มตัวอย่างดังนี้ กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม และกลุ่มการทดลองจำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ออกกำลังกาย 400 กิโลแคลอรี กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกาย 600 กิโลแคลอรี ออกกำลังกาย 5 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 10 เดือน โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงเรื่องของพลังงานที่ได้รับจากการบริโภคอาหารพบว่าในกลุ่มที่ 1 น้ำหนักลดลง 3.9 กิโลกรัม กลุ่มที่ 2 น้ำหนักลดลง 5.2 กิโลกรัม โดยกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.5 กิโลกรัม ซึ่งน้ำหนักที่ลดลงนั้นเป็นผลมาจากการลดลงของไขมัน นอกจากนี้ยังพบว่าการลดลงของไขมันมีอัตราส่วนการลดลงที่มากกว่าน้ำหนักตัว (Donnelly et al., 2013) จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า การลดน้ำหนักโดยวิธีการลดปริมาณอาหาร และการลดน้ำหนักโดยวิธีการออกกำลังกาย ส่งผลให้น้ำหนักตัวลดลงไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการลดน้ำหนักโดยวิธีการลดอาหารที่รับประทานทำให้มวลกล้ามเนื้อลดลงไปด้วย ในทางกลับกันการลดน้ำหนักโดยวิธีเพิ่มการออกกำลังกายควบคู่กับการรับประทานอาหารในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ น้ำหนักลดลงโดยเป็นผลมาจากการลดลงของมวลไขมัน และยังทำให้มวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในกรณีที่มีการออกกำลังกายที่ความหนักสูงหรือการออกกำลังกายเพื่อสร้างกล้ามเนื้อ

การลดน้ำหนักโดยวิธีการออกกำลังกายอาจทำให้น้ำหนักตัวลดลงน้อยกว่าเปรียบเทียบกับ การน้ำหนักโดยวิธีการลดการบริโภคอาหาร แต่การออกกำลังกายช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก และทำให้มวลไขมันลดลง การออกกำลังกายที่แนะนำให้ผู้ที่น้ำหนักเกินได้แก่ การออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง (Moderate intensity exercise) เนื่องจากสามารถทำได้เป็นระยะเวลานาน อย่างน้อย 30 นาทีต่อวัน

ก็เพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้ผู้ที่น้ำหนักเกินพัฒนาสู่ภาวะโรคอ้วนได้ (Donnelly et al., 2009; Fock & Khoo, 2013)

การออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง จะทำให้มีการสลายไขมันมาใช้เป็นพลังงานซึ่งจะช่วยรักษาระดับไขมันในร่างกาย แต่การออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูงจะใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานหลัก โดยคำแนะนำการออกกำลังกายจาก U.S. Physical Activity Guidelines สำหรับผู้ที่อยู่ในวัยผู้ใหญ่ คือ การออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง 150 นาทีต่อสัปดาห์ หรือ การออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง 75 นาทีต่อสัปดาห์ การออกกำลังกายด้วยระดับความหนักและระยะเวลาดังกล่าวมีประโยชน์เพียงพอต่อสุขภาพ คำแนะนำดังกล่าวสอดคล้องกับ American College of Sports Medicine (ACSM) (Donnelly et al., 2009) ซึ่งมีคำแนะนำดังนี้

1. ออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง ระยะเวลา 150–250 นาทีต่อสัปดาห์ เพื่อป้องกันภาวะน้ำหนักเกิน
2. ออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง ระยะเวลามากกว่า 250 นาทีต่อสัปดาห์ เพื่อลดน้ำหนัก
3. ออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง ระยะเวลามากกว่า 250 นาทีต่อสัปดาห์ เพื่อป้องกันภาวะน้ำหนักเกินหลังการลดน้ำหนัก

นอกจากนี้ National Weight Control Registry (NWCR) (Hill, Wyatt, Phelan, & Wing, 2005) พบว่ามี 7 พฤติกรรมที่จะช่วยให้การลดน้ำหนักประสบความสำเร็จ ดังนี้

1. การมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวหรือการออกกำลังกายในปริมาณมาก
2. ดื่มน้ำน้อยกว่า 10 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
3. บริโภคอาหารที่ให้พลังงานต่ำ 1,380 กิโลแคลอรีต่อวัน โดยมีไขมันน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์
4. บริโภคอาหารชนิดเดิม
5. ทานอาหารเข้าทุกวัน
6. มีวินัยในการควบคุมการรับประทานอาหาร
7. มีการติดตามการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอาทิตย์ละ 1 ครั้ง และคำนวณปริมาณพลังงานจากอาหารที่รับประทานทุกวัน

การนำทฤษฎีไปสู่การใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติ

จากข้อมูลซึ่งบ่งชี้ให้เห็นถึงปัจจัยเสี่ยงที่จะนำไปสู่การเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้แก่ การรับประทานอาหารที่มากเกินไปเกินความต้องการของร่างกาย เป็นผลให้มีการเพิ่มขึ้นของพลังงานที่รับเข้ามา และการมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่ลดลงทำให้ปริมาณพลังงานที่นำออกลดลงไปด้วยเช่นกัน ส่งผลให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค เพราะฉะนั้นการรับประทานอาหารให้เพียงพอไม่มากเกินไปจนเกินไป รวมถึงเพิ่มกิจกรรมทางกาย เช่น การออกกำลังกาย จึงเป็นแนวทางในการปฏิบัติ เพื่อป้องกันปัจจัยเสี่ยงจะทำให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังอย่างไรก็ตามในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินหรือมีภาวะโรคอ้วนอยู่แล้วนั้น ควรคำนึงถึงแนวทางในการลดน้ำหนักเพื่อป้องกันโรคที่อาจเกิดขึ้นได้ภายหลังเข้าสู่ภาวะโรคอ้วน โดยแนวทางในการลดน้ำหนักนั้นควรมีการควบคุมกันไปทั้งการควบคุมอาหารรวมถึงการออกกำลังกาย ซึ่งจะได้ผลดีกว่าการเลือกทำอย่างใดอย่างหนึ่ง

สรุป

ปัจจุบันมีผู้เสียชีวิตจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังมากขึ้น เช่น โรคความดันโลหิตสูง (Hypertension) โรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 diabetes) โรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดหัวใจ (Coronary heart disease) โรคหลอดเลือดแข็งตัว (Atherosclerosis) โรคมะเร็งบางชนิด (Cancer) โรคที่เกี่ยวข้องกับเส้นเลือดในสมอง (Stroke) กระดูกพรุน (Osteoporosis) และโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ (Respiratory track problem) เป็นต้น สาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคข้างต้นมาจากภาวะโรคอ้วนซึ่งมีปริมาณผู้เป็นโรคอ้วนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเทคโนโลยีต่างๆ ที่เข้ามาทำให้เกิดความสะดวกสบายเป็นผลให้กิจกรรมการเคลื่อนไหวของมนุษย์ลดลง ทำให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินและพัฒนาเป็นโรคอ้วนในที่สุด โดยการป้องกันที่ดีที่สุดคือการควบคุมปริมาณพลังงานที่ได้รับในแต่ละวัน รวมถึงการเพิ่มปริมาณพลังงานที่ใช้ในแต่ละวัน ซึ่งจะเป็นผลให้ปริมาณพลังงานที่สะสมลดลงและนำไปสู่การลดน้ำหนักในที่สุด

โดยการควบคุมปริมาณพลังงานที่ได้รับทำได้โดยการบริโภคอาหารในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ

ของร่างกายเพื่อใช้ในการเผาผลาญพลังงานขึ้นพื้นฐาน และกิจกรรมประจำวันต่างๆ โดยเฉพาะการบริโภคไขมันซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการสะสมของไขมันและเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว นอกจากนี้การควบคุมและลดน้ำหนักควรจะมีการเพิ่มกิจกรรมการเคลื่อนไหวหรือออกกำลังกายเพื่อเพิ่มการใช้พลังงาน ถึงแม้ว่าการลดอาหารจะส่งผลต่อการลดลงของน้ำหนักตัวได้ดี แต่อย่างไรก็ตามการออกกำลังกายก็เป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากจะช่วยลดน้ำหนักจากมวลไขมันได้

ดีกว่าการลดอาหารเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ และทำให้มีสุขภาพที่ดีขึ้น การออกกำลังกายสำหรับวัยผู้ใหญ่หรือผู้ที่มีน้ำหนักเกินควรออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางใช้เวลา 150-250 นาที หรือวันละ อย่างน้อย 30 นาที 5 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งจะช่วยให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพ ป้องกันภาวะน้ำหนักเกิน ภาวะโรคอ้วน นำไปสู่การลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังและลดอัตราการสูญเสียจากโรคดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

- Ahima, R. S., and Antwi, D. A. (2008). "Brain regulation of appetite and satiety". *Endocrinology Metabolism Clinics of North America*.37(4):811-823.
- Alberti, K. G., Zimmet, P., & Shaw, J. (2006). "Metabolic syndrome--a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation". *Diabetic medicine*. 23(5). 469-480.
- Brown, W. V., Fujioka, K., Wilson, P. W., and Woodworth, K. A. (2009). "Obesity: why be concerned?"*American Journal of Medicine*.(122):4-11.
- Chan, R. S., and Woo, J. (2010). "Prevention of overweight and obesity: how effective is the current public health approach". *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 7(3) : 765-783.
- Donnelly, J. E., et al. (2009). "American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults".*Medicine & Science in Sports & Exercise*.41(2):459-471.
- Donnelly, J. E., et al. (2013). "Aerobic exercise alone results in clinically significant weight loss for men and women: midwest exercise trial 2". *Obesity (Silver Spring)*.21(3): 219-228.
- Drewnowski, A. (2009). "Obesity, diets, and social inequalities". *Nutrition Reviews*.67(1): 36-39.
- Flegal, K. M., Graubard, B. I., Williamson, D. F., and Gail, M. H. (2007). "Cause-specific excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity". *Journal of the American Medical Association*.298(17):2028-2037.
- Fock, K. M., and Khoo, J. (2013). "Diet and exercise in management of obesity and overweight". *Journal of Gastroenterology and Hepatology*.28(4):59-63.
- Guh, D. P., Zhang, W., Bansback, N., Amarsi, Z., Birmingham, C. L., and Anis, A. H. (2009). "The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis". *BMC Public Health*.9:88.
- Hall, K. D., Heymsfield, S. B., Kemnitz, J. W., Klein, S., Schoeller, D. A., and Speakman, J. R. (2012). "Energy balance and its components: implications for body weight regulation". *The American Journal of Clinical Nutrition*.95(4):989-994.

- Han, T. S., Seidell, J. C., Currall, J. E., Morrison, C. E., Deurenberg, P., and Lean, M. E. (1997). "The influences of height and age on waist circumference as an index of adiposity in adults". *International journal of obesity and related metabolic disorders*. 21(1):83-89.
- Han, T. S., van Leer, E. M., Seidell, J. C., and Lean, M. E. (1995). "Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample". *BMJ*. 311(7017):1401-1405.
- Hill, J. O., Wyatt, H., Phelan, S., and Wing, R. (2005). "The National Weight Control Registry: is it useful in helping deal with our obesity epidemic?". *Journal of Nutrition Education and Behavior*. 37(4) : 206-210.
- Hornbuckle, L. M., Bassett, D. R., Jr., and Thompson, D. L. (2005). "Pedometer-determined walking and body composition variables in African-American women". *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(6) : 1069-1074.
- Klein, S., Allison, D. B., Heymsfield, S. B., Kelley, D. E., Leibel, R. L., Nonas, C., and Kahn, R. (2007). "Waist Circumference and Cardiometabolic Risk: a Consensus Statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, the Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association". *Obesity (Silver Spring)*. 15(5) : 1061-1067.
- Poehlman, E. T. (1989). "A review: exercise and its influence on resting energy metabolism in man". *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 21(5) : 515-525.
- Powers, S., and Howley, T. (2015). "Exercise Physiology Theory and Application to Fitness and Performance". Ninth Edition. New York. *McGraw-Hill Education*.
- Ross, R., Dagnone, D., Jones, P. J., Smith, H., Paddags, A., Hudson, R., and Janssen, I. (2000). "Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men". A randomized, controlled trial. *Annals of Internal Medicine*. 133(2) : 92-103.
- Ross, R., Freeman, J. A., and Janssen, I. (2000). "Exercise alone is an effective strategy for reducing obesity and related comorbidities". *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 28(4) : 165-170.
- Speakman, J. R., and Selman, C. (2003). "Physical activity and resting metabolic rate". *Proceedings of the Nutrition Society*. 62(3) : 621-634.
- Thompson, D. L., Rakow, J., and Perdue, S. M. (2004). "Relationship between accumulated walking and body composition in middle-aged women". *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 36(5) : 911-914.
- Wang, J. W., Hu, D. Y., Sun, Y. H., Wang, J. H., Wang, G. L., Xie, J., and Zhou, Z. Q. (2009). "Obesity criteria for identifying metabolic risks". *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 18(1) : 105-113.
- World health organization. (2000). "WHO Technical Report Series 894 Obesity: Preventing and Managing The Global Epidemic. Geneva, Switzerland.

