สิ่งประดิษฐ์

การคะเนน้ำหนักเด็กอายุ 2½ - 5 ปี จากความยาว-รอบอก รอบแขน และส่วนสูง

สุมนา ชมพูทวีป* สุรภี ศิริสัมพันธ์* เอื้อมพร คชการ*
ถนิมภรณ์ นิลกาญจน์* จงกล ตั้งอุตสาหะ* บุญเทียม เทพพิทักษศักดิ์*
ปิยลัมพร พุ่มสุวรรณ* นิกร ดุสิตสิน*

Chompootaweep S, Sirisumpan S, Kodchakarn U, Ninlakarn T, Tangusaha J, Teepitaksak B, Poomsuwan P, Dusitsin N. Bodyweight estimation of children age 2½ - 5 years old utilizing chest, arm circumferences and height. Chula Med J. 1986 Nov; 30 (11) : 1155-1162

In the first five years of life, normal and steady growth is an assuring sign of a healthy child. Poor weight gain or weight loss resulting from malnutrition or infectious diseases such as diarrhea may put the child's health at risk. Monitoring growth by checking the child's progress regularly has been regarded as a part of good health care. Studies in several countries confirm that poor weight gain or weight loss are sensitive indicators enabling health workers to identify children at risk. Charts of standard weight-for-age or weight-for-height curves have been developed for growth monitoring purposes. However, these charts are not yet widely and/or fully utilized due to the ubiquitous lack in rural areas of weighing scales.

To alleviate this problem, particularly in rural areas, the investigators have explored the possibility of taking simple anthropometric measurements, i.e. chest & arm circumferences and height from which the body weight of a child can be computed. A study of 463 children, 2½ - 5 years of age at 3 kindergartens in Bangkok revealed that the chest (at nipple line) & mid left arm circumferences and height offer a high degree of correlation (R = 0.97) with the body weight of the children. Consequently, "Chulalongkorn Infant Weight Approximation Chart" was mathematically designed from the obtained data with which a child's body weight can be computed with an error of ± 0.7 kg. when chest & midarm circumferences and height are known.

* สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในห้าขวบแรกของชีวิต การเจริญเติบโตของร่างกายที่สมบูรณ์เป็นปกติ จะมีความสำคัญมากต่อคุณภาพของชีวิตของเด็กทุกคนในอนาคต ทั้งในด้านร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา การมีภาวะทุพ-โภชนาการด้วยสาเหตุต่าง ๆ เช่น การขาดอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเภทโปรตีน การเจ็บไข้ได้ป่วย เช่น เป็นโรคท้องเดิน ซึ่งมักพบได้บ่อยในประเทศกำลังพัฒนา มักมีผลต่อการเจริญเติบโตทางร่างกายของเด็กเป็นอย่างมาก

เพื่อให้ง่ายในการติดตามเฝ้าระวัง (monitoring) ดูว่าเด็กมีสภาวะของการเจริญเติบโตทางร่างกาย หรือดูสภาวะทางโภชนาการของเด็กว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือไม่นั้น แพทย์ได้ศึกษาและจัดทำรูปแบบสำหรับติดตามเฝ้าระวัง (monitoring charts or scales) ไว้ 3 อย่างด้วยกันคือ

1. ตารางความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวเด็กกับอายุ (Weight-for-age) และกับส่วนสูง (weight-for-length/height)

2. ตารางความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูงกับอายุ (height-for-age) และ

3. การวัดรอบแขน (mid-upper arm circumference)

ทั้ง 3 รูปแบบนี้ รูปแบบแรกโดยเฉพาะตารางน้ำหนักเด็กกับอายุ (weight-for-age) เป็นรูปแบบที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่ามีความเชื่อถือได้และมีความไวสูงกว่าวิธีอื่น ๆ[1]

ในประเทศไทยมาตรฐานการเจริญเติบโตของเด็กไทยนั้น ได้รับการศึกษาอย่างละเอียด ทั้งในกรุงเทพมหานคร[2,3,5] และในจังหวัดเชียงใหม่[4,6,7] ได้มีการจัดทำตารางสำหรับเฝ้าติดตามการเจริญเติบโตของเด็กไทย ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในขณะนี้ และมีรายงานว่าตารางซึ่งใช้ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวเด็กกับอายุเป็นหลักนั้น เป็นวิธีที่ง่ายและมีความไวสูง (เพ็ญศรี และคณะ)[3]

แต่ในประเทศที่กำลังพัฒนา รวมทั้งประเทศไทยด้วย การติดตามเฝ้าระวังเพื่อดูการเจริญเติบโตของเด็กโดยการชั่งน้ำหนักเป็นระยะ ๆ อย่างสม่ำเสมอนั้น ทำได้ยาก เพราะขาดแคลนเครื่องชั่ง จึงทำให้ประโยชน์จากการใช้ตารางมาตรฐานที่มีอยู่แล้ว นั้นจำกัดอยู่ในวงแคบมาก ไม่อาจเข้าไปสู่ระดับสาธารณสุขขั้นมูลฐานได้ แม้จะได้มีผู้พยายามประดิษฐ์เครื่องชั่งราคาถูกขึ้นหลายแบบ เช่น ตาชั่งแบบคาน (simple bar scale) ตาชั่งสปริงแบบแขวน (tubular spring scale) เพื่อใช้แทนตาชั่งมาตรฐานที่มีราคาแพง แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในทางปฏิบัติอยู่หลายประการ ทั้งราคาก็ยังไม่ถูกพอที่จะให้มีการซื้อหา และใช้กันอย่างกว้างขวางได้[1]

เพื่อช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนเครื่องชั่ง คณะผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสัดต่าง ๆ ของร่างกาย ในเด็กวัยก่อน 5 ขวบ เช่น รอบอก รอบแขน และส่วนสูงของเด็ก กับน้ำหนักของเด็ก เพื่อประดิษฐ์เครื่องมือง่าย ๆ ซึ่งมีความแม่นยำในเกณฑ์ดี มีราคาถูก สำหรับคะเนน้ำหนักเด็กในวัยก่อน 5 ขวบ โดยการวัดแทนการชั่ง เช่นเดียวกับที่ได้ทำเป็นผลสำเร็จมาแล้วในการคะเนน้ำหนักเด็กแรกเกิด[8] เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางต่อไป

วิธีการศึกษา

ได้ทำการศึกษาที่โรงเรียนอนุบาล 3 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2528 ในเด็กอายุ 2 1/2 - 5 ปี จำนวน 463 ราย เป็นเด็กชาย 241 ราย เด็กหญิง 222 ราย ได้ทำการวัดส่วนต่าง ๆ ของเด็กดังต่อไปนี้

1. รอบอก (Chest circumference) วัดระดับราวนม (Nipple line) เป็นเซนติเมตร

2. รอบแขน (Arm circumference) วัดเฉพาะแขนซ้ายครึ่งทางระหว่าง Acromion กับ

ปลายข้อศอก ในลักษณะที่เด็กยืนเข้าสะเอว วัดเป็นเซนติเมตร

3. ความสูง (Height) เป็นเซ็นติเมตร

4. น้ำหนักตัวเด็กชั่งเป็นกิโลกรัม

เครื่องมือที่ใช้วัด

1. แถบวัดของช่างตัดเสื้อ ซึ่งได้ตรวจความแม่นยำเปรียบเทียบกับเสกลมาตรฐานแล้ว

2. เครื่องชั่ง ยี่ห้อ Detecto ทำให้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้รับการตรวจและปรับความแม่นยำเปรียบเทียบกับน้ำหนักมาตรฐาน

การวัดตัวเด็กและการชั่งน้ำหนักทำโดยคณะผู้วิจัย ซึ่งได้รับการฝึกและปรับมาตรฐานการวัดให้อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน

สถิติวิเคราะห์

1. การคำนวณขนาดตัวอย่างใช้วิธีของ Lachin JM.[9] เพื่อที่จะหาขนาดตัวอย่างซึ่งเพียงพอสำหรับการหาความสัมพันธ์ (r) 0.90 เมื่อกำหนด α = 0.05 และมี Power of test 0.90 คำนวณได้จำนวนตัวอย่างที่ต้องการอย่างน้อย 453 ราย ในการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลจากเด็กทั้งสิ้น 463 ราย จึงนับได้ว่าเป็นขนาดตัวอย่างที่เพียงพอ

2. การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีสหสัมพันธ์และความถดถอย (Correlation and regression) เพื่อหารูปแบบสมการที่เหมาะสมในการพยากรณ์น้ำหนักเด็กอายุ 2 1/2 - 5 ปี[10]

สมการถดถอยเชิงเส้นตรง คำนวณโดยวิธี Least square

$$y = a + bx$$

กำหนด a เป็นระยะทางระหว่างแกน x กับจุดที่เส้นถดถอยตัดกับแกน y

b เป็นความลาด (slope) หรือค่าที่ y จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อ x เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย ซึ่งหาได้จากสูตร

$$b = \frac{\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)/n}{\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2/n}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

เมื่อ

x = เป็นค่าสังเกตของตัวแปรอิสระ

y = เป็นค่าสังเกตของตัวแปรตาม

n = เป็นจำนวนค่าสังเกต

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) คำนวณได้จากสูตร

$$r = \frac{\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)/n}{\sqrt{\{\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2/n\}\ \{\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2/n\}}}$$

ผลการศึกษา

จากการศึกษานี้ ได้ข้อมูลจากเด็กอายุ 2 1/2 - 5 ปี จำนวน 463 ราย ดังสรุปไว้ตารางที่ 1

Table 1. Characteristics of the study population

	Male (n = 241)	Female (n = 222)	Total (n = 463)
Weight (W)	16.6 ± 2.9 kg	15.9 ± 2.5 kg	16.3 ± 2.7 kg
Chest (C)*	53.4 ± 3.5 cm	51.9 ± 3.0 cm	52.7 ± 3.4 cm
Arm (A)**	16.7 ± 1.7 cm	16.8 ± 1.5 cm	16.8 ± 1.6 cm
Height (H)	102.0 ± 5.9 cm	100.7 ± 5.2 cm	101.4 ± 5.6 cm

* Chest = Chest circumference

** Arm = Arm circumference

(ในการทดลองคำนวณน้ำหนักเด็กอายุ 2 1/2 - 5 ปี โดยการแยกวิเคราะห์ข้อมูล ระหว่างเด็กหญิงและเด็กชาย และโดยการวิเคราะห์ข้อมูลรวมกันทั้งสองเพศพบว่าได้สมการถดถอยที่ใกล้เคียงกันมาก คือ มีระยะทางระหว่างแกน x กับจุดที่เส้นถดถอยตัดกับแกน y (a) และความลาด (b) ใกล้เคียงกัน ดังนั้นเพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติในการสร้างสมการพยากรณ์ในขั้นต่อไป จึงใช้ข้อมูลทั้งสองเพศรวมกัน)

Table 2. Correlation matrix among variables

	Chest (C)	Arm (A)	Height (H)	Weight (W)
Chest (C)	1			
Arm (A)	0.82	1		
Height (H)	0.54	0.39	1	
Weight (W)	0.90	0.83	0.74	1

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient = r) ระหว่างน้ำหนักเด็กกับความยาวรอบอก ความยาวรอบแขน และส่วนสูงของเด็กเท่ากับ 0.90, 0.83 และ 0.74 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จากค่าสัมประสิทธิ์ (r) สามารถพยากรณ์น้ำหนักเด็กได้เมื่อรู้ความยาวรอบอก หรือความยาวรอบแขน หรือส่วนสูงเด็กอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear regression equation) ดังต่อไปนี้

	r	R^2	error
(1) W = -22.13 + 0.73 C	0.90	80.39%	1.21 kg
(2) W = - 7.23 + 1.40 A	0.83	68.36%	1.53 kg
(3) W = -20.16 + 0.36 H	0.74	54.46%	1.84 kg

เมื่อ r คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

R^2 คือ Coefficient of determination

error คือ ความคลาดเคลื่อน (Standard error of estimate)

และเมื่อได้นำทั้งความยาวรอบอก, ความยาวรอบแขน และส่วนสูงของเด็กมาศึกษาหาความสัมพันธ์ร่วมกัน ด้วยวิธี Multiple regression analysis เลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุดด้วยวิธี Stepwise จะได้

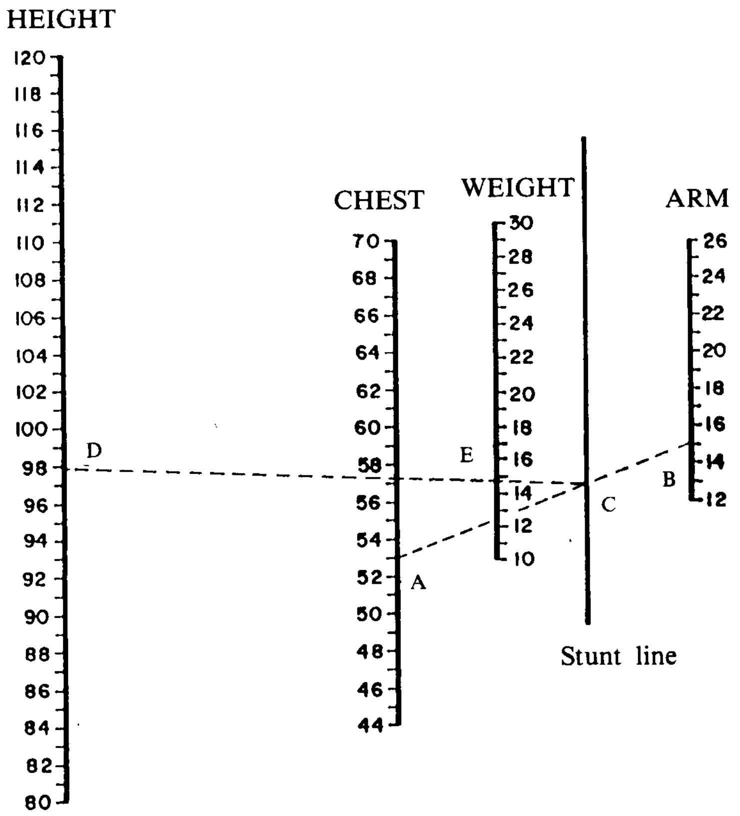
	R	R^2	error
(4) W = -22.13 + 0.73C	0.90	80.39%	1.21 kg
(5) W = -31.65 + 0.57C + 0.18H	0.95	89.68%	0.88 kg
(6) W = -30.04 + 0.33C + 0.19H + 0.59A	0.97	93.50%	0.70 kg

เมื่อ R คือ Multiple correlation coefficient.

จะเห็นได้ว่าการใช้ส่วนสัดของรอบอก รอบแขน และส่วนสูงของเด็กมาคำนวณร่วมกัน (สมการ 6) จะได้ความสัมพันธ์กับน้ำหนักของเด็กดีที่สุด (R = 0.97, R^2 = 93.50% และ error = ± 0.70 kg) ขณะเดียวกันการพยากรณ์น้ำหนักเด็กโดยการใช้ส่วนสัดของรอบอกและส่วนสูงเท่านั้น (สมการ 5) ก็จะให้ความสัมพันธ์กับน้ำหนักเด็กในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน (R = 0.95, R^2 = 89.68% และ error = 0.88 kg)

จากสมการที่ 6 W = -30.04 + 0.33 C + 0.19 H + 0.59 A สามารถนำมาสร้างตารางเทียบน้ำหนักเด็ก จากความยาวรอบอก รอบแขน และส่วนสูงได้ ดัง Figure 1 จาก Figure 1 ผู้วิจัยได้ดัดแปลงเป็นแป้นหมุน (Figure 2) เพื่อความสะดวกในการอ่านผล ความง่ายและประหยัดในการผลิต ถ้าจะมีการใช้แป้นหมุนนี้อย่างกว้างขวางต่อไป

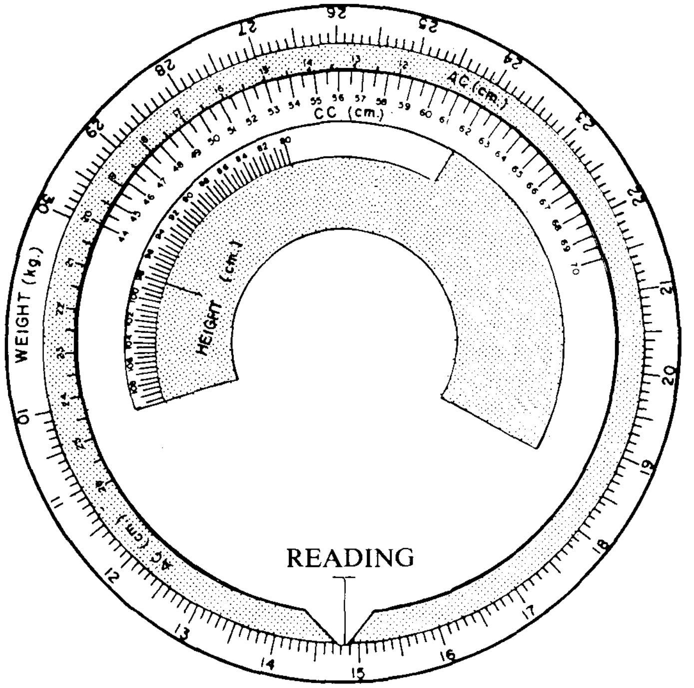
Figure 1 Nomogram for bodyweight estimation of infant age $2\frac{1}{2}$ - 5 years old utilizing chest & arm circumferences and height.



สมมุติรอบอกวัดได้ 53 ซม. รอบแขน 15 ซม. ส่วนสูง 98 ซม.

วิธีใช้ ลากเส้นตรงระหว่างเส้นรอบอกที่ 53 ซม. (จุด A) กับเส้นรอบแขนที่ 15 ซม. (จุด B) ตัดผ่านเส้นชั่วคราว (Stunt line) ที่จุด C จากจุด C ลากเส้นตรงไปยังเส้นส่วนสูงที่ 98 ซม. (จุด D) ตัดเส้นน้ำหนักที่จุด E ซึ่งอ่านค่าได้เท่ากับ 14.8 กก.

Figure 2 Chulalongkorn Infant Weight Approximation Chart



สมมุติรอบอกวัดได้ 53 ซม. รอบแขน 15 ซม. ส่วนสูง 98 ซม.

วิธีใช้ หมุนแป้นกลางให้สเกลความสูงตรงกับเส้นส่วนสูงที่ 98 ซม. แล้วหมุนแป้นบนให้สเกลรอบแขนที่ 15 ซม. ตรงกับรอบอกที่ 53 ซม. อ่านน้ำหนักได้ 14.8 ก.ก.

วิจารณ์และสรุป

ในการชั่งน้ำหนักโดยทั่วไปนั้น ความแม่นยำจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 3 อย่างด้วยกันคือ

1. คุณภาพของเครื่องชั่ง ซึ่งจะให้น้ำหนักที่แน่นอนและแม่นยำ เครื่องชั่งที่มีคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ได้แก่เครื่องชั่งประเภทคาน (beam balance) ซึ่งมีราคาแพง ส่วนเครื่องชั่งประเภทสปริงนั้น (เช่น bathroom scale) มีราคาถูกและใช้กันแพร่หลาย แต่อาจมีความคลาดเคลื่อนได้มาก

(จากการสำรวจความแม่นยำของเครื่องชั่งในโรงพยาบาลใหญ่แห่งหนึ่ง[11] โดยการทดสอบชั่งน้ำหนักมาตรฐาน 3 ขนาดด้วยกันคือ 10,30 และ 50 กิโลกรัม พบว่าเครื่องชั่งมาตรฐานแบบคาน (beam balance) จำนวน 31 เครื่อง ซึ่งได้ทำการชั่ง 93 ครั้ง พบว่าใน 50 ครั้ง (53.8%) มีความคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 0.1-0.7 กิโลกรัม และแบบสปริง (bath room scale) จำนวน 42 เครื่อง ได้ทำการชั่งทดสอบ 126 ครั้ง พบว่า 79 ครั้ง (62.7%) มีความคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 0.5-5.0 กิโลกรัม)

2. ผู้ทำการชั่งและอ่านผล อาจทำให้มีความคลาดเคลื่อนได้

(ผู้วิจัยได้ทดลองชั่งน้ำหนักเด็ก 71 คน ในโรงเรียนอนุบาล โดยมีเจ้าหน้าที่ 3 คน ผลัดกันชั่งน้ำหนักเด็กเหล่านั้น พบว่ามีอยู่เพียง 35 ครั้ง (49%) ของการชั่งเด็กคนเดียวกัน ที่เจ้าหน้าที่ทั้ง 3 คน

อ่านค่าได้ตรงกัน ส่วนอีก 36 ครั้ง (51%) นั้นอ่านค่าไม่ตรงกัน)

3. ตัวผู้ถูกชั่ง อาจทำให้การอ่านผลคลาดเคลื่อนได้ โดยเฉพาะในเด็ก ๆ ซึ่งมักไม่อยู่นิ่งเวลาชั่งน้ำหนัก นอกจากนี้น้ำหนักของผู้ถูกชั่งอาจแปรเปลี่ยนได้ในช่วงเวลาของวันที่ต่างกัน (diurnal change)

(ผู้วิจัยได้ทำการชั่งน้ำหนักเด็กนักเรียนอนุบาล จำนวน 71 คน ครั้งหนึ่งในตอนเช้าก่อนเข้าห้องเรียน และอีกครั้งหนึ่งในตอนบ่ายภายหลังรับประทานอาหารเที่ยงแล้ว พบว่ามีเด็ก 18 คน (25%) มีน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง 43 คน (61%) มีน้ำหนักเพิ่ม 0.1-0.5 กิโลกรัม และ 10 คน (14%) มีน้ำหนักลด 0.1-0.3 กิโลกรัม)

เมื่อคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนซึ่งอาจมีขึ้นได้ในการชั่งน้ำหนักแต่ละครั้ง และในแต่ละคนดังกล่าวแล้ว ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากแป้นหมุนคะเนน้ำหนักเด็กที่ประดิษฐ์ใหม่นี้ ซึ่งเท่ากับ ± 0.7 กิโลกรัม น่าจะพอยอมรับได้ และเมื่อเทียบความคลาดเคลื่อนนี้กับน้ำหนักเฉลี่ยของเด็กวัย 2 1/2 - 5 ขวบ ซึ่งเท่ากับประมาณ 15-16 กิโลกรัม แล้ว ความคลาดเคลื่อน (± 0.7 กก.) จากแป้นหมุนก็จะมีค่าน้อยกว่า 5% ของน้ำหนักเฉลี่ยของเด็ก

ได้มีการทดสอบขั้นต้นในการใช้แป้นหมุนที่ประดิษฐ์นี้ในเด็กนักเรียนอนุบาล 193 คน ผลเบื้องต้น นับได้ว่าเป็นที่น่าพอใจ โดยพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของเด็กจากเครื่องชั่งมาตรฐานเท่ากับ 15.5 ± 2.4 กิโลกรัม และน้ำหนักเฉลี่ยจากแป้นหมุนเท่ากับ 15.9 ± 2.4 กิโลกรัม ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำ (0.4 กิโลกรัม) ขณะนี้ผู้วิจัยกำลังขยายการทดสอบให้กว้างขวางออกไป และจะได้รายงานผลของการศึกษาในโอกาสต่อไป

ผู้ประดิษฐ์มิได้เสนอแป้นหมุนนี้เพื่อทดแทนการใช้เครื่องชั่งน้ำหนักมาตรฐาน แต่ในที่ที่ขาดแคลนเครื่องชั่ง แป้นหมุนที่เสนอนี้คงจะมีประโยชน์มากสำหรับการเฝ้าระวังดูการเจริญเติบโตของเด็กวัยก่อน 5 ขวบได้อย่างสม่ำเสมอ และทั่วถึง แป้นหมุนนี้สามารถประดิษฐ์ได้ง่ายและมีราคาถูกมาก อาจหาไว้ใช้ได้ทุกครัวเรือน แม้ในหมู่บ้านชนบทห่างไกล และในโรงเรียนเด็กเล็กทั่วไป เป็นการเข้าถึงระดับสาธารณสุขขั้นมูลฐานได้อย่างแท้จริง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้จัดการโรงเรียนอนุบาลสรินทิพย์, โรงเรียนอนุบาลฉัตรเฉลิม และโรงเรียนอนุบาลอโศกวิทย์ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.กำจัด มงคลกุล คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพพัดดา ปวนะฤทธิ์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับคำแนะนำด้านสถิติวิเคราะห์ และขอขอบคุณ คุณนภาพร หีบท่าไม้ และคุณสุพัตรา ธรรมฉวี ในการพิมพ์ต้นฉบับ

อ้างอิง

1. Dialogue on Diarrhea, issue 24. London: AHRTAG, March 1986
2. Na Bangxang H, Tawichchasri C, Karnjanop T. Anthropometric growth standards for Thai children under six year of age : a comment of recent Bangkok studies. J Med Assoc Thai 1979 Sep : 62 (9) : 474-482
3. Khanjanasthiti P. The anthropometric nutritional classification in Thai infants and preschool children. J Med Assoc Thai 1977 Aug ; 60 (1) : 1-20
4. หัชชา ณ บางช้าง, อาริสา รัตนเพ็ชร์, ลำนิตย์ ศิริมณี. มาตรฐานน้ำหนักและส่วนสูงของเด็กไทยในจังหวัดเชียงใหม่ อายุระหว่าง 4-141/2 ปี. เชียงใหม่เวชสาร 2518 เมษายน : 14 (2) : 131-164

5. Khanjanasthiti P, Supachaturas P, Mekanandha P, Srimusikapodh V., Choopanya K, Leesuwan V. Growth of infants and preschool children. J Med Assoc Thai. 1973 Feb ; 56 (2) : 88-100

6. หัชชา ณ บางช้าง, สุมาลี โตวิจิตร. น้ำหนักและความยาวของเด็กในจังหวัดเชียงใหม่ และภาคเหนือ. เชียงใหม่เวชสาร 2514 ตุลาคม; 10 (4) : 254-282

7. หัชชา ณ บางช้าง. ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและน้ำหนักของร่างกายของเด็กในจังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่-เวชสาร 2512 เมษายน; 8 (2) : 79-108

8. ปิยสัมพร พุ่มสุวรรณ, สุมนา ชมพูทวีป, กาญจนา ดุสิตสิน, นิกร ดุสิตสิน. การคะเนน้ำหนักเด็กแรกเกิดจากความยาวรอบอก และรอบแขน. จุฬาลงกรณ์เวชสาร 2529 พฤษภาคม; 30(5) : 465-471

9. Lachin JM. Introduction to sample size determination and power analysis for clinical trials. Controlled Clinical Trial. 1981; 2 : 93-113

10. Draper NR, Smith H. Applied Regression Analysis. New York : Wiley, 1966.

11. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์-การแพทย์. การทดสอบเครื่องชั่งน้ำหนักในโรงพยาบาล ปี พ.ศ. 2529 (ข้อมูลที่ยังไม่ได้ตีพิมพ์)

จุฬาลงกรณ์เวชสารได้รับต้นฉบับเมื่อวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2529