

เกณฑ์ในการบ่งชี้โรคอ้วน

สุวรรณา ทาวอนรุ่งโรจน์ ส.ด.*

บทคัดย่อ

โรคอ้วนเป็นสาเหตุหนึ่งของโรคหัวใจและหลอดเลือดและกำลังเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญ บุคลากรทางการแพทย์มักจะใช้ดัชนีมวลกาย หรือรอบเอวสำหรับคัดกรองโรคอ้วน แต่เกณฑ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยหรือคัดกรองโรคอ้วนยังมีอีกหลายวิธี เช่น สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อส่วนสูง และปริมาณร้อยละของไขมัน บทความนี้ได้รวบรวมตัวบ่งชี้โรคอ้วนต่าง ๆ ที่มีการใช้ในการศึกษาทั้งภายในและต่างประเทศ รวมทั้งระดับค่าของตัวบ่งชี้ที่สอดคล้องหรือแตกต่างกันในการศึกษาต่าง ๆ

Abstract

Criteria For Indicating Obesity

Suwanna Tawonrungsroj PhD

Cardio-thoracic Technology Program, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University

Obesity is one important cause of cardiovascular diseases and has become a major public health problem. Health care providers frequently use body mass index or waist circumference for screening obesity. However, there are many other criteria which have been used for screening or diagnosis of obesity such as waist-to-hip ratio, waist-to-height ratio, or body fat percentage. This article collected data including obesity criteria or indicators reported in Thai and English literature. The indicators including cut-off values for a diagnosis of obesity from each study were compared.

Keywords: obesity, body mass index, waist, waist-to-hip ratio, waist-to-height ratio, body fat

* ภาควิชาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทนำ

โรคอ้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของโรคหัวใจและหลอดเลือดที่สามารถลดหรือกำจัดได้ด้วยการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิต เช่น เพิ่มกิจกรรมทางกายและลดปริมาณอาหารเพื่อลดน้ำหนัก เป็นต้น

ผู้ที่โรคอ้วนจะมีไขมันสะสมมากในร่างกายจนมักจะเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น หลอดเลือดแข็งตัว โรคหัวใจและหลอดเลือด กลุ่มอาการเมตาบอลิก เบาหวาน ความดันเลือดสูง น้ำในถุงน้ำดี ไขมันพอกตับ มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งเต้านม มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งตับอ่อน มะเร็งปอด เกาต์ และข้อเสื่อม รวมทั้งเกิดความผิดปกติของระบบหายใจ เช่น หายใจเข้าลำบากเนื่องจากทางเดินหายใจตีบแคบ และการหยุดหายใจขณะนอนหลับจนเกิดภาวะพร่องออกซิเจน เป็นต้น โรคอ้วนเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การบริโภคมากกว่าพลังงานที่ใช้ การมีกิจกรรมทางกายน้อย กรรมพันธุ์ อายุมากขึ้น ได้รับยาสเตียรอยด์เป็นเวลานาน โรคของต่อมไทรอยด์ ความผิดปกติของอารมณ์และจิตใจ ความผิดปกติของกระบวนการเผาผลาญอาหารจากสาเหตุต่าง ๆ รวมทั้งวิถีชีวิต และวัฒนธรรมการรับประทานอาหาร

ตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการประเมินโรคอ้วน นอกจากดัชนีมวลกายและรอบเอว ยังมีสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อส่วนสูง และปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกาย ซึ่งมีการศึกษาหลากหลายทั้งในและต่างประเทศ ระดับค่าของตัวบ่งชี้ในบทความวิชาการ อินเทอร์เน็ต หรือในงานวิจัยของนักวิจัยไทย มักจะเป็นระดับค่าที่กำหนดโดยองค์กรนานาชาติ รายงานนี้ได้รวบรวมข้อมูลของตัวบ่งชี้เหล่านี้สำหรับประกอบการตัดสินใจเลือกใช้เป็นเกณฑ์เฝ้าระวังโรคอ้วน

ดัชนีมวลกาย (body mass index, BMI)

เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณโดยหารน้ำหนักที่มีหน่วยเป็นกิโลกรัมด้วยส่วนสูงที่มีหน่วยเป็นเมตรยกกำลัง 2 องค์การอนามัยโลกกำหนดระดับค่าดัชนีมวลกาย 25 กก./ม.² สำหรับบ่งชี้ภาวะน้ำหนักเกิน และ 30 กก./ม.² สำหรับบ่งชี้โรคอ้วนในชาวยุโรป และดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 23 กก./ม.² สำหรับบ่งชี้ภาวะน้ำหนักเกินและมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กก./ม.² สำหรับโรคอ้วนในชาวเอเชีย¹ สอดคล้องกับการศึกษาในชาวจีน² แต่การศึกษาในสิงคโปร์นั้น³ พบโรคอ้วนที่ระดับค่า 27 กก./ม.² ระดับค่านี้อาจสอดคล้องกับการศึกษากลุ่มตัวอย่างเพศชาย อายุ 20-84 ปีในประเทศไทย แต่กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงในประเทศไทย จะใช้ค่าดัชนีมวลกาย 25 กก./ม.² สำหรับบ่งชี้โรคอ้วน ซึ่งระดับค่าทั้งเพศชายและเพศหญิงสัมพันธ์กับปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกาย

ที่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 25 ในเพศชายและร้อยละ 35 ในเพศหญิง⁴

อีกการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างคนไทย อายุ 45-50 ปี ทั้งเพศชายและเพศหญิงพบระดับค่าดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 23 กก./ม.² มีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด⁵ ซึ่งระดับค่าในการศึกษานี้ต่างจากการศึกษาข้างต้นแม้จะเป็นการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างคนไทยเช่นเดียวกัน

ข้อด้อยของดัชนีมวลกายคือ ค่าจะสูงเกินความจริงในนักกีฬาและผู้ที่มีกล้ามเนื้อมากซึ่งมีน้ำหนักของกล้ามเนื้อมาก และค่าจะต่ำกว่าความจริงในผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีกล้ามเนื้อลีบ นอกจากนี้ผู้ที่อายุน้อยกว่า 18 ปี มีการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างค่อนข้างเร็วมาก โดยเฉพาะเด็กผู้หญิงจะเปลี่ยนแปลงมากกว่าเด็กผู้ชายในวัยเดียวกัน ดัชนีมวลกายของวัยนี้จึงเปลี่ยนแปลงตามอายุและเพศ รวมทั้งค่าดัชนีมวลกายจะสูงขึ้นในผู้สูงอายุ เนื่องจากอายุมากขึ้นมักจะมีมวลสูงลดลง

รอบเอว (waist circumference)

รอบเอวเป็นตัวบ่งชี้โรคอ้วนที่สามารถบอกถึงไขมันที่สะสมในช่องท้อง ระดับค่าที่ใช้นำชี้ภาวะอ้วนลงพุงสำหรับชาวยุโรป คือมากกว่า 102 ซม. (40 นิ้ว) สำหรับเพศชาย และมากกว่า 88 ซม. (35 นิ้ว) สำหรับเพศหญิง⁶ การศึกษาในไต้หวันพบระดับค่ารอบเอวเพศชายมากกว่า 80.5 ซม. และเพศหญิงมากกว่า 71.5 ซม. มีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด⁷ แต่สหพันธ์เบาหวานนานาชาติ กำหนดระดับค่ารอบเอวสำหรับบ่งชี้ภาวะอ้วนลงพุงในชาวเอเชียเพศชาย คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 90 ซม. และเพศหญิงมากกว่าหรือเท่ากับ 80 ซม.⁸ แต่ผลการศึกษาในประเทศไทยในกลุ่มตัวอย่างอายุ 45-50 ปี พบระดับค่ารอบเอวที่สัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด คือ 84 ซม. ในเพศชาย และ 80 ซม. ในเพศหญิง⁵

การวัดรอบเอวในการศึกษาต่าง ๆ พบว่ามีการวัดในตำแหน่งที่ต่างกัน 5 ตำแหน่ง ได้แก่ ไตชายโครง ระดับสะดือ ตำแหน่งที่คอดที่สุด กึ่งกลางระหว่างชายโครงที่สุดท้ายกับขอบบนปุ่มกระดูกสะโพกด้านหน้า และตำแหน่งเหนือขอบบนปุ่มกระดูกสะโพก การศึกษาในโคลัมเบียพบว่า รอบเอวซึ่งวัดที่ตำแหน่งคอดที่สุดจะมีค่าน้อยที่สุดทั้งในเพศชายและเพศหญิง ส่วนค่าที่ได้จากวิธีอื่นไม่แตกต่างกันทางสถิติในเพศชาย แต่แตกต่างกันในเพศหญิง⁹ ตำแหน่งที่วัดรอบเอวในการศึกษาส่วนใหญ่ รวมทั้งสหพันธ์เบาหวานนานาชาติ⁸ คือกึ่งกลางระหว่างชายโครงที่สุดท้ายกับขอบบนปุ่มกระดูกสะโพกด้านหน้า

ข้อจำกัดของรอบเอวคือ ตำแหน่งวัดที่ต่างกันและความ

จำนวนของผู้วัดจะมีผลต่อค่าที่วัดได้ การวัดในตำแหน่งที่สัมพันธ์เบาหวานนานาชาติใช้นี้⁹ ผู้ถูกวัดต้องยืนตัวตรงแยกเท้าออกเล็กน้อย วัดในช่วงสิ้นสุดของการหายใจออก วางแถบวัดที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างชายโครงซึ่งสุดท้ายกับขอบบนปุ่มกระดูกสะโพกด้านหน้า โดยวางแถบวัดในแนวขนาน การวัดตำแหน่งที่คล่องที่สุดจะได้ค่าต่ำกว่าความจริงในผู้ที่มีการอ้วนลงพุง

สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก (waist-to-hip ratio)

เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณโดยหารค่ารอบเอวด้วยค่ารอบสะโพก การวัดรอบสะโพกจะวัดส่วนที่กว้างที่สุด สัดส่วนนี้บ่งบอกการกระจายของไขมันในทั้งบริเวณหน้าท้องและบริเวณสะโพก ผู้ที่มีสัดส่วนค่านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 มีความเสี่ยงต่อการเกิดเบาหวาน ความดันเลือดสูงและไขมันในเลือดสูง¹⁰ เพศชายที่มีสัดส่วนนี้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.9 และเพศหญิงมากกว่าหรือเท่ากับ 0.8 จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดกลุ่มอาการเมตาบอลิก¹⁰ การศึกษาในกลุ่มตัวอย่างชายไทย อายุมากกว่า 35 ปี พบว่าระดับค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.89¹⁰ สัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือดมากที่สุด

ข้อจำกัดของสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก คือ สัดส่วนอาจไม่เปลี่ยนแปลงหากมีไขมันสะสมมากขึ้นทั้งบริเวณรอบเอวและรอบสะโพก หรืออาจลดลงหากมีไขมันเพิ่มขึ้นมากบริเวณสะโพก

สัดส่วนรอบเอวต่อส่วนสูง (waist-to-height ratio)

สัดส่วนนี้เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณโดยหารค่ารอบเอวด้วยค่าความสูง ไรแท่นดัชนีมวลกายในนักกีฬาที่มีกล้ามเนื้อขาได้ และสัดส่วนนี้เพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น เนื่องจากผู้สูงอายุจะเตี้ยลง เพราะหลังค่อมหรือขาโก่ง แต่บางการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์กับอายุ¹¹ สัดส่วนนี้พบมีความสัมพันธ์กับไขมันที่สะสมใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง และอวัยวะภายในได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวบ่งชี้อื่น ๆ¹² การศึกษาในประเทศอังกฤษ¹³ พบระดับค่าที่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาสุขภาพ สำหรับในเอเชียพบระดับค่าที่บ่งชี้ภาวะน้ำหนักเกินในประเทศจีนคือ เพศชาย 0.48 และเพศหญิง 0.45⁷ และภาวะน้ำหนักเกินในเด็กคือ 0.445 โรคอ้วนในเด็กผู้ชาย คือ 0.485 และเด็กผู้หญิง คือ 0.475¹¹ และในประเทศญี่ปุ่นพบระดับค่าที่บ่งชี้ภาวะน้ำหนักเกิน คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 เท่ากันทั้งในเพศชาย เพศหญิงและเด็ก¹³ ถึงแม้เด็กจะมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในเด็กชาวคอเคเซียน¹⁴ ดังนั้นสัดส่วนรอบเอวต่อส่วนสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงบ่งชี้โรคอ้วนทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ แม้ในเชื้อชาติต่างกัน แต่การศึกษาในพนักงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

แห่งประเทศไทย เพศชาย อายุ 35-54 ปี พบระดับค่ามากกว่า 0.517 สัมพันธ์กับการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ โดยมีความไวร้อยละ 55 และความจำเพาะร้อยละ 61¹⁵

ข้อจำกัดของสัดส่วนรอบเอวต่อส่วนสูง คือ ความคลาดเคลื่อนที่อาจพบเมื่อใช้บ่งชี้โรคอ้วนในผู้สูงอายุและวัยรุ่น

ปริมาณไขมันในร่างกาย (body fat)

ปริมาณไขมันในร่างกายแสดงด้วยค่าร้อยละของไขมันในร่างกาย (body fat percentage) เป็นการเทียบน้ำหนักของเนื้อเยื่อไขมันกับน้ำหนักทั้งหมด คือ เนื้อเยื่อไขมันและเนื้อเยื่อที่ไม่ใช่ไขมัน จึงไม่ใช่ปริมาณไขมันในเลือด

ระดับค่าของปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกายแตกต่างกันตามอายุ เพศ และเชื้อชาติ¹⁶ ในประเทศสหรัฐอเมริกา The American Council on Exercise กำหนดระดับปริมาณร้อยละของไขมันสำหรับบ่งชี้โรคอ้วนคือ มากกว่าร้อยละ 25 ในเพศชาย และมากกว่าร้อยละ 32 ในเพศหญิง

Gallagher และคณะ¹⁷ ได้วัดปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกายด้วยวิธี dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) ในกลุ่มตัวอย่างเชื้อชาติต่าง ๆ ทั้งคนผิวขาว คนแอฟริกันและคนเอเชีย ในประเทศอังกฤษ อเมริกา และญี่ปุ่น ทั้งหมด 1,626 ราย เป็นเพศชาย 613 ราย และเพศหญิง 1,013 ราย และได้นำเสนอค่าปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกายที่วัดได้แยกตามเพศ อายุ และดัชนีมวลกาย ดังตารางที่ 1

ปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกายในตารางที่ 1 นี้สามารถนำไปประโยชน์ในการจัดกลุ่มความอ้วนได้ ในกรณีที่ทราบปริมาณร้อยละของไขมัน แต่ไม่ทราบค่าดัชนีมวลกาย เช่น เพศชาย อายุ 40 ปี มีปริมาณร้อยละของไขมัน ร้อยละ 20 จะเป็นผู้น้ำหนักเกิน เป็นต้น

อย่างไรก็ตามระดับค่าของปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกายที่บ่งชี้โรคอ้วนในชาวเอเชียต่ำกว่าในตารางที่ 1 เช่น การศึกษาในชาวอินเดียเพศชาย อายุ 25-64 ปี¹⁸ พบระดับค่ามากกว่าร้อยละ 25 สำหรับบ่งชี้โรคอ้วน ร้อยละ 20-25 บ่งชี้ภาวะน้ำหนักเกิน ร้อยละ 10-20 บ่งชี้ภาวะน้ำหนักปกติ และน้อยกว่าร้อยละ 10 บ่งชี้ภาวะน้ำหนักน้อยกว่าปกติ โดยพบความชุกของโรคหัวใจและหลอดเลือดมากที่สุดในกลุ่มที่มีระดับค่ามากกว่าร้อยละ 25 และไม่พบเลยในกลุ่มที่มีระดับค่าน้อยกว่าร้อยละ 10

การศึกษาในจังหวัดขอนแก่น⁴ ในกลุ่มตัวอย่างอายุ 20-84 ปี วัดปริมาณไขมันด้วยวิธี dual-energy X-ray absorptiometry พบว่าในผู้ที่มีดัชนีมวลกาย 25-29 กก./ม.² เพศชายจะมีปริมาณไขมันเฉลี่ยร้อยละ 24.2 ± 5.1 และเพศหญิงมีร้อยละ 37.2 ± 4.9

ตารางที่ 1 ปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกาย แยกตามเพศ อายุ และดัชนีมวลกาย (กก./ม.²)¹⁷

อายุ (ปี)	ปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกายเพศชาย (ร้อยละ)				ปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกายเพศหญิง (ร้อยละ)			
	พอม	ปกติ	น้ำหนักเกิน	อ้วน	พอม	ปกติ	น้ำหนักเกิน	อ้วน
	BMI < 18	BMI 18-24	BMI 24-29	BMI ≥ 30	BMI < 18	BMI 18-24	BMI 24-29	BMI ≥ 30
20-40	< 8	8-19	19-25	> 25	< 21	21-33	33-39	> 39
41-60	< 11	11-22	22-27	> 27	< 23	23-35	35-40	> 40
61-79	< 13	13-25	25-30	> 30	< 24	24-36	36-42	> 42

BMI = body mass index หรือดัชนีมวลกาย หน่วยเป็น กก./ม.²

ในผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 30 กก./ม.² เพศชายจะมีปริมาณไขมันเฉลี่ยร้อยละ 27.8 ± 3.3 และเพศหญิงมีร้อยละ 41.7 ± 7.0 ปริมาณไขมันจากการศึกษาในประเทศไทยต่างจากค่าในตารางที่ 1 น่าจะเนื่องจากค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ไม่ได้ศึกษาแยกตามกลุ่มอายุ

การวัดปริมาณไขมันในร่างกาย

การบอกปริมาณไขมันในร่างกายสามารถใช้วิธีการวัดค่าและวิธีคำนวณ ดังนี้

1. การวัดปริมาณไขมันในร่างกาย ได้แก่

1.1 การใช้ปากกีสวัดไขมันใต้ผิวหนัง (skinfold caliper) โดยวัดร่างกายซึ่งขา ในตำแหน่งต่าง ๆ ได้แก่ ต้นแขนด้านหน้า (biceps) ต้นแขนด้านหลัง (triceps) มุมล่างของกระดูกสะบัก (subscapular) ผนังหน้าอก หน้าท้อง บริเวณที่อยู่ระหว่างเส้นที่ลากจากกระดูกสะโพกตัดกับเส้นลากจากรักแร้ (supraspinale) หน้าขา (thigh) น่อง (calf) เนื้อสะโพกด้านข้าง (suprailiac) และแนวกึ่งกลางรักแร้ (midaxillary)¹⁹ ทั้งนี้จะวัดตำแหน่งใดขึ้นกับสมการที่ใช้คำนวณ การศึกษาส่วนมากจะวัด 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ต้นแขนด้านหน้า ต้นแขนด้านหลัง มุมล่างของกระดูกสะบัก และเนื้อสะโพกด้านข้าง

วิธีวัดให้ใช้นิ้วมือดึงผิวหนังบริเวณนั้นขึ้นแล้วใช้ปากกีสวัดค่าความหนาของไขมันในหน่วยมิลลิเมตร วัดซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง ต้องต่างกันไม่เกิน 1-2 มม. แล้วนำค่าที่วัดได้มาคำนวณปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกาย โดยใช้ผลรวมความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่วัดได้จาก 3 ตำแหน่ง 4 ตำแหน่ง หรือ 7 ตำแหน่ง ผลรวมความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 3 ตำแหน่ง ในเพศชายใช้ความหนาของไขมันที่วัดได้จากบริเวณหน้าอก หน้าท้อง และหน้าขา ส่วนเพศหญิงใช้ความหนาของไขมันที่วัดได้จากบริเวณ

ต้นแขนด้านหลัง เนื้อสะโพกด้านข้าง และหน้าขา ส่วนผลรวมความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 4 ตำแหน่ง ทั้งเพศชายและหญิงใช้ค่าความหนาของไขมันที่วัดได้จากต้นแขนด้านหน้า ต้นแขนด้านหลัง เนื้อสะโพกด้านข้าง และมุมล่างของกระดูกสะบัก สำหรับผลรวม 7 ตำแหน่ง ทั้งเพศชายและเพศหญิงใช้ค่าความหนาของไขมันที่วัดได้จากหน้าอก แนวกึ่งกลางรักแร้ เนื้อสะโพกด้านข้าง มุมล่างของกระดูกสะบัก ต้นแขนด้านหลัง หน้าท้อง และหน้าขา

ผลรวมความหนาของไขมันใต้ผิวหนังจะใช้คำนวณความหนาแน่นของร่างกาย (body density) แล้วจึงนำความหนาแน่นที่ได้มาหาคำนวณปริมาณร้อยละของไขมัน โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

ความหนาแน่นของร่างกายในเพศชาย²⁰ กรณีคำนวณจากการวัดไขมันใต้ผิวหนัง 3 ตำแหน่งจะเท่ากับ $1.1093800 - (0.0008267 \times \text{SUM3}) + (0.0000016 \times \text{SUM3}^2) - (0.0002574 \times \text{อายุ})$ กรณีคำนวณจากการวัดไขมันใต้ผิวหนัง 7 ตำแหน่งจะเท่ากับ $1.112 - (0.00043499 \times \text{SUM7}) + (0.00000055 \times \text{SUM7}^2) - (0.00028826 \times \text{อายุ})$

ความหนาแน่นของร่างกายในเพศหญิง²¹ กรณีคำนวณจากการวัดไขมันใต้ผิวหนัง 3 ตำแหน่งจะเท่ากับ $1.0994921 - (0.0009929 \times \text{SUM3}) + (0.0000023 \times \text{SUM3}^2) - (0.0001392 \times \text{อายุ})$ กรณีคำนวณจากการวัดไขมันใต้ผิวหนัง 7 ตำแหน่งจะเท่ากับ $1.097 - (0.00046971 \times \text{SUM7}) + (0.00000056 \times \text{SUM7}^2) - (0.00012828 \times \text{อายุ})$

ความหนาแน่นของร่างกายทั้งเพศชายและเพศหญิง²² กรณีคำนวณจากการวัดไขมันใต้ผิวหนัง 4 ตำแหน่งจะเท่ากับ $(1,1714 - 0.063) \times [\log(\text{SUM4}) - (0.000406 \times \text{อายุ})]$

ทั้งนี้ SUM3 คือ ผลรวมไขมันใต้ผิวหนัง 3 ตำแหน่ง SUM4 คือ ผลรวมไขมันใต้ผิวหนัง 4 ตำแหน่ง และ SUM7 คือ

ผลรวมไขมันใต้ผิวหนัง 7 ตำแหน่ง หน่วยเป็นมิลลิเมตร

$$\text{ปริมาณร้อยละของไขมันทั้งเพศชายและเพศหญิง}^{23} = [(4.95 \div \text{ความหนาแน่นของร่างกาย}) - 4.5] \times 100$$

การศึกษาในผู้หญิงชาวบราซิลอายุ 20-40 ปี จำนวน 44 ราย²⁴ พบว่าปริมาณร้อยละของไขมันที่วัดด้วยปากกิบ และคำนวณด้วยวิธี 3 ตำแหน่ง และ 7 ตำแหน่ง ได้ค่าต่ำกว่าวิธี Dual-energy X-ray absorptiometry ส่วนการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา ในผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรงจำนวน 1670 ราย อายุ 18-110 ปี²⁵ ในเชื้อชาติสเปน แอฟริกัน ชาวผิวขาว และ เอเชียพบว่าปริมาณร้อยละของไขมันที่วัดด้วยปากกิบและคำนวณด้วยวิธี 4 ตำแหน่ง ได้ค่าแตกต่างจากวิธี Dual-energy X-ray absorptiometry

ข้อจำกัดของการวัดด้วยปากกิบคือค่าที่วัดอาจคลาดเคลื่อนหากผู้วัดไม่มีความชำนาญ และค่าที่วัดได้อาจมากกว่าความจริงในคนพอมและคนที่อ้วนมาก แต่น้อยกว่าความจริงในคนอ้วน²⁶ นอกจากนี้ไขมันใต้ผิวหนังจะลดน้อยลงในผู้สูงอายุ จึงไม่ควรวัดวิธีนี้ในผู้สูงอายุ²⁷

1.2 วิธี Dual-energy X-ray absorptiometry²⁸ เป็นวิธีตรวจแบบไม่รุกล้ำ สามารถตรวจวัดมวลของกล้ามเนื้อ ไขมัน และมวลกระดูก เครื่องจะปล่อยรังสีเอกซ์เรย์ที่มีพลังงานแตกต่างกัน 2 ค่า เนื้อเยื่อไขมันสามารถดูดกลืนพลังงานค่าหนึ่งไว้มากกว่าเนื้อเยื่อชนิดอื่น ๆ การตรวจวัดปริมาณของพลังงานที่ลดทอนร่วมกับวิธีการประมวลผลและสร้างภาพด้วยคอมพิวเตอร์ จะสามารถบอกปริมาณของไขมันในร่างกาย

ข้อจำกัดของวิธี Dual-energy X-ray absorptiometry คือ เครื่องมีขนาดใหญ่มาก ค่าใช้จ่ายในการตรวจสูงมาก และผู้ตรวจต้องเป็นนักรังสีวิทยา ดังนั้นวิธีการนี้จึงมักจะใช้เฉพาะในงานวิจัย²⁸

1.3 การใช้เครื่องมือวัดค่าอิมพีแดนซ์ (bioelectrical impedance analysis, BIA) โดยเครื่องส่งไฟฟ้ากระแสตรงเข้าร่างกายผ่านแผ่นอิเล็กโทรด ไขมันมีค่าอิมพีแดนซ์หรือความต้านทานมากกว่ากล้ามเนื้อ จึงมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไขมันได้น้อยกว่ากล้ามเนื้อ เครื่องจะวัดค่าความต้านทานทั่วร่างกาย แล้วคำนวณปริมาณน้ำในร่างกาย แล้วนำค่าของปริมาณน้ำในร่างกายมาใช้คำนวณปริมาณไขมันในร่างกาย โดยใช้สูตรดังนี้²⁹

$$\text{น้ำในร่างกายทั้งหมด (total body water)} = 0.372 (ht^2 \div R) + 3.05(\text{เพศ}) + 0.142(\text{wt}) - 0.069(\text{อายุ})$$

$$\text{ปริมาณร้อยละของไขมัน} = [\text{wt} - (\text{total body water} \div 0.73)] \div (\text{wt} \times 100)$$

โดย ht ให้แทนค่าด้วยความสูงหน่วยเป็นเซนติเมตร R ให้แทนค่าด้วยความต้านทานหน่วยเป็นโอห์ม wt ให้แทนค่าด้วย

น้ำหนักตัวหน่วยเป็นกิโลกรัม เพศชายให้แทนค่าด้วย 1 เพศหญิงให้แทนค่าด้วย 0 ให้แทนค่าอายุมีหน่วยเป็นปี

การศึกษาในออสเตรเลีย เมื่อปี ค.ศ. 1998 ในเพศชาย 66 ราย และเพศหญิง 130 ราย อายุ 26-86 ปี พบว่าปริมาณไขมันที่ได้จากการใช้เครื่องมือวัดค่าอิมพีแดนซ์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันที่วัดด้วย Dual-energy X-ray absorptiometry ในเพศชาย แต่ต่ำกว่าค่าที่วัดด้วย Dual-energy X-ray absorptiometry เล็กน้อยในเพศหญิง³⁰ ส่วนการศึกษาในกรุงสต็อกโฮล์ม เมื่อปี ค.ศ. 2008 ในเพศหญิง อายุ 30-60 ปี 138 ราย ซึ่งมีรอบเอวมากกว่า 88 ซม. พบว่าปริมาณไขมันที่ได้จากการใช้เครื่องมือวัดค่าอิมพีแดนซ์ มีความสัมพันธ์กับภาวะ insulin resistance น้อยกว่าการรอบเอวและดัชนีมวลกาย³¹

ข้อจำกัดของการวัดค่าอิมพีแดนซ์คือ มีหลายปัจจัยที่มีผลต่อค่าอิมพีแดนซ์ ได้แก่ ปริมาณน้ำในร่างกาย อาหารและอุณหภูมิของผิวหนัง จึงควรต้องควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อให้การวัดได้ค่าที่ถูกต้อง คือ ผู้ที่ถูกวัดไม่ได้อยู่ในภาวะสูญเสียน้ำหรือเหงื่อ และควรงดน้ำและอาหารก่อนเข้ารับการวัด 4 ชั่วโมง ไม่วัดหลังการออกกำลังกาย ไม่ได้ดื่มแอลกอฮอล์และไม่ได้กลืนปัสสาวะในขณะที่วัด เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีการวัดปริมาณไขมันวิธีอื่น ๆ เช่น magnetic resonance imaging, computerized tomography และ body density แต่วิธีการเหล่านี้ใช้เครื่องมือที่มีความซับซ้อนและมีค่าใช้จ่ายสูงมาก

2. การคำนวณปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกายด้วยตัวบ่งชี้โรคอ้วนอื่น ๆ

สมการทางสถิติสำหรับคำนวณปริมาณร้อยละของไขมันจากการศึกษาในชาวเอเชีย ได้แก่

2.1 สมการสำหรับเด็ก (อายุน้อยกว่า 15 ปี) และผู้ใหญ่ (อายุมากกว่า 15 ปี)³²

$$2.1.1 \text{ ร้อยละของไขมันในร่างกายของเด็ก} = (1.51 \times \text{BMI}) - (0.70 \times \text{อายุ}) - (3.6 \times \text{เพศ}) + 1.4$$

$$2.1.2 \text{ ร้อยละของไขมันในร่างกายของผู้ใหญ่} = (1.20 \times \text{BMI}) + (0.23 \times \text{อายุ}) - (10.8 \times \text{เพศ}) - 5.4$$

ทั้ง 2 สมการนี้ให้แทนค่า BMI ด้วยดัชนีมวลกายมีหน่วยเป็น กก./ม.² แทนค่าอายุ มีหน่วยเป็นปี แทนค่าเพศชายด้วย 1 และเพศหญิงด้วย 0

2.2 สมการสำหรับผู้ที่มีอายุ 20-84 ปี แบ่งเป็น 2 วิธี คือ

2.2.1 ใช้ค่าไขมันใต้ผิวหนัง (skinfold) รอบเอว รอบสะโพก และดัชนีมวลกาย³³

$$2.2.1.1 \text{ ร้อยละของไขมันในร่างกายเพศชาย} =$$

$(0.42 \times \text{subscapular skinfold}) + (0.62 \times \text{BMI}) - (0.28 \times \text{biceps skinfold}) + (0.17 \times \text{รอบเอว}) - 18.47$

2.2.1.2 ร้อยละของไขมันในร่างกายเพศหญิง = $(0.42 \times \text{รอบสะโพก}) + (0.17 \times \text{suprailiac skinfold}) + (0.46 \times \text{BMI}) - 23.75$

ให้แทนค่า skinfold มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร รอบเอว และรอบสะโพก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร และแทนค่า BMI ด้วยดัชนีมวลกาย มีหน่วยเป็น กก./ม.²

2.2.2 ใช้ตัวแปรเพศ อายุ และ ดัชนีมวลกาย⁴

2.2.2.1 ร้อยละของไขมันในร่างกาย = $(1.65 \times \text{BMI}) + (0.06 \times \text{อายุ}) - (15.3 \times \text{เพศ}) - 10.67$

ให้แทนค่า BMI ด้วยดัชนีมวลกายมีหน่วยเป็น กก./ม.² ให้แทนค่าอายุมีหน่วยเป็นปี แทนค่าเพศชายด้วย 1 และเพศหญิงด้วย 0

ข้อจำกัดของการคำนวณปริมาณร้อยละของไขมันด้วยสมการคือ ค่าที่นำมาเข้าสมการต้องมีความถูกต้องและผู้ใช้สมการต้องมีทักษะทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การคำนวณปริมาณร้อยละของไขมันไม่ได้ใช้กันแพร่หลาย เนื่องจากมีตัวบ่งชี้โรคอ้วนอื่น ๆ รวมทั้งปัจจุบันมีเครื่องมือวัดปริมาณไขมันในร่างกาย เช่น เครื่องวัดค่าอิมพีแดนซ์ เป็นต้น ซึ่งใช้งานสะดวกและรวดเร็ว สามารถทราบค่าได้เลย นอกจากนี้สมการที่ใช้คำนวณปริมาณร้อยละของไขมันมีหลายสมการ จึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการเลือกไปใช้งาน

ความสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้โรคอ้วนกับปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด

ระดับค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์บ่งชี้โรคอ้วนมักได้จากการติดตามกลุ่มตัวอย่างจนเกิดอุบัติการณ์ของโรคเรื้อรังที่มีสาเหตุจากโรคอ้วนหรือพบปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด อย่างไรก็ตามการเกิดโรคหนึ่ง ๆ อาจมีหลายสาเหตุร่วมกัน หรือโรคที่เกิดขึ้นในภายหลังอาจเป็นสาเหตุให้เกิดโรคอื่นได้เช่นกัน

ตัวบ่งชี้โรคอ้วนที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด เช่น ดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 23 กก./ม.² ทั้งเพศชายและเพศหญิง และรอบเอว 84 ซม. ในเพศชาย และ 80 ซม. ในเพศหญิง⁵ ปริมาณร้อยละของไขมันในร่างกายและสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก มีความสัมพันธ์กับระดับน้ำตาลในเลือด ไขมันในเลือด และความดันเลือด⁶ สัดส่วนรอบเอวต่อส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับอายุ¹³ และสัมพันธ์กับการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ¹⁵ รวมทั้งพบว่าสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพกสามารถทำนายการเสียชีวิตด้วยโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหัวใจและหลอดเลือดได้ดีที่สุด รองลงมาคือรอบเอว และดัชนีมวลกาย³⁴

ผู้นิพนธ์ได้นำข้อมูลที่รวบรวมได้ในข้างต้น มาวิเคราะห์ข้อมูลที่เคยศึกษาไว้ในกลุ่มตัวอย่าง อายุ 20–60 ปี ในจังหวัดพิษณุโลก พบว่าเมื่อใช้สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพกที่ระดับค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.9 ในเพศชาย และ 0.8 ในเพศหญิงสามารถบ่งชี้จำนวนผู้ที่มีโรคอ้วนเท่ากับเมื่อใช้สัดส่วนรอบเอวต่อส่วนสูงที่ระดับค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 และบ่งชี้จำนวนผู้ที่เป็นโรคอ้วนได้ใกล้เคียงกับรอบเอวที่ระดับค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 90 ซม. ในเพศชาย และ 80 ซม. ในเพศหญิง และดัชนีมวลกายที่ระดับค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 23 กก./ม.² ในเพศชาย และ 22 กก./ม.² ในเพศหญิง รวมทั้งพบความสัมพันธ์ของน้ำหนักตัวกับทุกตัวบ่งชี้และระดับค่าของปริมาณร้อยละของไขมันซึ่งวัดด้วยเครื่องมือวัดค่าอิมพีแดนซ์ พบว่าระดับค่าที่มีความไวและความจำเพาะสูงในการบ่งชี้โรคอ้วน คือ ร้อยละ 22 ในเพศชาย และร้อยละ 25–26 ในเพศหญิงโดยที่ช่วงอายุเดียวกันมีค่าใกล้เคียงกัน และปริมาณร้อยละของไขมันซึ่งวัดด้วยวิธีวัดอิมพีแดนซ์กับค่าที่ได้จากคำนวณด้วยสมการทางสถิติ ในสมการข้อ 2.2.2 ได้ค่าใกล้เคียงกัน

สรุป

เกณฑ์ในการบ่งชี้โรคอ้วน มีหลายเกณฑ์ หลายวิธีด้วยกัน ตัวบ่งชี้โรคอ้วนควรเป็นตัวบ่งชี้ที่ประเมินหรือวัดค่าได้ง่าย คลาดเคลื่อนน้อย สะดวก มีความแม่นยำในการวัดแต่ละครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ข้อจำกัด ผู้ที่อ้วนไม่ชัดเจนอาจต้องไขมันมากกว่า 1 ตัวบ่งชี้ เพราะทุกตัวบ่งชี้มีข้อจำกัด ระดับค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินภาวะอ้วนของรอบเอวจากการศึกษาในประเทศไทยใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่แบ่งตามเชื้อชาติของสหพันธ์เบาหวานนานาชาติ ดังนั้นรอบเอวน่าจะเป็นตัวบ่งชี้โรคอ้วนได้ดี และนำไปใช้ได้ง่ายในการบ่งชี้โรคอ้วน สิ่งที่สำคัญนอกจากการคัดกรองโรคอ้วน คือการให้คำแนะนำประชาชนให้ตระหนักถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากโรคอ้วน เพื่อนำสู่การสร้างเสริมสุขภาพและลดปัญหาสาธารณสุขของประเทศ

เอกสารอ้างอิง

1. Global database on body mass index: BMI classification. Available at: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html. Retrieved December 29, 2010.

2. Ko GT, Chan JC, Cockram CS, Woo J. Prediction of hypertension, diabetes, dyslipidaemia or albuminuria using simple anthropometric indexes in Hong-Kong Chinese. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23: 1136-42.
3. Deurenberg-Yap M, Chew SK, Deurenberg P. Elevated body fat percentage and cardiovascular risks at low body mass index levels among Singaporean Chinese, Malays and Indians. *Obes Rev* 2002; 3: 209-15.
4. Pongchaiyakul C, Nguyen TV, Kosulwat V, Rojroongwasinkul N, Charoenkiatkul S, Pongchaiyakul C, et al. Defining obesity by body mass index in the Thai population: an epidemiologic study. *Asia Pac J Clin Nutr* 2006; 15: 293-9.
5. Narksawat K, Podang J, Punyarathabundu P, Podhipak A. Waist circumference, body mass index and health risk factors among middle aged Thais. *Asia Pac J Public Health* 2007; 19: 10-5.
6. Grundy SM, Brewer BH Jr, Cleeman JI, Smith SC Jr, Lenfant C. American Heart Association; National Heart, Lung, and Blood Institute. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation* 2004; 109: 433-8.
7. Lin WY, Lee LT, Chen CY, Lo H, Hsia HH, Liu IL, et al. Optimal cut-off values for obesity: using simple anthropometric indices to predict cardiovascular risk factors in Taiwan. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26: 1232-8.
8. Alberti G, Shaw J, Zimmet P. A new IDF worldwide definition of the metabolic syndrome: the rationale and the results. *Diabetes Voice* 2005; 50: 31-3.
9. Wang J, Thornton JC, Bari S, Williamson B, Gallagher D, Heymsfield SB, et al. Comparisons of waist circumferences measured at 4 sites. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 379-84.
10. Paniagua L, Lohsoonthorn V, Lertmaharit S, Jiamjarasrangsri W, Williams MA. Comparison of waist circumference, body mass index, percent body fat and other measure of adiposity in identifying cardiovascular disease risks among Thai adults. *Obes Res Clin Prac* 2008; 2: 215-23.
11. Weili Y, He B, Yao H, Dai J, Cui J, Ge D, et al. Waist-to-height ratio is an accurate and easier index for evaluating obesity in children and adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2007; 15: 748-52.
12. Wu HY, Xu SY, Chen LJ, Zhang HF. Waist to height ratio as a predictor of abdominal fat distribution in men. *Chin J Physiol* 2009; 52: 441-5.
13. Hsieh SD, Yoshinaga H, Muto T. Waist-to-height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27: 610-6.
14. Maffeis C, Banzato C, Talamini G; Obesity Study Group of the Italian Society of Pediatric Endocrinology and Diabetology. Waist-to-height ratio, a useful index to identify high metabolic risk in overweight children. *J Pediatr* 2008; 152: 207-13.
15. Aekplakorn W, Pakpeankitwatana V, Lee CM, Woodward M, Barzi F, Yamwong S, et al. Abdominal obesity and coronary heart disease in Thai men. *Obesity (Silver Spring)* 2007; 15: 1036-42.
16. Jackson AS, Stanforth PR, Gagnon J, Rankinen T, Leon AS, Rao DC, et al. The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: the heritage family study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26: 789-96.
17. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 694-701.
18. Singh RB, Niaz MA, Beegom R, Wander GS, Thakur AS, Rissam HS. Body fat percent by bioelectrical impedance analysis and risk of coronary artery disease among urban men with low rates of obesity:

- the Indian paradox. *J Am Coll Nutr* 1999; 18: 268-73.
19. Fitness testing: skinfold measurement sites. Available at: <http://www.topendsports.com/testing/skinfold-sites.htm>. Retrieved December 20, 2010.
 20. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 1978; 40: 497-504.
 21. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* 1980; 12: 175-81.
 22. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32: 77-97.
 23. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A, editors. *Techniques for measuring body composition*. Washington, DC: National Academy of Sciences; 1961. p. 223-44.
 24. Bottaro M, Heyward V, Bezerra R, Wagner D. Skinfold method vs dual-energy X-ray absorptiometry to assess body composition in normal and obese women. *JEPonline* 2002; 5: 11-8.
 25. Davidson LE, Wang J, Thornton JC, Kaleem Z, Silva-Palacios F, Pierson RN, et al. Predicting fat percent by skinfolds in racial groups: Durnin and Womersley revisited. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43: 542-9.
 26. Vansant G, Van Gaal L, De Leeuw I. Assessment of body composition by skinfold anthropometry and bioelectrical impedance technique: a comparative study. *J Parenter Enteral Nutr* 1994; 18: 427-9.
 27. Deurenberg P. Body composition. In: Gibney MJ, Vorster HH, Kok FJ, editors. *Introduction to human nutrition*. 2nd ed. Singapore: Fabulous printer pie; 2009. p. 12-30.
 28. Medical policy. Radiology section: whole body dual x-ray absorptiometry (DEXA) to determine body composition. Available at: <http://blue.regence.com/trgmedpol/radiology/rad41.html>. Retrieved March 3, 2011
 29. Lukaski HC, Bolonchuk WW. Estimation of body fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impedance measurements. *Aviat Space Environ Med* 1988; 59: 1163-9.
 30. Wattanapenpaiboon N, Lukito W, Strauss BJG, Hsu-Hage BH, Wahlqvist ML, Stroud DB. Agreement of skinfold measurement and bioelectrical impedance analysis (BIA) methods with dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) in estimating total body fat in Anglo-Celtic Australians. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998; 22: 854-60.
 31. Hemmingsson E, Uddén J, Neovius M. No apparent progress in bioelectrical impedance accuracy: validation against metabolic risk and DXA. *Obesity (Silver Spring)* 2009; 17: 183-7.
 32. Deurenberg P, Weststrate J, Seidell J. Body mass index as a measure of body fatness: age and sex specific prediction formulas. *Br J Nutr* 1991; 65: 105-14.
 33. Pongchaiyakul C, Kosulwat V, Rojroongwasinkul N, Charoenkiatkul S, Thepsuthammarat K, Laopaiboon M, et al. Prediction of percentage body fat in rural Thai population using simple anthropometric measurements. *Obes Res* 2005; 13: 729-38.
 34. Welborn TA, Dhaliwal SS, Bennett SA. Waist-hip ratio is the dominant risk factor predicting cardiovascular death in Australia. *Med J Aust* 2003; 179: 580-5.