



## วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้เสนอแนวคิด ทฤษฎี และข้อมูลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาการของเด็กวัยรุ่นอายุระหว่าง 13-15 ปี
2. การศึกษาเกี่ยวกับไขมันในร่างกาย
3. ปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดโรคอ้วน และผลความอ้วนที่มีต่อสุขภาพทางกาย จิตใจอารมณ์ และสังคม
4. วิธีกำหนดหาส่วนประกอบของร่างกาย
5. เทคนิคการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง การวัดส่วนรอบวงของร่างกาย
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### การพัฒนาการของเด็กวัยรุ่นอายุระหว่าง 13-15 ปี

การเปลี่ยนแปลงทางสรีระและรูปร่างที่เกิดขึ้นในระยะวัยรุ่นเป็นผลมา จากต่อมใต้สมอง (Pituitary gland) ได้ผลิตฮอร์โมนโกนาโดทรอปิน (Gonadotropin hormone) ฮอร์โมนนี้จะไปกระตุ้นต่อมเพศ (Gonad gland) ให้ผลิตฮอร์โมนเพศออกมาเมื่อฮอร์โมนเพศไปปฏิบัติการร่วมกับต่อมไร้ท่ออื่น ๆ ภายในร่างกายแล้วจะมีผลทำให้เกิดกระดูกและกล้ามเนื้อมีการพัฒนาและ เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นอย่างรวดเร็ว นักจิตวิทยาจึงมักเรียกการเปลี่ยนแปลงในระยะนี้ว่า

#### "การโตเร็ว" (Growth spurt)

การโตเร็วที่ปรากฏเห็นได้ชัด คือการเพิ่มขึ้นของส่วนสูงและน้ำหนักสำหรับเด็กชายบางคนอาจมีการเปลี่ยนแปลงเมื่ออายุเพียง 9 ปีครึ่ง แต่บางคนก็เริ่มที่อายุ 13 ปีครึ่ง แต่โดยเฉลี่ยแล้วจะอยู่ในช่วงอายุ 13 ปี และจะเห็นการพัฒนาได้อย่างชัดเจนเมื่ออายุ 13 ปีครึ่ง ถึง 14 ปี แต่หลังจากอายุ 15 ปีครึ่ง ไปแล้ว อัตราการเจริญเติบโตจะค่อย ๆ ลดต่ำลงส่วนในเด็กหญิงอาจจะ

เริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่ออายุ 7 ปีครึ่ง หรืออย่างช้า 11 ปีครึ่งโดยเฉลี่ยจะเปลี่ยนแปลงเร็วมากเมื่ออายุ 11 ปี แต่จะเริ่มลดลงมาเร็วมากเมื่ออายุ 13 ปี หลังจากนั้นร่างกายจะเจริญเติบโตไปในอัตราที่ช้ามาก

การแบ่งช่วงอายุของวัยรุ่น มักจะเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงของร่างกายช่วงแรก จะเริ่มประมาณ 14-17 ปี แต่ในเพศหญิงมักจะเริ่มเร็วกว่าเพศชาย 1 ปี คือประมาณ 13-16 ปี ส่วนเพศชายจะอยู่ในช่วง 14-17 ปี หรือ 18 ปีถือว่าเป็นวัยรุ่นตอนต้น ส่วนวัยรุ่นตอนปลายนั้น เพศหญิงประมาณ 16-20 ปี หรือ 21 ปี เพศชายประมาณ 17-21 ปี หรือ 22 ปีเนื่องมาจากเพศชายโดยเฉลี่ยแล้วจะถึงวุฒิภาวะ (Maturity) หลังเพศหญิงทำให้ช่วงเวลาที่จะไปถึงวุฒิภาวะนั้นสั้น จึงดูเหมือนว่าเพศหญิงถึงวุฒิภาวะในขณะที่เพศชายไม่ถึงวุฒิภาวะ

การเปลี่ยนแปลงทางกายที่สำคัญของวัยรุ่น อาจแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ ดังต่อไปนี้

#### 1. การเปลี่ยนแปลงด้านส่วนสูงและน้ำหนัก

ด้านความสูง เด็กชายจะเริ่มสูงอย่างรวดเร็วเมื่ออายุระหว่าง 12-16 ปี และส่วนใหญ่มักจะสูงได้เต็มที่เมื่ออายุระหว่าง 16-18 ปี (เฉลี่ย 14.47 ปี) ความสูงของเด็กหญิงสูงเต็มที่ที่อายุ 15-16 ปี จะเห็นว่า ลักษณะของวัยรุ่นชายมักจะมีขึ้นช้ากว่าวัยรุ่นหญิงโดยเฉลี่ยประมาณ 1-2 ปี

ด้านกล้ามเนื้อ เมื่ออายุประมาณ 15 ปี น้ำหนักของกล้ามเนื้อจะเป็น 33 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของร่างกายและเมื่ออายุ 16 ปี กล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นเป็น 44 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายจากตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึงความสูง และน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทยในอายุต่างๆ

ตารางที่ 1 มาตรฐานน้ำหนักและความสูงของกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2530 จำแนกตามกลุ่มอายุและน้ำหนักที่ใช้สำหรับประชากรอ้างอิง

	กลุ่มอายุ	มาตรฐานน้ำหนัก	มาตรฐานความสูง	น้ำหนักที่ต่ำ
		กก.	ซม.	กก.
ทารก	0-5 เดือน	5.8	58.9	6
	6-8 เดือน	7.6	66.9	7
	9-11 เดือน	8.4	69.9	8*
เด็ก	1-3 ปี	11.7	83.7	12
	4-6 ปี	16.5	105.7	16
	7-9 ปี	21.9	120.7	22
ชาย	10-12 ปี	29.3	134.8	29
	13-15 ปี	41.7	153.8	42
	16-19 ปี	53.9	166.1	54
หญิง	10-12 ปี	30.7	137.7	31
	13-15 ปี	43.6	152.3	44
	16-19 ปี	48.1	155.0	48

\* เมื่ออายุครบ 12 เดือน ควรมีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 9 กิโลกรัม

แหล่งที่มา กองโรคชราการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข : 2531

ตารางที่ 2 น้ำหนักและส่วนสูงเฉลี่ยของเด็กชายไทย

อายุ ปี	ความสูงปกติ (ซม.)		น้ำหนักปกติ (กก.)	
	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
1	71.30	76.30	6.60	11.60
2	79.18	87.52	10.66	12.34
3	86.85	99.57	10.18	13.82
4	97.13	106.81	13.51	17.65
5	102.88	112.20	14.29	19.57
6	110.85	120.87	17.06	22.56
7	117.74	125.88	18.36	25.06
8	121.57	131.94	21.72	26.28
9	125.31	134.49	21.87	28.87
10	129.07	141.75	24.06	33.18
11	130.03	142.33	28.18	33.30
12	136.27	149.59	28.62	39.38
13	145.84	162.04	35.16	40.68
14	154.78	166.30	41.28	43.00
15	155.95	169.21	43.56	54.28
16	160.93	171.37	46.72	55.68
17	161.14	171.70	47.64	55.66

ตารางที่ 3 น้ำหนักและส่วนสูงเฉลี่ยของเด็กหญิงไทย

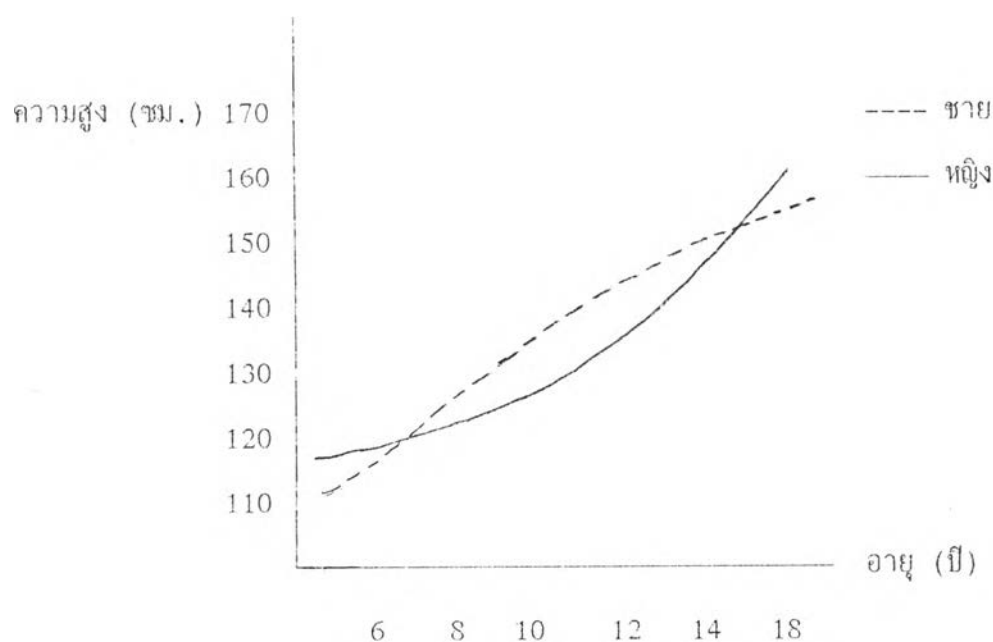
อายุ ปี	ความสูงปกติ (จม.)		น้ำหนักปกติ (กก.)	
	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
1	71.10	76.10	6.49	11.49
2	80.33	86.31	9.28	11.88
3	86.66	98.74	10.26	13.26
4	96.66	104.60	13.23	16.93
5	101.80	117.22	14.46	19.00
6	118.19	117.39	16.84	20.18
7	116.95	126.05	18.64	24.52
8	122.75	127.03	23.45	26.47
9	123.46	134.03	22.70	29.54
10	128.05	140.77	23.80	33.62
11	132.16	146.38	26.11	38.12
12	142.30	153.70	31.88	43.36
13	146.26	157.66	37.10	46.26
14	151.24	160.00	40.80	50.36
15	153.55	159.97	41.49	51.30
16	153.66	160.04	42.76	49.16
17	154.00	161.70	43.54	52.38

### ความเจริญทางด้านน้ำหนักของวัยรุ่น

ระยะก่อนวัยรุ่นเด็กชายจะมีน้ำหนักมากกว่าเด็กหญิง ระยะวัยรุ่นตอนกลางเด็กหญิงจะเริ่มหนักกว่าชาย และหลังวัยรุ่นตอนกลางไปแล้วชายจะหนักกว่าหญิงเล็กน้อย

ภวดี วัฒนากานนท์ และคณะ (2520) (อ้างถึงใน ประสาท อิศรปรีดา, 2523) ได้ทำการพินิจศึกษาแบบปฎิสัมพันธ์ (Cross section method) จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเด็กชาย-หญิง อายุระหว่าง 6-18 ปี จากภาพข้างล่าง

ภาพที่ 1 : เปรียบเทียบส่วนสูงของเด็กหญิงและเด็กชาย  
(โดยใช้ค่ามัธยฐาน)

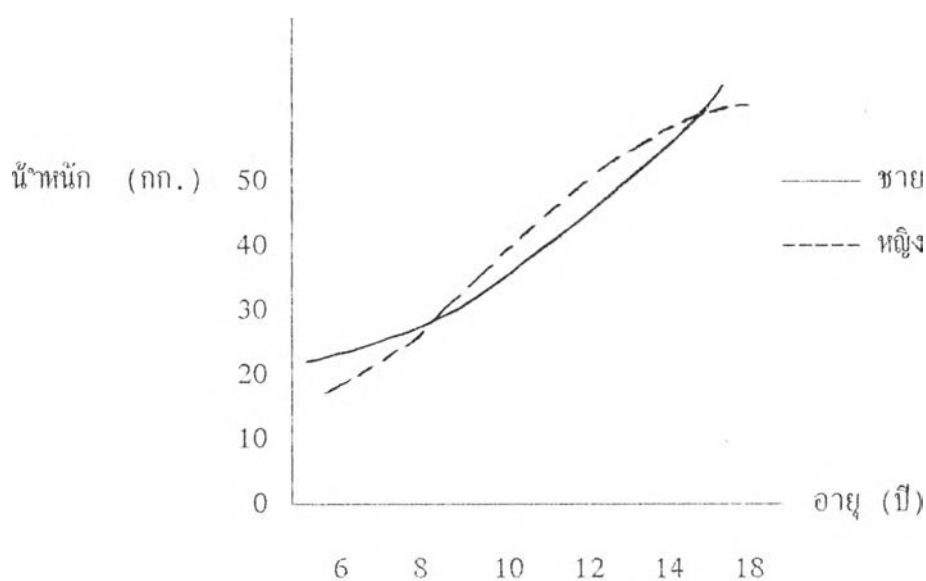


ที่มา : ประสาท อิศรปรีดา, 2523 : 17

จากภาพที่ 1 สรุปได้ว่าในด้านส่วนสูงนั้นเด็กชายจะสูงมากกว่าเด็กหญิงในระยะแรกๆ

จนกระทั่งอายุประมาณ 7 ปีครึ่ง ส่วนสูงของเด็กชายหญิงจะเท่ากันต่อจากนั้นส่วนสูงของเด็กหญิงจะมากกว่าเด็กชายอีกไปจนกระทั่งอายุ 14 ปีครึ่ง ส่วนสูงของเด็กชาย-หญิงจะเริ่มเท่ากันแล้วต่อจากนั้นความสูงของเด็กชายจะมากกว่าเด็กหญิงโดยตลอด

ภาพที่ 2 : เปรียบเทียบน้ำหนักของเด็กหญิง และเด็กชายเฉลี่ย



ที่มา : ประสาท อิศรปริดา, (2523)

จากภาพที่ 2 ด้านน้ำหนักเด็กชายจะมากกว่าเด็กหญิงในระยะแรกจนกระทั่งอายุ 8 ปีเต็ม น้ำหนักของทั้ง 2 เพศจะเท่ากัน ต่อจากนั้นน้ำหนักของเด็กหญิงจะมากกว่าเด็กชายไปจนกระทั่งอายุ 14 ปี 8 เดือน น้ำหนักของเด็กชาย-หญิงจะเริ่มเท่ากัน แล้วต่อจากนั้นน้ำหนักตัวเด็กชายจะมากกว่าเด็กหญิงโดยตลอด

## 2. การเปลี่ยนแปลงด้านโครงร่าง และสัดส่วน

โดยทั่ว ๆ ไปการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของร่างกายนั้นจะเริ่มจากศีรษะเป็นอันดับแรก ต่อจากนั้นก็จะเป็นมือ และเท้าเมื่ออวัยวะทั้ง 3 นี้เจริญอย่างสมบูรณ์แล้วความยาวของ

แขนและขาจึงเริ่มขึ้น ลำตัว และหัวไหล่จะขยายตัวขึ้นในภายหลัง กรินเดอร์ (Grinder, 1973) (อ้างถึงในประสาธ อิศรปริดา, 2523) กล่าวว่าไว้ว่า "การเจริญเติบโตของเท้าจะมีขึ้นก่อนการเจริญเติบโตของขาตอนล่างประมาณ 6 เดือน ขาตอนล่างจะเจริญกว่าขาตอนบนเล็กน้อย เมื่อขาได้มีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว หลังจากนั้นอีกประมาณ 4 เดือน สะโพกและอกจะเริ่มขยายสำหรับมือจะเริ่มเจริญพร้อม ๆ กับเท้าซึ่งมีการเจริญเติบโตขึ้นก่อนขา ามหน้าจะยาวปากจะกว้างริมฝีปากเริ่มหนา การเปลี่ยนแปลงจะเริ่มได้สัดส่วนเมื่อเป็นผู้ใหญ่เต็มที่แล้ว

### 3. การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อและไขมัน

ในช่วงนี้อัตราเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ ในเพศชายจะสูงกว่าในเพศหญิงสำหรับการเปลี่ยนแปลงของไขมันได้ผิวหนังนั้น แตนเนอร์ (Tanner, 1962) (อ้างถึงในประสาธ อิศรปริดา, 2533) พบว่า จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักเด็กหญิงจะมีปริมาณไขมันใต้ผิวหนังมากกว่าเด็กชายไม่ว่าจะอายุเท่าใดก็ตาม ความแตกต่างนี้จะปรากฏชัดหลังจากอายุ 5-6 ปี ความหนาของไขมันจะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอทั้งบริเวณแขน ขา และลำตัว เพศหญิงจึงดูมีผิวพรรณที่ละเอียดอ่อนเปล่งปลั่ง ไขมันมีหลายด้านเหมือนเพศชาย โลห์แมน (Lohman, 1987) ยังได้พัฒนาค่ามาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายไว้และพบว่า เด็กผู้หญิงมีไขมันมากกว่าเด็กชายแต่เมื่ออายุก่อนเข้าสู่วัยรุ่น ความแตกต่างจะไม่มากนัก หลังวัยรุ่นแล้วมีความแตกต่างมาก



ตารางที่ 4 เบอร์เซนต์ไขมันเฉลี่ยตามช่วงอายุต่าง ๆ

อายุ ปี	เบอร์เซนต์ไขมันเฉลี่ย (เบอร์เซนต์)	
	ชาย	หญิง
6-8 ปี	13-15	16-18
14-16 ปี	10-12	21-23
ผู้ใหญ่	13	21
<u>วัยรุ่นถึงวัยกลางคน</u>		
<u>เกณฑ์ปกติสำหรับ</u>		
<u>สุขภาพและสมรรถภาพ</u>		
ไขมันน้อย	6-10	12-15
ไขมันปกติ	10-20	15-25
ไขมันสูงปานกลาง	20-25	25-30
ไขมันสูง	25-31	30-35
ไขมันสูงมาก	มากกว่า 31	มากกว่า 35

## 2. การศึกษาเกี่ยวกับไขมันในร่างกาย

ไขมันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเนื้อเยื่อของเซลล์ทุกชนิด มีอยู่ประมาณร้อยละ 12 ของน้ำหนักร่างกายมีประโยชน์ในการให้พลังงานเป็นฉนวนป้องกันการเสียดจความร้อนช่วยย้ําให้ร่างกาย

มีความอบอุ่นอยู่เสมอ ทำให้ผิวหนังมีความชุ่มชื้น อัจฉนา หงษ์สุมาลัย (2527) (อ้างถึงใน อติศร คันทรส, 2530) กล่าวว่า "ร่างกายจะได้รับไขมันจากอาหารที่รับประทานเข้าไปโดยประมาณ ร้อยละ 5-15 ถ้าร่างกายได้รับไขมันมากก็จะเก็บสะสมไว้ในร่างกายในรูปไขมันใต้ผิวหนังและไขมันในเลือด" ไขมันอาจอยู่ในตัวเราโดยเราไม่รู้สึกรวมวลของร่างกายเกิน และบางครั้งอาจดูว่ามวลของร่างกายน้อยไปด้วยซ้ำ เช่น คนบางคนผอม อาจจะมีจริงแต่ที่ต้นขา แขน หน้าท้อง และคาง อาจจะมีไขมันสะสมอยู่ และเป็นการแน่นอนว่าจำนวนเปอร์เซ็นต์ของไขมันย่อมมีมากเมื่อเปรียบเทียบกับนักกีฬาบางคนซึ่งมีมวลของร่างกายเกินใน ความสูงขนาดเดียวกัน แต่เมื่อนักกีฬานั้นมาวัดไขมันในร่างกายเขาอาจมีไขมันเพียง 2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ซึ่งน้อยมาก เขาจะมีรูปร่างที่ดี ดูได้สัดส่วน การมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงทำให้เขามีมวลของร่างกายเกิน ดังนั้นเครื่องชั่งน้ำหนักจะไม่ได้บอกอะไร แต่จำนวนไขมันในร่างกายต่างหากที่เป็นตัวชี้ว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายมีมากน้อยเพียงใด

ไขมันสำคัญในร่างกายพอจะกล่าวได้ดังนี้ คือ

#### 1. คอเลสเตอรอล (Cholesterol)

เป็นสารประกอบพวกสเตอรอล (Sterols) ที่สังเคราะห์มาจาก phospholipid มีแหล่งสร้างมาจากตับ ลำไส้ และผิวหนัง แต่ส่วนใหญ่จะถูกขับออกมาทางน้ำดี มีหน้าที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ต่าง ๆ และเป็นสารเริ่มต้นของการสังเคราะห์ (Steroid hormone) ไขมันชนิดนี้จะถูกพาไปในกระแสเลือดโดยไปรวมอยู่กับโปรตีนจากพวกฮอร์โมนประเภท ลิปอโรยด์ Lipoprotein สารตัวนี้จะนำเอาคอเลสเตอรอลไปสะสมอยู่ตามเนื้อเยื่อและผนังเลือดมากที่สุดโดยปกติในพลาสมาจะมีระดับของคอเลสเตอรอลเท่ากับ 150-250 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิเมตร วิกุล วีรานูวัตติ และกนกนาค ชูปัญญา (2520) (อ้างถึงใน อติศร คันทรส, 2530)

#### 2. ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride)

จัดเป็นไขมันจากพวกไขมันที่เป็นกลาง (Neutral fat) เกิดจากพันธะเอสเทอร์ระหว่าง กลีเซอรอล (Glycerol) และ (Fatty acid) ในอัตรา 1 : 3 รมเลกุลตามลำดับซึ่งอาจจะ

เป็นไปด้ทั้งกรดไขมันชนิดอิ่มตัว และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว พบมากในเนื้อเยื่อของไขมัน (Adipose tissue) ในกรณีที่ร่างกายรับเข้ามามากเกินความต้องการ นอกจากนี้เซลล์ไขมันยังสามารถนำกรดไขมันออกจากกระแสเลือดแล้วสังเคราะห์ให้เป็นไตรกลีเซอไรด์ แล้วนำเก็บไว้ที่เนื้อเยื่อไขมันในภาวะที่ร่างกายอดอาหาร ไตรกลีเซอไรด์ที่สะสมไว้จะแตกตัวเป็นกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) และกลีเซอรอล (Glycerol) ซึ่งจะเป็นตัวให้พลังงานแก่ร่างกาย ทวีสุข วรรณล้วน และวิไลรัตน์ นุชประมุล (2529) (อ้างถึงในอดิศร คันทรส, 2530 : 12-13) ได้กล่าวไว้ว่าโดยธรรมชาติแล้วทั้งกรดไขมันอิสระ และกลีเซอรอล จะไม่ละลายน้ำจึงต้องนำปรวมตัวกับพวกที่เรียกว่าไลโปโปรตีน (lipoprotein) ซึ่งมี VLDL, LDL, HDL, cholesterol, Phospholipid density lipoprotein และพวก low density lipoprotein ตามส่วนประกอบดังนี้ โปรตีน 10 เปอร์เซ็นต์ ไตรกลีเซอไรด์ 13 เปอร์เซ็นต์ คอเลสเตอรอล 15 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอไลปิด 22 เปอร์เซ็นต์โดยปกติแล้วระดับของไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมาเท่ากับ 30 -135 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัม

ดังนั้น เมื่อมาพิจารณาถึงความอ้วนก็ หมายถึงภาวะที่มีจำนวนไขมันในร่างกายมากกว่าปกติ (Excess of body fat) จึงแตกต่างจากภาวะที่มีน้ำหนักมากเกินไปภาวะหลังจากนี้อาจเกิดจากการมีไขมันมากขึ้น กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น กระดูกมากขึ้นมีสารของเหลวคั่งอยู่ในร่างกายมีการบวม จำนวนไขมันในร่างกายขึ้นอยู่กับเพศ อายุ อาหารที่กิน, การออกกำลังกาย ฯลฯ ในชายอายุ 18 ปี จะมีไขมันประมาณร้อยละ 15-18 ของน้ำหนักตัว ส่วนในหญิงอายุเท่ากันจะมีร้อยละ 20-25 ของน้ำหนักตัว จำนวนไขมันมากขึ้นตามอายุทั้งในเพศชายและเพศหญิง คนอายุ 50 ปี จะมีไขมันประมาณร้อยละ 30-50 โดยที่น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 10-15 สัดส่วนของไขมันที่เพิ่มขึ้นในระยะนี้จึงเกิดไขมันมากขึ้นร่วมกับกล้ามเนื้อลดลงด้วย ในคนต่างชาตินช่วงอายุ 30-35 ปี ความหนาที่กล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลัง (Triceps) ถ้าเกิน 23 มิลลิเมตรในชาย หรือเกิน 30 มิลลิเมตรในหญิง าก็ถือว่าอ้วน

## ปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดโรคอ้วน

### 1. ปัจจัยทางพันธุกรรม (Genetic factor)

แม้ว่าโรคอ้วนถ่ายทอดทางพันธุกรรมในสัตว์ทดลอง แต่ในคนยังไม่มีข้อสรุปเพราะเป็นการยากที่จะบ่งชี้ว่าที่อ้วนนั้นเป็นผลมาจากกรรมพันธุ์ หรือสิ่งแวดล้อมนิวแมน(Newman, 1937) ได้ศึกษาฝาแฝด และพบว่าแฝดจากไข่ใบเดียวกัน (Identical twins) ที่ได้รับการเลี้ยงดูในสภาพแวดล้อมเดียวกัน น้ำหนักจะใกล้เคียงกัน แต่น้ำหนักจะต่างกันมากในแฝดจากไข่สองใบ (Bizygomatic twins) ถ้าพวกแฝดจากไข่ใบเดียวกันถูกแยกเลี้ยงในสภาพแวดล้อมต่างกันน้ำหนักจะแตกต่างกันมากขึ้น แต่ก็ยังน้อยกว่าความแตกต่างของของน้ำหนักในแฝดไข่สองใบ ทำให้ได้ข้อสรุปว่ากรรมพันธุ์มีส่วนในการควบคุมน้ำหนักตัวเด็กแต่ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม (Environmental factor) ก็มีส่วนประกอบในการเพิ่มหรือลดน้ำหนักตัวเช่นกัน

จากการทดลองในหนูพบว่า ความอ้วนมีการถ่ายทอดทางพันธุกรรม สำหรับในคนคิดว่ากรรมพันธุ์อาจมีส่วน ในคนที่เป็ฝาแฝดกัน ถ้าอ้วนมักจะอ้วนทั้งคู่ หรือพ่อแม่ที่อ้วนลูกมักจะอ้วนด้วย แต่อย่างไรก็ตามการตัดสินใจว่าเป็นผลมาจากกรรมพันธุ์หรือสิ่งแวดล้อมนั้นยากมาก เพราะครอบครัวเดียวกันจะกินอาหารร่วมกัน ดังนั้นนิสัยการบริโภคจะคล้ายคลึงกัน ถ้าพ่อแม่ชอบอาหารที่มีไขมันมาก ลูกก็มีแนวโน้มที่จะชอบกินอาหารที่มีไขมันมากด้วย และยังได้พบว่า เด็กที่เกิดจากพ่อแม่และแม่ที่ปกติจะเป็นโรคอ้วนร้อยละ 10 เด็กที่เกิดจากพ่อแม่หรือแม่คนเดียวคนหนึ่งอ้วนจะเป็นโรคอ้วนถึงร้อยละ 40-50 และเด็กที่เกิดจากทั้งพ่อแม่และแม่อ้วนจะเป็นโรคอ้วนถึงร้อยละ 80

### 2. การออกกำลังกาย

บรูช (Bruch, 1950) (อ้างถึงใน กิตติ อังศุสิงห์ และพรลดา อังศุสิงห์, 2529) ได้ศึกษาเด็กอ้วน 60 ราย พบว่า 76 เปอร์เซ็นต์ของเด็กชายและ 85 เปอร์เซ็นต์ของเด็กหญิงมีการออกกำลังกายน้อย (Inactivity)

โรนี (Rony, 1940) (อ้างถึงใน กิตติ อังสุสิงห์ และพรลดา อังสุสิงห์, 2529) ได้ให้ข้อสังเกตว่า ความขี้เกียจและความไม่ยอมรับร่วมในการออกกำลังกายเป็นเหตุสำคัญยิ่งทำให้เด็กอ้วน

เมเยอร์ (Mayer, 1959) (อ้างถึงใน กิตติ อังสุสิงห์ และพรลดา อังสุสิงห์, 2529) พบว่า เด็กอ้วนมีการออกกำลังกายน้อย (Inactivity) แตกต่างกันอย่างชัดเจนจากพวกเด็กที่ไม่อ้วน

ด้านการออกกำลังกาย คนอ้วนมีการออกกำลังกายน้อยและยิ่ง ในชีวิตประจำวันของเราในปัจจุบันมีการออกกำลังกายน้อยลงกว่าเดิม ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันเรามีเครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ มากมาย เช่น แทนที่จะเดินไปโรงเรียน เดินไปซื้อของก็ถีบจักรยาน หรือขับรถไปทั้ง ๆ ที่เป็นระยะทางสั้น ๆ ทำให้เราใช้พลังงานน้อยลง ความต้องการพลังงานของร่างกายลดลง และถ้าเรายังคงกินอาหารที่ให้พลังงานมากก็จะทำให้มีพลังงานเหลือใช้สะสมในรูปของไขมัน คนอ้วนบางคนดูแลรู้สึกว่าการกินอาหารน้อยกว่าคนที่ไม่อ้วน แต่ทำไมจึงอ้วนได้ถ้าสังเกตให้ดีจะเห็นว่าคนอ้วนจะทำงานกิจกรรมต่าง ๆ น้อยลงด้วย

3. การกินอาหาร การที่อาหารที่กินเข้าไปมีปริมาณพลังงานมากกว่าที่ร่างกายต้องใช้ ทำให้มีการสะสมของพลังงานที่เหลือใช้ในรูปของไขมัน การกินอาหารมากเกินไปอาจมีสาเหตุมาจาก

3.1 นิสัยการกินอาหาร (Eating behavioral factor) คนที่มีนิสัยการกินอาหารจนอ้วนเกินไปทุกครั้งทีกินหรือคนที่กินจนอิ่มจนจบกินจบอยู่ตลอดเวลา หรือชอบอาหารประเภทที่ให้พลังงานสูง เช่น พวกขนมหวาน หรืออาหารที่มีไขมันมาก ๆ บางคนชอบไปงานสังสรรค์ซึ่งมักจะมีอาหารที่ให้พลังงานสูงเลี้ยงอยู่เสมอ และในปัจจุบันเรา ซึ่งนิยมกินอาหารว่างระหว่างมื้ออาหารอีกด้วย

4. ปัจจัยทางด้านอารมณ์และจิตใจ (Emotional and psychological factor)  
 จะเกิดกับคนที่มีความกระวนกระวาย (Anxiety) หรือความไม่สมหวัง กลุ่มใจ  
 แก้ปัญหาไม่ตก รู้สึกเบื่อหน่าย คนเหล่านี้จะพยายามหาสิ่งชดเชย เพื่อช่วยบรรเทาความกลัวหรือ  
 ความรู้สึกเบื่อ คนเหล่านี้บางคนจะกินอาหารบ่อยขึ้น และมากขึ้น เพราะไม่มีอะไรทำ

#### 5. ความผิดปกติของฮัยโปธาลามัส

ฮัยโปธาลามัสจะเป็นตัวกำหนดและควบคุมการกินอาหารและการใช้พลังงานให้พอดี  
 ถ้าเกิดอาการผิดปกติ จะทำให้เกิดการกินมากผิดปกติ เกิด สภาพโรคอ้วนที่เกิดจากความผิดปกติ  
 ของต่อมฮัยโปธาลามัส และอาจจะมีอาการอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น พฤติกรรมผิดปกติ (behavior  
 disorder เป็นไข้เรื้อรัง (chronic pyrexia) โดยไม่ทราบสาเหตุ

### ผลเสียของโรคอ้วนต่อสุขภาพ

จันทจิตา พุทธยานานนท์และคณะ (2536) ได้กล่าวว่า โรคอ้วนเป็นโรคที่เป็นปัญหา  
 สำคัญทางวิชาการโรคหนึ่งในการดูแลสุขภาพอนามัยของเด็กและวัยรุ่น ในปัจจุบันเพราะมักจะ  
 ทำให้เกิดปัญหาแทรกซ้อนทั้งทางร่างกายและจิตใจตามมาหากไม่ได้รับการดูแลแก้ไขเสียแต่เนิ่น ๆ

อุบัติการณ์ของโรคอ้วนพบมากขึ้นทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในสหรัฐอเมริกาในช่วง  
 20 ปีที่ผ่านมาพบอุบัติการณ์ของโรคอ้วนเพิ่มมากขึ้นกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ในเด็กที่อายุ 6 - 7 ปี  
 ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของวัยรุ่นที่อ้วนกลายเป็นผู้ใหญ่ที่อ้วน และประมาณ 1 ใน 3 ของผู้ใหญ่  
 ที่อ้วนเริ่มมาตั้งแต่วัยเด็ก

โรคอ้วน (Obesity) หมายถึง การมีไขมันส่วนเกินสะสมอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายซึ่งไขมันส่วนเกินนี้จะก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของผู้นั้น วิธีการหลายอย่างที่ใช้ในการ  
 ประเมินปริมาณไขมันที่มีอยู่ในร่างกาย เช่น การวัดหนาแน่นไขมัน (Densitometry) การวัด  
 กล้ามเนื้อปราศจากไขมันด้วยการวัดการกระจายของสารดีวเทอเรียม (deuterium) หรือการนับ

โปตัสเซียม 40 (potassium 40) ซึ่งวิธีการเหล่านี้ถือเป็น มาตรฐาน แต่มีข้อจำกัดในการใช้ และไม่สะดวกในการใช้กับเด็ก และใช้ทั่วไป

#### วิธีการตรวจสอบความอ้วน

1. ดูด้วยสายตา คนที่อ้วนมากก็จะสามารถเห็นได้ชัดว่าอ้วนจริง แต่ถ้าอ้วนไม่มาก การดูด้วยสายตาอย่างเดียวอาจบอกได้ไม่แน่นอนพอต้องใช้วิธีอื่นช่วย

2. ใช้น้ำหนักเทียบกับน้ำหนักมาตรฐานที่ความสูงเดียวกัน อายุเดียวกัน และเพศเดียวกันซึ่งเป็นวิธีที่ดำเนินการจากเด็กอ้วน ในคลินิกจะถือว่าอ้วน (Obesity) เมื่อเทียบน้ำหนักกับส่วนสูงเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมาตรฐานสำหรับเด็กที่อายุเดียวกัน และเพศเดียวกัน ส่วนภาวะน้ำหนักเกิน (Overweight) คือ เมื่อเทียบน้ำหนักกับส่วนสูงมากกว่ามาตรฐานของเด็กที่อายุเดียวกันและเพศเดียวกัน แต่ยังไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผู้ที่น้ำหนักมาก เพราะเป็นนักกีฬาที่มีกล้ามเนื้อหรือ โครงกระดูกใหญ่ไม่จัดว่าเป็นคนอ้วน

3. ดรรชนีมวลร่างกาย (BMI = Body mass index) ซึ่งคำนวณโดยใช้น้ำหนัก (กิโลกรัม) / ส่วนสูง(เมตร)<sup>2</sup> ค่านี้จะแตกต่างกันไปตามอายุ เพศ และเชื้อชาติ จะถือว่าเป็นโรคอ้วนเมื่อ BMI มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ไตล์ที่อายุและเพศเดียวกัน ในสหรัฐอเมริกาได้มีผู้ทำไค้งเปอร์เซ็นต์ไตล์สำหรับเด็กผู้ชายอายุ 1 - 19 ปี (ดังแสดงในรูป) จะเห็นว่าค่า BMI จะลดลงระหว่างอายุ 2-5 หรือ 6 ปีหลังจากนั้นจะมีไขมันสะสมมากขึ้นจนถึงวัยรุ่น

4. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold thickness) เป็นการวัดการกระจายของไขมันทางอ้อม มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับการกระจายของไขมันในร่างกายมากที่สุดวิธีหนึ่ง ulya ใช้เครื่องมือวัดไขมัน (Skinfold calipers) วัดไขมันใต้ผิวหนังตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย และนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานสำหรับอายุและเพศเดียวกัน ถ้ามากกว่า 55 เปอร์เซ็นต์ไตล์ ถือว่าอ้วน ตำแหน่งที่นิยมใช้ในการวัด คือ ไขมันใต้ผิวหนังบริเวณแขนท่อนบนด้านหลังและใต้สะโพกหลัง

ในผู้ใหญ่ มีข้อมูลสนับสนุนว่าการกระจายของไขมันตามที่ตั้งต่างๆ ของร่างกายอาจบ่งบอกถึงความเสี่ยงต่อผลแทรกซ้อนได้คือ คนที่อ้วนมากที่เอว (Android pattern) ซึ่งมีรอบเอว

หารรอบสะโพกมากกว่า 0.9 ในผู้หญิง และมากกว่า 1.0 ในผู้ชาย จะมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน เส้นเลือดหัวใจจุดตันสูงมากกว่าผู้ที่มีรอบเอวหารด้วยรอบสะโพกน้อยกว่า 0.75 ในผู้หญิง และ 0.85 ในผู้ชาย

### การอ้วนตามปกติของเด็ก (Simple Obesity)

ส่วนใหญ่ของเด็กอ้วนมักเป็น คือ อ้วนจากการกินมากเกินไป (Overnutrition) และหรือออกกำลังกายน้อย (Physical Inactivities) เด็กพวกนี้มักจะตัวโต (Advanced bone age) และมักจะเข้าสู่วัยหนุ่มสาว (Puberty) เร็วกว่าและมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้น (<5%) ที่อ้วนจากสาเหตุอื่น (Secondary Obesity) แต่ก็ไม่ควรละเลยที่จะหาสาเหตุเหล่านั้นโดยการซักประวัติและตรวจร่างกายอย่างละเอียด

### ผลเสียของโรคอ้วนต่อสุขภาพ

โรคอ้วนมีผลเสียต่อสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ หากไม่ได้รับการดูแลรักษาออกจากจะมีผลเสียต่อสุขภาพในวัยเด็กแล้วยังมีผลเสียระยะยาวสืบเนื่องต่อไปยังวัยผู้ใหญ่ด้วย โรคอ้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเกิดโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูงโรคหัวใจ โรคของถุงน้ำดี และมะเร็งบางชนิด

### ผลเสียทางจิตใจและสังคม

เด็กที่อ้วนมักโดนเพื่อนแกล้งหรือล้อเลียน เกิดความอายรูปร่าง ขาดความมั่นใจในตนเอง มักไม่ได้รับเลือกให้เล่นเกมส์หรือเป็นตัวแทนของกลุ่ม เพราะมักจะอ้วนง่าย เคลื่อนไหวไม่คล่องตัว เข้ากับเพื่อนไม่ได้ ไม่อยากไปโรงเรียน เมื่อเข้าวัยรุ่นจะกังวลเกี่ยวกับรูปร่างของตน



มากขึ้น เกิดบวมต้อย ขาดความมั่นใจและเสียความรู้สึกที่ดีต่อตนเองมีผลเสียต่อการสร้างบุคลิกภาพ และเอกลักษณ์ มักกลัวว่าจะไม่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มเพื่อน และไม่เป็นที่สนใจของเพื่อนต่างเพศ ทำให้แยกตัว และในบางคนอาจวิตกกังวลมากเกิดอาการซึมเศร้าและกินมากขึ้น

### ผลเสียของความอ้วนที่มีต่อสุขภาพทางกาย

#### โรคของระบบหัวใจและหลอดเลือด

คนอ้วนมาก ๆ มีโอกาสตายจากโรคของระบบหัวใจและหลอดเลือดสูงกว่าปกติ เนื่องจากคนอ้วนจะมีไขมันในเลือดสูงโดยเฉพาะกรดไขมันอิสระ และ ไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งจะไปสะสมตามผนังของหลอดเลือดทั่วร่างกาย ทำให้เส้นเลือดตีบ หรืออุดตันและเกิดโรคของอวัยวะต่างๆ ตามมา ไขมันที่สะสมตามผนังหลอดเลือดทำให้ความยืดหยุ่นของหลอดเลือดเสียไปเกิดโรคความดันโลหิตสูงได้ง่าย ทำให้หัวใจต้องทำงานหนักขึ้นในการสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงทั่วร่างกาย ถ้าเส้นเลือดที่ไปหล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจตีบหรืออุดตันจะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดและหรือหัวใจวาย ถ้าความดันโลหิตสูงมากอาจทำให้เส้นเลือดในสมองแตกเป็นอัมพาตหรือเสียชีวิต ถ้าเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงไตตีบตันจะทำให้ไตทำงานได้ไม่เต็มที่

#### โรคระบบทางเดินหายใจ

คนอ้วนจะเหนื่อยง่ายกว่าปกติ เต้น หรือวิ่งเพียงเล็กน้อยก็เหนื่อยเพราะไขมันที่สะสมในทรวงอก ช่องปอด ช่องท้องจะทำให้การหายใจเป็นไปไม่ได้เต็มที่ซึ่งในคนที่อ้วนมากๆ (morbid obesity) ในเวลาอนอนอาจเกิด sleep apnea และเสียชีวิตได้เพราะขาดออกซิเจนจากการหายใจไม่เพียงพอ (Alveolar hypoventilation หรือ Pickwickian syndrome) นอกจากนี้คนอ้วนมักเป็นโรคติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจ เช่น หวัด หลอดลมอักเสบได้ง่ายและบ่อยกว่าคนปกติ และใช้เวลาในการรักษาแต่ละครั้งนานกว่าคนปกติอีกด้วย

### โรคกระดูกและข้อ

เนื่องจากต้องรับน้ำหนักมากเกือบตลอดเวลาทำให้เกิดการกดทับและการรับน้ำหนักมากทำงานมากของข้อต่าง ๆ โดยเฉพาะข้อเข่า ข้อเท้า และข้อสะโพก เกิดการอักเสบและเสื่อมของข้อ (osteoarthritis and sciatica) เกิดอาการปวดของข้อต่าง ๆ ขณะเดินและวิ่ง ในเด็กบางรายจะพบความผิดปกติของขาเป็น ลักษณะเข่าชน (knock knee) บางรายมีขาโค้ง (bowleg) เพราะรับน้ำหนักมาก ในเด็กที่กำลังเข้าวัยรุ่นอาจเกิดหัวกระดูกสะโพกแบนเพราะเนื้อเยื่อเสื่อมสภาพและแยกการเจริญเติบโตเป็นส่วน (Coxa vara, leg, calve-perthes disease, or slipped femoral epiphysis)

### โรคผิวหนัง

คนอ้วนมักจะมีเหงื่อออกมากจะเกิดความอับชื้นของผิวหนัง (Intertrigo) โดยเฉพาะตามซอกคอ ซอกขา และข้อพับต่างๆ ทำให้เกิดการติดเชื้อได้ง่าย นอกจากนี้ผิวหนังบริเวณที่มีการเสียดสีขณะเคลื่อนไหวจะเกิดการอักเสบได้บ่อย 50% ของเด็กที่อ้วนมากๆ (Morbid obesity) จะพบว่าผิวหนังที่ต้นคอหรือรักแร้เป็นสีดำคล้ำ (Acanthosis nigricans) ซึ่งมักพบร่วมกับภาวะดื้อต่อ อินซูลิน (Insulin)

### โรคของต่อมไร้ท่อ

โรคเบาหวานพบได้น้อยในเด็กที่อ้วนในเด็กอ้วนบางคนอาจมีอาการไม่ทนต่อการขาดกลูโคส (glucose intolerance) ได้

ในคนอ้วนจะมีการหลั่งอินซูลินออกมามากกว่าปกติ ร่างกายอยู่ในภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistant) ในผู้ใหญ่ที่อ้วนมาก และอ้วนมานานจะมีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน (Noninsulin dependent mellitus) ได้สูงกว่าคนปกติ และในผู้ป่วยหลายรายถ้าลดน้ำหนักลงได้โรคเบาหวานจะหายไป

ในผู้หญิงที่อ้วนอาจพบมีระยะเวลาแรกของประจำเดือน, ประจำเดือนหมดช้าลง (early menarche, delayed menopause) และ หยุดการตกไข่ (anovulatory cycles)

ในผู้ชายอาจมีสภาวะหมดสมรรถภาพทางเพศ (impotence) และจำนวนอสุจิน้อยลงกว่าปกติ (oligospermia)

นอกจากนี้อาจพบการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนอื่นอีก เช่น แอนโดรเจน (androgen) คอร์ติซอล (cortisol) โกรทฮอร์โมน (growth hormone) โพรแลคติน (prolactin) เป็นต้น

#### ภาวะไขมันในร่างกายผิดปกติ

ในคนอ้วนจะมีโรหิตมีโรทรกลีเซอไรด์มากกว่าปกติ (Hypertriglyceridemia) คลอเลสเทอรอล เพิ่มขึ้น, กรดไขมันเพิ่มขึ้น, VLDL เพิ่มขึ้น, HDL ต่อ cholesterol ลดลง

โรคมะเร็ง เมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่อ้วนจะมีโอกาสตายจากโรคมะเร็งสูงกว่าคนปกติ

ผู้ชายอ้วนจะตายจากมะเร็งของลำไส้ ต่อมลูกหมากโต หรือมะเร็งต่อมลูกหมากมากกว่าคนปกติ

ผู้หญิงที่อ้วนจะมีโอกาสตายจากมะเร็งของผนังมดลูก เต้านม และถุงน้ำดีมากกว่าคนปกติ

#### การป้องกันและรักษาโรคอ้วน

การที่มีน้ำหนักมากเกินไปจะมีผลเสียต่อสุขภาพทางร่างกายและจิตใจได้อย่างมากจึงควรที่จะควบคุมน้ำหนักให้เหมาะสมกับส่วนสูง เพศ และอายุซึ่งไม่เพียงพอแต่จะทำให้มีรูปร่างสวยงามดีขึ้นเท่านั้นแต่ยังเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดผลแทรกซ้อนต่างๆ ของโรคอ้วนตามมาอีกด้วย

การลดความอ้วนจะได้ผลดีถ้าคนอ้วนนั้นมีแรงจูงใจที่ดี มีความตั้งใจที่แน่วแน่ได้รับความร่วมมือสนับสนุนอย่างดีจากครอบครัว และควรต้องรักษาแต่เนิ่น ๆ

ในเด็กและวัยรุ่นร่างกายกำลังเจริญเติบโต การควบคุมน้ำหนักจำเป็นต้องทำอย่างถูกต้อง จะใช้วิธีควบคุมน้ำหนักให้คงที่หรือขึ้นช้า ๆ (Weight control) แทนการลดน้ำหนัก (Weight reduction) เมื่อเด็กสูงขึ้น น้ำหนักที่คุมไว้จะได้สัดส่วนกับส่วนสูง การลดน้ำหนักในเด็กจะทำเมื่อเด็กนั้นอ้วนมาก ๆ เกิน 70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักในอุดมคติที่เทียบจากความสูงหรือมีผลแทรกซ้อนของโรคอ้วนเท่านั้น

ควรต้องประเมินหาว่าอ้วนจากสาเหตุอะไร หากรักษาได้จำเป็นต้องรักษาโรคที่เป็นต้นเหตุด้วย และต้องพยายามหาปัจจัยเสริมที่ทำให้เด็กนั้นยังคงอ้วนอยู่ด้วย เช่น พฤติกรรมนิสัยของเด็กและคนในครอบครัว ทักษะคิดและค่านิยมของการเลี้ยงดู การออกกำลังกายและกิจกรรมประจำวัน ความเครียดหรือปัญหาที่อาจเสริมให้เด็กกินมากขึ้น เป็นต้น

หลักการทั่วไปของการรักษาโรคอ้วน คือ

1. ควบคุมอาหาร
2. เพิ่มการออกกำลังกาย
3. การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

วิธีอื่นที่ช่วยผู้ใหญ่ที่อ้วนมากๆ เช่น การช้ำยาต่างๆ แต่ไม่แนะนำให้ช้ำในเด็ก

## 1. การควบคุมอาหาร

ในเด็กเล็กน้อยกว่า 2 ปีไม่จำเป็นต้องลดน้ำหนัก แต่แม่เด็กควรได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการให้อาหารที่ถูกต้องและเหมาะสม

ในเด็กอ้วนที่อายุมากกว่า 2 ปีควรแนะนำให้ลดปริมาณสารอาหารบางอย่าง เช่น การจำกัดของหวาน ลูกกวาด ช็อคโกแลต ไอศกรีม เค้ก เป็นต้น ควรนัดเด็กมาตรวจสอบว่า สมอจนกว่าจะคุมน้ำหนักได้ พ่อแม่ควรช่วยสร้างพฤติกรรมนิสัยที่ดีให้แก่เด็กซึ่งจะช่วยป้องกันโรคอ้วนได้ ควรให้เด็กรับประทานอาหารเป็นเวลาในปริมาณที่เหมาะสม ไม่ควรให้เด็กกินเมื่อเบื่อหรือไม่มีอะไรทำ เพราะเป็นการสร้างนิสัยที่ไม่ดีและจะแก้ไขยากในภายหลัง ควรให้เด็กเดินหรือวิ่งเล่นแทนการนั่งเฉยๆ หรือนอนดูโทรทัศน์นานๆ ในเด็กโรคควรถือหลักดังนี้ คือ

1. **ไม่ลดน้ำหนัก** กับการอดอาหาร เพราะการอดอาหารจะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย 80 % ของวัยรุ่นที่ลดน้ำหนักมากเกินไปด้วยไม่ได้รับการดูแลที่ถูกต้องมักจะมีผลแทรกซ้อน เช่น อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ ท้องผูก หงุดหงิด ประจําเดือนเปลี่ยนแปลง เป็นลมควรรับประทานอาหารวันละ 3 มื้อไม่งดมื้อหนึ่งมื้อใด เพราะการงดอาหารจะทำให้เกิดความหิว และรับประทานมากขึ้นเมื่อได้ไป ในเด็กวัยรุ่นเรียนควรรับประทานอาหารมื้อเช้าอย่างสม่ำเสมอทุกวัน เพราะสมองต้องใช้พลังงานถึงร้อยละ 60 ของอาหารที่รับประทานเข้าไป ถ้างดมื้อเช้าอาจทำให้สมองไม่ปลอดโปร่ง เรียนหนังสือได้ไม่เต็มที่ ถ้ารับประทานอาหารให้ได้พลังงานน้อยกว่าที่ร่างกายต้องการร่างกายจะนำไขมันที่สะสมไว้มาใช้เป็นพลังงาน ทำให้น้ำหนักลดลงได้ควรลดน้ำหนักโดยการลดแคลอรีของอาหารในแต่ละมื้อลง เช่น เค็มเคยกินข้าวมื้อละ 2-3 จานให้ลดเหลือมื้อละ 1 จานรับประทานผลไม้แทนขนมหวาน คัดน้ำเปล่าแทนน้ำอัดลม เป็นต้น

อาหารมือเป็นควรรับประทานแต่ในมื้อหลัก เลี่ยงการรับประทานอาหารก่อนนอน เพราะขณะหลับร่างกายใช้พลังงานน้อย ไม่กินจุบจิบ ไม่รับประทานของว่างระหว่างมื้อ หากหิวให้รับประทานผลไม้แทน

2. **รับประทานอาหารให้ครบทั้ง 5 หมู่** ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

อาหารที่ให้พลังงานสูง เช่น ไขมันควรรับประทานแต่ในน้อย เพราะไขมันให้พลังงานสูงถึง 9 กิโลแคลอรี/1 กรัม เมื่อเทียบกับโปรตีน หรือคาร์โบไฮเดรตซึ่งให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี/1 กรัม ควรหลีกเลี่ยงไขมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง เช่น ไขมันที่ได้จากสัตว์ ไขมันปาล์ม ไขมันมะพร้าว กะทิ เพราะจะมีคอเลสเตอรอลสูงควรใช้ไขมันที่ทำจากพืชแทน เช่น ไขมันงา ไขมันข้าวโพด เป็นต้น

ไม่ควรรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง เช่น ขาหมู ข้าวมันไก่ สมองสัตว์ หนังกุ้งทอด ของมันเจ็ด

ใช้วิธีการอบ นึ่ง ย่าง แทนการทอดและการผัดอาหาร

หลีกเลี่ยงของหวาน เช่น ชอคโกแลต ทอฟฟี่ ขนมหวาน น้ำอัดลม

รับประทานอาหารที่มีกากมาก ให้แคลอรีต่ำมีวิตามินและเกลือแร่สูง เช่น ผักและผลไม้ให้มากขึ้น หลีกเลี่ยงผลไม้ที่มีรสหวานจัดและให้พลังงานสูง เช่น ทุเรียน ลำไย มะม่วงสุก ลิ้นจี่ รับประทานอาหารที่ให้พลังงานน้อย เช่น ผรั่ง ส้ม มะละกอ สับปะรด

อาหารจำพวกโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ควรรับประทานในปริมาณที่เพียงพอ และเหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้ร่างกายเผาผลาญโปรตีนที่มีอยู่ในร่างกาย

นมดื่มเหล่า เบียร์ และเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ทุกชนิด

ควรเลือกชนิดและเน้นปริมาณด้วย

## 2. เพิ่มการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายและการทำ สันทนาการจะช่วยให้ในการเผาผลาญพลังงานที่มีอยู่ในร่างกาย นอกจากนี้การออกกำลังกายยังทำให้ร่างกายแข็งแรงอีกด้วย

กิจกรรมประจำวันบางอย่างควรเปลี่ยนเพื่อให้ร่างกายได้ใช้พลังงานมากขึ้น เช่น เดินขึ้นลงทางบันไดแทนการใช้ลิฟท์ ใช้การเดินแทนการใช้รถจักรยานยนต์ทางไม่ไกลนัก การทำงานบ้าน เช่น ซักผ้า รีดผ้า ถูบ้าน กวาดถนน รดน้ำต้นไม้ ก็เป็นการออกกำลังกายที่ดี

การออกกำลังกายแต่พอควรไม่หักโหมและทำอย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้ร่างกายมีสุขภาพแข็งแรง และยังช่วยควบคุมน้ำหนักได้อีกด้วย

การออกกำลังกายที่เหมาะสมกับคนอ้วน คือ ว่ายน้ำ เดินเร็ว ถีบจักรยาน เป็นต้น หากอ้วนมากหรือมีอาการปวดข้อควรหลีกเลี่ยงกีฬาที่ทำให้มีการกระแทกของข้อสูง เช่น กระโดดเชือก วิ่งแข่ง

## 3. การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

เป็นการเปลี่ยนนิสัยในการบริโภคและการออกกำลังกายเสียใหม่ โดยใช้วิธี ติดตามตัวเอง (Self monitoring) ช่วยในการประเมินการกินและการออกกำลังกายของเด็กอ้วนโดยการใช้การจดบันทึกอย่างละเอียดทั้งวัน เวลา สถานที่ ปริมาณ และชนิดของอาหารที่กินรวมทั้งอารมณ์และกิจกรรมอื่นที่ทำขณะนั้น เมื่อจดบันทึกไประยะหนึ่งผู้ป่วยจะมีการระมัดระวังการกินอาหาร

มากขึ้น การควบคุมตนเอง (stimulus control) เป็นการปรับเปลี่ยนสภาวะแวดล้อมและสถานการณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการบริโภคอาหาร เช่น ไม้ช้อนอาหารหาวเข้าบ้าน จำกัดเวลาและสถานที่ในการกินอาหาร ไม้กินขณะดูโทรทัศน์ หลีกเลี่ยงการไปงานเลี้ยงต่างๆ เลิกนิสัยการกินที่ทำเป็นกิจวัตร เช่น ตักข้าวพูนจาน เป็นต้น การให้รางวัล คำชมเชย (Reinforcement) จะทำให้พฤติกรรมที่พยายามลดน้ำหนักนั้นคงอยู่และมีกำลังใจที่จะทำต่อไป

การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมจะได้ผลดีต้องให้ทุกคนในครอบครัวมีส่วนร่วม (Family - oriented approach) ควรให้ทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริโภคอาหารและการออกกำลังกายที่ถูกต้อง และควรดูแลร่วมกันเป็นทีมระหว่างนักโภชนาการ นักสังคมสงเคราะห์ นักจิตวิทยา แพทย์ และนักพลศึกษา เพื่อให้การรักษาโรคอ้วนได้ผลดียิ่งขึ้น

#### การป้องกัน

เนื่องจากอุบัติการณ์ของโรคอ้วนในเด็กมีเพิ่มขึ้นและประมาณ 1/3 ของผู้ใหญ่ที่อ้วนเริ่มมาอ้วนตั้งแต่วัยเด็ก อีกทั้งผลแทรกซ้อนที่ตามมาของโรคอ้วนมีมากทั้งทางร่างกายและจิตใจ ร่วมกับการรักษาที่ได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจนัก เราจึงควรหาทางป้องกันไม่ให้เกิดโรคอ้วนเสียตั้งแต่เด็กยังเล็ก งดการให้นมหรืออาหารเสริมแก่เด็กในปริมาณที่เหมาะสมเมื่อเวลาเด็กหิวเท่านั้น ไม้กินพร่ำเพรื่อหรือกินขณะดูโทรทัศน์ ลดอาหารประเภทไขมันให้เหลือประมาณ 35% ของแคลอรีทั้งหมด กินอาหารที่มีกากใยมากขึ้น ฝึกให้เด็กมีบริโภคนิสัยที่ถูกต้องและออกกำลังกายให้เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ

ผลเสียของความอ้วนที่มีต่อสุขภาพทางกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคม คาร์ง กิจกุศล (2532) ได้สรุปเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. จากสถิติพบว่าผู้มีน้ำหนักตัวเกินเกณฑ์มาตรฐานถึงร้อยละ 20 จะมีโอกาสหัวใจวายมากขึ้นถึง 3 เท่า
2. คนอ้วนจะเป็นโรคความดันโลหิตสูงได้มากกว่าคนผอม

3. คนอ้วนมีโรคทาสเป็นโรคเบาหวานได้มากกว่าคนผอม
  4. คนอ้วนเป็นโรคความดันโลหิตได้มากกว่าคนผอม
  5. มีการศึกษาพบว่า ผู้ที่อ้วนมาก คือ มีน้ำหนักเกินเกณฑ์เฉลี่ย 40 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเป็นผู้หญิงจะมีโรคทาสเป็นโรคมะเร็งรังไข่และเต้านมได้มากขึ้น ถ้าเป็นผู้ชายก็จะ เป็นมะเร็ง รังไข่และต่อมลูกหมากได้มากกว่าคนที่น้ำหนักปกติ
  6. คนอ้วนจะเป็นโรคเกี่ยวกับข้อได้มากกว่าโดยเฉพาะ ข้อสะโพก ข้อเข่า ข้อเท้า เพราะข้อเหล่านี้ต้องรับน้ำหนักมากกว่าจะยืนหรือเดิน
  7. คนอ้วนจะ เกิดเส้นเลือดคอได้มากกว่า
  8. หญิงที่อ้วนจะตั้งครรภ์ได้ยากกว่า และมีปัญหาเกี่ยวกับการคลอดได้มาก
  9. คนอ้วนมากจะมีปัญหาทางเพศสัมพันธ์
  10. คนอ้วนจะ ประสบอุบัติเหตุได้บ่อยกว่าผู้มีรูปร่างปกติ
  11. เมื่อมีความจำเป็นต้องตรวจร่างกาย คนอ้วนมีไขมันมากจะตรวจได้ยากลำบาก
  12. ถ้ามีการเจ็บป่วยการดูแลรักษาจะยุ่งยากมาก โดยเฉพาะถ้าเป็นโรคที่เคลื่อนไหวเองไม่ได้
  13. คนอ้วนเป็นที่รังเกียจของสังคม
  14. งานอาชีพบางอย่างอาจไม่เปิดโอกาสให้คนอ้วน เช่น พนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน งานประชาสัมพันธ์ เป็นต้น
  15. คนอ้วนบางคนถือเอาความอ้วนมาเป็นมรดกของตัวเอง กลายเป็นคนคิดมาก
- นอกจากนี้ คนอ้วนอาจเกิดปัญหาทางจิตใจด้วย อาจถูกเพื่อนล้อเลียนว่าเป็นที่สบอารมณ์ การหางานทำก็อาจมีปัญหา ถ้ามีคู่แข่งที่มีรูปร่างดีกว่าแม้แต่แพทย์เองก็ยังไม่สนใจผู้ป่วยโรคอ้วนเท่าที่ควร (วิชัย ตันไพจิตร, 2530)



#### 4. วิธีการหาส่วนประกอบของร่างกาย

จากการที่ได้กล่าวมาก่อนแล้วว่า ส่วนประกอบของร่างกายนั้น ประกอบด้วยส่วนที่ปลอดไขมัน (Fat free mass) และส่วนที่เป็นไขมัน (fat mass) คาร์ลสัน (Carlson, 1989) ได้แยกวิธีการหาส่วนประกอบของร่างกายไว้ดังนี้

##### 1. โดยวิธีใช้อุปกรณ์ในห้องทดลอง (Laboratory methods) แบ่งออกเป็น

การวิเคราะห์โดยตรง (Direct chemical analysis) เช่นการวิเคราะห์ศพ (Cadaver analysis) เป็นต้น

การวิเคราะห์ทางอ้อม (Indirect methods) เช่น การชั่งน้ำหนักใต้น้ำ (Underwater weighing) เรดิโอกราฟฟิคเทคนิค (Radiographic technique) แกมมาเรย์ (Gamma Ray) สเปกโตรกราฟี (Spectrography) โพตัสเซียม 40 (K-40) ผลรวมไนโตรเจนร่างกาย (Total Body Nitrogen) 3 เมทิลฮิสติดีล Methylhistidine (3 MH), นิวเคลียร์แมกเนติก (Nuclear Magnetic Resonance = NMR) Electrical Body Impedence ความหนาแน่นน้ำต่อน้ำในร่างกายใต้น้ำ (Hydrometry/Total Body Water)

##### 2. โดยใช้อุปกรณ์ภาคสนาม (Field methods) วิธีนี้จะใช้การวัดสัดส่วน

ของร่างกาย มาเป็นตัวแปรในการคำนวณหา โดยใช้เครื่องมือเฉพาะ เช่น คาลิปเปอร์วัดไขมันใต้ผิวหนัง, เทปวัดส่วนรอบร่างกาย, เครื่องมือวัดความกว้างของกระดูก เป็นต้น

สัดส่วนที่ใช้วัดคือ ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ส่วนรอบวงของร่างกาย ความกว้างของกระดูก ความยาวของกระดูก

การชั่งน้ำหนักใต้น้ำ หรือการวัดความหนาแน่น (Underwater weighing or densitometry) การชั่งน้ำหนักใต้น้ำ เป็นวิธีที่นิยมกันมากโดยอาศัยหลักของอิมิตีส (Archimedes' Principles) กล่าวคือ ร่างกายเมื่ออยู่ใต้น้ำถูกต้านทานด้วยแรงพยุงของน้ำ น้ำหนักของร่างกายที่หายไปจึงมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ (Density = Weight/Volume)

;Density คือความหนาแน่นของร่างกาย, Weight คือ น้ำหนักที่ชั่งได้บนบก, Volume คือ น้ำหนักที่ชั่งได้ในน้ำ) สำหรับความหนาแน่นของร่างกายนั้น (body density) จะมีส่วนประกอบของไขมัน (9.00 กรัม/ซี.ซี) น้ำ (.933 กรัม/ซี.ซี.) โปรตีน (1.340 กรัม/ซี.ซี) เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Muscle tissue = 1.200 กรัม/ซี.ซี.) เกลือแร่ที่กระดูก (3.000 กรัม/ซี.ซี.) ส่วนที่ปลอดไขมัน (Fat free mass)(1.100 กรัม/ซี.ซี.)

คาร์สัน (Carlson, 1989) กล่าวว่า การศึกษาวิเคราะห์โดยตรงในผู้ที่เสียชีวิตพบว่า ความหนาแน่นของร่างกายเป็น 1.064 กรัม/ซี.ซี. จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 15.3 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อเยื่อไขมัน (Obesity tissue) (มีความหนาแน่นเท่ากับ 0.940 กรัม/ซี.ซี.)

ในการชั่งน้ำหนักได้น้ำ มีสิ่งสำคัญที่ต้องวัดคือ

1. น้ำหนักของร่างกายในอากาศ (Body weight in air,  $W_a$ )
2. น้ำหนักของร่างกายในน้ำ (Body weight under water,  $W_w$ )
3. อุณหภูมิของน้ำ ซึ่งเป็นตัวกำหนดความหนาแน่นของน้ำ
4. ปริมาณอากาศที่ติดค้างอยู่ตามทางเดินหายใจ (Residual volume)

การใช้โปแตสเซียม - 40 (Potassium-40, K-40)

การใช้วิธีนี้อาศัยแนวความคิดที่ว่า ในร่างกายมีส่วนประกอบทางเคมีพวกโปแตสเซียมเท่ากับ 2.66 กรัมต่อกิโลกรัม ของส่วนที่ปลอดไขมัน มีความหนาแน่นของส่วนที่ปลอดไขมันเท่ากับ 1.10 กรัมต่อซี.ซี. มีปริมาณน้ำ 72 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากว่าความรู้ทางด้านเกี่ยวกับส่วนประกอบทางเคมีในร่างกายคนยังรู้รายละเอียดน้อยมากโดยเฉพาะส่วนประกอบทางเคมีในเด็กกับในผู้ใหญ่มีความแตกต่างกัน คือ ในเด็กจะมีปริมาณน้ำในร่างกายสูงกว่าผู้ใหญ่ แต่ปริมาณโปแตสเซียมและเกลือแร่อื่น ๆ ต่ำกว่าผู้ใหญ่ ดังนั้น การใช้ค่าดังกล่าวมาเป็นเกณฑ์สำหรับเด็กจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้มากจึงไม่ค่อยนิยมนำมาใช้หาความหนาแน่นในร่างกายของคน และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายคน (Brozek อ้างถึงใน Lohman, และคณะ 1982)

### การใช้วิธีวัดสัดส่วนของร่างกาย

การวัดสัดส่วนของร่างกายอิงตามกลุ่มอายุจะประกอบด้วย

1. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง
2. ส่วนรอบวงของร่างกาย
3. ความกว้างของกระดูก
4. ความยาวของกระดูก

จากองค์ประกอบหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่กล่าวมาทั้งหมด เมื่อวัดค่าออกมาได้แล้วจะนำไปสร้างเป็นสมการโดยใช้หลักการทางสถิติโดยเมื่อได้สมการออกมาแล้ว ในแต่ละสมการจะมีตัวแปรแตกต่างกัน ดังตัวอย่าง จากการศึกษาของ พอลล็อคและคณะ (Pollock et al ,1975) ได้สมการที่นำมาใช้ในการคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกายดังต่อไปนี้

สมการที่มีการใช้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังเพียงอย่างเดียว

$$BD = 1.0852 - 0.008x_2 - 0.0011x_3 \quad (r = 0.775)$$

สมการที่มีการใช้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง กับความกว้างของกระดูก

$$BD = 1.1295 - 0.007x_2 - 0.0008x_3 - 0.0059x_9 \quad (r = 0.806)$$

สมการที่มีการใช้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง, ความกว้างของกระดูกและส่วนรอบวงของร่างกาย

$$BD = 1.0836 - 0.0007x_2 - 0.0007x_3 + 0.0048x_7 - 0.0088x_9 \\ (r = 0.826)$$

- $x_2$  = หมายถึง ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่เหนือสันสะโพก (suprailiac)
- $x_3$  = หมายถึง ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่หน้าขา (thigh)
- $x_9$  = หมายถึง ความกว้างของกระดูกเข่า (knee diameter)
- $x_7$  = ส่วนรอบวงของข้อมือ (wrist girth)

มีข้อสังเกตว่า เมื่อจะนำสมการใดไปใช้จะขึ้นอยู่กับความสะดวกในการวัดตัวแปร และในแต่ละสมการยังมีค่าอำนาจการทำนายต่างกันไป ยิ่งมีตัวแปรมากอำนาจการทำนายก็ยิ่งสูง แต่อาจจะไม่สะดวกในการปฏิบัติ เพราะต้องวัดหลายจุด

#### การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

จากการที่ได้คำนวณหาความหนาแน่นของร่างกายจากสมการแล้วให้นำค่าที่ได้มาแทนค่าในสูตรคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ใตยี่

สูตรของคีย์ และโบรเชค (Keys and Brozek, 1963)

$$\% \text{ fat} = [(4.57/BD) - 4.142] \times 100 \text{ มีความคลาดเคลื่อนในการวัด}$$

#### 3.7 เปอร์เซนต์

และสูตรของซีรี (Siri, 1963)

$$\% \text{ fat} = [(4.950/BD) - 4.50] \times 100 \text{ มีความคลาดเคลื่อนในการวัด}$$

#### 3.7 เปอร์เซนต์

คาร์ลสัน (Carlson, 1989) (อ้างถึงใน Sloan, Burt and Bryth, 1962)  
ศึกษาเกณฑ์ปกติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายดังนี้

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ยของนักกีฬาประเภทต่าง ๆ

เปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	ชาย	หญิง
ผู้ใหญ่	15-17 %	20-24 %
นักกีฬากรีฑาประเภท	4-9.6 %	12-18 %
ยิมนาสติก	5 %	9-17 %
ว่ายน้ำ	8 %	19-26 %
บาสเกตบอล	8-15 %	27 %

##### 5. เทคนิคการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง การวัดส่วนรวมวงของร่างกาย

ในร่างกายคนเรามีด้วยกัน 2 ส่วน คือ ส่วนไขมันซึ่งมีความหนาแน่น 0.9 กรัม/ซี.ซี. กล้ามเนื้อมีความหนาแน่น 1.1 กรัม/ซี.ซี. วิธีที่จะวัดจำนวนไขมันใต้ผิวหนังที่ดีที่สุด คือ การชั่งมวลของร่างกายใต้น้ำ (Underwater Weighing) ถึงแม้ว่าการชั่งใต้น้ำจะมีความแม่นยำในการชั่ง แต่จะทำการชั่งเองในอ่างน้ำ หรือสระที่บ้านไม่ได้ เนื่องจากมีเครื่องมือมากมายเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่มีอีกวิธีหนึ่งเรียกว่า การวัดของไขมันใต้ผิวหนัง ซึ่งมีความแม่นยำน้อยกว่า วิธีแรก แต่ก็เป็วิธี

ที่สะดวก และรวดเร็ว และก็ใช้ได้ดีพอควร จากการศึกษาพบว่า การวัดไขมันใต้ผิวหนังนี้มีความสัมพันธ์สูงกับการชั่งน้ำหนัก (Behnke & Wilmore, 1974) การวัดไขมันใต้ผิวหนังจะวัดตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายแล้วนำผลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของไขมัน (Percent fat) ซึ่งโดยปกติในผู้ชายจะมีประมาณ 15 % และผู้หญิงจะมีประมาณ 22 %

### 1. การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง

การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังทำได้ไม่ยาก ที่สำคัญคือ ต้องมีการฝึกหัดอย่างเพียงพอ โกลแมนและพอลลอค (Lohman and Pollock, 1981) กล่าวว่าความชำนาญมีผลต่อความเที่ยงตรงในการวัดเป็นอย่างมากโดยที่อย่างน้อยควรมีได้รับการฝึกหัดระหว่าง 50-100 คน ในการฝึกหัดควรรักษาถึงตำแหน่งของการวัดให้มากที่สุด ผลของการวัดควรมีความแน่นอนมากที่สุด วิธีการวัดคือ จะนำคาลิเปอร์วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังค่าที่ได้จะนำไปแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ไขมัน วิธีนี้จึงสะดวก ราคาไม่แพง และใช้ได้ทุกสถานที่ จึงนิยมใช้การวัดไขมันใต้ผิวหนังเป็นตัวคาดคะเนปริมาณไขมันในร่างกาย ไขมันกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลังเป็นตำแหน่งที่ดีที่สุดในการวัดไขมันหรือความอ้วนของแต่ละบุคคล (จรรยาพร ธรนิษฐ์, 2522)

อย่างไรก็ตาม การที่จะวัดความหนาของผิวหนังตำแหน่งใดในร่างกาย ริดแนลด์ (Donald, 1981 อ้างถึงใน รัตนา กิติสุข 2527 : 14) กล่าวว่า ต้องคำนึงถึงเพศ และอายุของผู้รับการทดสอบ เช่น ถ้าเป็นเพศหญิง จะวัดบริเวณกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลัง และกล้ามเนื้อบริเวณเหนือสะโพก เพศชายวัดบริเวณกล้ามเนื้อ หน้าขา (Thigh) และบริเวณกล้ามเนื้อใต้สะบักหลังส่วนเตี้ยจะวัดบริเวณกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลัง และบริเวณกล้ามเนื้อใต้สะบักหลัง

การวัดความหนาของผิวหนังนั้นวัดได้หลายที่ และวิธีคำนวณหาค่าไขมันใต้ผิวหนังก็มีหลายวิธี เช่น เคียวรีตัน (Cureton, 1979) วัดความหนาของผิวหนัง 6 แห่ง คือ หน้าอกท้อง, เหนือสะโพก, ขาท่อนบนด้านหน้า, ขาท่อนบนด้านหลัง และสะโพก แม็คเคลย์ (McClay, 1940) ผู้คิดค้นค่าของไขมันในเตี้ยก็วัดความหนาของผิวหนัง 3 แห่ง คือ บริเวณท้อง, ออก และแขนท่อนบนด้านหลัง เคอร์เคนดอลล์ (Kirkendall, 1981) กล่าวว่า การที่จะวัดความหนาของผิวหนังบริเวณ

วัดนั้นต้องคำนึงถึงเพศและอายุของผู้รับการทดสอบเช่นกัน เช่น เพศหญิงจะวัดบริเวณกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลัง และบริเวณเหนือสันสะโพก เพศชายวัดบริเวณกล้ามเนื้อ หน้าขา(Thigh) และบริเวณกล้ามเนื้อ ใต้สะบักหลัง ส่วนเด็กจะวัดบริเวณกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลัง และใต้สะบักหลัง

ปาริซควา (Parizkova, 1981) ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างไขมันใต้ผิวหนังของร่างกาย 10 แห่งกับจำนวนเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของชายและหญิงในวัยต่าง ๆ บริเวณที่วัด คือ แก้ม คาง แขนท่อนบนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง และหน้าอก 2 แห่ง ท้อง, เหนือสันสะโพก, หน้าขา, และน่อง ในเด็กวัย 9-12 ปี ปรากฏว่าความสัมพันธ์ระหว่างไขมันใต้ผิวหนังทั้ง 10 แห่ง มีค่า 0.897 ในเพศชาย และ 0.811 ในเพศหญิง เมื่อแยกเฉพาะไขมันใต้ผิวหนังบริเวณแขนท่อนบนด้านหลัง และกล้ามเนื้อใต้สะบักหลัง จะมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย 0.885 ในเพศชาย และ 0.807 ในเพศหญิง

ปาริซควาและรอก (Parizkova and Roth 1972) พบความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่วัดไขมันใต้ผิวหนังกับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายในเด็กวัย 8-12 ปี ดังนี้

1. วัด 2 แห่ง คือ แขนท่อนบนด้านหลังและใต้สะบักหลัง ค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.849 ในเพศชาย และ 0.871 ในเพศหญิง
2. วัด 5 แห่ง คือ แขนท่อนบนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, เหนือสันสะโพก, น่อง และกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหน้าค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.863 ในเพศชาย และ 0.886 ในเพศหญิง
3. วัด 11 แห่ง คือ แขนท่อนบนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, เหนือสันสะโพก, น่อง, แขนท่อนบนด้านหน้า, แก้ม, คาง, หน้าอก ท้องส่วนบนเหนือสะดือ, ท้องส่วนล่างใต้สะดือ หน้าขา ค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.862 ในเพศชาย และ 0.904 ในเพศหญิง วิธีการที่บอกให้ทราบก็ด้วยการทดสอบซ้ำ (Test-retest) และค่าสหสัมพันธ์ควรมากกว่า 0.85 การวัดจะเป็นไปตามลำดับเพื่อป้องกันความลำเอียงที่เกิดขึ้นในการวัดแต่ละตำแหน่งนั้น อย่างน้อยที่สุดควรวัด 2 หรือ 5 ครั้ง แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย นอกจากนี้ไม่ควรตรวจสอบผลของการวัดครั้งที่ 2 หรือครั้งต่อไป เพราะเป็นการทำให้เกิดความลำเอียงของผลทดสอบ"

ตำแหน่งที่ชี้วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังมีอยู่หลายตำแหน่ง เช่น คาง ข้างลำตัว แขนท่อนบน ใต้สะบักหลัง หลัง เหนือสันสะโพก หน้าขา เข่า แขนท่อนบนด้านหลัง แขนท่อนบนด้านหน้า และน่อง ไขมันใต้ผิวหนังมักจะถูกวัดบริเวณใดสัก 2 หรือ 3 แห่งโดยที่สามารถชี้เป็นเครื่องทำนายความหนาแน่นของร่างกายได้ดีที่สุด สโลน (Sloan, 1967) (อ้างถึงในประทุม บ่วงมี, 2527) พบว่าไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าขาของชายหนุ่มมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของร่างกายมากที่สุด ( $r = .80$ ) และหากวัด 2 แห่งรวมกันพบว่า บริเวณหน้าขากับใต้สะบักหลังมีอำนาจในการพยากรณ์ความหนาแน่นของร่างกายได้มากที่สุด ( $r = .85$ ) ส่วนในผู้หญิง (Sloan and Burt, 1962) (อ้างถึงในประทุม บ่วงมี, 2527) ได้เสนอแนะว่าไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเหนือสันสะโพก และแขนท่อนบนด้านหลังร่วมกันแล้วมีอำนาจในการพยากรณ์ความหนาแน่นของร่างกายในผู้หญิงมากกว่าบริเวณอื่น

#### อุปกรณ์ในการวัดไขมันใต้ผิวหนัง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดไขมันใต้ผิวหนังที่รู้จักมี 8 ชนิด คือ

1. เลนจ์ คาลิเปอร์ (Lange skinfold calipers Cambridge scientific industries, Inc., Cambridge, Maryland.)
2. แฟต โอ มิเตอร์ (Fat-o-meter: Health and educational services, Chicago Illinois)
3. สลิม คาลิเปอร์ (Slim caliper : Creative health Product, Plymouth MI)
4. ลาฟายแยท์ คาลิเปอร์ (Lafayette caliper (Lafayette instrument company)
5. เฮมโค คาลิเปอร์ (Hemco caliper : Hemco Holland)
6. เอ็มเอ็นแอล คาลิเปอร์ (MNL caliper)
7. โฮลไทม์ คาลิเปอร์ (Holtain skinfold caliper : Holtain Ltd, Bryberian UK.)



S. ฮาร์เพนเดน (Harpenden skinfold caliper : John Bull British Indicators, Ltd., England.)

ที่มา : Research unit La Cross exercise program (1979)

อุปกรณ์ทั้ง 8 ชนิด ได้ทำการเปรียบเทียบการใช้เครื่องคาลิเปอร์ทั้ง 8 ชนิดสรุปได้ว่า เมื่อใช้อุปกรณ์ทั้ง 8 ชนิด วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังแล้วนำไปคำนวณในสมการหาความหนาแน่นของร่างกาย ผลที่ได้ออกมาที่มีความแม่นยำไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจะใช้แคลิเปอร์ชนิดใดก็ได้ แต่มีข้อจำกัดในการใช้ คือ ความสะดวกในการใช้เครื่องมือ, ราคาของเครื่องมือ, ซึ่งทั้ง 2 ข้อนี้มีความแตกต่างกันในอุปกรณ์แต่ละชนิด

#### วิธีการวัดความหนาไขมันใต้ผิวหนัง

รอยการจับผิวหนังไขมันใต้ผิวหนังควรระวังไม่จับกล้ามเนื้อขึ้นมาด้วย ซึ่งอาจตรวจสอบได้โดยให้ผู้ถูกทดสอบเกร็งกล้ามเนื้อส่วนนั้นในขณะที่จับจะทำให้รู้สึกรู้สึกได้ว่าจับกล้ามเนื้อขึ้นมาด้วยหรือไม่ เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จับใต้ผิวหนัง

การวัดกล้ามเนื้อไขมัน มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดระดับเปอร์เซ็นต์ของไขมัน (% fat) ของนักเรียน ชาย-หญิง)

#### ความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้

วิธีการชั่งน้ำหนักในน้ำ (Underwater) เป็นวิธีที่ยอมรับว่ามีความเที่ยงตรงสูงในการวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน ส่วนการวัดไขมันใต้ผิวหนังเป็นที่ยอมรับและนิยมกับการทดสอบคนจำนวนมาก จากการศึกษาพบว่า สหสัมพันธ์ของความเที่ยงตรงระหว่างการวัดไขมันใต้ผิวหนัง และการชั่งน้ำหนักในน้ำ ประมาณ .70-.90 (สำหรับเด็กและผู้ใหญ่) สหสัมพันธ์ของความเชื่อถือได้ (จากการทดสอบซ้ำ) ได้ค่าสูงกว่า .95

อุปกรณ์ ใช้คาลิเปอร์ (Caliper) ซึ่งมีแรงกดเพียง 10 กรัมต่อตารางมิลลิเมตร ( $10 \text{ g/mm}^2$ ) มีการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกครั้งก่อนใช้

วิธีการ การวัดความหนาของผิวหนังนั้นส่วนที่วัดคือ ไขมันใต้ผิวหนัง (Subcutaneous adipose tissue) ตำแหน่งของผิวหนังที่ใช้ก็ คือ ที่หลังต้นแขนเหนือกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลังจากการวิจัยพบว่า ผิวหนังกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลัง เป็นตำแหน่งที่ดีที่สุดในการวัดไขมันหรือความอ้วนของแต่ละบุคคล สำหรับการวัดนี้วัดที่จุดกึ่งกลางผิวหนังที่อยู่เหนือหัวไหล่ และปลายข้อศอก

ตำแหน่งการวัดกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลัง (ขวา) และ ใต้สะบักหลัง (ขวา) ปล่อยแขนตามสบายข้าง ๆ ลำตัว ใช้มือบีบผิวหนังขึ้นแนวการหีบผิวหนังด้วยนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้ ห่างกันประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วใช้คาลิเปอร์วัดความหนาของผิวหนัง คือ ความหนาของทั้งสองด้านของเครื่องวัด ซึ่งมีไขมันอยู่กลางรอยไม้แบ็กกล้ามเนื้อ หน่วยการวัดให้วัดละเอียดเป็นมิลลิเมตร ตำแหน่งที่ได้กระดูกสะบักหลังของหลัง ตำแหน่งที่จะวัดประมาณ 1 เซนติเมตรจากมุมด้านล่างของกระดูกสะบัก ซึ่งจะใช้นิ้วมือบีบผิวหนังตามความยาวของส่วนนี้ ให้วัดอย่างน้อย 3 ครั้ง ในแต่ละตำแหน่งให้บันทึกคะแนนที่เป็นมัธยฐาน

ในการวัดตำแหน่งต่าง ๆ นั้น หลักของวิชาการวิทยาศาสตร์แห่งชาติ National Academy of Science (Key : 1956) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หน้าอก วัดที่จุดกึ่งกลางของเส้นที่ลากจากหน้าอก และเส้นบริเวณรักแร้ด้านหลัง Anterior axillary line
2. แขนท่อนบนด้านหลัง วัดที่จุดกึ่งกลางของผิวหนังที่อยู่ระหว่างหัวไหล่ และข้อศอก
3. ท้อง จากเส้นที่ลากจากกลางของระดับสะดือ
4. เนื้อสันสะโพก จุดกึ่งกลางบนเส้นทางบนยอดของกระดูก
5. หน้าขา วัดที่จุดกึ่งกลางผิวหนังระหว่างข้อต่อที่สะโพก และข้อต่อที่หัวเข่า
6. ใต้สะบักหลัง จุดกึ่งกลางใต้กระดูกสะบักหลัง
7. แขนท่อนบนด้านหน้า วัดที่จุดกึ่งกลางของผิวหนังที่อยู่ระหว่างหัวไหล่ และข้อพับศอก
8. น่อง วัดตำแหน่งบริเวณที่กว้างที่สุดของน่อง

### วัดส่วนรอบของร่างกาย

ให้วัดในขณะที่ร่างกายยืนในท่ากายวิภาค ยกเว้นการวัดแขน ให้วัดในขณะที่ผู้ถูกทดสอบ อยู่ในท่านั่ง และการวัดช่วงแขนและช่วงขา จะวัดทางด้านขวาของร่างกาย (Verducci, 1980)

### อุปกรณ์ ไซ้เทปกัลลิก (Gulick tape)

### วิธีการวัด

1. ศีรษะ ให้วัดผ่านหน้าผากด้านข้างเหนือใบหูและท้ายทอย
2. คอ ให้วัดบริเวณใต้กล่องเสียง
3. หน้าอก ให้วัดระดับนม ขณะที่กำลังปล่อยลมหายใจออก
4. ซ้อมือ ให้วัดขณะที่แขนกางออกขนานกับพื้น บริเวณกระดูกข้อมือ ให้ผ่าน

กระดูก radius และ ulna

5. แขนเหยียด ให้วัดขณะที่แขนกางออกขนานกับพื้น ให้บันทึกจุด

ที่สูงที่สุดบนขณะกล้ามเนื้อปกติ

6. แขนงอ ให้วัดขณะที่งอแขนทาบมุมมากที่สุด ให้บันทึกจุดที่สูงที่สุด

บนขณะกล้ามเนื้อหดตัว

7. แขนเทอนล่าง ให้วัดขณะที่แขนกางออกขนานกับพื้น ให้บันทึกช่วงที่ใหญ่

ที่สุดของบริเวณกล้ามเนื้อ

8. กล้ามเนื้อหัวไหล่ ให้วัดขณะที่แขนกางออกขนานกับพื้น ให้บันทึกตรงที่สูง

ที่สุดระดับของกล้ามเนื้อหัวไหล่

9. ไหล่ ให้วัดขณะที่ร่างกายอยู่ในท่ากายวิภาค ให้บันทึกจุดที่กว้างที่สุด

ของไหล่ โดยวัดผ่านมาบรรจบที่กระดูกหน้าอก และกระดูกซี่โครงคู่ที่ 2

10. ท้อง มีการวัด 2 ส่วน แลส่วนทั้ง 2 ส่วนมาหาค่าเฉลี่ย

10.1 ท้องตำแหน่งที่ 1 ให้วัดผ่านซี่โครงสุดท้าย

10.2 ท้องตำแหน่งที่ 2 ให้วัดตรงส่วนล่างของกล้ามเนื้อสะโพก

11. สะโพก วัตถุประสงค์ผ่านกล้ามเนื้อสะโพก Gluteus maximus
12. หน้าขา วัตถุประสงค์ตรงส่วนล่างของกล้ามเนื้อสะโพก
13. เข่า ยืนในท่ากายวิภาค วัตถุประสงค์ให้วัดเส้นรอบผ่านตรงกลางสับัก
14. น่อง วัตถุประสงค์ช่วงที่ใหญ่ที่สุดของน่องบริเวณกล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius muscle)
15. ข้อเท้า วัตถุประสงค์เส้นรอบผ่านส่วนบนของตาตุ่ม (Malleolus)

#### สุขสมรรถนะ

เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า ปัจจัยอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิต คือ สุขภาพและความแข็งแรงของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งเป็นรากฐานเบื้องต้นของการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ผู้ที่มีการเจริญเติบโตสมส่วน และมีการพัฒนาทางด้านร่างกายดีแล้วบุคคลผู้นั้นก็จะกลายเป็นผู้ที่มีสุขสมรรถนะดีด้วย ซึ่งนักพลศึกษาได้ให้ความหมายของสุขสมรรถนะไว้หลายแนว ยกตัวอย่างเช่น

วรศักดิ์ เพียรชอบ (2523) กล่าวว่า "สุขสมรรถนะ หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการประกอบกิจกรรมหรือการทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่เหน็ดเหนื่อยจนเกินไป ในขณะที่เดียวกันก็สามารถที่จะถอนมกล้ามเนื้อไว้ใช้ในกิจกรรมที่จำเป็นและสำคัญในชีวิต รวมทั้งกิจกรรมในเวลาว่างเพื่อความสนุกสนานในชีวิตประจำวันได้ด้วย"

วิริยา บุญชัย (2529) กล่าวว่า "สุขสมรรถนะ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ"

วิลกูส (Willgoose, 1961) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถทางกลไกของร่างกายไว้ดังนี้

1. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ
2. ความสามารถทางด้านกีฬา
3. ความแม่นยำ คือ ความสามารถที่จะบังคับการเคลื่อนไหวให้ไปตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการได้ เช่น การยิงประตูบาสเกตบอล การจอดรถยนต์ในที่ที่บังคับ เป็นต้น

4. ความต้านทานโรค คือ ความสามารถของร่างกายที่จะต้านทานโรคได้ดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม อาหาร การพักผ่อน การออกกำลังกาย และสุขนิสัยของบุคคลนั้น

บุชเชอร์และคณะ (Bucher et al, 1970) ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสมบูรณ์ของร่างกาย รวมทั้งการมีท่าทางที่สวยงาม และถูกต้องในการทำงาน

จากความหมายเดิมของสมรรถภาพทางกายที่ว่า "ความสามารถที่จะใช้กล้ามเนื้อทำงานหนักได้เป็นเวลานาน" ต่อมาความหมายก็กว้างขึ้นเป็น "ความสามารถที่จะปรับปรุงกล้ามเนื้อ เพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการได้" (The nature and degree of adjustment of adaptation on activities requiring muscular effort) คือ รวมเอาองค์ประกอบของสมรรถภาพกลไกอีก 4 ประการเข้าไปด้วย ดังนั้น คำว่า "สมรรถภาพทางกาย" และคำว่า "สมรรถภาพกลไก" จึงแทบจะกลายเป็นคำเดียวกันในปัจจุบัน และได้เพิ่มองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเข้าไปอีก 4 ประการ คือ

1. การประสานงานของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Co-ordination) หมายถึง ความสามารถที่จะกระทำการเคลื่อนไหวหลาย ๆ ส่วนของร่างกายได้ดีหรือการเคลื่อนไหวหลาย ๆ ส่วนในเวลาเดียวกันได้ เช่น การใช้มือและเท้าในการจับรถยนต์ การรับลูกบาสเกตบอลแล้วเลี้ยงเข้ายิงประตู เป็นต้น

2. ความสามารถในการทรงตัว (Balance) คือ ความสามารถในการทรงตัวในท่าใด ๆ ก็ได้ จะทรงตัวด้วยมือหรือเท้าก็ได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 การทรงตัวขณะอยู่นิ่งกับที่ (Static balance) คือ ความสามารถที่จะทรงตัวในท่าที่อยู่กับที่ (fixed) เช่น การยืนขาเดียว การยืนบนรางรถไฟ เป็นต้น

2.2 การทรงตัวในขณะที่เคลื่อนไหว (Dynamic balance) คือ ความสามารถที่จะทรงตัวในขณะที่เคลื่อนไหว เช่น การเดินบนรางรถไฟ การไต่ลวด การยืนบนลูกบอลที่กลิ้งได้ เป็นต้น

3. ความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสังคม (Social adjustment)

4. ความเร็ว (Speed)

5. ความรวดเร็วที่ทำตามสัญญาณในการตอบสนอง (Reaction time)
6. ความสามารถในการทรงตัว (Balance)
7. ความรู้สึกตัวขณะเคลื่อนไหวเหนือฐานรองรับ (Kinesthetic)
8. ความอ่อนตัว (Flexibility)
9. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)
10. สมรรถวิสัยทางจิต (Psychological capacity)

บุชเชอร์ (Bucher, 1961) อ้างถึงการศึกษาของลาร์สัน และโยคอม (Larson and Yocom) ซึ่งได้ศึกษาคุณลักษณะของผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายออกเป็น 9 ประการด้วยกัน คือ

1. ความต้านทานโรค (Resistance to disease) คือ ร่างกายมีความสามารถที่จะต่อต้านเชื้อโรคและการติดเชื้โรคได้
2. ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and muscular endurance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรง มากกว่าปกติติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ
3. ความทนทานของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Endurance cardiovascular and respiratory) เป็นความสามารถของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจที่ทำงานประสานสัมพันธ์กันอย่างมีประสิทธิภาพ
4. กำลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) เป็นความสามารถในการใช้กำลังแรงสูงสุดครั้งหนึ่งในระยะเวลาสั้น ๆ
5. ความอ่อนตัว (Flexibility) เป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวของข้อต่อและลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อต่อภายในร่างกาย
6. ความเร็ว (Speed) ความสามารถในการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วในระยะเวลาสั้น ๆ
7. ความคล่องแคล่วว่องไวในการเปลี่ยนทิศทางของร่างกาย (Agility) เป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงความเคลื่อนไหวของร่างกาย

8. การทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ (Co-ordination)

9. ความแม่นยำ (Accuracy) ความสามารถที่จะควบคุมการเคลื่อนไหวไปยังจุดหมายได้อย่างแม่นยำ

จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบสมรรถภาพในระยะแรก ๆ จะใช้ชื่อว่า แบบทดสอบสมรรถภาพกลไก (Motor fitness test) เช่น การทดสอบสมรรถภาพทางกลไกของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (The University of Illinois motor fitness test) หรือแบบทดสอบสมรรถภาพทางกลไกของโอเรกอน (Oregon motor fitness test) เช่น แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายภายในสำนักงานการศึกษาของสหรัฐอเมริกา (U.S. office of education physical fitness tests) หรือแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายของคณะกรรมการการทดสอบสมรรถภาพทางกายมาตรฐานระหว่างประเทศ (International committee for the standardization of physical fitness tests) เป็นต้น

แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวกับความสมบูรณ์ของสุขภาพ ปี ค.ศ. 1980 เป็นแบบทดสอบใหม่ซึ่งได้เน้นการเปลี่ยนจุดสนใจจากการกีฬา และความสามารถทางกลไกไปยังความสมบูรณ์ของสุขภาพโดยครอบคลุมถึงการทดสอบ เนื่องจาก AAHPERD ได้เน้นแบบทดสอบเพื่อความเหมาะสมของสุขภาพ คือ

1. การวิ่งระยะไกล ซึ่งวัดสมรรถภาพระบบไหลเวียนโลหิต
2. เปร้เจนต์ไขมันของร่างกาย
3. ลูกนั่งแบบงอเข่า เพื่อวัดการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้อง หลังส่วนล่าง และส่วนของกล้ามเนื้อท่อนบนด้านล่าง
4. ก้ม-งอตัว เพื่อวัดความสามารถในการยืดหยุ่นของร่างกาย



## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

เจริญ พุทธสุวรรณ (2518) (อ้างถึงใน สมชาย ประเสริฐศรี, 2521) ได้จัดอันดับของน้ำหนักเกินปกติเป็น 3 ระดับ คือ

1. เกินปกติ 5-10 เปอร์เซ็นต์จัดอยู่ในน้ำหนักเกินเล็กน้อย (Slightly over weight)
2. เกินปกติ 11-20 เปอร์เซ็นต์จัดอยู่ในน้ำหนักเกินปกติมาก (Excessive over weight)
3. เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จัดอยู่ในโรคอ้วน (Obesity)

ประไพ ส.บุรี และคณะ (2527) ได้ทำการศึกษาความหนาของผิวหนังและปริมาณไขมันในผู้ใหญ่อายุ 15-80 ปี พบว่า ความหนาของผิวหนังและปริมาณไขมันในร่างกายชายไทยน้อยกว่าหญิงไทยในทุกกลุ่มอายุจนถึงอายุประมาณ 60 ปี ในชาย และ 50 ปี ในหญิงจะลดต่ำลง ชายและหญิงในกรุงเทพมหานครมีความหนาของผิวหนังและปริมาณไขมันในร่างกายมากกว่าชายและหญิงในชนบท

การกระจายของไขมันในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจะแตกต่างกันทำให้การใช้ความหนาของผิวหนังในส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายเพียงส่วนเดียวหรือสองส่วน เพื่อเป็นตัวแทนความหนาของผิวหนัง หรือไขมันทั้งหมด ก่อให้เกิดความผิดพลาดได้ง่ายรอยให้ข้อเสนอแนะได้ว่า ควรวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ที่ตำแหน่งหลังและหน้าต้นแขน ใต้สะบักและเชิงกราน (Biceps and triceps subscapular and suprailiac)

ชวนพิศ ลายประดิษฐ์กร (2524) ได้ทำการศึกษาวิธีการประเมินไขมันในร่างกายของหญิงไทย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิง คณะสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 40 คน ความสูง 145-165 เซนติเมตร อายุ 20-29 ปี ทำการทดสอบโดยการหา น้ำหนัก ส่วนสูง ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (ด้านหลังต้นแขน หน้าท้อง และใต้สะบักหลัง) ส่วนรอบวงของร่างกาย (แขนและท้อง) ความหนาแน่นของร่างกายโดยวิธีแทนที่น้ำ ผลการวิจัยพบว่า อายุ ความสูง ความหนา



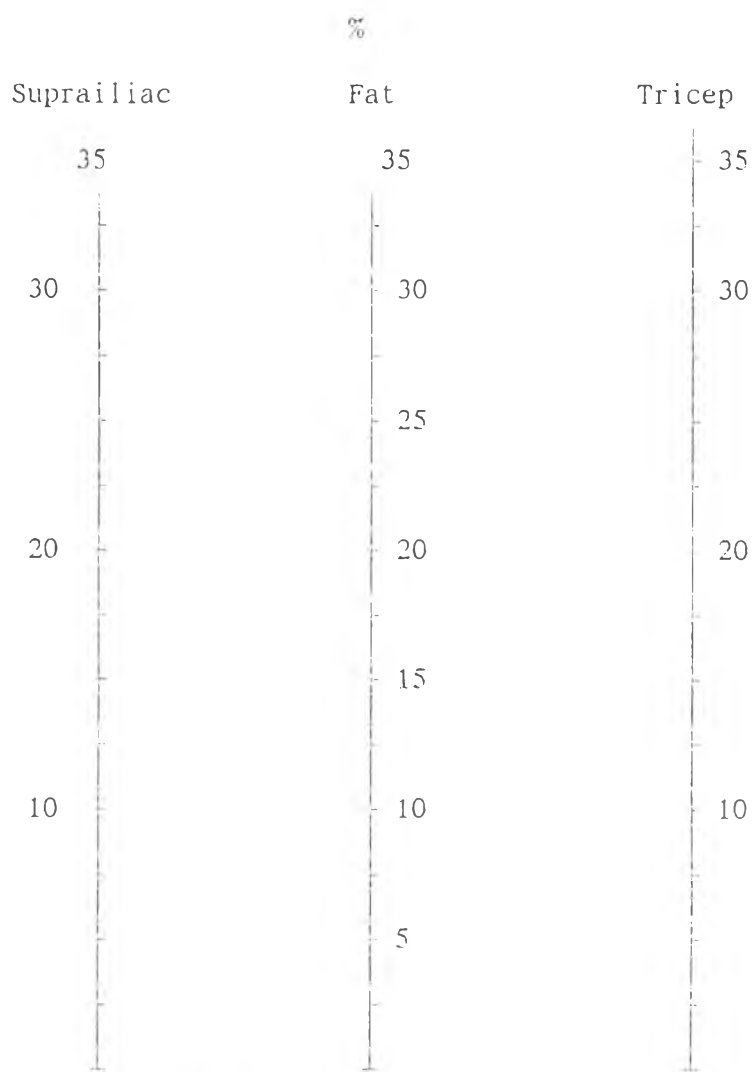
ของไขมันได้คิวหนึ่ง ส่วนรอบวงของร่างกาย และร้อยละของน้ำหนักส่วนเกินของร่างกายมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของร่างกายและพบว่าสมการที่ดีที่สุดของการคำนวณหาไขมันของร่างกายที่คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว เท่ากับ  $22.0717 + 0.0341$  (ผลรวมของความหนาของไขมันได้คิวหนึ่ง 3 แห่ง)  $+ 0.4309$  (น้ำหนักตัวส่วนเกินของร่างกายที่คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวมาตรฐาน)

รัตนา กิตติสุข (2526) ได้ทำวิจัยเรื่องผลการฝึกแอโรบิคแดนซ์ที่มีต่อความอดทนของระบบไหลเวียนและเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกแอโรบิคแดนซ์ที่มีต่อความอดทนของระบบไหลเวียนและเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ครอบคลุมการทดลองเป็นเพศหญิง อายุ 30-45 ปี ซึ่งมีได้ออกกำลังกายเป็นประจำจำนวน 30 คน

การศึกษาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในระดับเกือบสูงสุดนี้ในวิธีทดสอบวิ่งบนลู่วิ่งของบัลกี และเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ครอบคลุมการวัดไขมันได้คิวหนึ่ง ซึ่งเป็นผลจากการฝึกเต้นแอโรบิคแดนซ์ ฝึกเป็นระยะเวลา 2 เดือน ฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมงโดยแบ่งการฝึกออกเป็น 3 ช่วง ช่วงละ 10-15 นาทีที่พักระหว่างช่วงละ 5 นาทีแล้วนำผลที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพทางกายทั้งก่อนและหลังการฝึกเต้นแอโรบิคแดนซ์มาวิเคราะห์ตามวิธีสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วจึงทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยค่า "ที" (t-test) ผลปรากฏว่า

1. ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในระดับเกือบสูงสุดทั้งก่อนและหลังการฝึกเต้นแอโรบิคแดนซ์ มีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01
2. ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ทั้งก่อนและหลังการฝึกเต้นแอโรบิคแดนซ์มีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยเทียบกับตาราง



โดยการลากเส้นเชื่อมจุด 2 จุด ตัดเส้นเปอร์เซ็นต์ไขมันตรงใด แสดงว่ามีเปอร์เซ็นต์ไขมันเท่านี้

ระดับเปอร์เซ็นต์ของไขมันของเพศหญิง (Averages)

10 - 15    เปอร์เซนต์    อยู่ในเกณฑ์    ดีมาก

16 - 19    เปอร์เซนต์    อยู่ในเกณฑ์    ดี

- 20 - 24 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง  
 25 - 29 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในเกณฑ์ ไขมันมาก (ท่วม)  
 มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในเกณฑ์ ไขมันมาก  
 ระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในเพศหญิงต่ำสุด เท่ากับ 10 - 12 เปอร์เซ็นต์

เรื่องศักดิ์ เจริญพานทอง (2529) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างไขมันในร่างกาย กับความสามารถในการเคลื่อนไหว (General fitness) ในเด็กนักเรียนอายุ 10 - 12 ปี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างไขมันในร่างกายกับความสามารถในการเคลื่อนไหวทั่วไป และเพื่อเปรียบเทียบจำนวนไขมันในร่างกายระหว่างเด็กชายและเด็กหญิง กลุ่มตัวอย่างประชากรที่เข้าในการวิจัย คือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่มีอายุระหว่าง 10 - 12 ปี เป็นชาย 294 คน หญิง 282 คน เครื่องมือที่เข้าในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบทดสอบความสามารถในการเคลื่อนไหวทั่วไปของแคลิฟอร์เนียซึ่งประกอบด้วย การทดสอบ 5 รายการ คือ ยืนกระโดดไกล ลูกนั่ง ใน 30 วินาที วิ่ง 50 หลา ขว้างลูกซอฟบอล และดึงข้อ (ชาย) หรือดัดแผ่น (หญิง) วัดไขมันในร่างกายโดยวิธีเครื่องวัดความหนาของผิวหนังแบบ แพท รือ มิเตอร์วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไขมันโดยวิธี ซี เทสต์ (Z-Test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ไขมันในร่างกายกับความสามารถในการยืนกระโดดไกล ไขมันมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้ง เด็กชายและ เด็กหญิง
2. ไขมันในร่างกายกับความสามารถในการลูกนั่ง ใน 30 วินาที ไขมันมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้ง เด็กชายและ เด็กหญิง
3. ไขมันในร่างกายกับความสามารถในการขว้างลูกซอฟบอล ไขมันมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้ง เด็กชายและ เด็กหญิง

4. ไขมันในร่างกายกับความสามารถในการวิ่ง 50 หลา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้ง เด็กชายและ เด็กหญิง

5. ไขมันในร่างกายกับความสามารถในการดึงข้อและดันพื้น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้ง เด็กชายและ เด็กหญิง

6. เบอร์เชนต์ไขมันในร่างกายของเด็กชายและเด็กหญิง มีค่าเฉลี่ย 15.75 และ 20.64 ตามลำดับ ผลการทดสอบค่า  $\chi^2$  พบว่า เด็กชายและเด็กหญิง มีจำนวนไขมันในร่างกายต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเด็กหญิงมีจำนวนไขมันในร่างกายนอกจากเด็กชาย

#### งานวิจัยในประเทศ

สโลน และบลีธ (Sloan Burt and Blyth, 1962) ได้ทำการวิจัยเรื่องการประเมินจำนวนไขมันในร่างกายของนักศึกษาหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิงที่มีสุขภาพดีจำนวน 50 คน ที่มีอายุระหว่าง 17-25 ปี ส่วนสูงอยู่ระหว่าง 153-177 เซนติเมตร และมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 39-76.7 กิโลกรัม ก่อนการชั่งน้ำหนักได้น้ำ ทุกคนได้รับการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 5 ตำแหน่ง คือ

1. หน้าขา
2. สันสะโพก
3. ท้อง
4. อก
5. แขนท่อนบนด้านหลัง

การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังให้วัดด้านขวาของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน ส่วนการวัดส่วนรอบของร่างกายนั้น ประกอบด้วย

1. ใต้ก้นข้อย
2. สะโพก

3. ท้อง
4. หน้าอก
5. แขนท่อนบน

ภายหลังการวัดความหนาผิวหนัง และการวัดรอบวงของร่างกายแล้วทำการวัดความจุปอดด้วยเครื่องวัดความจุปอด (Tissot spirometer)

ตำแหน่งของร่างกายที่มีไขมันมาก ได้แก่บริเวณหน้าขา, ท้อง และสันสะโพกจากการศึกษาพบว่า การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังทุกตำแหน่งมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันแต่ตำแหน่งที่สามารถเป็นตัวแทนของการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังคือบริเวณสันสะโพกสำหรับสมการที่ดีที่สุดที่สามารถพยากรณ์ความหนาแน่นของร่างกายของนักศึกษาหญิง คือ ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสันสะโพก และแขนท่อนบนด้านหลัง ( $r = -.74$ ) สมการที่สามารถนำไปใช้ คือ

$$X_1 = 1.0764 - 0.00081X_2 - 0.00088X_3$$

เมื่อ  $X_1$  = ความหนาแน่นของร่างกาย

$X_2$  = ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสันสะโพก

$X_3$  = ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณแขนท่อนบนด้านหลัง

แคทซ์ และไมเคิล (Katch and Michael, 1978) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพยากรณ์ความหนาแน่นของร่างกาย จากการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง และส่วนรอบของร่างกาย สำหรับนักศึกษาหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 64 คน ที่มีอายุระหว่าง 19-23 ปี การคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกายใช้การชั่งน้ำหนักตัวน้ำ แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันด้วยสูตรของคีย์และโบรเชค (Keys and Brozek, 1963)

$$F = 100 \times (4.570/D - 4.142)$$

ตำแหน่งในการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ประกอบด้วย

1. แขนท่อนบนด้านหลัง

2. ใต้สะบักหลัง
3. ท้อง
4. สันสะโพก
5. อก
6. ซี่โครงซี่ที่ 9

วัดด้านขวาขึ้นทำเป็นซ้ำค่าเฉลี่ยจากการวัด 2 ครั้ง ส่วนการวัดส่วนรอบของร่างกาย

วัดด้านขวาขึ้นทำเป็นเช่นเดียวกัน วัดแก่

1. แขนท่อนบนด้านหน้า วัดแขนงอท่ามุม 90 องศา
2. ท้อง
3. หน้าขา วัดขาท่ามุม 90 องศา
4. สะโพก

และการวัดส่วนกว้างของกระดูกบริเวณข้อมือ, เข่า, สะโพก และข้อเท้าจากการศึกษาพบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่แขนท่อนบนด้านหน้าและแขนท่อนบน มีความสัมพันธ์กันสูงกับความหนาแน่นของร่างกาย ส่วนสมการในการคำนวณคือ

$$Y_1 = 1.12569 - 0.001835X_1 - 0.002779X_2 + 0.005419X_3 - 0.0007167X_4 \quad (r = .70)$$

เมื่อ  $Y_1$  คือ ความหนาแน่นของร่างกาย

$X_1$  คือ ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังคือบริเวณแขนท่อนบนด้านหลัง

$X_2$  คือ ส่วนรอบวงร่างกายบริเวณสะโพก

$X_3$  คือ ส่วนรอบวงร่างกายบริเวณแขนท่อนบน

$X_4$  คือ ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังคือบริเวณใต้สะบักหลัง

จากการศึกษาของ สโลน และ ชาฟิโร (Sloan and Shapiro, 1972) เรื่องการเปรียบเทียบการวัดไขมันใต้ผิวหนังด้วยคัลลิเปอร์มาตรฐาน 3 ชนิด โดยผู้ใช้ผู้ชายอายุ 17-25 ปี จำนวน 28 คน วัดความหนาแน่นของร่างกายด้วยการชั่งน้ำหนักที่ตั้หน้าและวัดไขมันใต้ผิวหนัง 4 แห่งคือ หน้าขา, ท้อง, ใต้สะบักหลัง และแขนท่อนบนด้านหลัง ด้วยคัลลิเปอร์ 3 ชนิด คือ ของ เอ็ม เอ็น แอล, ฮาร์เพนเดน และ เลนจ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างของเครื่องมือทั้ง 3 ชนิดในการวัดไขมันใต้ผิวหนังในท่ทุกส่วนของร่างกายที่วัด 4 แห่งนี้ และสมการที่สามารถทำนายความหนาแน่นของร่างกายจากการวัดไขมันใต้ผิวหนัง และคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังจากสูตรของ Brozek และ Key ได้สมการทำนายความหนาแน่นของร่างกายดังนี้

$$\text{MNL } X_1 = 1.0933 - 0.0019X_2 - 0.0011X_3$$

$$X_1 = 1.0957 - 0.0019X_2 - 0.0011X_4$$

$$\text{Harpenden } X_1 = 1.0989 - 0.0019X_2 - 0.0017X_3$$

$$X_1 = 1.1018 - 0.0019X_2 - 0.0016X_4$$

$$\text{Lange } X_1 = 1.0939 - 0.0015X_2 - 0.0014X_3$$

$$X_1 = 1.0950 - 0.0015X_2 - 0.0012X_4$$

$$\text{เมื่อ } X_1 = \text{ความหนาแน่นของร่างกาย}$$

$$X_2 = \text{ไขมันนริเวณแขนท่อนบนด้านหลัง (ม.ม.)}$$

$$X_3 = \text{ไขมันนริเวณท้อง (ม.ม.)}$$

$$X_4 = \text{ไขมันนริเวณใต้สะบักหลัง (ม.ม.)}$$

พอลลอก และคณะ (Pollock et al, 1975) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพยากรณ์ความหนาแน่นของร่างกายนักกีฬาหญิงและหญิงวัยกลางคน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาหญิงที่มีสุขภาพดี จำนวน 83 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 18-22 ปี และผู้หญิงวัยกลางคนซึ่งมีอายุระหว่าง 33-50 ปี จำนวน 60 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูลของการทดลอง คือ

1. รับประทานอาหารที่บ่อยง่าย ก่อนที่จะทำการทดสอบ
2. 1 หั่งค. วันการสูบบุหรี่ในวันที่ทำการทดสอบ
3. เกี่ยวกับการมีประจำเดือนเพื่อหลีกเลี่ยงการกั่งค้างของน้ำ (water retention)

ในร่างกายจะทำการทดสอบ 7 วันก่อนหรือหลังการมีประจำเดือน

#### ขั้นตอนในการทดสอบ

1. วัดส่วนสูง
2. ชั่งน้ำหนัก
3. วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 8 ตำแหน่งคือ ออก, ด้านข้างลำตัว, แขนท่อนบน ด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, ท้อง, สันสะโพก, หน้าขา และเข่า
4. วัดส่วนรอบร่างกาย 13 ตำแหน่ง คือ ไหล่, เหนืออก, กลางอก, ใต้อก, ท้อง, เอว, สะโพก, ขา, น่อง, ข้อเท้า, แขน. แขนท่อนล่าง และข้อมือ
5. วัดความกว้างของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 7 ตำแหน่งคือ ไหล่, สะโพก, ออก, ป่า ความกว้างของกระดูกขา, เข่า และข้อมือ
6. วัดความจุปอด
7. ชั่งน้ำหนักได้น้ำ เพื่อคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกาย

จากการศึกษาพบว่าสมการที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ความหนาแน่นของร่างกายสำหรับ นักศึกษาหญิงนั้นมีจำนวน 4 สมการ ซึ่งมีค่า  $r$  ระหว่าง .76-.84 โดยสมการที่ประกอบด้วย ตัวแปรจำนวน 6 ตัวแปร ซึ่งมีทั้งการวัดความหนาแน่นของไขมันใต้ผิวหนัง การวัดส่วนรอบของ ร่างกายและความกว้างส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีค่า  $r$  สูงสุด ( $r = .84$ ) ส่วนสมการที่สามารถ นำไปใช้พยากรณ์ มีความหนาแน่นของร่างกายสำหรับผู้หญิงวัยกลางคน มีจำนวน 5 สมการ ซึ่งมี ค่าตัวแปรจำนวน 7 ตัวแปร ซึ่งมีทั้งการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ซึ่งมีทั้งการวัดส่วนรอบ ของร่างกายและความกว้างส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีค่า  $r$  สูงสุด ( $r = .91$ ) สมการที่ได้จาก การศึกษา



ตารางที่ 6 สมการความหนาแน่นร่างกายของ พอลลอก และคณะ

สัดส่วนที่เข้า	สมการ	R	SEE
ของนักศึกษาหญิง (อายุเฉลี่ย 20 ปี)			
S	$BD = 1.0852 - 0.082X_2 - 0.0011X_3$	0.775	0.0091
S,S	$BD = 1.1295 - 0.0007X_2 - 0.0008X_3 - 0.0059X_9$	0.806	0.0085
S,D,G	$BD = 1.0836 - 0.0007X_2 - 0.0008X_3 - 0.0048X_9$ $-0.0088X_9$	0.826	0.0082
S,D,G	$BD = 1.0866 - 0.0008X_2 - 0.0007X_3 - 0.0070X_5$ $-0.0048X_7 - 0.0025X_8 - 0.0087X_9$	0.834	0.0079
ของหญิงวัยกลางคน (อายุเฉลี่ย 44 ปี)			
G,C	$BD = 1.1283 - 0.0011X_6 - 0.0039X_{10}$	0.863	0.0075
S	$BD = 1.0754 - 0.0012X_1 - 0.0007X_3 -$	0.856	0.0076
S,G,C	$BD = 1.0990 - 0.006X_2 - 0.006X_6 - 0.0036X_{10}$	0.879	0.0071
S,G,C	$BD = 1.1023 - 0.0005X_2 - 0.0003X_3 - 0.0005X_6$ $-0.0033X_{10}$	0.889	0.0069
S,G,D,C	$BD = 1.0885 - 0.0003X_1 - 0.0003X_2 - 0.0003X_3$ $-0.007X_4 - 0.004X_6 - 0.0026X_8 - 0.0024X_{10}$	0.908	0.0065

เมื่อ

BD = ความหนาแน่นของร่างกาย

D = ความกว้างของร่างกาย

S = ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง

G = ส่วนรอบร่างกาย

C = cup size

 $X_1$  = ไขมันบริเวณอก $X_2$  = ไขมันบริเวณอกสันสะโพก $X_3$  = ไขมันบริเวณหน้าขา $X_4$  = ส่วนรอบบริเวณกลางอก $X_5$  = ส่วนรอบของใต้ออก $X_6$  = ส่วนรอบเอว $X_7$  = ส่วนรอบของข้อมือ $X_8$  = ความกว้างของอก $X_9$  = ความกว้างของเข่า $X_{10}$  = cup size

แจ็กสัน และพอลลอค (Jackson and Pollock, 1977) ได้ทำการวิจัยเรื่องสมการในการพยากรณ์ความหนาแน่นของร่างกายสำหรับผู้ชาย กลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 18 - 61 ปี จำนวน 403 คนทุกคนอาสาสมัครเข้ารับการทดลองในครั้งนี้นี้การทดลองทำในเวลา 4 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสำหรับคำนวณความเที่ยงตรง จำนวน 308 คน และเพื่อทำ cross validation อีกจำนวน 59 คน

กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการวัดส่วนสูง ชั่งน้ำหนัก วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณอกด้านข้างลำตัว, แขนท่อนแขนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, ท้อง, เทนไอสันสะโพก และแขนท่อนล่าง ส่วนการคำนวณความหนาแน่นของร่างกายใช้การชั่งน้ำหนักใต้น้ำ สำหรับการคำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมันนั้น ใช้สูตรของซีรี (Siri) คือ  $F = (100(4.95/BD) - 4.50)$

เนื่องจากการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังเป็นการวัดองค์ประกอบเดียวกันจึงได้นำผลของการวัดแต่ละตำแหน่งรวมกัน การรวมหลาย ๆ ตำแหน่งทำให้การประเมินค่าจำนวนไขมันใต้เพียงตรงผู้วิจัยได้เลือกการวัด 3 ตำแหน่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูงกับการใช้การวัด 7 ตำแหน่ง และอาจจะทำการทดสอบได้สะดวกสบายมากกว่า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าสมการที่สามารถนำมาพยากรณ์ความหนาแน่นของร่างกายมีทั้งหมด 8 สมการ ใดยเป็นสมการที่รวมการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 7 ตำแหน่งจำนวน 4 สมการและอีก 4 สมการ เป็นการรวมการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 3 ตำแหน่ง

ตารางที่ 7 สมการความหนาแน่นร่างกายในเพศชายของ พอลลอก

สัดส่วนที่เข้า	สมการ	R	SEE
รวมการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 7 ตำแหน่ง			
S, S <sup>2</sup> , age	BD = 1.11200000-0.00043499(X <sub>1</sub> )+0.00000055(X <sub>1</sub> ) <sup>2</sup> -0.000028826(X <sub>3</sub> )	0.902	0.0078
S, S <sup>2</sup> age, C	BD = 1.10100000-0.00041150(X <sub>4</sub> )+0.00000069(X <sub>1</sub> ) <sup>2</sup> -0.00022631(X <sub>3</sub> )-0.0059239(X <sub>4</sub> )+0.0190632(X <sub>5</sub> )	0.916	0.0073
log, S, age	BD = 1.21394-0.03101(log x <sub>1</sub> )-0.0029(X <sub>3</sub> )	0.893	0.0082
log, S age, C	BD = 1.17615-0.02394(log x <sub>1</sub> )-0.00022(X <sub>3</sub> ) -0.0070(X <sub>4</sub> )+0.02120(X <sub>5</sub> )	0.197	0.0073
รวมการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 3 ตำแหน่ง			
S, S <sup>2</sup> , age	BD = 1.1093800-0.0008267(X <sub>2</sub> )+0.0000016(X <sub>2</sub> ) <sup>2</sup> -0.0002574(X <sub>3</sub> )	0.905	0.0077
S, S <sup>2</sup> age, C	BD = 1.0990750-0.0008209(X <sub>2</sub> )+0.0000026(X <sub>3</sub> ) <sup>2</sup> -0.0002017(X <sub>3</sub> )	0.918	0.0072
log, S, age	BD = 1.18860-0.03049(log x <sub>2</sub> )-0.00027(X <sub>3</sub> )	0.888	0.0083
log, S, age, C	BD = 1.15737-0.02288(log x <sub>2</sub> )-0.00019(X <sub>3</sub> ) -0.0075(X <sub>4</sub> )+0.02223(X <sub>3</sub> )	0.915	0.0073

เมื่อ S = ผลรวมความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (มม.) C = ส่วนรอบของร่างกาย (ซ.ม.)

X<sub>1</sub> = ผลรวมของ อก, ข้างลำตัว, แขนก่อนบนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, ท้อง, เหนือ  
สันสะโพก และหน้าขา

X<sub>2</sub> = ผลรวมของ อก, ท้อง และหน้าขา

X<sub>3</sub> = อายุ X<sub>4</sub> = ส่วนรอบของเอว X<sub>5</sub> = ส่วนรอบแขนก่อนล่าง

แจ็กสัน และพอลลอค (Jackson and Pollock, 1977) ได้ทำการวิจัยเรื่องสมการในการคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกายสำหรับเพศหญิง กลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 18-55 ปี จำนวน 331 คน อดิยาสาสมัครเข้าทำการทดสอบ การทดลองครั้งนี้ทำในเวลา 4 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสำหรับคำนวณความเที่ยงตรง จำนวน 249 คน และเพื่อหาความตรง-ข้ามกลุ่ม (cross-validation) อีกจำนวน 82 คน

กลุ่มตัวอย่างรับประทานอาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง ก่อนการทดสอบและรายงานตัวอย่างน้อย 3 ชั่วโมงก่อนการทดสอบหลีกเลี่ยงการสูบบุหรี่ คือ หลีกเลี่ยงช่วงที่เป็นประจำเดือน จะทำการทดสอบ 7 วัน ก่อนหรือหลังการมีประจำเดือน

ทุกคนจะได้รับการวัดส่วนสูง ซึ่งน้ำหนัก วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณอก, ท้อง ข้างลำตัว, แขนท่อนบนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, เนื้อสันสะโพก และหน้าขา และวัดส่วนรอบของร่างกายบริเวณสะโพก ส่วนการคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกายใช้การซึ่งน้ำหนักใต้ไขมันสำหรับการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันนั้น ใช้สูตรของ ซิริ (Siri)

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังเป็นการวัดองค์ประกอบเดียวกันจึงได้นำเอาการวัดตำแหน่งต่าง ๆ มารวมกัน เช่น 3,4 และ 7 ตำแหน่ง แต่การรวม 3 และ 4 ตำแหน่งนั้นสามารถดำเนินการได้ง่าย และสะดวกมากกว่า ในการศึกษาคั้งนี้สามารถสรุปสมการในการคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกาย จำนวน 18 สมการ ผู้วิจัยได้เสนอแนะว่าสมการที่ 13 คือ การรวมการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง จำนวน 3 ตำแหน่ง คือ แขนท่อนบนด้านหลัง, เนื้อสันสะโพก, และหน้าขา ทั้งนี้ เพราะทำได้ง่ายกับประชากรจำนวนมาก ( $r = .842$ )

$$BD = 1.0994921 - 0.0009929(X_3) + 0.0000023(X_3)^2 - 0.0001392(X_4)$$

เมื่อ  $X_3$  = ผลรวมความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่ตำแหน่งแขนท่อนบนด้านหลัง (triceps) เนื้อสันสะโพก (suprailium) และ หน้าขา (thigh)

$$X_4 = \text{อายุ}$$

แจ็กสัน และ พอลล็อก (Jackson and Pollock, 1980) ได้สร้างสมการความหนาแน่นของร่างกาย จากความหนาของผิวหนัง 3 ตำแหน่ง

(BD = Body Density) ความหนาของผิวหนัง 3 ตำแหน่ง

ผู้ชาย ๖ ตำแหน่ง อก, ท้อง และหน้าขา

ผู้หญิง ๖ ตำแหน่ง แขนท่อนบนด้านหลัง, เทนือสันสะโพก และหน้าขา

สมการสำหรับผู้ชาย

$$\begin{aligned} B.D = & 1.1093800 - 0.0008267 \text{ (ผลรวมของความหนาของผิวหนัง 3 ตำแหน่ง)} \\ & + 0.0000016 \text{ (ผลรวมของความหนาของผิวหนัง 3 ตำแหน่ง)}^2 \\ & - 0.0002574 \text{ (อายุ)} \end{aligned}$$

สมการสำหรับผู้หญิง

$$\begin{aligned} B.D = & 1.0994921 - 0.0009929 \text{ (ผลรวมของความหนาของผิวหนัง 3 ตำแหน่ง)} \\ & + 0.0000023 \text{ (ผลรวมของความหนาของผิวหนัง 3 ตำแหน่ง)}^2 \\ & - 0.0001392 \text{ (อายุ)} \end{aligned}$$

สำหรับสมการชาย  $R = .905$ ,  $S.E. = 0.0077$

สำหรับสมการหญิง  $R = .842$ ,  $S.E. = 0.0086$

สโลน (Sloan, 1962) ค้นคว้าหาความหนาแน่นของร่างกาย นักศึกษาหญิงอายุ 17-25 ปี และหาเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังด้วยสูตรของ โรเบิร์ต และคณะ วัดไขมันใต้ผิวหนัง 5 แห่ง คือ หน้าขา, เทนือสันสะโพก, ท้อง, อก และแขนท่อนบนด้านหลัง สมการ คือ

$$BD = 1.0764 - 0.00081x_2 - 0.00088x_3$$

$x_2$  = ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสันสะโพก (iliac crest)

$x_3$  = ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณแขนท่อนบนด้านหลัง

แจ็กสัน และ พอลลอค (Jackson and pollock, 1980) ได้คำนวณหาความหนาแน่นของร่างกายในหญิงอายุ 18-55 ปี วัดไขมันใต้ผิวหนัง 7 แห่ง คือ ออก, ข้างลำตัว, แขนท่อนบนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, ท้อง, เนื้อสันสะโพก, หน้าขา, และวัดรอบบริเวณสะโพก แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันด้วยสูตรของซีรี (Siri) ได้สมการหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน 18 สมการ

$$BD = 1.0994921 - 0.0009929x_3 + 0.0000023 (x_3)^2$$

$$- 0.0001392x_4$$

$$x_3 = \text{ผลรวมความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง แขนท่อนบนด้านหลัง, หน้าขา และสันสะโพก (มิลลิเมตร)}$$

$$x_4 = \text{อายุ (ปี)}$$

เดวิส และคณะ (Davis et al, 1985) ได้ทำการศึกษาเรื่องเทคนิคในการประเมินเปอร์เซ็นต์ไขมันสำหรับเพศชาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมการในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายได้อย่างง่าย และต้องการอุปกรณ์ไม่มาก กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานสาธารณสุขจำนวน 436 คน มีอายุระหว่าง 18-58 ปี

ในการทดสอบ ผู้เข้ารับการทดสอบควรรับประทานอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 12 ชั่วโมง การทดสอบประกอบด้วย การชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกายคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยใช้สูตรของ ซีรี

ก่อนการชั่งน้ำหนักได้น้ำ ทุกคนได้รับการวัดสัดส่วนร่างกาย ด้วยการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 4 ตำแหน่ง คือ ออก, ใต้สะบักหลัง, แขนท่อนบนด้านหลัง, เนื้อสันสะโพกและวัดส่วนรอบของร่างกาย 2 ตำแหน่ง คือ คอ และ เอว

ในการหาความตรง-ข้ามกลุ่ม (cross-validation) นั้น กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานดับเพลิงจำนวน 218 คน และข้าราชการราชนาวีของสหรัฐอเมริกา จำนวน 100 คน

ผลการศึกษาพบว่า ได้ยอมรับสมการ 2 ชุดดังนี้ คือ

$$1. \text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = -16.985 + \text{อายุ} (0.081) + \text{รอบเอว} (0.583) \\ - \text{ความสูง} (0.112) \quad (R = 0.86, \text{SEE} = 3.34)$$

$$2. \text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = -28.407 + \text{รอบอก} (0.252) + \text{รอบเอว} (0.571) \\ - \text{น้ำหนัก} (0.106) \quad (R = 0.88, \text{SEE} = 3.10)$$

ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอไว้ว่า ถ้าต้องการนาสมการไปใช้ควรพิจารณาสมการแรกเพราะมีการวัดเฉพาะส่วนรอบของร่างกายตำแหน่งเดียว คือ เอวเท่านั้น ทำให้สะดวกและรวดเร็ว

เมฮิว และคณะ (Meyhew et al, 1985) ได้ทำการศึกษาเรื่องความแม่นยำของสมการในการประเมินค่าจำนวนไขมันในร่างกาย โดยวิธีวัดสัดส่วนของร่างกายสำหรับกีฬาหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาหญิงระดับวิทยาลัย 111 คน ซึ่งเป็นตัวแทนสำหรับกีฬา 7 ประเภท

นักกีฬาทุกคนได้รับการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 7 ตำแหน่ง ได้แก่ แขนท่อนบน ด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, เหนือสันสะโพก, ท้อง, หน้าขา, เข่า และน่อง การวัดส่วนรอบ 10 ตำแหน่ง คือ รอบแขนท่อนบน, รอบแขนท่อนล่าง, หน้าอก, ระดับราวมมและต่ำกว่าระดับราวมม, เอว, สะโพก, หน้าขา, (ใต้ก้นย้อย และกลางหน้าขา) และน่อง และวัดความกว้างของกระดูก 7 ตำแหน่ง คือ ความกว้างของบ่า, ความกว้างของโคนขา, ความกว้างองศอก, ซ้อมือ, เข่า และข้อเท้า

ในการคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกายใช้การชั่งน้ำหนักใต้น้ำ แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันด้วยการใช้สูตรของ Brozek และคณะ

ผลการวิจัยพบว่า สมการที่ใช้ในการคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกาย จำนวน 13 สมการนั้น มีเพียง 2 สมการ คือ Jackson และ Pollock (1980) และ Meyhew (1983)

โค้ท และวิลมอร์ (Cote and Wilmore, 1986) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประเมินจำนวนไขมันในร่างกายสำหรับนักศึกษานักกีฬาหญิง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเที่ยงตรงในการ



การพยากรณ์จำนวนไขมันในร่างกายสำหรับนักศึกษาหญิงกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิงจำนวน 231 คน มีอายุเฉลี่ย 21.11 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 55.85 กิโลกรัม และความสูงเฉลี่ย 165.87 ซม.

ทุกคนจะได้รับการวัดส่วนสูง ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนรอบของร่างกายบริเวณหน้าอก, ท้อง และสะโพก การหาความหนาแน่นของร่างกายใช้การชั่งน้ำหนักได้น้ำ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันด้วยการใช้สูตรของ ซิริ จากการศึกษา ได้สมการในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน จำนวน 4 สมการ คือ

สมการที่ 1 : เปอร์เซนต์ไขมัน =  $41.2241 + 0.6974$  (รอบสะโพก)

$$R = 0.67, \text{ SEE} = 4.17$$

สมการที่ 2 : เปอร์เซนต์ไขมัน =  $-10.8861 + 0.7933$  (รอบสะโพก)  $- 0.24102$  (ความสูง)

$$R = 0.72, \text{ SEE} = 3.00$$

สมการที่ 3 : เปอร์เซนต์ไขมัน =  $-8.4321 + 0.5537$  (รอบสะโพก)  $- 0.24272$  (ความสูง)

$$- 0.2777 \text{ (รอบท้อง)}$$

$$R = 0.75, \text{ SEE} = 3.70$$

สมการที่ 4 : เปอร์เซนต์ไขมัน =  $-6.5630 + 0.5393$  (รอบสะโพก)  $- 0.25103$  (ความสูง)

$$- 0.2738 \text{ (รอบท้อง)} + 0.02088 \text{ (น้ำหนัก)} :$$

$$R = 0.75, \text{ SEE} = 3.70$$

ตัวแปรที่ดีที่สุดในการศึกษาการพยากรณ์ มี 3 ตัวแปร คือ รอบสะโพก, รอบท้องและความสูง ( $R = 0.75, \text{ SEE} = 0.0082$ )

ฟลิทเชอร์ และนอร์ตัน (Fletcher and Noughton, 1987) ได้ทำการศึกษาวิธีประเมินเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย 3 วิธี กับนักชกจักรยานจำนวนทั้งสิ้น 11 คนแบ่งเป็นประเภทถนน 4 คน ประเภทลู่อู 7 คน ค่าเฉลี่ยของอายุ 20.4 ปี ความสูง 176 ซม. น้ำหนัก 68.3 กิโลกรัม ประเมินเปอร์เซ็นต์ไขมัน 3 วิธีดังนี้

วิธีที่ 1 ใช้การวัดสัดส่วนของร่างกาย มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายโดยใช้สมการของ แจ็คสัน และ พอลล็อก (Jackson and Pollock, 1978)

วิธีที่ 2 ใช้วิธีชั่งน้ำหนักได้ น้ำ เพื่อหาความหนาแน่นของร่างกาย โดยวิธีของแคทซ์และแมคคาร์เดิล (Katch and McArdle คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันโดยวิธีสูตรของ ซีรี

วิธีที่ 3 ใช้เทคนิค เอ็กซ์เรย์ (X-ray) โดยวิธีของ แคทซ์ และ เบงกี (Katch and Benhke) กับ เบงกี และ วิลล์มอร์ (Benhke and Wilmore)

ผลของการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีทั้ง 3 เป็นดังนี้

1. เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักชักรยานทั้งกลุ่มดังนี้

- วิธีวัดความหนาของผิวหนังกับการชั่งน้ำหนักได้ น้ำ  $R = 0.80$
- วิธีวัดความหนาของผิวหนังกับวิธี เอ็กซ์เรย์  $R = 0.79$
- วิธีชั่งน้ำหนักได้ น้ำกับวิธี เอ็กซ์เรย์  $R = 0.81$

2. เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักชักรยานประเภทถนนดังนี้

- วิธีวัดความหนาของผิวหนังกับการชั่งน้ำหนักได้ น้ำ  $R = 0.93$
- วิธีวัดความหนาของผิวหนังกับวิธี เอ็กซ์เรย์  $R = 0.75$
- วิธีชั่งน้ำหนักได้ น้ำกับวิธี เอ็กซ์เรย์  $R = 0.91$

3. เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักชักรยานประเภทลู่อุ้งดังนี้

- วิธีวัดความหนาของผิวหนังกับการชั่งน้ำหนักได้ น้ำ  $R = 0.92$
- วิธีวัดความหนาของผิวหนังกับวิธี เอ็กซ์เรย์  $R = 0.71$
- วิธีชั่งน้ำหนักได้ น้ำกับวิธี เอ็กซ์เรย์  $R = 0.75$

สรุปได้ว่าทั้ง 3 วิธี สามารถพยากรณ์เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายได้อย่างมีความแม่นยำสูง ฉะนั้น ในการที่จะนำวิธีการใดไปใช้จะต้องขึ้นอยู่กับองค์ประกอบในเรื่องของระยะเวลา วิธีการเก็บข้อมูล และสัถยภาพของความคลาดเคลื่อน

เวคเคย์ (Veckey, 1985) (อ้างถึงใน บุรี เ่งาสกุล, 2532) ได้ทำการวิจัยผลของเชื้อชาติ และโครงร่างของร่างกายมนุษย์ ซึ่งเป็นตัวชี้ถึงความหนาแน่นของร่างกายของเด็กหนุ่ม

กลุ่มตัวอย่างเป็นชายอายุระหว่าง 18-20 ปี จำนวน 319 คน ulyออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มคนผิวดำ 140 คน และกลุ่มคนผิวขาว 179 คน วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 8 ตำแหน่ง คืออกข้างลำตัว ด้านหลังต้นแขน, ใต้สะบักหลัง, ท้อง เนื้อกระดูกเชิงกราน, ด้านหน้าต้นขา และน่อง วัดความกว้างของกระดูกต้นแขน (humer) และต้นขา (femur) วัดส่วนรอบของร่างกาย 4 ตำแหน่ง คือ เอว, ปลายแขน, แขนส่วนบน, และน่อง และหาความหนาแน่นของร่างกายโดยการชั่งน้ำหนักได้น้ำหนักมาเปรียบเทียบกับหาความหนาแน่นโดยวิธีคำนวณจากสูตรที่ใช้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง และการวัดรูปร่างของร่างกายพบว่า เชื้อชาติและโครงร่างด้านการรับรู้ของร่างกายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .05 ระหว่างคนผิวขาวและคนผิวดำ รวมถึงความหนาแน่นของร่างกายด้วย

ออสโตรฟ (Ostrove, 1988) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ไขมันใต้ผิวหนัง ได้เปรียบเทียบการวัดไขมันใต้ผิวหนัง ด้วยคาลิเปอร์ กับอัลตราซันิกแบบกระจายทั่ว และการพัฒนาสมการถดถอยที่ใช้พยากรณ์ความหนาแน่นของร่างกายในเพศหญิงจากการวัดไขมันใต้ผิวหนัง และจากอัลตราซันิกใช้หญิงอายุระหว่าง 24-72 ปี จำนวน 77 คน และอายุ 18-26 ปีจำนวน 66 คน วัดส่วนสูง น้ำหนัก และวัดไขมันใต้ผิวหนัง 7 แห่ง คือแขนท่อนบนด้านหลัง, แขนท่อนบนด้านหน้า, ใต้สะบักหลัง, สันสะโพก, ท้อง, หน้าขา และน่อง คำนวณหาความหนาแน่นของร่างกายใช้การชั่งน้ำหนักได้น้ำหนัก ค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณแขนท่อนบนด้านหน้า 11.0 มม. และหน้าขา 33.6 มม. จากอัลตราซันิก 5.9 มม. ที่ แขนท่อนบนด้านหน้า และ 12.9 มม. ที่ ท้อง ค่าสหสัมพันธ์ของการวัดไขมันใต้ผิวหนังกับอัลตราซันิกที่บริเวณเดียวกัน เช่น  $r = .65$  ที่แขนท่อนบนด้านหลัง และท้อง ความสัมพันธ์  $r = .77$  ที่ใต้สะบักหลัง และเนื้อสันสะโพก ความสัมพันธ์ระหว่างไขมันใต้ผิวหนังและความหนาแน่น  $r = .21$  ที่ น่อง  $r = .76$  ที่เนื้อสันสะโพก และอัลตราซันิกกับความหนาแน่น  $r = .26$  และ  $r = .71$  ที่ น่อง และ เนื้อสันสะโพก ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้ทำเป็นสมการ  $N = 103$  และวัดความตรง  $N = 40$  คน ได้สมการพยากรณ์ความหนาแน่นของร่างกาย จำนวน 18 สมการ 9 สมการเป็นอายุกับวัดไขมันใต้ผิวหนัง อีก 9 สมการเป็นอายุกับ

การวัดแบบอัลตราซาวด์ สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า  $R = .725$  ถึง  $.871$  ในวัดไขมันใต้ ผิวหนัง และ  $R = .767$  ถึง  $R = .853$  เมื่อใช้อัลตราซาวด์

จากการศึกษาพบว่า อัลตราซาวด์ และไขมันใต้ผิวหนังสามารถพยากรณ์ความหนาแน่นในร่างกายในหญิงได้ แต่การพยากรณ์ก็ไม่มีคุณภาพดีไปกว่าสมการที่ได้จากการวัดไขมันใต้ผิวหนังด้วยคาลิเปอร์

จากการศึกษาของสเปียร์และเฟ因斯坦 (Spear and Feinstein, 1989) เรื่องเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของนักกีฬาผู้หญิงจำนวน 4,360 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายในนักกีฬาฟุตบอลของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย อายุ 11-19 ปี ที่มีการตรวจสุขภาพตั้งแต่ปี 1985-1988 ใช้แบบประเมินไขมันของ เทนเนอร์ (Tanner) และวัดไขมันใต้ผิวหนังที่แขนท่อนบนด้านหลัง, แขนท่อนบนด้านหน้า, ใต้สะบักหลัง และเหนือสันสะโพกใช้สมการพยากรณ์ไขมันของ เดอร์นิน (Durnin) และ วอมเมอร์สเลย์ (Womersley) พบว่า ค่าเฉลี่ยไขมันเป็น 20.79 % เปอร์เซ็นต์ไขมันมีความสัมพันธ์กับไขมันอย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับ .001 เปอร์เซ็นต์ไขมันจะไม่มีมีความสัมพันธ์กับอายุตามลำดับปี เกิดอย่างมีนัยสำคัญ

เคนเนดี (Kenedy, 1989) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายของไขมันบริเวณส่วนกลางของร่างกายและความดันโลหิตชายวัยกลางคน 1,644 คน การกระจายของไขมันบริเวณส่วนกลางของร่างกาย โดยวัดไขมันใต้ผิวหนังบริเวณท้อง กับความดันโลหิตสูง การเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure) และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic blood pressure) และการเปลี่ยนแปลงของเลือดเมื่อมีขบวนการเผาผลาญอาหารของคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ผลปรากฏว่า การวัดความหนาของไขมันบริเวณท้องมีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูง เมื่อเลือกคนที่ เป็นความดันโลหิตสูงและครอบครัวมีประวัติการเป็นความดันโลหิตสูง แม้ว่าคนอ้วนความสัมพันธ์นี้ก็ไม่เปลี่ยนแปลงการวัดความหนาไขมันใต้ผิวหนังบริเวณท้อง สามารถพยากรณ์คนที่เป็นความดันโลหิตสูงได้ดีกว่าคนอ้วนและ

เมื่อรวมการวัดรอบเอว เข้าไปด้วยก็ไม่ได้ดีเท่า แต่ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว แต่ก็มีมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญกับระดับน้ำตาลในเลือด ไตรกรีเซอไรด์และกรดยูริก ผลต่อมาภายหลังได้สนับสนุนสมมติฐานว่า ไชมันส่วนกลางของร่างกายอาจมีอิทธิพลต่อความดันโลหิต ตลอดไปจนถึงการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตและไขมัน

จากการศึกษาของ เทอร์แรนและคณะ (Teran et al, 1991) ในการหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายโดยการพยากรณ์จากการวัดบริเวณต่าง ๆ ของร่างกายโดยวัดในสหพันธ์อายุ 18-50 ปี จำนวน 221 คน วัดส่วนรอบของร่างกาย 7 แห่ง คือแขนท่อนบน, แขนท่อนล่าง, ท้องเหนือสะดือ, ท้องใต้สะดือ, สะโพก, หน้าขา และน่อง ไชมันใต้ผิวหนัง 8 แห่ง คือแขนท่อนบนด้านหลัง, แขนท่อนบนด้านล่าง, ใต้สะบักหลัง, อก, เหนือสันสะโพก และหน้าขา มีการวัดอากาศตกค้างหลังหายใจออกเต็มที่แล้ว (Residual volume) ทันทีก่อนชั่งน้ำหนักตัวน้ำ ได้สมการพยากรณ์เปอร์เซ็นต์ไขมัน ดังนี้

$$\text{PBF} = 43.427 \ln \text{CIRC} + 10.906 \ln \text{SKF} - 0.694 \text{FOR} - 4.045 \text{RV} - 236.298$$

$$(\text{SEE} = 4.29, R^2 = 0.70, \text{adjusted } R^2 = 0.69, r = 0.84)$$

$$\text{PBF} = 42.515 \ln \text{CIRC} + 11.662 \ln \text{SKF} - 0.653 \text{FOR} - 241.677$$

$$(\text{SEE} = 4.58, R^2 = 0.66, \text{adjusted } R^2 = 0.65, r = 0.81)$$

เมื่อ	PBF	=	เปอร์เซ็นต์ไขมัน, $\ln = \log$
	CIRC	=	ผลรวมของส่วนรอบของร่างกายจาก แขนท่อนบน, ท้องเหนือสะดือ, ท้องใต้สะดือ, หน้าขา และน่อง (ซ.ม.)
	SKF	=	ผลรวมของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณ แขนท่อนบนด้านหลัง และหน้าขา (ซ.ม.)
	RV	=	อากาศตกค้างหลังหายใจออกเต็มที่แล้ว (ลิตร)
	FOR	=	ส่วนรอบบริเวณแขนท่อนล่าง (ซ.ม.)

งานนี้เดียวกัน คลีเมนต์ (Clement, 1991) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของการจัดการ ภาวะด้วยการปฏิบัติ และการจัดการภาวะด้วยการใช้ถ้อยคำที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง % ไขมันใน ร่างกาย ประสิทธิภาพของตนเองในการรับประทาน และประสิทธิภาพของตนเองทางสุขภาพใน เพศหญิง วิชาทฤษฎีการระลึกทางสังคมของ อัลเบิร์ต แบนดูรา (Albert Bandura) ซึ่งมี สมมติฐานว่าให้ส่งเสริมประสิทธิภาพของตนเอง โดยเชื่อว่าบุคคลจะสามารถเปลี่ยนแปลงการตัด สินใจ อิทธิพลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมโดยการเพิ่มถ่ายพฤติกรรม

ใช้มาตรวัดประสิทธิภาพของตนเองในการรับประทาน (Eating Self-Efficacy Scale (ESES)) ซึ่งสามารถชี้วัดการตัดสินใจควบคุมน้ำหนักตนเองโดยการเปลี่ยนแปลงนิสัยการ รับประทานพบว่า การเปลี่ยนแปลงผลของตนเองนั้น มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการเปลี่ยนแปลงมวล ของร่างกายและผลของตนเองนั้นก็สัมพันธ์กับระดับของการไม่ถือตนเอง การศึกษานี้ใช้วิธีการจับคู่ เปรอ์ เชนต์ไขมันในร่างกายและส้อม เปรอ์ เชนต์ผู้รับการทดสอบออกเป็นกลุ่ม จัดการภาวะด้วยการ ปฏิบัติกับพื้นฐานการอธิบาย ทุกคนมีไขมันอย่างน้อย 23 % ของน้ำหนักในร่างกาย 82 คนอยู่ในกลุ่ม จัดการภาวะ 8 อย่าง 38 คน จัดในกลุ่มที่ควบคุมการกระทำของตนเองเพื่อเพิ่มการควบคุมนิสัย การรับประทานและทักษะทางสุขภาพ และ เปรอ์ เชนต์ไขมันต่ำกว่า 44 คนนั้นจัดการภาวะสลับกัน วิชาให้เขาได้ข่าวสารเพียงเพื่อพิจารณาเพิ่มความรู้ด้านนิสัยการรับประทานทักษะสุขภาพและอิทธิพลของ เปรอ์ เชนต์ไขมันในร่างกายกับสุขภาพ นำ เปรอ์ เชนต์ไขมันในร่างกายมาวิเคราะห์โดยการหา การ จัดหาประสิทธิภาพของตนเองในการรับประทาน (ESES) และตอบคำถามที่สัมพันธ์กับทักษะสุขภาพที่ จัดการภาวะทันทีหลังจากจัดการภาวะและ 6 สัปดาห์ ต่อมา นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยการวัดซ้ำ ค่าความแปรปรวน (ANOVA) เปรอ์ เชนต์ไขมันในร่างกาย และคะแนนผลของตนเอง เป็นตัวแปร ตามการจัดการภาวะ เป็นตัวแปรต้น

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการจัด การภาวะด้วยการใช้ปฏิบัติ กับการจัดการภาวะโดยการอธิบายต่อ เปรอ์ เชนต์ไขมันในร่างกาย ผลของตนเองในการรับประทาน และประสิทธิภาพของตนเองด้านพัฒนาสุขภาพ

จากการศึกษาของฮิล (Hill, 1992) โดยการเปรียบเทียบเบอร์เซนต์ไขมันที่มีค่านวมด้วย 3 วิธีคือ การชั่งน้ำหนักไตน้ำ วัตไขมันไตผิวและใช้เทคนิคอินฟราเรด ปล่อยให้การชั่งน้ำหนักไตน้ำเป็นเกณฑ์เทียบการวัดด้วยไขมันไตผิวและใช้เทคนิคอินฟราเรด (วัดโดยใช้ Furtex-5000) ผู้รับการทดลอง 200 คน เป็นหญิง 115 คน เป็นชาย 85 คน ความเที่ยงของเครื่อง Furtex-500 เท่ากับ .997 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างการชั่งน้ำหนักไตน้ำกับการใช้ Furtex-500 เท่ากับ .71 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ไขมันจากการชั่งน้ำหนักไตน้ำเป็น 19.3 เปอร์เซนต์ เปรียบเทียบกันโดยวิธีใช้เครื่อง Furtex-500 ไขมันไตผิวหนึ่งเป็น 21.6 % เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยค่าที่พบว่า Furtex-500 ตรงไม่เท่าการวัดไขมันไตผิวหนึ่งกับการชั่งน้ำหนัก

นาคานิชิ และมิซึซูกะ (Nakanishi and Meshizuka) (อ้างถึงใน สารวัณ รัตนา-จารย์ ม.ป.ป.) ได้เปรียบเทียบผลของการปฏิบัติแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายของประชากรในทวีปเอเชีย เมื่อปี ค.ศ. 1972 ในระดับอายุ 7 ปี 12 ปี และ 18 ปี ได้แก่ประเทศญี่ปุ่น 271 คน ไทย 241 คน เวียดนามใต้ 238 คน ฟิลิปปินส์ 160 คน สาธารณประชาชนจีน 1,583 คน ฮองกง 76 คน และเกาหลีใต้ 670 คนซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้นแต่ละประเทศทำการทดสอบในระหว่างปี ค.ศ. 1969-1971 สรุปผลได้ดังนี้

1. สมรรถภาพทางกายของประชากรญี่ปุ่น ค่อนข้างจะสูงกว่าทุกประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายการแรงบีบมือ ยืนกระโดดไกล นั่งงอตัวไปข้างหน้าและความอดทนกล้ามเนื้อในประเภทสูงมาก

2. สมรรถภาพทางกายของประชากรชาวไทย อยู่ในระดับต่ำกว่ารายเฉลี่ยโดยเฉพาะอย่างยิ่งความแข็งแรงของแขน ความแข็งแรงของขา และความอดทนของกล้ามเนื้ออยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก แต่มีความคล่องตัวอย่างเดียวกับที่คิดว่าอย่างอื่น

3. สมรรถภาพทางกายของประชากรเวียดนามใต้ ส่วนใหญ่จัดอยู่ในพวกค่อนข้างต่ำจะดีอยู่เฉพาะแรงดึงข้อของชาย งอแขนห้อยตัวของหญิง และความอ่อนตัวเท่านั้นโดยทั่วไปประชากรหญิงจะดีกว่าประชากรชายในด้านกำลังของกล้ามเนื้อ ส่วนในด้านความอดทนของกล้ามเนื้อประชากรชายมีมากกว่า

4. สมรรถภาพทางกายของประชากรหญิงฟิลิปปินส์ อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าประชากรชาย นอกจากรายการนั่งงอตัวไปข้างหน้าที่ต่ำด้วยกันทั้งสองเพศ

5. สมรรถภาพทางกายของประชากรสาธารณรัฐประชาชนจีน ส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับปานกลาง

6. สมรรถภาพทางกายของประชากรฮ่องกงส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับปานกลางแต่ในด้านกำลังของกล้ามเนื้อ แรงแบบบีบมือของประชากรชาย และลูก-นั่ง ของประชากรหญิงอยู่ในเกณฑ์สูง

7. สมรรถภาพทางกายของประชากรเกาหลีได้จัดอยู่ในระดับปานกลางส่วนรายการวิ่งกลับตัวในประชากรชาย และลูก-นั่ง ในประชากรหญิงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ แต่รายการความอดทนของกล้ามเนื้อมีสูงมากทั้งสองเพศ

คณะกรรมการจัดทำแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายมาตรฐานเอเชีย (Asian Committee for the Standardization of Physical Fitness Test) (ACSPFT, 1970) ได้กำหนดให้ประเทศต่าง ๆ ในเอเชีย นำแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายมาตรฐานระหว่างประเทศ (ICSPFT) ไปทดสอบสมรรถภาพทางกายของเยาวชนอายุ 18-19 ปีเพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกัน ผลจากการศึกษาพบว่า

1. เยาวชนเกาหลี ลูก-นั่ง 30 วินาที ได้บ่อยครั้งที่สุด
2. เยาวชนไทย มีความอดทนในการวิ่งต่ำมาก
3. เยาวชนญี่ปุ่น มีสมรรถภาพทางกายดีเกือบทุกรายการ
4. เยาวชนไต้หวัน ทดสอบแรงบีบด้วยมือที่ถนัดได้ต่ำที่สุด
5. เยาวชนอิสราเอล ทดสอบการยืนกระโดดไกล และวิ่งกลับตัวได้ต่ำที่สุด

ซูตี และ คอรับิน (Zuti and Corbin, 1977) ได้ทำการวิจัยเรื่องเกณฑ์ปกติของสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 โดยเก็บข้อมูลจากนักศึกษาของวิทยาลัยแห่งเมืองแคนซัส ที่มีอายุระหว่าง 17.6-19.5 ปี ในเรื่อง อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และแรงบีบมือชายและขวา แรงเหยียดขา แรงเหยียดหลัง ความอ่อนตัว สมรรถภาพการหายใจออกซิเจน เบอร์เชนต์ไวมัน ความหนาของผิวหนังที่กล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลัง ผลการวิจัยพบว่า



1. ค่ามัชฌิมเลขคณิตของสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาชาย ปรากฏดังนี้ คือ อายุ 18.23 ปี น้ำหนัก 73.16 กิโลกรัม ความสูง 178.50 เซนติเมตร แรงบีบมือขวา 49.40 กิโลกรัม แรงบีบมือซ้าย 46.19 กิโลกรัม แรงเหยียดขา 165.94 กิโลกรัมแรงเหยียดหลัง 163.23 กิโลกรัม ความอ่อนตัว 45.10 เซนติเมตร สมรรถภาพทางการหายใจออกซิเจน 40.18 มิลลิเมตร/นาที่/กิโลกรัม ความหนาของไขมัน 12.34 มิลลิเมตร ความหนาของผิวหนังของกล้ามเนื้อ แขนท่อนบนด้านหลัง 11.73 มิลลิเมตร

2. ค่ามัชฌิมเลขคณิตของสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาหญิง ปรากฏดังนี้ คือ อายุ 18.18 ปี น้ำหนัก 59.18 กิโลกรัม ความสูง 165.81 เซนติเมตร แรงบีบมือขวา 27.44 กิโลกรัม แรงบีบมือซ้าย 24.90 กิโลกรัม แรงเหยียดขา 90.01 กิโลกรัม แรงเหยียดหลัง 84.60 กิโลกรัม ความอ่อนตัว 45.85 เซนติเมตร สมรรถภาพทางการหายใจออกซิเจน 38.78 มิลลิเมตร/นาที่/กิโลกรัม ความหนาของไขมัน 23.19 มิลลิเมตร ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังของกล้ามเนื้อ แขนท่อนบนด้านหลัง 18.70 มิลลิเมตร

แอนยานวู (Anyanwu, 1977) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "สมรรถภาพทางกายของเยาวชนในจอร์เจีย" ศึกษากลุ่มตัวอย่างเป็นเยาวชนทั้งชายและหญิงที่มีอายุตั้งแต่ 11-18 ปี ศึกษาระเบียบทดสอบซึ่งประกอบด้วยดังนี้ วิ่งเก็บของ ดึงข้อ (สำหรับชาย) ดึงข้อกับเก้าอี้ (สำหรับหญิง) ลูก-ไม้-ขันเข้า วิ่งเร็ว 45 เมตร ยืนกระโดดไกล ดึงข้อ (สำหรับชาย) งอแขนห้อยตัว (สำหรับหญิง) วิ่ง 9 นาที (สำหรับเยาวชนอายุ 11-12 ปี) วิ่ง 12 นาที (สำหรับเยาวชนอายุ 13-18 ปี) ผลการวิจัยพบว่า

1. เยาวชนชายมีความสามารถดีขึ้นในทุกระดับอายุ และเยาวชนชายมีความสามารถดีกว่าเยาวชนหญิงในการทดสอบทุกรายการ
2. ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายของเยาวชนหญิงที่มีอายุต่ำกว่าของเยาวชนหญิงที่มีอายุสูง
3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายของเยาวชนในจอร์เจีย กับของเยาวชนสหรัฐอเมริกา พบว่าสมรรถภาพทางกายของเยาวชนที่มีอายุสูงในสหรัฐอเมริกาคือค่าของเยาวชน

ไนจีเรีย ส่วนเยาวชนอายุต่ำกว่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายของเยาวชนทั้งสองประเทศไม่แตกต่างกัน

ยัง (Young, 1979) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "สมรรถภาพทางกายของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในระดับมัธยมศึกษา เพื่อเปรียบเทียบผลของการเข้าร่วมโปรแกรมพลศึกษาที่แตกต่างกัน" โดยใช้นักเรียนชายและนักเรียนหญิงจากโรงเรียนเคิร์ทจำนวน 213 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกพลศึกษาตามหลักสูตรของโรงเรียน กลุ่มที่ 2 ตามโปรแกรมที่กำหนดขึ้นใหม่ แล้วทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายตามรายการดังต่อไปนี้

1. วิ่ง 1.5 ไมล์
2. วิ่งเร็ว 400 หลา
3. ลูก-นั่ง
4. ดึงข้อ
5. นั่งงอตัวไปข้างหน้า

ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพทางกายของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันทุกรายการทดสอบ แต่มีผลสืบเนื่องในระยะเวต่อมา คือ กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมของโรงเรียนมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ส่วนกลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดขึ้นใหม่มีความแข็งแรงและความอ่อนตัวเพิ่มขึ้น

เค็ยวรีตัน (Cureton, 1979) ได้ศึกษาวิธีคำนวณหาไขมันใต้ผิวหนัง โดยการวัดความหนาของผิวหนัง 6 แห่ง คือ เหนืออก, ท้อง, เหนือสันสะโพก, ก้น, หน้าขาและขาต่อแขน ด้านหลัง แม็คเคลย์ (McClay, 1940) ผู้คิดค้นค่าของไขมันในเนื้อโดยวัดความหนาของผิวหนัง 3 แห่ง คือ ท้อง, อก และแขนต่อแขนด้านหลัง แต่อย่างไรก็ตาม การที่จะวัดความหนาของไขมันบริเวณใดนั้นต้องคำนึงถึงเพศและอายุของผู้รับการทดสอบ เช่น เพศหญิงจะวัดบริเวณก้นเหนือแขนต่อแขนด้านหลัง และบริเวณก้นเหนือเหนือสันสะโพก เพศชายวัดบริเวณก้นเหนือหน้าขาและบริเวณก้นเหนือใต้สะบักหลัง ส่วนเด็กจะวัดบริเวณก้นเหนือแขนต่อแขนด้านหลัง และบริเวณก้นเหนือใต้สะบักหลัง

ปาริซคโวกา (Parizkova, 1951) ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างไขมันใต้ผิวหนังของร่างกาย 10 แห่งกับจำนวนเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของชายและหญิงในวัยต่าง ๆ บริเวณที่วัดคือ แก้ม (check), คาง (chin), แขนท่อนบนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง และหน้าอก 2 แห่ง ท้อง, เนื้อสันสะโพก, หน้าขา, และน่อง ในเด็กวัย 9-12 ปี ปรากฏว่า ความสัมพันธ์ระหว่างไขมันใต้ผิวหนังทั้ง 10 แห่ง มีค่า 0.897 ในเพศชาย และ 0.811 ในเพศหญิง เมื่อแยกเฉพาะไขมันใต้ผิวหนังบริเวณแขนท่อนบนด้านหลังและกล้ามเนื้อใต้สะบักหลังจะมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย 0.885 ในเพศชายและ 0.807 ในเพศหญิง

ปาริซคโวกาและรอต (Parizkova and Roth 1972) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่วัดไขมันใต้ผิวหนังกับเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายในเด็กวัย 8-12 ปี ดังนี้

1. วัด 2 แห่ง คือ แขนท่อนบนด้านหลังและใต้สะบักหลัง ค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.849 ในเพศชาย และ 0.871 ในเพศหญิง
2. วัด 5 แห่ง คือ แขนท่อนบนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, เนื้อสันสะโพก, น่องและกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหน้า ค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.863 ในเพศชาย และ 0.886 ในเพศหญิง
3. วัด 11 แห่ง คือ แขนท่อนบนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, เนื้อสันสะโพก, น่อง, แขนท่อนบนด้านหน้า, แก้ม, คาง, หน้าอก ท้องส่วนบนเนื้อสะตือ, ท้องส่วนล่างใต้สะตือ หน้าขา ค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.862 ในเพศชาย และ 0.904 ในเพศหญิง

การวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายโดยใช้อัตราวัดไขมันใต้ผิวหนังได้เริ่มศึกษาเมื่อ ค.ศ. 1951 โดย โบรเชค และ คี (Brozek and Keys) ซึ่งใช้หาความสัมพันธ์กับวิธีการวัดสัดส่วนของร่างกาย (Antropometric technique) โดยใช้อัตราวัดไขมันใต้ผิวหนังเพื่อประมาณค่าความหนาแน่นของร่างกายในเยาวชนชาย และได้มีการพัฒนาการศึกษาการวัดไขมันในร่างกายมาโดยตลอดกว่า 30 ปี มีสมการพยากรณ์ไขมันในร่างกาย กว่า 100 สมการ ซึ่งได้ค่าที่แตกต่างกันไป ทั้งโดยการวัดไขมันใต้ผิวหนังอย่างเดียวหรือการวัดสัดส่วนร่างกายและจากการวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง

ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Lohman, 1981) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการวัดไขมันใต้ผิวหนังเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายเป็นที่นิยมกันมาก

แจ๊คสัน และ พอลลอค (Jackson and Pollock, 1978) ได้สร้างสมการพยากรณ์ไขมันในร่างกายในเพศชายจากจำนวน 403 คน อายุ 13-61 ปี โดยพิจารณาจากโครงสร้างร่างกายไขมันใต้ผิวหนังและนิสัยการออกกำลังกาย ในการเปลี่ยนแปลงไขมันในร่างกายมีผลจากการออกกำลังกาย หรือการขาดการออกกำลังกายด้วยการหาอัตราส่วนระหว่างมวลของร่างกายที่ปราศจากไขมัน (LBM = Lean body mass) กับน้ำหนักไขมันในร่างกาย (FW = Fat weight)

$$\frac{\text{LBM}}{\text{FW}} = \frac{\text{Lean body mass}}{\text{Fat Weight}}$$

อัตราส่วนดังกล่าวจะมากเมื่อออกกำลังกาย และลดน้อยลงเมื่อขาดการออกกำลังกายซึ่งการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ จะทำให้ไขมันในร่างกายลดลง โดย

1. น้ำหนักของร่างกายปราศจากไขมัน เพิ่มขึ้นปานกลาง
2. ไขมันในร่างกายลดลงปานกลาง
3. น้ำหนักรวมในร่างกาย ลดลงเล็กน้อย

สมการชุดนี้ได้ข้อเปรียบจากสมการอื่น ดังนี้

1. ปรับปรุงจากการศึกษาประชากรจำนวนมาก (ผู้ชาย 309 คน และผู้หญิง 249 คน)
2. สมการชุดนี้ใช้ผลรวมรวมของการวัดความหนาของผิวหนังที่ต่างกัันดังตาราง

ตารางที่ 8 สมการพยากรณ์ความหนาแน่นร่างกายของผู้หญิง

สมการ	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน		
	R	B.D.	% Fat
<b>ผู้หญิง</b>			
$\text{B.D.} = 1.09700000 - 0.00046971(x_1) + 0.00000056(x_1)^2$ $- 0.00012828(x_4)$	0.85	0.008	3.8
$\text{B.D.} = 1.0994921 - 0.0009929(x_2) + 0.0000023(x_2)^2$ $- 0.0001329(x_4)$	0.84	0.009	4.0
<b>ผู้ชาย</b>			
$\text{B.D.} = 1.1200000 - 0.00043499(x_1) + 0.00000055(x_1)^2$ $- 0.00028826(x_4)$	0.90	0.007	3.4
$\text{B.D.} = 1.1093800 - 0.0008267(x_3) + 0.0000016(x_3)^2$ $- 0.0002574(x_4)$	0.91	0.007	3.4

$X_1$  = ผลรวมของไขมันปริเวณอก, ข้างลำตัว, แขนท่อนบนด้านหลัง, ใต้สะบักหลัง, ท้อง, เหนือ  
สันสะโพก และ หน้าขา (มม.)

$X_2$  = ผลรวมของไขมันปริเวณแขนท่อนบนด้านหลัง, เหนือสันสะโพก และหน้าขา

$X_3$  = ผลรวมของไขมันปริเวณอก, ท้อง และหน้าขา

$X_4$  = อายุ (ปี)       $X_5$  = ส่วนรอบบริเวณสะโพก (ซ.ม.)

แทดโดนีโอ (Taddonio, 1982) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายของนักเรียนโรงเรียนราษฎร์ซึ่งมีที่อยู่ในเขตที่ยากจน จำนวน 779 คน กับเกณฑ์ปกติของสมรรถภาพทางกายของเยาวชนแห่งชาติในปี ค.ศ. 1975 โดยใช้แบบทดสอบสมรรถภาพเยาวชนของ AAHPER (AAHPER Youth Fitness Test) ผลของการศึกษาพอสรุปได้ว่า

1. ไม่มี ความแตกต่างระหว่างสมรรถภาพทางกายของนักเรียนชายและหญิงที่อยู่ในเขตยากจน กับเกณฑ์ปกติสมรรถภาพทางกายของเยาวชนแห่งชาติที่วัดไว้ในปี ค.ศ. 1975
2. ไม่มี ความแตกต่างระหว่างสมรรถภาพทางกายของนักเรียนชายและหญิงที่มีความยากจนสูงกับนักเรียนชายและหญิงที่มีความยากจนต่ำ
3. ระดับความยากจนไม่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางกายของบุคคล

ซาฟริท และ วูด (Safrit and Wood, 1986) ได้ศึกษาการใช้แบบทดสอบสมรรถภาพของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (Health-Related Physical Fitness Test) โดยการสำรวจจาก 3 มลรัฐ ที่ใช้และไม่ใช้แบบทดสอบนี้ คือ อิลลินอย, โอเรกอน และออริจอน โดยส่งแบบสอบถามไปตามครูพลศึกษา แต่ได้กลับมา 31 % พบว่า 19 % ใช้แบบทดสอบนี้ แต่อีก 81 % ไม่ใช้แบบทดสอบนี้ เพราะมีแรงจูงใจ มีการประเมินและมีการวินิจฉัยนักเรียน 11 % ในกลุ่มที่ไม่เห็นความสำคัญ และ 50 % ของผู้ที่ใช้แบบทดสอบนี้เห็นว่าเป็นการวัดสุขสมรรถนะของร่างกาย 25 % ของผู้ที่ไม่ได้ใช้แบบทดสอบนี้เห็นว่าเพียงแต่เคยทราบแบบทดสอบนี้เท่านั้น การสำรวจนี้แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ถึงแม้จะมีการสำรวจแค่ 3 รัฐก็ตาม

มอร์ริว และคณะ (Morrow et al, 1986) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำเอาการวัดไขมันใต้ผิวหนังในแบบทดสอบของสมาคมสุขศึกษา พลศึกษา นันทนาการและการเดินรามาแห่งสหรัฐอเมริกา ไปใช้ โดยการวิจัยเด็กชาย 90 คน หญิง 90 คน สุ่มจากโรงเรียนพลศึกษากลาง ใช้ผู้ทำการทดสอบไขมันใต้ผิวหนัง 3 คน ต่อ เด็ก 1 คนโดยใช้คาลิเปอร์ที่วัดแตกต่างกันของ เลนซ์ (Lange), ลาฟาเยทท์ (Lafayette) และ สลิม ไกด์ (Slim Guide) วัดที่ใต้ผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลังและใต้สะบักหลัง ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าความผันแปรในการวัดนั้นขึ้น

อยู่กับผู้ทดสอบ เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ และวิธีการทดลอง แต่ขึ้นอยู่กับผู้วัดนั้นอย่างมาก หรือการใช้ทดลอง พร้อมเสนอแนะว่าการใช้แบบทดสอบของ AAHPERD ในการวัดความเที่ยงตรงของไขมันใต้ผิวหนังนั้น มีความเที่ยงตรงมากที่สามารถนำไปใช้ได้

แจ๊คสัน และ เบเกอร์ (Jackson and Baker, 1986) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการก้มงอตัว (Sit and reach) ที่จะเป็นการวัดความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อขาท่อนบนด้านหลัง (Hamstrings) และหลัง ในเยาวชนหญิงโดยใช้ก้มงอตัวของ AAHERD ในเยาวชนหญิง 100 คน ให้เด็กก้มงอตัว 3 ครั้ง โดยใช้เครื่องวัดความอ่อนตัวของไลท์ตัน (Leighton flexiometer) และวัดความอ่อนตัวของหลังด้วยวิธีการของ แมครี (Macrae) และ ไรท์ (Wright) ซึ่งมีความเชื่อถือได้ .90 ในการวัดพบว่า การก้มงอตัวมีความสัมพันธ์กับการยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อขาท่อนบนด้านหลังปานกลาง ( $r = 0.64$ ) การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ก้มงอตัวมีความสัมพันธ์กับหลัง หลังตอนบน ( $r = -.16$ ) หลังตอน (  $r = 0.28$ ) ซึ่งพบว่าก้มงอตัวมีความสัมพันธ์ปานกลางกับกล้ามเนื้อขา แต่ไม่สัมพันธ์กันกับกล้ามเนื้อหลัง

ซาฟริท และ วูด (Safrit and Wood, 1987) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความเชื่อถือได้ของชุดทดสอบสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ โดยใช้แบบทดสอบของ สมาคมสุขศึกษาพลศึกษา นันทนาการและการเดินร่นแห่งสหรัฐอเมริกาทดสอบในเด็กชายและเด็กหญิง เกรด 6-8 อายุระหว่าง 11-14 ปี จำนวน 545 คน เป็นชาย 280 คน หญิง 265 คน แบบทดสอบประกอบด้วยวิ่ง 9 นาที วัดไขมันผิวหนังที่ Triceps และ subscapular นึ่งงอตัวไปข้างหน้า ลูก-นั่ง ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบดังกล่าวเป็นชุดแบบทดสอบที่มีความเชื่อถือได้สูงถึง .98 มีความเชื่อถือได้ในทุกกลุ่มอายุ ทั้งเพศชายและหญิง

แพท และคณะ (Pate et al, 1989) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของผิวหนังกับความสามารถของแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพโดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ซึ่งใช้เป็นารทดสอบองค์ประกอบของ

สมรรถภาพทางกายกับความสามารถด้านความสมบูรณ์อื่น ๆ ด้วย ใช้แบบทดสอบของ เขาที่ คาโรไลนา(South Carolina Physical Fitness Test) และแบบทดสอบสมาคมสุขศึกษา พลศึกษา นั้นทางการและการเดินรามาแห่งสหรัฐอเมริกา มาเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2,520 คน อายุ 6-16 ปี จาก 17 โรงเรียนผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของไขมันใต้ผิวหนังกับการวิ่งระยะทางไกล ลุก-นั่งและนั่งงอตัวไปข้างหน้า อยู่ระหว่าง  $-.108$  ถึง  $-.278$
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของไขมันใต้ผิวหนัง กับการลุก-นั่ง และวิ่งระยะทางไกล สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.05$
3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของไขมันใต้ผิวหนัง กับการนั่งงอตัวไปข้างหน้า ของแบบทดสอบ AAHPERD มีมากกว่าแบบทดสอบ เขาที่ คาโรไลนา