คุณลักษณะของมนุษย์

(Human Characteristics)

■ **สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะใหญ่ คือ**

1. คุณลักษณะทางกายภาพ (Physical characteristic)

1.1 สัดส่วนร่างกายแบบสถิต **<u>รูปที่ 2.1</u>**

1.2 สัดส่วนร่างกายแบบพลวัต **<u>รูปที่ 2.2</u>**

2. คุณลักษณะทางสรีระ (Physiological characteristic)

2.1 ลักษณะการทำงานและหน้าที่ (functional characteristic)

2.2 ความสามารถและขีดจำกัดในการรับภาระงาน (load characteristics)
ได้แก่ ความแข็งแรงของร่างกาย ความสามารถในการใช้ออกซิเจน เป็นต้น

3. คุณลักษณะทางจิตใจ (Mental characteristic)

3.1 การรับรู้ (sensory characteristic) ผ่านทางตา หู จมูก ผิวหนัง และ ลิ้น

3.2 การตอบสนอง (emotional characteristic) ต่อสิ่งที่รับรู้ เช่น โกรธ ดีใจเสียใจ พอใจ เพลิดเพลิน เป็นต้น

3.3 การนึกคิด (cognitive characteristic) เช่น ความเข้าใจ ความจำ ความคิด และ ตัดสินใจ เป็นต้น

4. คุณลักษณะทางพฤติกรรม (Behavioral characteristic)

4.1 พฤติกรรมพื้นฐาน และการเคลื่อนไหว (spacious behavior characteristics) เช่น การเดิน การนั่ง การยืน เป็นต้น

4.2 พฤติกรรมการปฏิบัติการ (operating behavior characteristics) เช่น การทำงาน การควบคุมเครื่องจักร เป็นต้น

4.3 พฤติกรรมทางด้านข้อมูล (information behavior characteristic) เช่น การติดต่อสื่อสาร การตัดสินใจ เป็นต้น

การวัดสัดส่วนของร่างกาย

1. การกำหนดระนาบและจุดอ้างอิง

<u>รูปที่ 2.3</u> **แสดงให้เห็นการกำหนดระนาบบนร่างกายเพื่อใช้ในการวัดสัดส่วน แบ่งเป็น**

- ระนาบข้าง (sagittal plane)
- ระนาบหน้าหลัง (coronal plane)
- ระนาบตัดขวาง (transverse plane)

หลักในการกำหนดแกน คือ X- ผ่านหน้าหลัง Y-ผ่านซ้ายขวา และ Z-ผ่านบนล่าง

<u>รูปที่ 2.4</u> **การกำหนดจุดอ้างอิงโดยใช้หลักกายวิภาคเพื่อวัดขนาดของร่างกาย ได้แก่**

- ความยาว (length)
- ส่วนโค้ง (arc)
- เส้นรอบวง (circumference)
- ระยะเอื้อม (reach)

<u>รูปที่ 2.5</u> **แสดงการวัดความยาวบนส่วนต่างๆ ของร่างกาย**

เครื่องมือที่ใช้วัดสัดส่วนร่างกาย (anthropometer)

<u>รูปที่ 2.6</u> **เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายแบบดังเดิม (traditional anthropometer)**

<u>รูปที่ 2.7</u> **ลักษณะเครื่องมือวัดสมัยใหม่และการวัดสัดส่วนร่างกายใน 3 มิติ**

<u>รูปที่ 2.8</u> **ความยาวของส่วนต่างๆ ของร่างกายที่แสดงไว้เป็นสัดส่วนกับความสูง**

นอกจากการวัดขนาดความยาวของส่วนต่างๆ ของร่างกายแล้ว ข้อมูลเกี่ยวกับความหนาแน่นของส่วนต่างๆ ก็ถูกศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ ดังแสดงใน <u>ตารางที่ 1</u> ซึ่งได้จากผลการศึกษาของ Drillis และ Contini (1966)

การวัดความหนาแน่น มวล และจุดศูนย์กลางมวลของร่างกายและส่วนต่างๆ

- เป็นข้อมูลสำหรับใช้ประโยชน์ในทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanical Analysis)

- ใช้วิธีการแทนที่น้ำ

ความหนาแน่น = มวล / ปริมาตร

- Drillis และ Contini (1966) ได้ใช้วิธีการชั่งน้ำหนักร่างกายในอากาศและในน้ำในการวัดความหนาแน่นของร่างกาย

$D_b = W_a / K\text{-}RV$

D_b คือ ความหนาแน่นของร่างกาย

W_a คือ น้ำหนักเมื่อชั่งในอากาศ

K = น้ำหนักเมื่อชั่งในอากาศ - น้ำหนักเมื่อชั่งในน้ำ / ความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิขณะทำการชั่งน้ำหนัก

RV คือ อากาศส่วนที่เหลือ (residual volume) ในร่างกาย

- Drillis และ Contini ยังได้สร้างสมการความหนาแน่นของร่างกาย เป็นฟังก์ชั่นของ Ponperal Index (c)

$d = 0.69 + 0.9\,c$ กิโลกรัม / ลิตร

โดยที่ $c = (h / w)^{1/3}$

w คือ น้ำหนักของรางกาย (กิโลกรัม)

h คือ ความสูงของร่างกาย (เมตร)

รูปที่ 2.9 ความหนาแน่นของส่วนต่างๆ ของร่างกายเมื่อเทียบกับความหนาแน่นโดยรวมของร่างกาย

รูปที่ 2.10 ระบบทั้งสองใบในการวัดความหนาแน่นของส่วนต่างๆ ที่พัฒนาโดย Drillis and Cobtini (1966) โดยพิจารณาจากปริมาตรและน้ำหนักของส่วนของร่างกาย

Segment volumn = $\left[(M_2 - M_1)\pi R_2^2\right] - \left[(S_2 - S_1)\pi R_1^2\right]$

รูปที่ 2.10

รูปที่ 2.11 เทคนิคการใช้เครื่องชั่งเพื่อคำนวณมวลหรือน้ำหนักเฉพาะส่วนของร่างกาย

จากรูปที่ 2.11(ก) เมื่อนอนราบกับพื้นกระดานค่าน้ำหนักที่อ่านได้บนตาชั่งสปริงเป็น S สมการของสมดุลย์ของโมเมนต์คือ

$$S(X_3) + W_4(X_4) = W_1(x_1) + W_2(x_2)$$ **รูปที่ 2.11**

เมื่อนอนยกขาและเท้าในแนวตั้งขึ้นดังในรูปที่ 2.11(ข) จะทำให้จุดศูนย์กลางมวลของขาและเท้าอยู่ในตำแหน่งที่ผ่านจุดศูนย์กลางของข้อต่อ (หัวเข่า) จากค่าน้ำหนักที่อ่านจากเครื่องชั่งสามารถเขียนสมการสมดุลย์ของโมเมนต์ได้ใหม่คือ

$$S'(X_3) + W_4(X_5) = W_1(X_1) + W_2(X_2)$$

จากสมการที่ 1 และ 2 สามารถหาค่าน้ำหนักของขาส่วนล่างและเท้าได้คือ

$$W_4 = \frac{(S - S')X_3}{(X_4 - X_5)}$$

<u>รูปที่ 2.12</u> การใช้กระดานสมดุลย์ ในการคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย

$$W_1 (X_1) + W_2 (X_2) = S (X_3)$$

$$\mathbf{X_2 = [S (X_3) - W_1 (x_1)] / W_2}$$

โดยที่ W_1 คือ น้ำหนักกระดาน

W_2 คือ น้ำหนักของร่างกาย

X_1 คือ ระยะจากจุดศูนย์กลางมวลของแผ่นกระดานถึงจุดหมุน

X_2 คือ ระยะจากจุดหมุนถึงจุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย

X_3 คือ ระยะจากจุดหมุนถึงถึงเครื่องชั่ง ที่ใช้วัดค่า S_3 ซึ่งเป็นแรงกระทำต่อเครื่องชั่ง

<u>รูปที่ 2.13</u> วิธีหาจุดศูนย์กลางมวลโดยใช้เครื่องชั่ง 2 เครื่อง สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการของโมเมนต์ต่อไปนี้

$$m_1 (L) - m_m (Y_2) - m_b (d) = 0$$

$$\mathbf{Y_2 = [m_1 (L) - m_b (d)] / m_m}$$

เมื่อ $m_m = m_1 + m_2 - m_b$

m_m คือ มวลของร่างกาย

m_1 คือ มวลที่อ่านได้จากเครื่องชั่งทางซ้ายมือ

m_2 คือ มวลที่อ่านได้จากเครื่องชั่งทางขวามือ

m_b คือ มวลของแผ่นกระดาน

<u>รูปที่ 2.14</u> การกระจายมวลที่สัมพันธ์กับการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวล

$$M = \sum_{i=1}^{n} m_i \qquad M_i = d_i v_i$$

เมื่อ m_i คือมวลของส่วนที่ i โดย i = 1, 2, 3,….., n

d_i คือความหนาแน่นของส่วนที่ i

v_i คือความหนาแน่นของส่วนที่ i

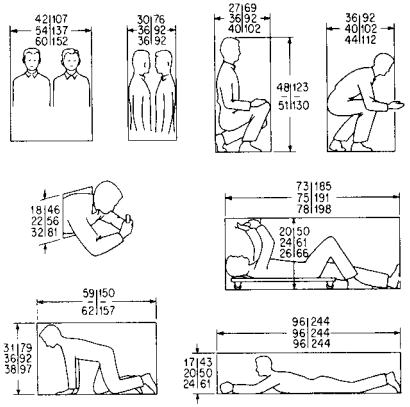
ถ้ากำหนดให้ความหนาแน่นของทุกๆส่วนมีค่าเท่ากันคือ d จะได้ว่า

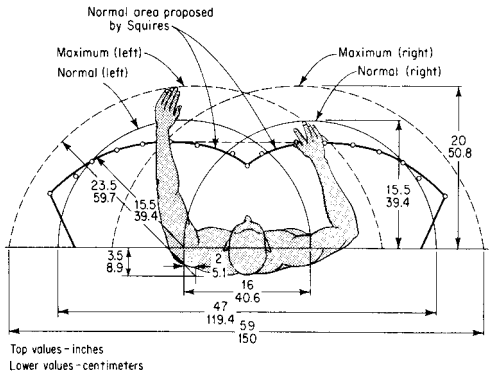
$$m_i = d\, v_i \qquad M = d \sum v_i$$

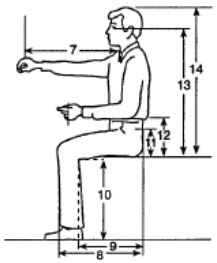
โดยทฤษฎีแล้วจุดศูนย์กลางมวลก็คือ จุดที่มีแรงโมเมนต์สุทธิเท่ากันตลอดความยาว ถ้าให้จุดศูนย์กลางมวลมีตำแหน่งที่ระยะทาง X จากจุดเริ่มต้นทางด้านซ้ายจะได้ว่า

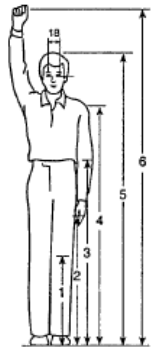
$$MX = \frac{\sum m_i X_i}{M}$$

ลักษณะของการวัดประยุกต์ใช้สัดส่วนร่างกายในงานที่ต้องเคลื่อนไหว



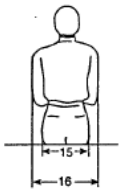


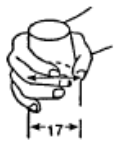




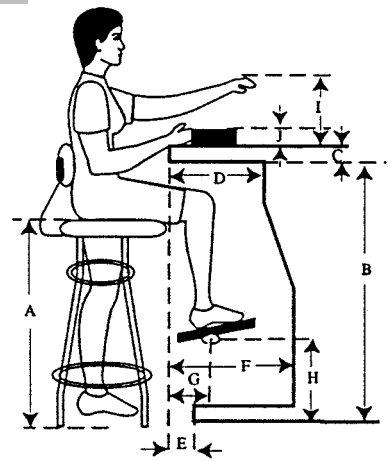
	Female			Male		
	5th	50th	95th	5th	50th	95th
Standing						
1. Tibial height	38.1	42.0	46.0	41.0	45.6	50.2
2. Knuckle height	64.3	70.2	75.9	69.8	75.4	80.4
3. Elbow height	93.6	101.9	108.8	100.0	109.9	119.0
4. Shoulder (acromion) height	121.1	131.1	141.9	132.3	142.8	152.4
5. Stature	149.5	160.5	171.3	161.8	173.6	184.4
6. Functional overhead reach	185.0	199.2	213.4	195.6	209.6	223.6
Sitting						
7. Functional forward reach	64.0	71.0	79.0	76.3	82.5	88.3
8. Buttock–knee depth	51.8	56.9	62.5	54.0	59.4	64.2
9. Buttock–popliteal depth	43.0	48.1	53.5	44.2	49.5	54.8
10. Popliteal height	35.5	39.8	44.3	39.2	44.2	48.8
11. Thigh clearance	10.6	13.7	17.5	11.4	14.4	17.7
12. Sitting elbow height	18.1	23.3	28.1	19.0	24.3	29.4
13. Sitting eye height	67.5	73.7	78.5	72.6	78.6	84.4
14. Sitting height	78.2	85.0	90.7	84.2	90.6	96.7
15. Hip breadth	31.2	36.4	43.7	30.8	35.4	40.6
16. Elbow-to-elbow breadth	31.5	38.4	49.1	35.0	41.7	50.6
Other dimensions						
17. Grip breadth, inside diameter	4.0	4.3	4.6	4.2	4.8	5.2
18. Interpupillary distance	5.1	5.8	6.5	5.5	6.2	6.8

1 in. = 2.54 cm.

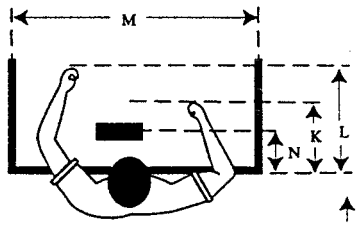




รูปที่ 2.1



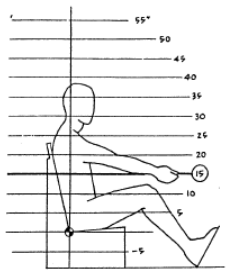
(a)

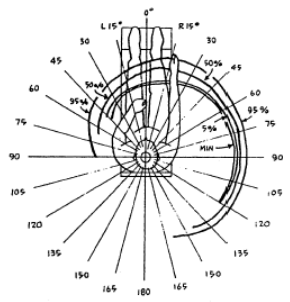


(b)

A: Seat height (reach)	70-80 cm (28"-32")	H: Vertical location of foot-rest center (adjustable)	20 cm (8")
B: Table-top height (reach)	90-95 cm (36"-38")	I: Maximum work height over the work surface	30 cm (12")
C: Table-top thickness (max.)	10 cm (4")	J: Fixture height	10 cm (4")
D: Knee clearance	38 cm (15")	K: Normal work area	15 cm (6")
E: Kick room (min.)	10 cm (4")	L: Maximum work area	30 cm (12")
F: Leg room at toe level	48 cm (19")	M: Working width	76 cm (30")
G: Horizontal location of foot-rest center	28 cm (11")	N: Fixture location	7.5-12.5 cm (3"-5")

รูปที่ 4.6
หน้า 69



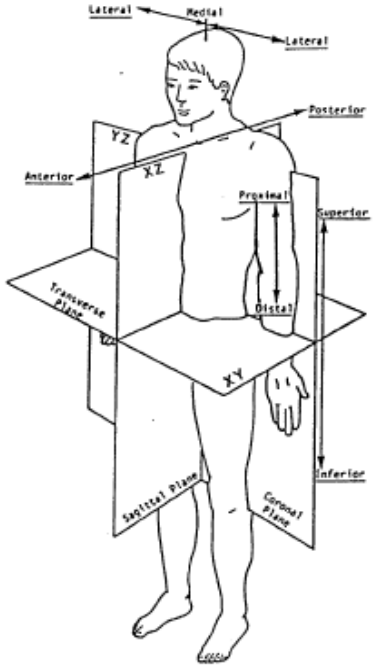


รูปที่ 2.2 (1/2)

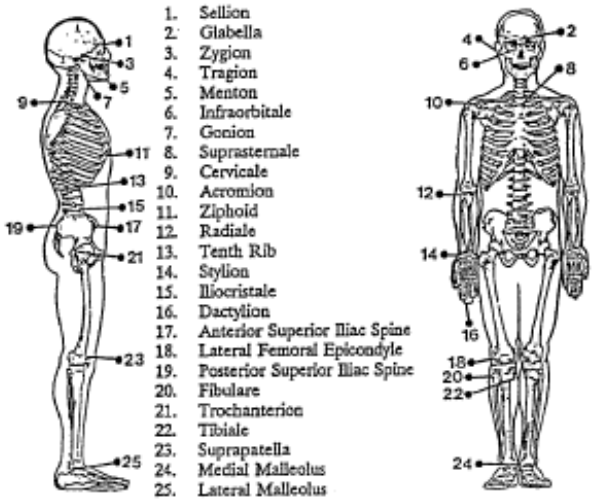
Angle to Left or Right	Minimum	Percentile 5th	50th	95th
L 165				
L 150				
L 135				
L 120				
L 105				
L 90				17.50 in
L 75				20.00 in
L 60			19.25 in	23.00 in
L 45		19.00 in	21.50 in	25.75 in
L 30	21.00 in	21.75 in	24.00 in	27.25 in
L 15	22.50 in	23.25 in	26.00 in	28.75 in
0	24.25 in	24.75 in	28.75 in	31.00 in

รูปที่ 2.2 ต่อ

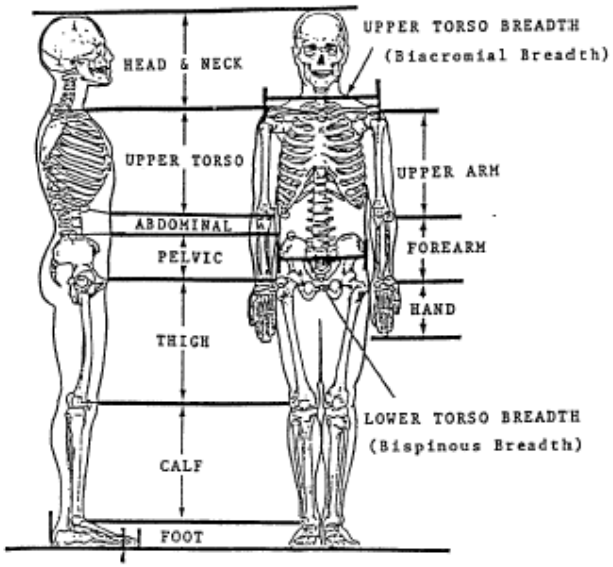
Angle to Left or Right	Minimum	Percentile 5th	50th	95th
L 165				
L 150				
L 135				
L 120				
L 105				
L 90				17.50 in
L 75				20.00 in
L 60			19.25 in	23.00 in
L 45		19.00 in	21.50 in	25.75 in
L 30	21.00 in	21.75 in	24.00 in	27.25 in
L 15	22.50 in	23.25 in	26.00 in	28.75 in
0	24.25 in	24.75 in	28.75 in	31.00 in
R 15	26.00 in	26.50 in	30.50 in	34.00 in
R 30	28.25 in	28.50 in	31.50 in	35.00 in
R 45	29.50 in	30.00 in	32.75 in	35.50 in
R 60	30.00 in	31.00 in	32.50 in	34.75 in
R 75	30.00 in	31.50 in	32.50 in	34.75 in
R 90	30.25 in	31.00 in	32.50 in	34.75 in
R 105	30.00 in	30.75 in	32.25 in	34.50 in
R 120	29.00 in	29.50 in	32.00 in	33.75 in
R 135	—	—	30.00 in	32.50 in
R 150	—	—	—	29.50 in
R 165				
180				



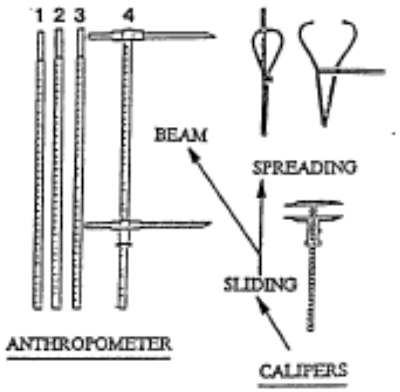
รูปที่ 2.3



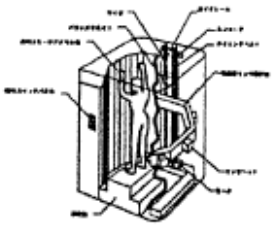
รูปที่ 2.4



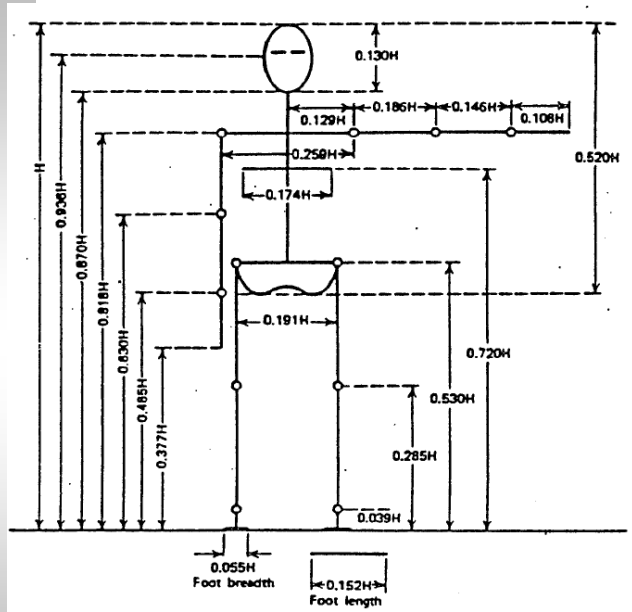
รูปที่ 2.5



รูปที่ 2.6

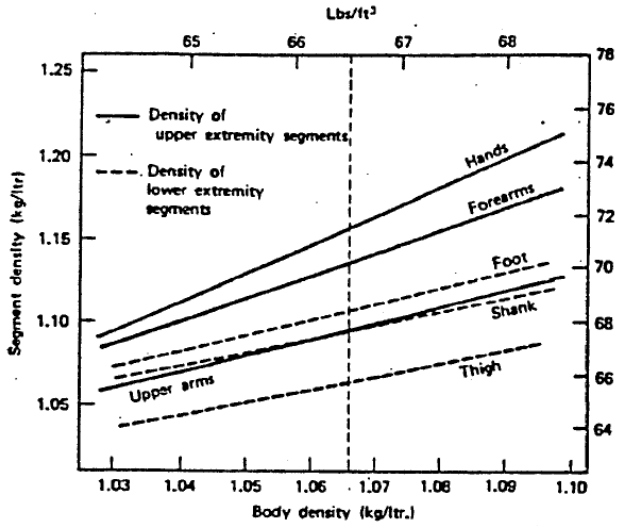


รูปที่ 2.7



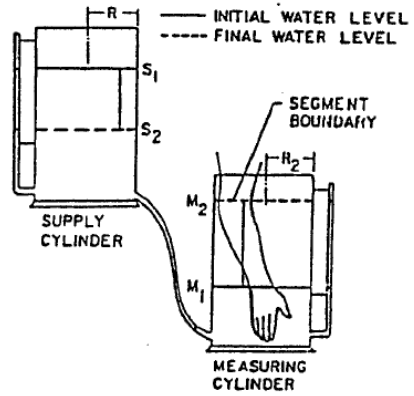
Body segment lengths expressed as a fraction of body height, *H*.

รูปที่ 2.8



Density of limb segments as a function of average body density.

รูปที่ 2.9 ความหนาแน่นของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่สัมพันธ์กับความหนาแน่นของร่างกาย

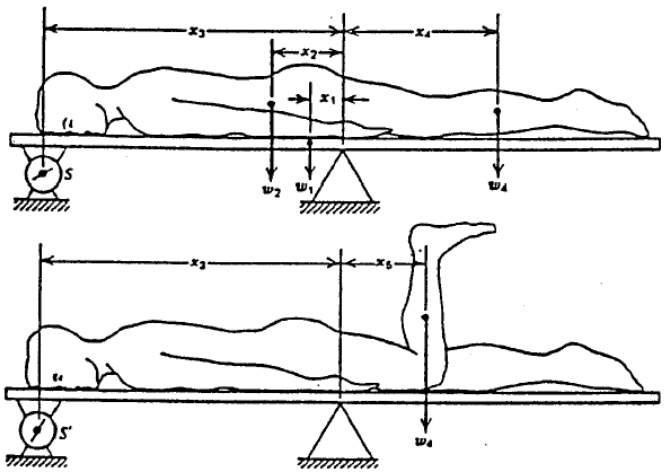


SEGMENT VOLUME = Δ MEASURING CYLINDER VOLUME - Δ SUPPLY CYLINDER VOLUME

SEGMENT VOLUME (CC) = $(M_2 - M_1)\pi R_2^2 - (S_2 - S_1)\pi R_1^2$

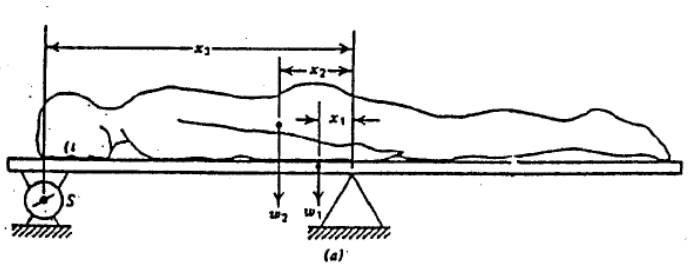
SEGMENT MASS (GM) = SEGMENT VOLUME (CC) * SEGMENT DENSITY (GM/CC)

รูปที่ 2.10 ระบบถัง 2 ใบ ที่ถูกพัฒนาโดย Drillis และ Contini (1966)

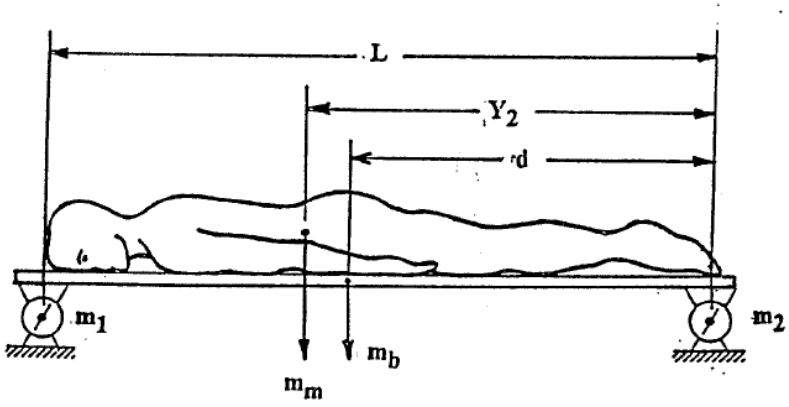


Balance board technique for the *in vivo* determination of the mass of a distal segment. See text for details.

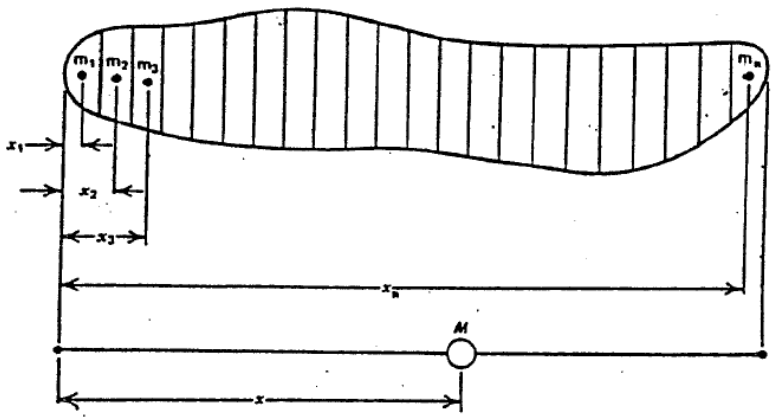
รูปที่ 2.11 เทคนิคการใช้เครื่องชั่งเพื่อคำนวณมวลหรือน้ำหนักของส่วนของร่างกาย



รูปที่ 2.12 การใช้กระดานสมดุลย์ ในการคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวล



รูปที่ 2.13 วิธีการหาจุดศูนย์กลางมวลโดยใช้เครื่องชั่ง 2 เครื่อง



Location of the center of mass of a body segment, relative to the distributed mass.

รูปที่ 2.14 การกระจายมวลที่สัมพันธ์กับการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวล

ตารางที่ 1 แสดงค่าความหนาแน่นของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่หาจากซากศพ

ส่วนของร่างกาย	ความหนาแน่นของร่างกาย (กรัม / ลูกบาศก์เซ็นติเมตร)	
	Harless[a]	Dempster[b]
ศีรษะและคอ	1.11	1.11
ลำตัว	-	1.03
แขนส่วนบน	1.08	1.07
แขนส่วนล่าง	1.10	1.13
มือ	1.11	1.16
ขาส่วนบน	1.07	1.05
ขาส่วนล่าง	1.10	1.09
เท้า	1.09	1.10