ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารโฟเลต ภาวะโฟเลต กับภาวะโภชนาการ
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

นางสาวสุธารส ปริญญาปุณโณ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาหารเคมีและโภชนศาสตร์ทางการแพทย์ ภาควิชาอาหารเคมี
คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6114-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RELATIONSHIP BETWEEN DIETARY FOLATE INTAKE, FOLATE STATUS AND NUTRITIONAL STATUS OF MATTAYOM 2 STUDENTS IN SAMSEN WITTAYALAI SCHOOL, BANGKOK

Miss Sutharot Parinyapoonno

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Patial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Pharmacy in Food Chemistry and Medical Nutrition

Department of Food Chemistry

Faculty of Pharmaceutical Sciences

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-6114-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารโฟเลต ภาวะโฟเลต กับภาวะโภชนาการของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร
โดย	นางสาวสุธารส ปริญญาปุณโณ
สาขาวิชา	อาหารเคมีและโภชนศาสตร์ทางการแพทย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุญาณี พงษ์ธนานิกร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	แพทย์หญิง สุนทรี รัตนชูเอก

คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะเภสัชศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญยงค์ ตันติสิระ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรอนงค์ กังสดาลอำไพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. สุญาณี พงษ์ธนานิกร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(แพทย์หญิง สุนทรี รัตนชูเอก)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชาญณรงค์ แสงหิรัญ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ธิติรัตน์ ปานม่วง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุธารส ปริญญาปุณโณ : ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารโฟเลต ภาวะโฟเลต กับภาวะโภชนาการของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร. (RELATIONSHIP BETWEEN DIETARY FOLATE INTAKE, FOLATE STATUS AND NUTRITIONAL STATUS OF MATTAYOM 2 STUDENTS IN SAMSEN WITTAYALAI SCHOOL, BANGKOK) อ.ที่ปรึกษา: อ. ดร. สุญาณี พงษ์ธนานิกร, อ. ที่ปรึกษาร่วม: พญ.สุนทรี รัตนชูเอก, 127 หน้า. ISBN 974-17-6114-7

ปัจจุบันภาวะทุพโภชนาการในวัยเด็กยังเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย พบว่าช่วง 5 ปีที่ผ่านมา เด็กวัยเรียนมีภาวะโภชนาการต่ำร้อยละ 10 มีภาวะโภชนาการเกินร้อยละ 13 และมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ตามมา ปัญหาภาวะโภชนาการส่วนใหญ่เกิดจากการบริโภคไม่เหมาะสม พบว่าเด็กวัยเรียนมีการบริโภคแป้ง น้ำตาล และไขมันปริมาณสูง บริโภคผัก ผลไม้ปริมาณต่ำ อาจทำให้ขาดวิตามินบางชนิดรวมทั้งโฟเลต ซึ่งสำคัญต่อการเติบโตและพัฒนาการของร่างกาย และมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

การศึกษานี้วิเคราะห์ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคโดยใช้บันทึกความถี่การบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ และบันทึกการบริโภคอาหารย้อนหลัง 24 ชั่วโมง และวิเคราะห์ภาวะโฟเลตในเลือดด้วยวิธีจุลชีววิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์กับภาวะโภชนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย อายุ13-15 ปี เป็นผู้มีภาวะโภชนาการเกิน 51 คน โภชนาการปกติ 71 คน และโภชนาการต่ำ 10 คน พบว่าปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ระดับโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดงของนักเรียนทั้งสามกลุ่มภาวะโภชนาการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีระดับโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดง เฉลี่ย 3.50 $\pm$ 2.12 และ 161.97 $\pm$ 41.01 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 45 มีโฟเลตในซีรัมอยู่ในระดับขาด และร้อยละ 25 มีโฟเลตในเม็ดเลือดแดงอยู่ในระดับขาด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างนี้ได้รับโฟเลตจากอาหารในระดับต่ำ และมีแนวโน้มที่จะเกิดปัญหาการขาดโฟเลต ซึ่งจะส่งผลเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังตามมา จึงควรส่งเสริมการเลือกรับประทานอาหารที่เหมาะสม และเฝ้าระวังภาวะโฟเลตให้กับเด็กวัยเรียน

ภาควิชา อาหารเคมี ลายมือชื่อนิสิต สุธารส ปริญญาปุณโณ

สาขาวิชา อาหารเคมีและโภชนศาสตร์ทางการแพทย์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สุญาณี พงษ์ธนานิกร

ปีการศึกษา 2547 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สุนทรี รัตนชูเอก

4576619733 : MAJOR FOOD CHEMISTRY

KEYWORD : FOLATE STATUS / SERUM FOLATE / RED BLOOD CELL FOLATE

SUTHAROT PARINYAPOONNO: RELATIONSHIP BETWEEN DIETARY FOLATE INTAKE, FOLATE STATUS AND NUTRITIONAL STATUS OF MATTAYOM 2 STUDENTS IN SAMSEN WITTAYALAI SCHOOL, BANGKOK. THESIS ADVISOR: SUYANEE PONGTHANANIKORN, Ph.D., THESIS COADVISOR: SUNTHAREE RUTANACHUAKE, M.D.,127 pp. ISBN 974-17-6114-7

Malnutrition in children has still been an important problem in Thailand. During the past 5 years, 10 % of children was underweight and 13 % was overweight. These problems were associated with inappropriate dietary intake. High fat and carbohydrate, low fruit and vegetable intakes were found in children. Consequently, they might receive low vitamins, especially folate. Folate is important for child growth and the deficiency is associated with increasing risk of some chronic diseases including cardiovascular disease.

This study determined folate intake by semiquantitative food frequency questionnaire and 24-hour recall while folate status was determined by microbioassay. The objective was to investigate the relationship between dietary folate intake, folate status and nutritional status in 51 healthy overweight, 71 normal and 10 underweight students of Mattayom 2 in Samsen Wittayalai School. It was found that dietary folate intake, serum folate and red blood cell folate were not significantly different among three nutritional groups. The serum and red blood cell folate were 3.5 $\pm$ 2.12 and 161.97 $\pm$ 41.01 ng/ml respectively. The results showed that 45 % of subjects had serum folate deficiency, and 25 % had red blood cell folate deficiency representing low folate intake. They had tendency towards folate deficiency that may lead to an increased risk of chronic diseases. Therefore, they should be promoted proper food selection and get folate status surveillance.

Department Food Chemistry Student's signature

Field of study Food Chemistry and Medical Advisor's signature Suyanee Pongthananikorn

Academic year 2004 Co- Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. สุญาณี พงษ์ธนานิกร และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม แพทย์หญิงสุนทรี รัตนชูเอก สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้ความรู้ ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ยิ่งต่อการวิจัย ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อรอนงค์ กังสดาลอำไพ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชาญณรงค์ แสงหิรัญ และ รองศาสตราจารย์ ธิติรัตน์ ปานม่วง คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาอาหารเคมีทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยด้วยความเมตตาเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณจีระรัตน์ จิระมะกร คุณวัลยารัตน์ ถนอมศักดิ์ คุณบังอร สุขฉัตร คุณกริยาพร สองเมือง คุณนภชัย สุทธิสัย และเจ้าหน้าที่ภาควิชารังสีไอโซโทปเขตร้อน คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดลทุกท่าน ที่กรุณาให้ความสะดวกและให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ปริมาณกรดโฟลิกโดยวิธีจุลชีววิเคราะห์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ วิศรุต สนธิชัย ผู้อำนวยการโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย อาจารย์ สุชีรา บัวทองจันทร์ และคุณอัจชรีย์ สิงห์ชัย เจ้าหน้าที่ห้องพยาบาล โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลอย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณประภา เหล่าอารยะวัฒน์ คุณอารยา สันตินิพพาน คุณปราณี วนะนดีนิมิต คุณวารุณี วัชรเสวี คุณอมรพันธ์ สิงหพล และคุณพิริยา วรรธนภูติ พยาบาลวิชาชีพประจำสถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิจัย

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนวิจัยบางส่วน

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่เลี้ยงดูและให้การสนับสนุนการศึกษาตลอดมา และขอกราบขอบพระคุณ นายแพทย์อมร แสนใจบาล ผู้อำนวยการโรงพยาบาลหัวหิน เภสัชกรหญิงอรอนงค์ หงษ์ชุมแพ หัวหน้ากลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลหัวหิน เจ้าหน้าที่ภาควิชาอาหารเคมี และเพื่อนๆ ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย และให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…….. ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……... จ

กิตติกรรมประกาศ…….. ฉ

สารบัญ…….. ช

สารบัญตาราง……..…... ซ

สารบัญภาพ……. ญ

บทที่

1. บทนำ……. 1

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……. 6

3. วิธีดำเนินกาวิจัย……. 37

4. ผลการวิจัย……. 53

5. อภิปรายผลการวิจัย……... 70

6. สรุปผลการวิจัย…….. 76

รายการอ้างอิง…..…… 78

ภาคผนวก……. 92

ภาคผนวก ก แบบสอบถามเพื่อประเมินภาวะโภชนาการ และการบริโภคโฟเลต… 93

ภาคผนวก ข ข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยสำหรับกลุ่มตัวอย่างและผู้ปกครอง……... 106

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ…… 111

ภาคผนวก ง การประเมินภาวะโภชนาการเด็กวัยเรียน……... 121

ภาคผนวก จ เอกสารรับรองการผ่านการพิจารณาจริยธรรม…….. 125

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์……... 127

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1. เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการออกซิเดชัน - รีดักชัน..... 11
2. ปริมาณโฟเลตที่ควรได้รับในแต่ละวัน..... 20
3. การประเมินภาวะโฟเลตทางชีวเคมี..... 22
4. ปริมาตรสารละลายในขวดวิเคราะห์สารละลายกรดโฟลิกมาตรฐาน..... 50
5. ปริมาตรสารละลายในขวดวิเคราะห์ตัวอย่างซีรัม..... 51
6. ปริมาตรสารละลายในขวดวิเคราะห์ตัวอย่างเม็ดเลือดแดง..... 51
7. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ..... 55
8. การศึกษาของบิดา มารดาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ..... 56
9. อาชีพของบิดา มารดาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ..... 57
10. ลักษณะทางเศรษฐกิจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ..... 58
11. ข้อมูลการออกกำลังกายและการใช้เวลาว่างของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ..... 59
12. ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคใน 1 วัน จำแนกตามภาวะโภชนาการ..... 60
13. ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากแหล่งอาหารประเภทต่างๆ จำแนกตามภาวะโภชนาการ.... 61
14. ปริมาณ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และ พลังงาน ที่ได้รับใน 1 วันจำแนกตามภาวะโภชนาการ..... 62
15. ปริมาณโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดงของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ..... 63
16. ภาวะโฟเลตในเลือดของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ..... 64
17. ค่าฮีมาโตคริตจำแนกตามภาวะโภชนาการ..... 65
18. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ภาวะโฟเลต และภาวะโภชนาการ..... 66
19. ปริมาณโฟเลตที่ไดรับจากการบริโภคจำแนกตามภาวะโภชนาการ และระดับโฟเลตในซีรัม..... 67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

20. ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภค จำแนกตามภาวะโภชนาการ และระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง..... 68

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
1.	สูตรโครงสร้างทางเคมีของกรดโฟลิก…….……....	8
2.	การสังเคราะห์เตตราไฮโดรโฟเลต…..……..	9
3.	เตตราไฮโดรโฟลิดในรูปแบบต่างๆ…….	10
4.	ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน ของคาร์บอนอะตอมเดี่ยว……..	12
5.	บทบาทของกรดโฟลิกในการสังเคราะห์พิวรีน……...	13
6.	การสลายฮิสติดีน.....	14
7.	เมแทบอลิซึมของโฟเลต……...……..	15
8.	บทบาทของกรดโฟลิกในการสังเคราะห์ไทมิดีน……..…	16
9.	การดูดซึมโฟเลตที่ลำไส้เล็ก……	18
10.	การขนส่งและการขับถ่ายโฟเลต……	18
11.	สมมุติฐานเกี่ยวกับฤทธิ์ของโฮโมซิสเตอีนผ่านกระบวนการออกซิเดชัน.....	27
12.	สมมุตฐานเกี่ยวกับฤทธิ์ของโฮโมซิสเตอีนในการทำลายเซลล์เป้าหมายโดยตรง.....	28
13.	กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโต น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กชาย.	123
14.	กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโต น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กหญิง	124

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

โฟเลตเป็นวิตามินบีชนิดหนึ่ง พบได้มากในพืชผักใบเขียว ยีสต์ เครื่องในสัตว์ และถั่วต่างๆ มีหน้าที่สำคัญเป็นโคเอนไซม์ในการขนส่งคาร์บอนอะตอมเดี่ยว เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอ ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของร่างกาย มีบทบาทสำคัญต่อเซลล์ที่มีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว เช่น เซลล์เยื่อบุทางเดินอาหาร เซลล์เยื่อบุทางเดินหายใจ การสร้างและการเจริญเติบโตของเม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาวในไขกระดูก การขาดโฟเลตทำให้การทำงานของระบบทางเดินหายใจผิดปกติ เกิดภาวะโลหิตจางชนิดเม็ดเลือดแดงใหญ่ (megaloblastic anemia) เด็กมีการเติบโตช้า เป็นต้น (1)

ปัจจุบันพบว่าระดับโฟเลตมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยมีกลไกเกี่ยวข้องกับบทบาทในการรักษาสมดุลของระดับโฮโมซิสเตอีน ซึ่งเป็นผลพลอยได้ (by product) จากการย่อยโปรตีน ปกติโฮโมซิสเตอีนจะถูกกำจัดผ่านกระบวนการรีเมทิลเลชัน (remethylation) ไปเป็นเมไทโอนีน โดยมีโฟเลตเป็นตัวให้หมู่เมททิล การที่ระดับโฟเลตต่ำจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ระดับโฮโมซิสเตอีนสูงขึ้น พบว่าโฮโมซิสเตอีนเป็นปัจจัยส่งเสริมการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด เมื่อระดับโฮโมซิสเตอีนสูงจะเพิ่มการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในเซลล์กล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือด และเหนี่ยวนำให้เกิดการแบ่งตัวผิดปกติ ขณะเดียวกันก็ยับยั้งการซ่อมแซมเซลล์ ซึ่งพบในการเกิดรอยโรคหลอดเลือดตีบระยะเริ่มแรก นอกจากนี้โฮโมซิสเตอีนอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นปฏิกิริยาออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDL- C oxidation) ส่งผลให้เกิดภาวะหลอดเลือดมีลิ่มเลือด (thrombosis) และยังพบว่าโฮโมซิสเตอีนมีความเป็นพิษโดยตรงต่อเซลล์ผนังหลอดเลือด (2) มีหลายการศึกษาสนับสนุนว่าผู้มีระดับโฮโมซิสเตอีนสูง มีระดับโฟเลตต่ำ (3, 4) และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (5) เมื่อได้รับการเสริมโฟเลตสามารถลดระดับโฮโมซิสเตอีนลงได้ (2-4) อย่างไรก็ตามพบว่าการขาดโฟเลตมีความสัมพันธ์กับโรคหลอดเลือดส่วนปลายและหลอดเลือดหัวใจในผู้ที่มีระดับโฮโมซิสเตอีนปกติด้วย (6) และพบว่าระดับโฟเลตในซีรัม

สูงกว่า 4.4 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดปกติของหลอดเลือด (2) จึงมีการใช้ค่าโฟเลตเป็นดัชนีตัวหนึ่งที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (5)

ปัจจุบันภาวะทุพโภชนาการในเด็กวัยเรียนยังคงเป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุขของไทย จากการเฝ้าระวังของกรมอนามัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 - 2543 (7) พบว่าเด็กวัยเรียนมีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานประมาณร้อยละ 10 และมีปัญหาน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 12–15 ซึ่งมีสาเหตุสำคัญมาจากการบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสม

ร่างกายมีความต้องการโฟเลตสูงขึ้นตามอายุ และภาวะของร่างกาย นักเรียนอายุ 13–15 ปี เป็นวัยที่มีการเจริญเติบโตสูง มีพัฒนาการทั้งด้านร่างกายและจิตใจเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ ความต้องการโฟเลตเพิ่มสูงขึ้นจากวัยเด็กมาก คือ ต้องการโฟเลตวันละ 130 และ 135 ไมโครกรัม สำหรับเพศชายและหญิง ตามลำดับ (8) เด็กวัยนี้มีการปรับตัวเรื่องการบริโภค มีความสามารถในการเลือกซื้ออาหารรับประทานด้วยตนเอง ซึ่งมักได้รับอิทธิพลจากสื่อโฆษณา อาหารที่รับประทานส่วนใหญ่เป็นพวกแป้งกรอบ ข้าวเกรียบ ข้าวโพดอบเนย น้ำอัดลม (9) เด็กอ้วน หรือมีภาวะโภชนาการเกินมักจะมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสม (10,11) มีการบริโภคแป้ง น้ำตาล และไขมันในปริมาณสูง ขณะที่บริโภคผัก และผลไม้ปริมาณต่ำ ส่วนในเด็กที่มีภาวะโภชนาการต่ำ มักจะมีการบริโภคอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ซึ่งอาจส่งผลให้เด็กทั้งสองกลุ่มขาดวิตามินบางชนิด รวมทั้งโฟเลตด้วย

จากการศึกษาระดับโฟเลตในซีรัมของผู้ใหญ่อ้วน จำนวน 218 คน (12) พบว่ามีระดับต่ำกว่าผู้มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญ และร้อยละ 6 มีโฟเลตในซีรัมอยู่ในระดับขาด (น้อยกว่า 3.0 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) การศึกษาของ กานต์ณัชชา มัดจุปะ (13) ในหญิงวัยเจริญพันธุ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 20 มีภาวะโภชนาการต่ำ และพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างดัชนีมวลกายกับระดับโฟเลตในซีรัมเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มภาวะโภชนาการต่ำ กับกลุ่มภาวะโภชนาการปกติ การศึกษาของรังสรรค์ ตั้งตรงจิตร และคณะ (14) ในหญิงชาวขอนแก่นจำนวน 607 ราย พบว่าร้อยละ 7.6 มีภาวะโภชนาการต่ำ และร้อยละ 4.3 มีภาวะขาดโฟเลต นอกจากนี้การศึกษาของ Fung และคณะ (5) พบว่ารูปแบบการบริโภคมีความสัมพันธ์กับความอ้วน และระดับโฟเลตในซีรัม การศึกษาของ Gallistl และคณะ (15) ในเด็กและวัยรุ่น พบว่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์กับระดับโฮโมซิสเตอีน และเป็นปัจจัยที่ใช้ทำนายระดับโฮโมซิสเตอีนในเลือดได้ นอกจากนี้ยังพบว่าโฟเลตมีความสัมพันธ์ในเชิงผกผันกับมวลไขมันในร่างกาย (fat mass) และดัชนีมวลกาย ซึ่งอาจเกิดจาก ผู้ที่มีดัชนีมวลกายสูงมีการบริโภคอาหารที่มีโฟเลตปริมาณต่ำ (16)

เด็กวัยเรียนอายุ 13 -15 ปี มีอัตราการเจริญเติบโตสูงทั้งด้านร่างกายและจิตใจ มีอิสระในการเลือกอาหารบริโภคได้เอง อาจส่งผลถึงพฤติกรรมการบริโภคในวัยผู้ใหญ่ โดยเฉพาะเด็กวัยเรียนที่มีภาวะโภชนาการเกิน มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดสูง มีแนวโน้มที่จะบริโภคอาหารที่มีโฟเลตต่ำ ซึ่งนอกจากจะมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และพัฒนาการของร่างกายและสมองแล้ว ยังมีความสัมพันธ์กับระดับโฮโมซิสเตอีน ซึ่งอาจส่งผลเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดมากขึ้น

งานวิจัยนี้จึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาวะโฟเลต และปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร กับภาวะโภชนาการของเด็กวัยเรียน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการดูแล และส่งเสริมสุขภาพด้านโภชนาการต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ภาวะโฟเลตกับภาวะโภชนาการของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

1. ทำให้ทราบภาวะโฟเลตในเลือดของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
2. ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร และภาวะโฟเลต กับภาวะโภชนาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางการส่งเสริมสุขภาพด้านโภชนาการในเด็กวัยเรียนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษา ปริมาณโฟเลตที่ได้จากการบริโภคอาหาร ภาวะโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดง ของนักเรียนที่มีภาวะโภชนาการเกิน ภาวะโภชนาการปกติ และภาวะโภชนาการต่ำ อายุระหว่าง 13 – 15 ปี กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ต้องไม่มีการเจ็บป่วยที่มีผลต่อภาวะโภชนาการ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ต้องไม่มีการเจ็บป่วย หรือการใช้ยา อาหารเสริม หรือสารใดๆ ที่มีผลต่อภาวะโฟเลต

3. กลุ่มตัวอย่างมีความสมัครใจ ได้รับความยินยอมจาก ผู้ปกครองและผู้อำนวยการโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ในการเข้าร่วมโครงการ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **ภาวะโภชนาการ** หมายถึง เกณฑ์ประเมินการเจริญเติบโตของเด็ก โดยใช้ค่าน้ำหนักตัวตามเกณฑ์ส่วนสูง เทียบกราฟเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโต อายุ 5 – 18 ปี จำแนกตามเพศ ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ปี 2542 แบ่งเป็น 3 ระดับได้แก่

ภาวะโภชนาการปกติ	หมายถึง	ภาวะที่มีน้ำหนักตัวตามเกณฑ์ส่วนสูงอยู่ในช่วง -1.5 S.D. ถึง +1.5 S.D
ภาวะโภชนาการเกิน	หมายถึง	ภาวะที่มีน้ำหนักตัวตามเกณฑ์ส่วนสูงสูงกว่า +1.5 S.D.
ภาวะโภชนาการต่ำ	หมายถึง	ภาวะที่มีน้ำหนักตัวตามเกณฑ์ส่วนสูงต่ำกว่า -1.5 S.D

2. **ภาวะโฟเลต** หมายถึง ระดับโฟเลตในเลือด แบ่งได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่

2.1 **ระดับโฟเลตในซีรัม** สะท้อนภาวะโฟเลตจากการบริโภคอาหารในปัจจุบัน

ระดับขาด	หมายถึง	ความเข้มข้นของโฟเลตในซีรัมต่ำกว่า 3 นาโนกรัม/มิลลิลิตร
ระดับก้ำกึ่ง	หมายถึง	ความเข้มข้นของโฟเลตในซีรัมอยู่ในช่วง 3-6 นาโนกรัม/มิลลิลิตร
ระดับเพียงพอ	หมายถึง	ความเข้มข้นของโฟเลตในซีรัมสูงกว่า 6 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 **ระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง** สะท้อนให้เห็นถึงการสะสมโฟเลตในร่างกาย

ระดับขาด หมายถึง ความเข้มข้นของโฟเลตในเม็ดเลือดแดงต่ำกว่า 140 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

ระดับก้ำกึ่ง หมายถึง ความเข้มข้นของโฟเลตในเม็ดเลือดแดงอยู่ในช่วง 140 - 160 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

ระดับเพียงพอ หมายถึง ความเข้มข้นของโฟเลตในเม็ดเลือดแดงสูงกว่า 160 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

3. **ปริมาณการบริโภคอาหารโฟเลต** หมายถึง ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารเฉลี่ยใน 1 วัน

4. **อาชีพบิดา มารดา** หมายถึง อาชีพของบิดา มารดาที่ทำอยู่ขณะทำการศึกษาวิจัย

5. **การศึกษาของบิดา มารดา** หมายถึง การศึกษาสูงสุดของบิดา มารดาของกลุ่มตัวอย่างขณะทำการศึกษาวิจัย

6. **รายได้ของครอบครัว** หมายถึง รายได้ของบิดา มารดารวมกันในรอบหนึ่งเดือน

7. **การออกกำลังกาย** หมายถึง กิจกรรมที่ใช้แรงงานประเภทออกกำลังกายหนัก (ใช้พลังงานตั้งแต่ 3.86–5.98 กิโลแคลอรี/ ชั่วโมง/ น้ำหนัก 1 กิโลกรัม) ได้แก่ การทำสวน เล่นปิงปอง วิ่งเล่นโยนห่วง เล่นฟุตบอล ขี่จักรยาน ว่ายน้ำ เล่นเทนนิส เล่นแบตมินตัน เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โฟเลต (1,17)

โฟเลต (folate) เป็นสารอาหารที่จัดอยู่ในกลุ่มวิตามินละลายน้ำชนิดหนึ่ง ระหว่างปี ค.ศ. 1931 – 1941 พบว่าโฟเลตเป็นปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต (growth factor) ของมนุษย์ สัตว์ และแบคทีเรีย ในปี ค.ศ. 1937 Lucy Wills และคณะใช้มาร์ไมต์ (marmite) ซึ่งสกัดได้จากยีสต์ในการรักษาอาการโลหิตจางชนิดเม็ดเลือดแดงใหญ่ของหญิงตั้งครรภ์ชาวบอมเบย์ และตั้งชื่อสารนั้นว่า วิตามินเอ็ม (vitamin M) ต่อมามีการทดลองรักษาลิงที่ได้รับอาหารแบบเดียวกับหญิงชาวบอมเบย์และเกิดภาวะโลหิตจางชนิดเม็ดเลือดแดงใหญ่ด้วยตับสกัด ซึ่งเรียกว่า วิลล์แฟกเตอร์ (Wills factor) ปี ค.ศ. 1939 Hogan และ Parrott ตั้งชื่อสารที่ลูกไก่ใช้ในการเติบโตว่าวิตามินบีซี (vitamin Bc) ขณะที่ Stokstad และ Manning ตั้งชื่อสารนี้ว่าแฟกเตอร์ยู (factor U) ปีต่อมา Snell และ Peterson พบปัจจัยในการเจริญเติบโตสำหรับ *Lactobacillus casei* ซึ่ง Machell และคณะสกัดสารนี้ได้จากใบพืชในตระกูลผักโขม (spinach) ตั้งชื่อว่ากรดโฟลิก (folic acid) มาจากภาษาละตินที่แปลว่าใบไม้ (folium) ต่อมาในปี ค.ศ. 1946 Angier และคณะสามารถพิสูจน์สูตรโครงสร้างของกรดเทอโรอิลกลูตามิก (pteroylglutamic acid) และสังเคราะห์สารนี้ได้ ทำให้ทราบว่า วิตามินเอ็ม วิลส์แฟกเตอร์ วิตามินบีซี และกรดโฟลิก คือ กรดเทอโรอิลกลูตามิก **(1, 17)** ปี ค.ศ. 1966 IUPAC–IUB Commission **(18)** กำหนดให้กรดโฟลิก เป็นชื่อที่เป็นทางการของกรดเทอโรอิลกลูตามิก และให้โฟเลต หรือ โฟลาซิน (folacin) หมายถึงกลุ่มของสารซึ่งมีคุณสมบัติทางชีวเคมีเหมือน กรดโฟลิก

โครงสร้างทางเคมี (1, 17, 19)

กรดโฟลิก หรือ พเทอโรอิลกลูตามิก (PteGlu) เป็นวิตามินบีชนิดหนึ่ง มีชื่อทางเคมีว่า 2–amino-4-hydroxy-6-methyleneamino benzoyl-L-glutamic acid pteridine โครงสร้างทางเคมีประกอบด้วย 3 ส่วน (ภาพที่ 1) ดังนี้

1. เทอริดินนิวเคลียส (pteridine nucleus) ประกอบด้วยวงแหวนไพริมิดีน (pyrimidine ring) และวงแหวนไพราซีน (pyrazine ring) วงแหวนไพราซีนมีบทบาทในการเกิดกรดโฟลิกรูปแบบรีดิวซ์ (Reduced form) โดยกลุ่มแทนที่จะจับอยู่บนตำแหน่งของ N^5, N^{10} ของวงแหวนไพราซิน (ภาพที่ 2)

2. กรดพาราอมิโนเบนโซอิก (para-amino benzoic acid, PABA) ต่อกับเทอริดินนิวเคลียส ที่ตำแหน่งเมทธิลีนบริดจ์ เป็นกรดเทอโรอิก (pteroic acid)

3. กรดแอล-กลูตามิก (L-glutamic acid) จับกับกรดเทอโรอิก ถ้ามีกรดแอล-กลูตามิก 1 โมเลกุล เรียกว่ากรดเทอโรอิลโมโนกลูตามิก (pteroylmonoglutamic acid) ในแหล่งอาหารธรรมชาติมักพบกรดโฟลิกในรูปที่มีกรดแอล-กลูตามิกหลายโมเลกุลเรียกว่า กรดเทอโรอิลโพลีกลูตามิก (pteroylpolyglutamic acid)

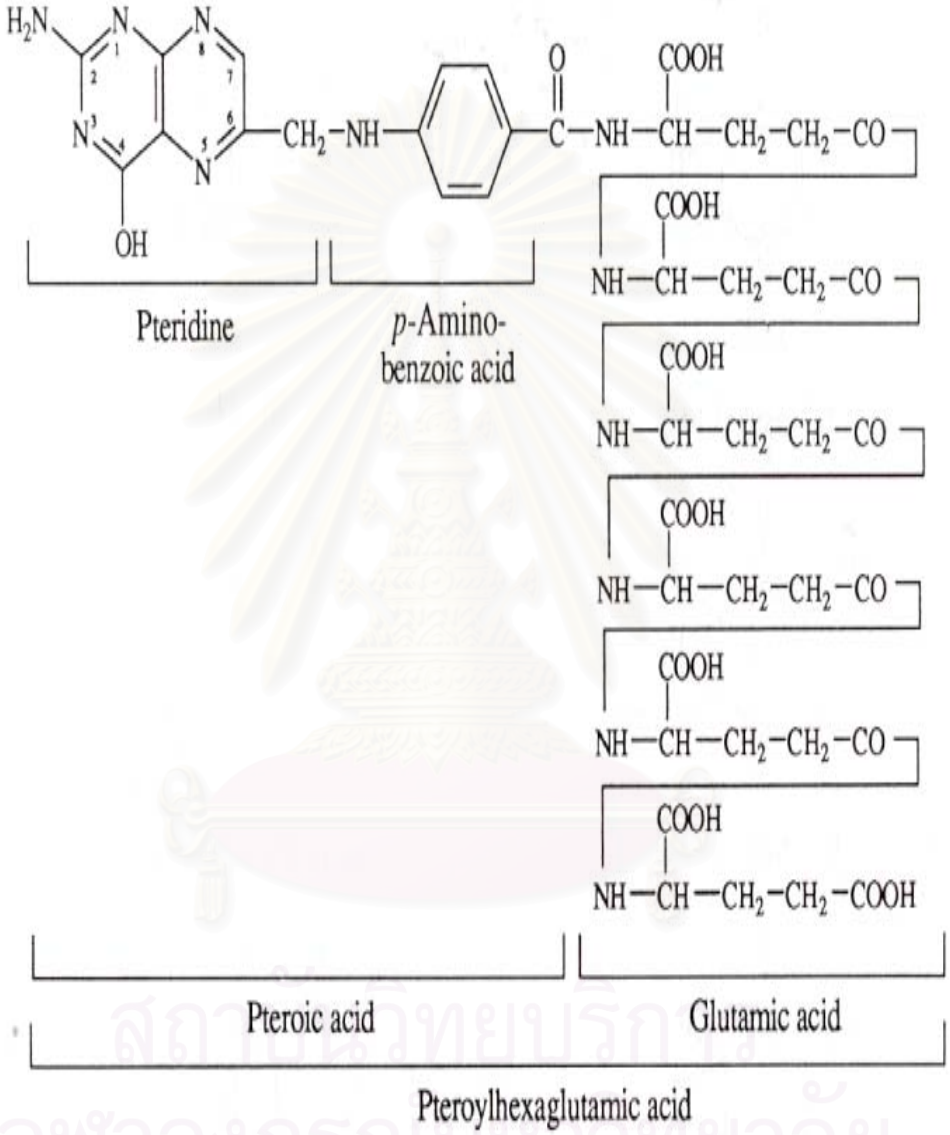
ในธรรมชาติกรดโฟลิกมักถูกรีดิวซ์ให้อยู่ในรูป 7,8 dihydrofolic acid และ 5, 6, 7, 8-tetrahydrofolic acid และมีกรดกลูตามิกระหว่าง 2 – 7 โมเลกุล (ภาพที่ 1)

คุณสมบัติทางเคมี (1,17)

กรดโฟลิก เป็นผลึกสีเหลือง น้ำหนักโมเลกุล 441.4 ละลายน้ำได้น้อย สามารถละลายได้ดีขึ้นในรูปเกลือโซเดียม สลายตัวได้ที่พีเอชต่ำกว่า 4 ค่อนข้างคงตัวที่พีเอชสูงกว่า 5

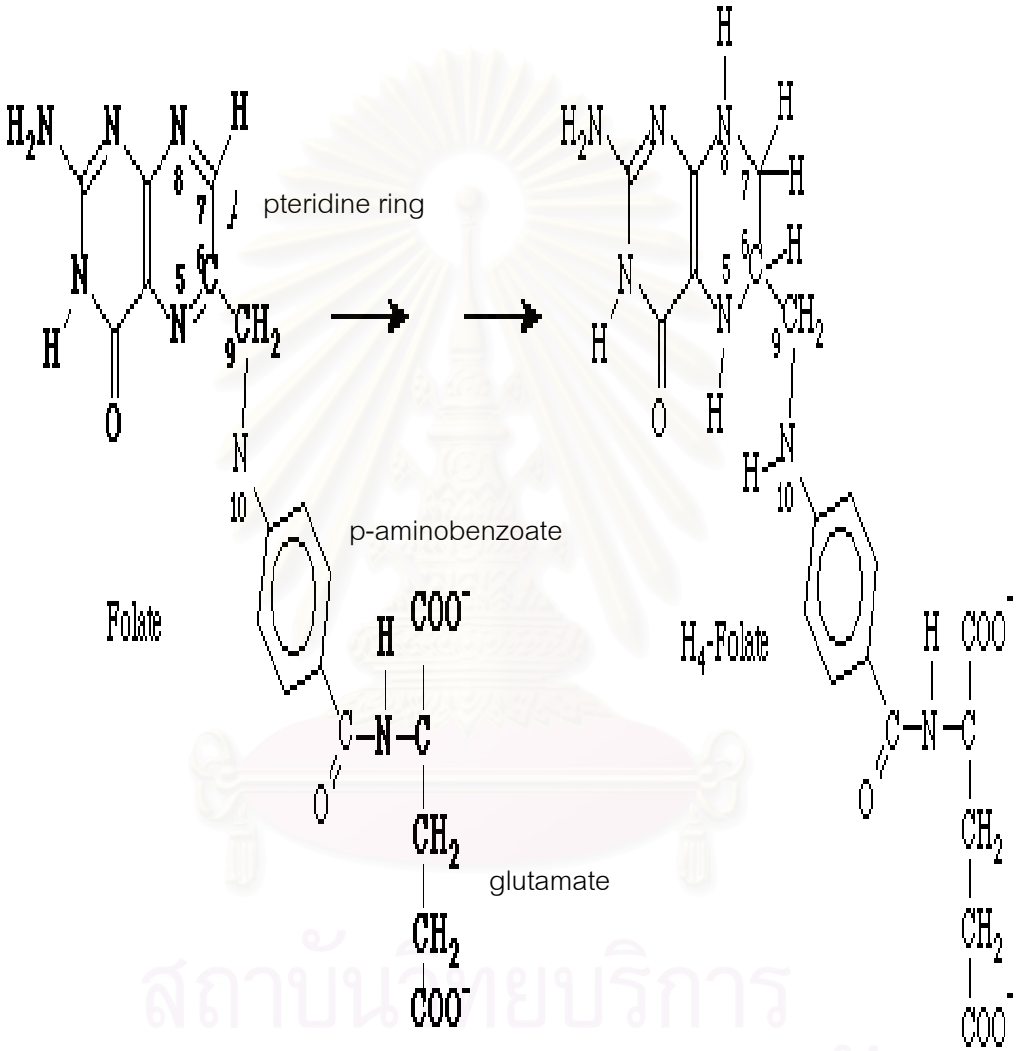
เตตราไฮโดรโฟเลต (THF,FH_4) ถูกทำลายได้ง่ายโดย ออกซิเจน แสงอุลตร้าไวโอเลต กรด ด่าง และความร้อน ยกเว้น N^5-formyl THF ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของ *Leuconostoc citrovorum* (*Pediococcus cervisiae*) จึงมีชื่อว่า citrovorum factor หรือ leucovorin

กรดโฟลิกเมื่อสลายแล้วจะได้เทอริดิน กับพาราอะมิโนเบนโซอิลกลูตาเมต (para-aminobenzoyl glutamate) ส่วนกรดโฟลิกที่เหลืออยู่ในรูปออกซิไดซ์ ไม่สามารถทำหน้าที่ขนส่งคาร์บอนอะตอมเดี่ยวได้ (20)



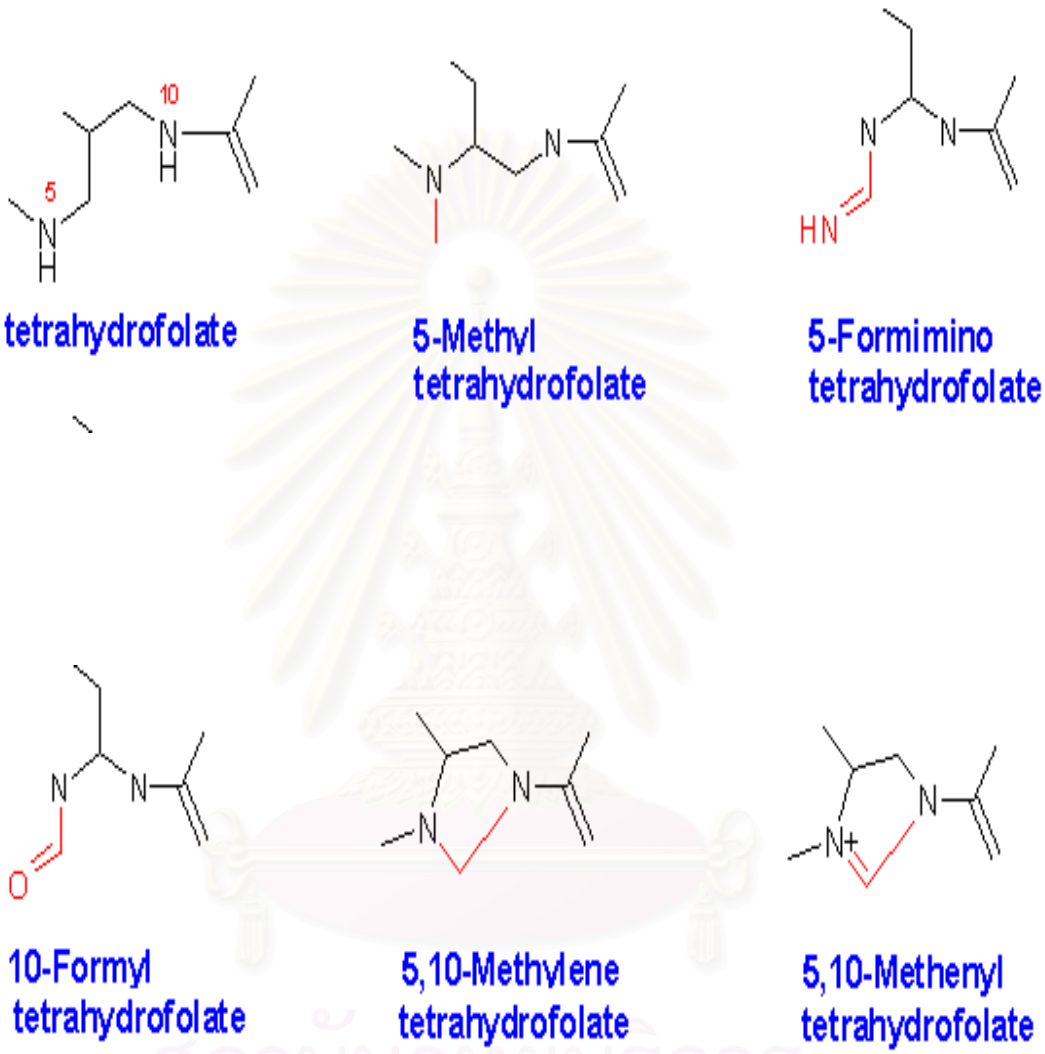
ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของกรดโฟลิก (19)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2 การสังเคราะห์เตตราไฮโดรโฟเลต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3 เตตราไฮโดรโฟเลตรูปแบบต่าง ๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้าที่ (1, 17, 19)

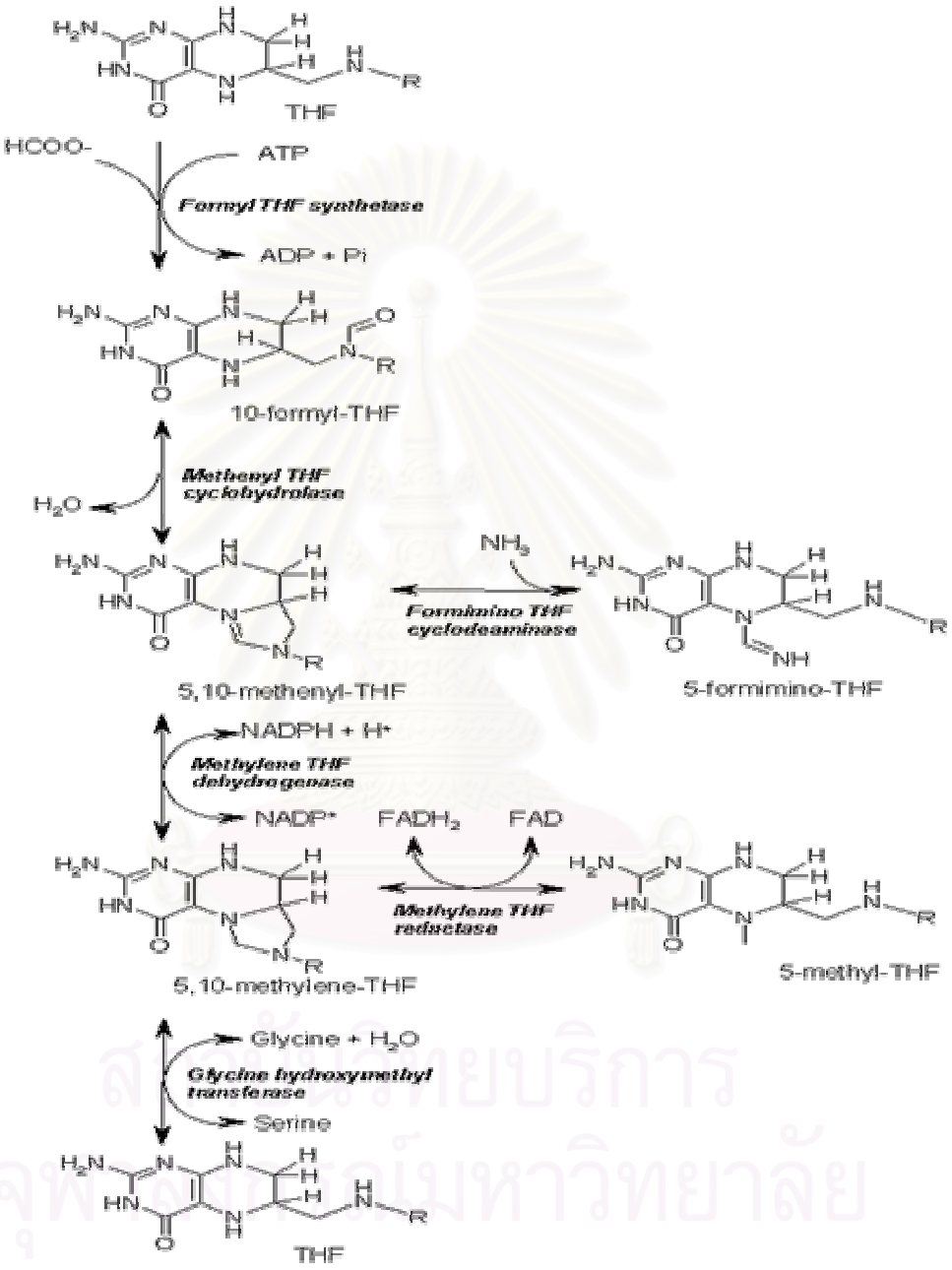
โดยปกติกรดโฟลิกไม่มีฤทธิ์ทางชีวเคมี แต่ในรูปแบบรีดิวซ์ คือเตตราไฮโดรโฟเลต มีหมู่แทนที่ประกอบด้วยคาร์บอนอะตอมเดี่ยว เช่น ฟอร์มิล (formyl), เมทธิล (methyl), เมทิลลีน (methylene) บนวงแหวนไพราซีน ทำหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ในการนำหน่วยคาร์บอนอะตอมเดี่ยวในปฏิกิริยาเมทิลเลชัน (methylation) ในร่างกายดังนี้ (1)

1. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันของคาร์บอนอะตอมเดี่ยว (ภาพที่ 4) มีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องดังนี้ (1)

ตารางที่ 1 เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการออกซิเดชัน-รีดักชัน

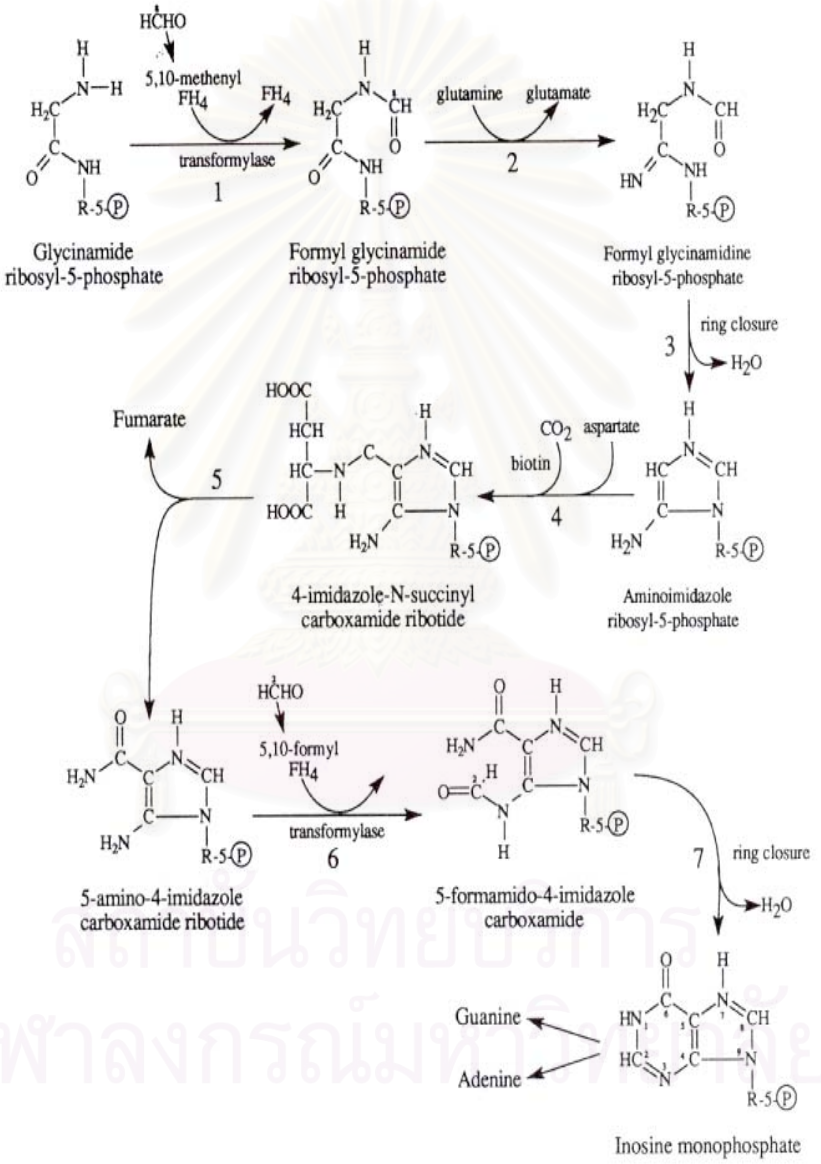
ระดับออกซิเดชัน	หน่วยคาร์บอน	ปฏิกิริยา	การเปลี่ยนแปลง	เอนไซม์
Methanol	CH_3	Methionine	$CH_2 \rightarrow CH_3$	5,10- methyl FH_4 reductase
Formaldehyde	CH_2	Thymidylate	$CH_2 \rightarrow CH$	5,10-methyl FH4 dehydrogenase
Formate	CH	Purine	$CH \rightarrow CHO$	5,10- methenyl FH4 cyclohydrolase
Formate	CHO	Purine formate		
Formate	CH=NH	Histidine	$CH=NH \rightarrow CHO$	Formimino FH4 cyclodeaminase

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4 ปฏิกิริยา ออกซิเดชัน – รีดักชัน ของคาร์บอนอะตอมเดี่ยว

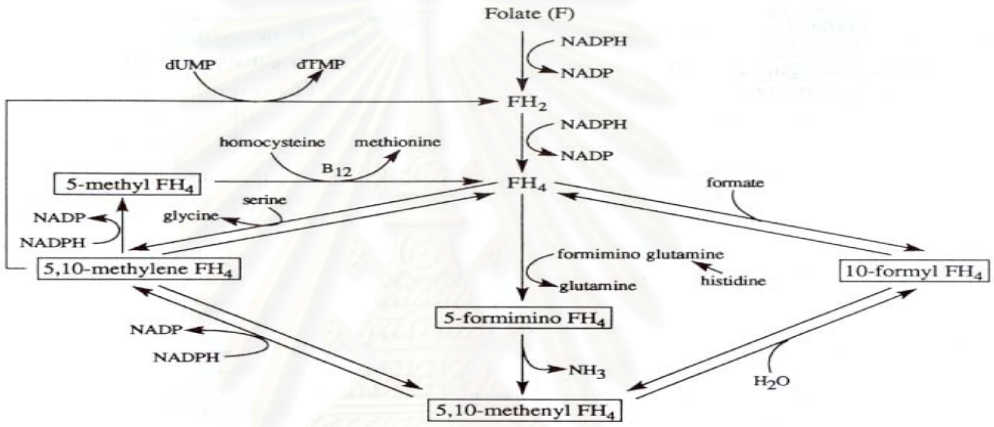
2. การสังเคราะห์กรดนิวคลิอิก (nucleic acid base) ได้แก่พิวรีน (purine) และไพริมิดีน (pyrimidine) ซึ่งใช้ในการสังเคราะห์ดีเอนเอ และอาร์เอนเอ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 บทบาทของกรดโฟลิกในการสังเคราะห์พิวรีน

3. เมแทบอลิซึมของกรดอะมิโน ได้แก่

3.1 การสลายฮิสติดีน (degradation of histidine) เป็นกรดฟอร์มิมิโน กลูตามิก (formiminoglutamic acid, FIGLU) โดยอาศัยเอนไซม์ฟอร์มิมิโนทรานซ์เฟอเรส (formimino transferase) ย้ายกลุ่มฟอร์มิมิโนของฮิสติดีนไปให้กับเตตราไฮโดรโฟเลต เปลี่ยนเป็นกลูตาเมต และ 5-ฟอร์มิมิโนเตตราไฮโดรโฟเลต โดยการดึงหมู่เอมีน (deamination) **(21)**

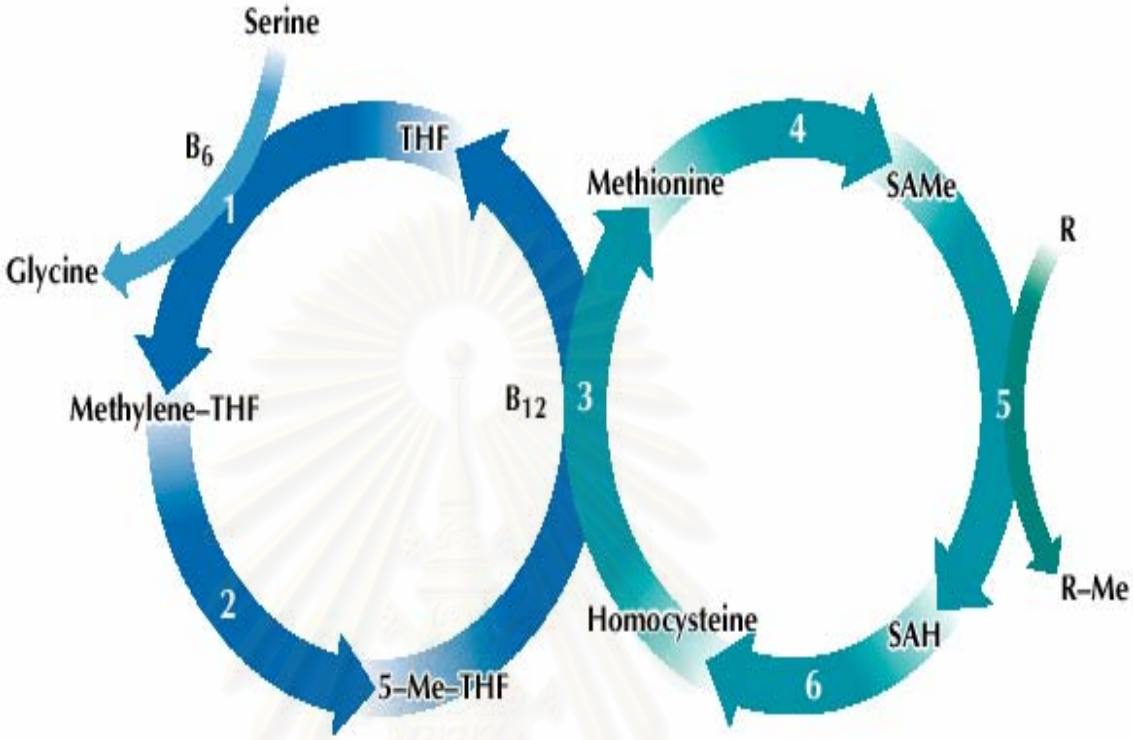


ภาพที่ 6 การสลายฮิสติดีน

3.2 การเปลี่ยนแปลงผันกลับระหว่างเซริน และไกลซิน (serine-glycine interconversion) (ภาพที่ 7)

3.3 การสังเคราะห์เมไทโอนีน (methionine synthesis) จากโฮโมซิสเตอีน

เมื่อร่างกายได้รับโฟเลตจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็น 5 - เมทิลเตตราไฮโดรโฟเลต (5 - methyl FH_4) เก็บไว้ที่ตับ จากนั้นเปลี่ยนกลับไปเป็นเตตราไฮโดรโฟเลตโดยใช้เอนไซม์เมไทโอนีนซินเทเทสซึ่งต้องการวิตามินบี 12 (B_{12}-dependent methionine synthetase) ก่อนเข้าสู่แหล่งสะสมภายในเซลล์ โฟเลตจะรับหมู่เมทธิลจากเซรีน โดยอาศัยเอนไซม์ที่ต้องการวิตามินบี 6 และส่งหมู่เมทธิลให้กับโฮโมซิสเตอีนเพื่อสังเคราะห์เป็นเมไทโอนีน และได้เตตราไฮโดรโฟเลตกลับคืนมา (ภาพที่ 7)

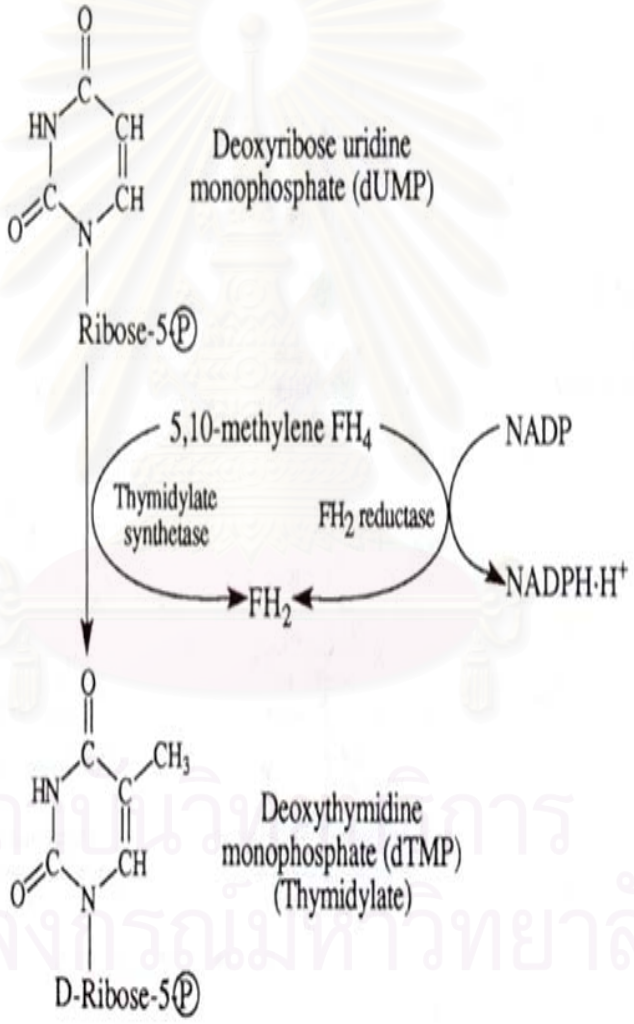


ภาพที่ 7 เมแทบอลิซึมของโฟเลต (22)

THF	tetrahydrofolate
Me	methyl group
SAMe	S-adenosylmethionine
SAH	S-adenosylhomocysteine
R	any molecule that can be methylated by SAMe.
1	serine hydroxymethyltransferase (a pyridoxal phosphate–dependent enzyme),
2	methylenetetrahydrofolate reductase,
3	methionine synthase or 5-methyltetrahydrofolate homocysteine methyltransferase (a cobalamin-dependent)
4	methionineadenosyltransferase,
5	a variety of SAMe-dependent methyltransferase enzymes,
6	adenosylhomocysteine hydrolase.

3.4 การสังเคราะห์ไทมิดีน (thymidine synthesis) จากดีออกซียูริดีน (deoxyuridine) (ภาพที่ 8)

กระบวนการนี้อาศัยเอนไซม์ไธมิดิเลตซินเทเทส (thymidilate synthetase) ร่วมกับ 5,10 - เมธิลเตตราไฮโดรโฟเลต ส่งคาร์บอนอะตอมเดี่ยวให้กับดีออกซียูริดิน (Deoxyuridine) และรีดิวซ์เมทิลีนคาร์บอน ให้เป็นเมทิลคาร์บอน

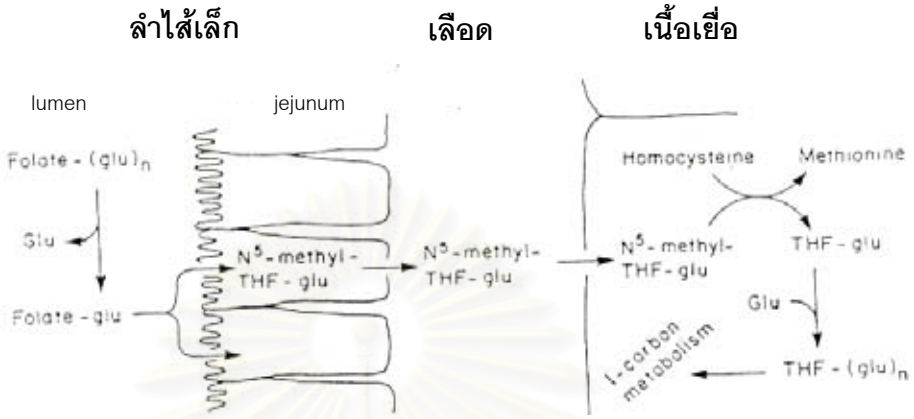


ภาพที่ 8 บทบาทในการสังเคราะห์ไทมิดีน

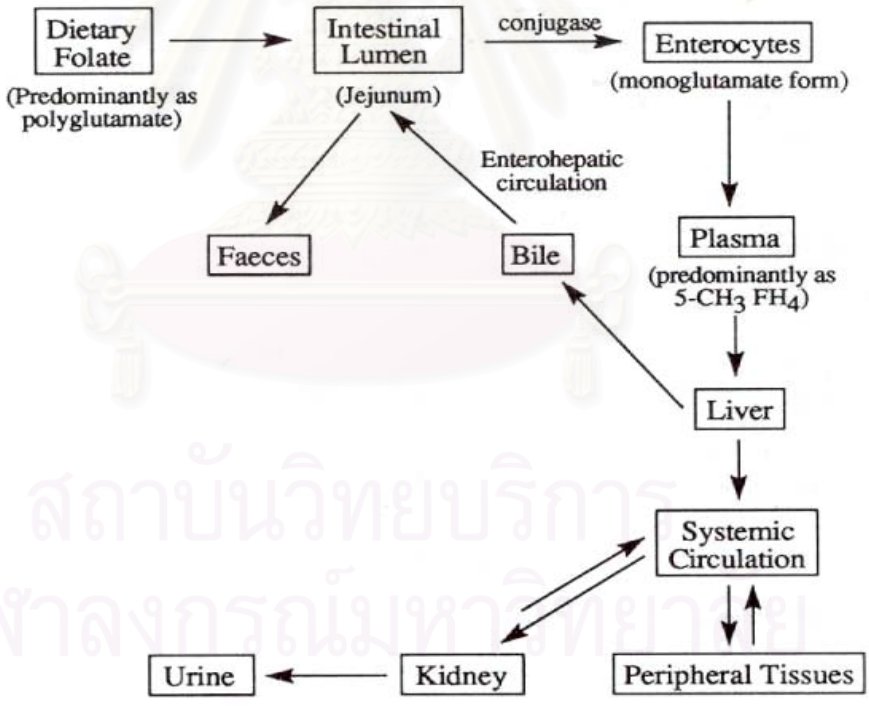
การดูดซึม การขนส่ง การกระจาย การสะสม และการขับออกจากร่างกาย (1,17,23)

ร่างกายสามารถดูดซึมโฟเลตได้ตลอดความยาวของลำไส้เล็ก แต่โฟเลตส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมบริเวณไส้เล็กส่วนต้น โฟเลตในอาหารธรรมชาติในรูปโพลีกลูตาเมตจะถูกย่อยโดยเอนไซม์โฟเลตไฮโดรไลติกคอนจูเกส (folate hydrolytic conjugase, pteroylpolyglutamate hydrolase, γ-glutamylcarboxypeptidase หรือ γ-glutamylhydrolase) ซึ่งมีอยู่ที่ผนังลำไส้เล็ก ให้เป็นโมโนกลูตาเมต จากนั้นเปลี่ยนโฟเลตให้อยู่ในรูปรีดิวซ์ ซึ่งเป็นรูปที่ออกฤทธิ์ได้ โดยอาศัยเอนไซม์เอ็นเอดีเอฟ-ดีเพ็นเดนท์ไดไฮโดรโฟเลตรีดักเทส (NADF-dependent dihydrofolate reductase) และเตตราไฮโดรโฟเลตรีดักเทส (tetrahydrofolate reductase) โมโนกลูตาเมตในรูปรีดิวซ์จะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กส่วนต้น โดยอาศัยพลังงาน (active transport) เข้าสู่กระแสโลหิต

โฟเลตที่กระจายอยู่ในพลาสมามี 3 รูปแบบคือโฟเลตอิสระ (free folate) โฟเลตจับกับตัวยึดสัมพรรคภาพต่ำ (low-affinity folate binders) และโฟเลตจับกับตัวยึดสัมพรรคภาพสูง (high-affinity folate binders) โฟเลตในซีรัมส่วนใหญ่อยู่ในรูป 5-เมทธิลเตตราไฮโดรโฟเลตจะถูกขนถ่ายไปยังเซลล์ไขกระดูก ตับ หลอดไต เรติคูโลซัยท์ และน้ำไขสันหลัง ผ่านเซลล์เมมเบรนโดยอาศัยพลังงาน และตัวพา คือ อัลบูมิน และโปรตีนยึดเกาะโฟเลต (folic binding protien, FBP) ซึ่งพบได้บริเวณผนังลำไส้เล็ก ตับ น้ำนม พลาสมา และน้ำไขสันหลัง โฟเลตถูกดูดซึมได้ดีที่สุดที่ พีเอช 6.0 ด้วยการกระตุ้นของกลูโคสและกาแลกโทส โฟเลตในรูปโมโนกลูตาเมตเมื่อเข้าสู่เซลล์จะถูกนำไปสร้างเป็นโพลีกลูตาเมตซึ่งมีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้น ทำให้ไม่สามารถผ่านออกนอกเซลล์ได้ (ภาพที่ 9) คนปกติมีการสะสมโฟเลตไว้ในร่างกาย 5,000 – 20,000 ไมโครกรัม ประมาณครึ่งหนึ่งเก็บไว้ที่ตับ โฟเลตประมาณ 100 ไมโครกรัม อยู่ในระบบหมุนเวียนผ่านลำไส้และตับในแต่ละวัน ร่างกายมีการขับถ่ายโฟเลตออกทางปัสสาวะและน้ำดี ส่วนที่ขับออกทางน้ำดีส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมกลับเข้าระบบหมุนเวียนผ่านลำไส้ และตับซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการรักษาระดับโฟเลตในซีรัม (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 9 การดูดซึมโฟเลตที่ลำไส้เล็ก (24)



ภาพที่ 10 การขนส่งและการขับถ่ายโฟเลต (19)

โฟเลตในแหล่งอาหาร

ในธรรมชาติ พืชและจุลชีพสามารถสังเคราะห์กรดโฟลิกได้ ส่วนมนุษย์และสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์โฟเลตได้เอง จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร ซึ่งพบมากในผักใบเขียว ถั่วต่างๆ ยีสต์ และตับสัตว์ พบโฟเลตได้น้อยมากในเนื้อสัตว์ โฟเลตในอาหารอยู่ในรูปเตตราไฮโดรโฟเลต การหุงต้ม การแปรรูปอาหาร หรือเก็บรักษาไว้นาน ทำให้กรดโฟลิกถูกทำลายได้ถึงร้อยละ 50 – 95 **(1,17)**

ความต้องการโฟเลต (8, 24,25)

ความต้องการโฟเลตในแต่ละวันอาจคำนวณได้จาก Minimal Daily Requirement (MDR) คือความต้องการขั้นต่ำในแต่ละวัน ใช้ประเมินว่าได้รับโฟเลตเพียงพอเพื่อรักษาระดับโฟเลตให้เป็นปกติ โดย MDR = UBS/D (เมื่อ UBS (Usable Body Stores) คือปริมาณโฟเลตที่ร่างกายสะสม และ D เป็นจำนวนวันที่จะเกิดการขาดโฟเลตในระดับเนื้อเยื่อ เมื่อร่างกายได้รับโฟเลตจากภายนอกไม่เพียงพอ)

MDR ของโฟเลตสำหรับผู้ใหญ่ประมาณ 50 ไมโครกรัม แต่วิธีนี้ทำได้ยากในมนุษย์ จึงนิยมใช้ RDA (Recommended Dietary Allowances) (ตารางที่ 2) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยความต้องการโฟเลตของประชากรปกติในขนาดเพียงพอสำหรับการสะสมไว้ระยะเวลาหนึ่ง

RDA สำหรับโฟเลตอาจใช้คำว่า Dietary Folate Equivalent (DFE) เนื่องจากการดูดซึมโฟเลตของแต่ละคนไม่เท่ากัน และโฟเลตในธรรมชาติมีหลายรูปแบบ ยากที่จะประเมินในรูปเดียวได้

จากการสำรวจในสหรัฐอเมริกาของ The National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III) **(26)** และ The Continuing Survey of Food Intakes by Individuals (CSFII) **(27)** พบว่าเด็กและวัยรุ่นส่วนใหญ่อาจได้รับโฟเลตไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ปริมาณโฟเลตที่ควรได้รับในแต่ละวัน (8, 24)

อายุ	ปริมาณโฟเลตที่ควรได้รับ (ไมโครกรัม/วัน)			
	Thai RDA 1986		US RDA 1998	
	หญิง	**ชาย**	**หญิง**	**ชาย**
3 - 5 เดือน	20	20	65*	65*
6 - 8 เดือน	25	25	80*	80*
9 - 11 เดือน	30	30	150	150
1 - 3 ปี	40	40	150	150
4 - 6 ปี	50	50	200	200
7 - 9 ปี	65	65	200	200
10 - 12 ปี	95	90	300	300
13 - 15 ปี	**135**	**130**	**400**	**400**
16 - 19 ปี	145	165	400	400
≥ 20 ปี	150	175	400	400
หญิงตั้งครรภ์	500		600	
หญิงให้นมบุตร	250		500	

หมายเหตุ : * - ข้อกำหนดปริมาณโฟเลตที่ควรได้รับในแต่ละวันสำหรับกลุ่มทารก ยังไม่กำหนดเป็น Recommended Dietary Allowances (RDA) แต่กำหนดเป็น Dietary Reference Intakes (DRIs) ในปี 1998

- คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างกายควรได้รับของประชาชนชาวไทยไม่ได้กำหนดปริมาณที่ควรได้รับสำหรับทารก อายุ 0-3 เดือนไว้ โดยถือเป็นช่วงที่เด็กทารกได้รับน้ำนมมารดา

การประเมินภาวะโฟเลตทางชีวเคมี

การประเมินภาวะวิตามินในร่างกายแบ่งเกณฑ์ตัดสินเป็น 4 ระดับ (25) ได้แก่

ระดับขาด (deficiency)

ระดับเกือบขาด หรือ ก้ำกึ่ง (marginal biochemical deficiency)

ระดับเพียงพอ (satisfactory, adequate)

ระดับมากเกินพอจนกระทั่งเป็นพิษ (excessive , toxic)

ปกติร่างกายจะมีการสะสมโฟเลตไว้ประมาณ 5,000 – 20,000 ไมโครกรัม ประมาณ 50 - 100 ไมโครกรัมถูกดูดซึมจากอาหาร เมื่อร่างกายได้รับโฟเลตจากอาหารไม่เพียงพอ ระดับ โฟเลตในร่างกายจะลดลง และปรากฏอาการทางคลินิกให้เห็นในเวลาประมาณ 4 เดือน (28)

วิธีการประเมินภาวะโฟเลต

การประเมินภาวะโฟเลตในร่างกายมีหลายวิธี ดังนี้ (28)

1. การวัดปริมาณโฟเลตในเซลล์เม็ดเลือดแดง

ปริมาณโฟเลตในเม็ดเลือดแดงแสดงถึงการสะสมโฟเลตในร่างกาย ระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดงของคนปกติอยู่ในช่วง 160 - 640 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร หากมีปริมาณต่ำกว่า 140 นาโนกรัม/มิลลิลิตร แสดงว่าการสะสมโฟเลตในร่างกายลดลง อาจเกิดภาวะขาดโฟเลตขึ้นได้ ระยะเวลาที่ตับเก็บสะสมโฟเลตสอดคล้องกับช่วงชีวิตของเซลล์เม็ดเลือดแดง คือประมาณ 4 เดือน หรือ 120 วัน (29)

2. การวัดปริมาณโฟเลตในซีรัม

ปริมาณโฟเลตในซีรัมบอกถึงปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากอาหาร ในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง แต่ไม่บอกถึงภาวะการสะสมโฟเลตของร่างกาย และไม่สามารถบอกได้ว่าการขาดโฟเลตที่เกิดขึ้นเป็นการขาดโฟเลตเรื้อรัง หรือระยะเริ่มแรก ระดับโฟเลตในซีรัมของคนปกติอยู่ในช่วง 6 - 20 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร เมื่อระดับโฟเลตในซีรัมต่ำกว่า 3 นาโนกรัม/มิลลิลิตร แสดงถึงภาวะขาดโฟเลตในขณะเก็บที่ตัวอย่างเลือดนั้นมาวิเคราะห์ (30)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การประเมินภาวะโฟเลตโดยการนับจำนวนเม็ดเลือดที่มีความผิดปกติ (32)

หลังจากขาดโฟเลตประมาณ 5 สัปดาห์ จะพบเม็ดเลือดขาวที่นิวโทรฟิวมีจำนวนกลีบมากกว่าปกติ (polymorphonuclear, PMN หรือ hypersegmented neutrophils) ในไขกระดูก ต่อมาหลังจากขาดโฟเลตประมาณ 7 สัปดาห์ เม็ดเลือดแดงจะมีขนาดและรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป มีขนาดใหญ่ขึ้นและเป็นรูปไข่ (macroovalocytes) อย่างไรก็ตามความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงอาจมีสาเหตุมาจากการขาดวิตามินบี12 ได้ ดังนั้นควรระมัดระวังในการแปลผล

4. การทดสอบด้วยฮิสติดินปริมาณสูง (Histidine load test)

เป็นการวัดปริมาณกรดฟอร์มิมิโนกลูตามิก (FIGLU) จากกระบวนการเมแทบอลิซึมของฮิสติดีน ที่ขับออกทางปัสสาวะ ปกติสารประกอบ FIGLU จะทำปฏิกิริยากับเตตราไฮโดรโฟเลตเปลี่ยนเป็น กรดกลูตามิก ถ้าร่างกายขาดโฟเลต FIGLU ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นกรดกลูตามิก ถูกขับออกทางปัสสาวะ ถ้าปริมาณที่ขับถ่ายออกมามากกว่า 200 ไมโครโมลใน 24 ชั่วโมง หรือ มากกว่า 100 ไมโครโมลใน 8 ชั่วโมง ภายหลังจากได้รับ ฮิสติดีน 5 กรัม แสดงว่าร่างกายขาดโฟเลต (19)

วิธีประเมินภาวะโฟเลตที่นิยมที่สุดคือการวิเคราะห์ปริมาณโฟเลตในซีรัมและเม็ดเลือดแดง เนื่องจากทำได้ง่ายและเป็นตัวชี้วัดภาวะโฟเลตได้ดี (28)

ตารางที่ 3 การประเมินภาวะโฟเลตทางชีวเคมี (19)

วิธีการประเมิน	**ระดับขาด**	**ระดับก้ำกึ่ง**	**ระดับเพียงพอ**
โฟเลตในซีรัม (นาโนกรัม/มิลลิลิตร)	< 3	3.0 – 6.0	> 6
โฟเลตในเม็ดเลือดแดง (นาโนกรัม/มิลลิลิตรl)	< 140	140 – 160	>160
FIGLU (โมล/24 ชั่วโมง) จากการทดสอบด้วย ฮิสติดินปริมาณสูง	> 200	–	< 200

หมายเหตุ : สัมประสิทธิ์สำหรับเปลี่ยนเป็นหน่วยระบบ SI (นาโนโมล/ ลิตร) =2.266

ภาวะขาดโฟเลต แบ่งเป็น 4 ระยะ (25)

ระยะเริ่มแรก เมื่อได้รับโฟเลตจากอาหารไม่เพียงพอ จะตรวจพบระดับโฟเลตในซีรัมต่ำกว่า 3 นาโนกรัม/มิลลิลิตร แต่โฟเลตที่สะสมไว้ในร่างกายยังไม่ลดลง ตรวจพบระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดงปกติ คือสูงกว่า 200 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

ระยะที่ 2 ระดับโฟเลตในซีรัมลดต่ำลง และระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดงต่ำกว่า 160 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

ระยะที่ 3 มีผลกระทบต่อการสร้างเม็ดเลือด (erythropoiesis) พบความบกพร่องในการสร้างดีเอ็นเอ และพบเม็ดเลือดขาวมีจำนวนกลีบมากกว่าปกติ

ระยะที่ 4 ตรวจพบอาการแสดงทางคลินิก มีภาวะซีด เม็ดเลือดแดงมีขนาดใหญ่ และ Mean Corpuscular Volume (MCV) สูงกว่าปกติ

ภาวะโลหิตจางจากการขาดโฟเลต จะไม่แสดงอาการจนกระทั่งค่าฮีมาโตคริตลดลงเหลือน้อยกว่าร้อยละ 20 (28)

สาเหตุการขาดโฟเลต (1, 19, 31)

1. ได้รับกรดโฟลิกจากการบริโภคอาหารไม่เพียงพอ

2. มีภาวะผิดปกติของการดูดซึมโฟเลต เช่น มีความผิดปกติของเซลล์เยื่อเมือก (mucosal cell) ในลำไส้เล็กส่วนเจจูนัม ภาวะความเป็นกรดด่างในลำไส้ไม่เหมาะสม นอกจากนี้ พบว่าเอนไซม์โฟเลตไฮโดรไลติกคอนจูเกซ ซึ่งใช้ในการย่อยโฟเลตให้อยู่ในรูปที่ถูกดูดซึมได้ ต้องการธาตุสังกะสีในการทำงาน ผู้ที่ขาดธาตุสังกะสีจะมีการดูดซึมโฟเลตลดลง (19)

3. การใช้ยา หรือสารเคมีบางชนิด เช่น

3.1 ยาต้านเอนไซม์ไดไฮโดรโฟเลตรีดักเทส ทำให้กรดโฟลิกไม่สามารถเปลี่ยนไปอยู่ในรูปเตตราไฮโดรโฟเลตซึ่งเป็นรูปที่มีฤทธิ์ ได้แก่ methotrexate, aminopterin,pyrimethamine, trimethoprim และ pentamidine

3.2 ยาออกฤทธิ์ยับยั้งการดูดซึมหรือการใช้กรดโฟลิก ได้แก่ ยากลุ่มยากันชัก เช่น diphenyl hydantoine, primidone ยากลุ่มบาร์บิทูเรต ยารักษาวัณโรค cycloserine ยารักษาเบาหวานกลุ่ม biguanides ยาเม็ดคุมกำเนิด และเอทานอล

3.3 ยาออกฤทธิ์ต้านกรดโฟลิกโดยไม่ทราบกลไก ได้แก่ nitrofurantoin

4. ร่างกายมีความต้องการกรดโฟลิกเพิ่มขึ้น

4.1 ภาวะตั้งครรภ์ เซลล์ของทารกในครรภ์มีความต้องการกรดโฟลิกในการเจริญเติบโตสูง ขณะตั้งครรภ์แม่จะมีกรดโฟลิกในเม็ดเลือดแดงและในซีรัมลดลง

4.2 ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของระบบเลือด เช่น ผู้ป่วยทาลาสซีเมีย (thalassemia) ภาวะโลหิตจางจากการสลายเม็ดเลือดแดงเรื้อรัง (chronic haemolytic anemia) ความผิดปกติในการเพิ่มจำนวนเซลล์ไขกระดูก (myeloproliferative disorder) ซึ่งมีการสลายตัวของเม็ดเลือดแดงเร็วกว่าปกติ ร่างกายต้องการกรดโฟเลตเพิ่มขึ้นในการสร้างเซลล์เม็ดเลือดทดแทน

5. ภาวะเจ็บป่วย

5.1 ผู้ป่วยโรคมะเร็ง มักพบการขาดโฟเลต เนื่องจากเซลล์มะเร็งมีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว จึงมีความต้องการโฟเลตมากขึ้น ประกอบกับการที่ผู้ป่วยรับประทานได้น้อยลง นอกจากนี้ในผู้ป่วยบางรายยังมีการใช้ยาที่มีฤทธิ์ต้านโฟเลตอีกด้วย

5.2 การติดเชื้อแบคทีเรีย หรือ พยาธิบางชนิด เช่น *Giardia lamblia* อาจทำให้เกิดการขาดโฟเลตได้ ซึ่งมักเกิดร่วมกับการขาดสารอาหาร เนื่องจากผู้ป่วยมีอาการอาเจียน เบื่ออาหาร ท้องเสีย ทำให้การดูดซึมโฟเลตได้น้อยกว่าปกติ

6. มีการสูญเสียโฟเลตออกจากร่างกายมากขึ้น

ในภาวะปกติมีการขับโฟเลต ทางปัสสาวะเล็กน้อย (ประมาณ 1-10 ไมโครกรัม/วัน) เนื่องจากโฟเลตจับแน่นกับโปรตีนในเลือด และมีการดูดซึมกลับที่หลอดเลือดฝอยของไต พบว่าในผู้ป่วยภาวะหัวใจล้มเหลว ผู้ป่วยโรคตับที่มีการทำลายเซลล์ตับ หรือ ผู้ป่วยโรคไตที่รักษาด้วยการฟอกไต (hemodialysis และ peritoneal dialysis) มีการสูญเสียโฟเลตมากกว่าปกติ (31)

ความผิดปกติจากการขาดโฟเลต

การขาดโฟเลตทำให้เกิดความผิดปกติของเมแทบอลิซึมของดีเอ็นเอ และเซลล์ต่างๆ ที่มีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว เช่น เซลล์เยื่อบุลำไส้เล็ก การซ่อมแซมเซลล์ตับช้าผิดปกติ เกิดความผิดปกติของไขกระดูกซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างและการเจริญเติบโตของเม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาว ทำให้เกิดการสร้างเม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติ คือ มีจำนวนลดลง และมีขนาดใหญ่มากขึ้น โดยที่ปริมาณฮีโมโกลบินคงเดิม เกิดภาวะโลหิตจางชนิดเม็ดเลือดแดงใหญ่ ผู้ป่วยจะมีอาการผิวซีด เหนื่อยง่าย หายใจลำบาก พบว่าการขาดโฟเลตในเด็กทำให้มีการเจริญเติบโตช้า มารดาที่ขาดโฟเลตขณะตั้งครรภ์ มีความเสี่ยงในการให้กำเนิดทารกที่มีความผิดปกติของหลอดประสาท (neural tube defect, NTD) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับโฟเลตต่ำมีความสัมพันธ์กับการที่ระดับโฮโมซิสเตอีนในเลือดสูง

อาการขาดโฟเลตอาจแบ่งตามระยะเวลาที่เกิดได้ ดังนี้ (1,17)

1. อาการเฉียบพลัน (acute) มักเกิดจากการได้รับยา หรือสารต้านโฟเลต ผู้ป่วยจะมีอาการเหนื่อยง่าย อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ความจำไม่ค่อยดี ท้องอืด ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน น้ำหนักลด

2. อาการแฝง (insidious) มักพบในผู้มีภาวะโภชนาการไม่ดี ผู้สูงอายุ หรือผู้ป่วยโรคเรื้อรัง ผู้ป่วยมีอาการช้าๆ หรือแทบไม่มีอาการเลย บางครั้งอาจมีอาการเบื่ออาหาร อ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย เจ็บปาก และลิ้น การเปลี่ยนแปลงเข้าวัยหนุ่มสาวช้า เกิดภาวะโลหิตจางชนิดเม็ดเลือดแดงใหญ่

โฟเลตกับการเกิดโรค

ความสัมพันธ์ระหว่างโฮโมซิสเตอีน และโฟเลต

กระบวนการเปลี่ยนโฮโมซิสเตอีนเป็นเมไทโอนีน อาศัยหมู่เมทธิลจากเมทธิลโฟเลตโดยมีวิตามินบี 12 เป็นปัจจัยร่วม การขาดสารเหล่านี้ทำให้ระดับโฮโมซิสเตอีนสูงขึ้น และก่อให้เกิดความเสียหายของหลอดเลือด (2) มีหลายการศึกษายืนยันว่าระดับโฮโมซิเตอีนจะสูงขึ้นอย่างชัดเจน

เมื่อโฟเลตในซีรัมต่ำลง และ สามารถลดระดับโฮโมซิสเตอีนได้เมื่อเสริมกรดโฟลิก หรือบริโภคอาหารที่มีโฟเลตสูง พบว่าระดับโฟเลตในซีรัมต่ำกว่า 3 นาโนกรัม/มิลลิลิตร (เมื่อไม่มีการขาดวิตามินบี12 ร่วมด้วย) มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะโฮโมซิสเตอีนสูง โฟเลตในซีรัม 3 - 4.9 นาโนกรัม/มิลลิลิตร มีความเสี่ยงปานกลาง และระดับโฟเลตในซีรัมสูงกว่า 4.9 นาโนกรัม/มิลลิลิตร มีความเสี่ยงต่ำ (32) จากการศึกษาของ Brouwer และคณะ (33) พบว่าการบริโภคอาหารที่มีโฟเลตสูง 560 ไมโครกรัม/ วัน หรือการบริโภคอาหารโฟเลตต่ำในขนาด 260 ไมโครกรัม/ วัน ร่วมกับการเสริมกรดโฟลิก 250 ไมโครกรัม/ วัน เป็นเวลา 14 วัน สามารถลดระดับโฮโมซิสเตอีนได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับการให้อาหารโฟเลตต่ำร่วมกับยาหลอก อย่างไรก็ตามมีหลายการศึกษาที่พบว่า โฟเลตจากอาหารธรรมชาติมีผลต่อระดับโฮโมซิสเตอีน และภาวะโฟเลตในร่างกายน้อย (2)

การเสริมกรดโฟลิก หรือเสริมกรดโฟลิกร่วมกับวิตามินบี 12 มีความปลอดภัยและได้ผลดีในการลดระดับโฮโมซีสเตอีนในพลาสมา โดยพบว่าการเสริมกรดโฟลิกวันละ 437 ไมโครกรัม ในผู้สูงอายุ ทำให้ระดับโฟเลตเพิ่มขึ้นในซีรัม 27 นาโนโมล/ลิตร (11.9 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) และลดระดับโฮโมซิสเตอีนลงร้อยละ 21 (2) นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมกรดโฟลิกในระยะยาวช่วยปรับปรุงผนังหลอดเลือดแดง และมีส่วนในการป้องกันการเกิดหลอดเลือดแข็ง (atherosclerosis) ในผู้ที่มีระดับโฮโมซีสเตอีนสูง จากการศึกษาของ Woo และคณะ (34) โดยให้กรดโฟลิกเสริมวันละ 10 มิลลิกรัมแก่อาสาสมัครสุขภาพดีที่ระดับโฮโมซิสเตอีนสูง จำนวน 29 ราย เป็นเวลา 1ปี พบว่าระดับโฮโมซิสเตอีนลดลงจาก 9.0 $\pm$ 1.7 ไมโครโมล/ลิตร เป็น 7.9 $\pm$ 2.0 ไมโครโมล/ลิตร และ flow-mediated dilation ดีขึ้น

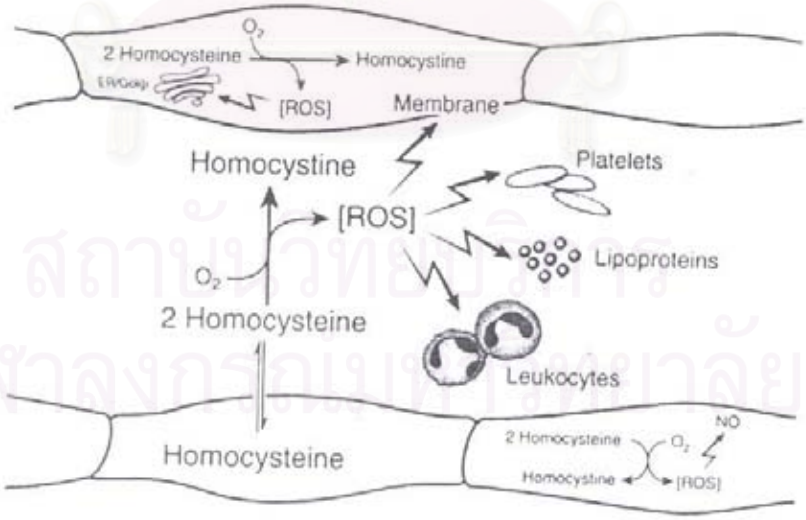
การศึกษาเปรียบเทียบการเสริมโฟเลตในระดับต่างๆ พบว่าการเสริมโฟเลตวันละ 300 และ 400 ไมโครกรัมเป็นเวลา 70 วัน ให้ผลลดระดับโฮโมซิสเตอีนได้มากกว่า การเสริมโฟเลตวันละ 200 ไมโครกรัม (35) ซึ่งจากหลายการศึกษาพบว่าการเสริมกรดโฟลิกขนาดที่เพียงพอสำหรับการลดระดับโฮโมซิสเตอีนไม่เกินกว่า 500 ไมโครกรัม/วัน (36)

โฮโมซิสเตอีน กับโรคหัวใจและหลอดเลือด

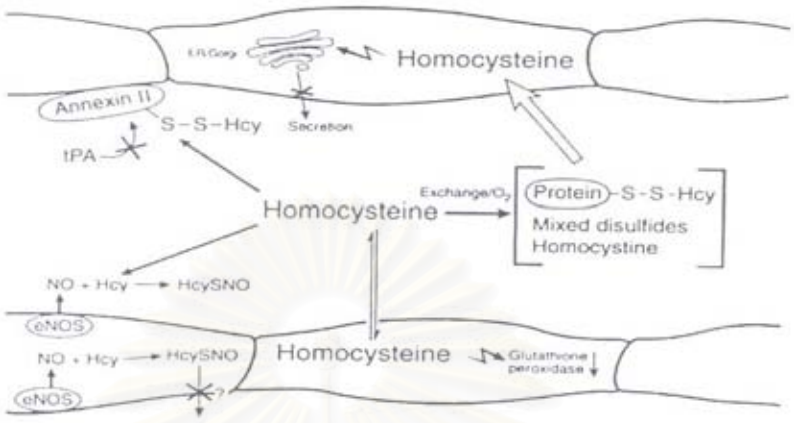
โฮโมซิสเตอีน เป็นกรดอะมิโนซึ่งสร้างจากตับ ปัจจุบันพบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะอุดตันของหลอดเลือด (37 - 39) มีกลไกที่ใช้ในการอธิบายการเกิดหลอดเลือดแข็งจากภาวะโฮโมซิสเตอีนสูง 2 สมมุติฐาน ได้แก่

1. สมมุติฐานเกี่ยวกับฤทธิ์ของโฮโมซิสเตอีนผ่านกระบวนการออกซิเดชัน (Oxidative stress hypothesis) พบว่าโฮโมซิสเตอีนมีคุณสมบัติเป็นโปรออกซิแดนท์ (prooxidant) เมื่อระดับโฮโมซิสเตอีนสูงขึ้น โฮโมซิสเตอีน 2 โมเลกุลจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (autooxidation) กับออกซิเจนในระบบไหลเวียนเลือด และในเซลล์ เกิดรีแอกทีฟออกซิเจนสปีชีส์ (reactive oxygen species, ROS) ทำลายผนังเซลล์ เกล็ดเลือด ไลโปโปรตีน เม็ดเลือดขาว เอ็นโดพลาสมิกเรติคูลัม และไนตริกออกไซด์ (NO) (ภาพที่ 11) อย่างไรก็ตามยังไม่มีดัชนีชี้วัดที่ไวพอในการยืนยันสมมุติฐานนี้ (25)

2. สมมุติฐานเกี่ยวกับฤทธิ์ของโฮโมซิสเตอีนในการทำลายโมเลกุลเป้าหมายโดยตรง (Molecular target hypothesis) (25) พบว่าโฮโมซิสเตอีน ลดฤทธิ์ของกลูตาไทโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase activity) และเพิ่มฤทธิ์ของซุบเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (superoxide dismutase activity) นอกจากนี้โฮโมซิสเตอีนยังสามารถจับกับ annexin ทำให้การเปลี่ยนแปลงพลาสมิโนเจน (plasminogen) ไปเป็นพลาสมิน (plasmin) ได้น้อยลง ยับยั้งการซ่อมแซมผนังเซลล์ (2) และพบว่าโฮโมซิสเตอีนจับกับไนตริกออกไซด์ ทำให้ไนตริกออกไซด์ไม่สามารถออกฤทธิ์ขยายหลอดเลือดได้ (ภาพที่ 12) และโฮโมซิสเตอีนยังมีความเป็นพิษโดยตรงต่อเซลล์ผนังหลอดเลือด (2)



ภาพที่ 11 สมมุติฐานเกี่ยวกับฤทธิ์ของโฮโมซิสเตอีนผ่านกระบวนการออกซิเดชัน



ภาพที่ 12 สมมุติฐานเกี่ยวกับฤทธิ์ของโฮโมซิสเตอีนในการทำลายโมเลกุลเป้าหมายโดยตรง

โฟเลต กับโรคหัวใจและหลอดเลือด

มีการศึกษาพบว่าระดับโฟเลตในซีรัมสูงกว่า 10 นาโนโมล/ลิตร (4.4 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร) มีผลลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดอย่างมีนัยสำคัญ **(40-43)** โดยเฉพาะในผู้หญิงอายุ 35-55 ปี **(44-45)** นอกจากนี้การศึกษาในคนผิวดำพบว่า ผู้มีโฟเลตต่ำกว่า 9.2 นาโนโมล/ ลิตร (4.1 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) เพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง (stroke) **(46)** และจากข้อมูลเดียวกันนี้ พบว่าระดับโฟเลตสูงกว่าหรือเท่ากับ 21.8 นาโนโมล/ ลิตร (10 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) มีผลป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดในผู้มีอายุ 35-55 ปี แต่กลับเพิ่มความเสี่ยงในผู้มีอายุมากกว่า 55 ปี

การศึกษาระดับโฟเลตในซีรัมของผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดหลายการศึกษาพบว่ามีระดับโฟเลตต่ำกว่าคนปกติอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อแบ่งผู้ป่วยตามระดับโฮโมซิสเตอีน พบว่าผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดที่ระดับโฮโมซิสเตอีนต่ำมีระดับโฟเลตทั้งในซีรัมและเม็ดเลือดแดงสูง เห็นได้ว่าระดับโฟเลตมีความสัมพันธ์ในเชิงผกผันกับระดับโฮโมซิสเตอีนในผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด **(44)**

Brouwer และคณะ (33) เสนอให้ใช้ค่าโฟเลตในซีรัมต่ำกว่า 10 นาโนโมล/ ลิตร (4.9 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) แสดงถึงระดับการขาดโฟเลต โดยอาศัยเกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับโฟเลตในซีรัมกับระดับโฮโมซิสเตอีน

อย่างไรก็ตามพบว่า การขาดโฟเลตมีความสัมพันธ์กับโรคหลอดเลือดส่วนปลายและหลอดเลือดหัวใจในผู้ที่มีระดับโฮโมซิสเตอีนปกติด้วย จึงเป็นไปได้ว่าระดับโฟเลตมีผลโดยตรง ต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (independent effect) (2)

จากการศึกษาของ Undurti N (45) พบว่าความบกพร่องของไนตริกออกไซด์ที่ผนังหลอดเลือด เป็นตัวชี้วัดขั้นต้นของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ปัจจัยเสี่ยงส่วนใหญ่ของการเกิดหลอดเลือดอุดตันมีความสัมพันธ์กับการลดการสร้างไนตริกออกไซด์ โฟเลตมีส่วนในการกระตุ้นการสร้างไนตริกออกไซด์ โดยเพิ่มความเข้มข้นของไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า-3 (ω-3 PUFAs) และกระตุ้นการสร้างเตตราไฮโดรไบโอเทอริน (tetrahydrobioterin, H_4B) ซึ่งเป็นปัจจัยร่วมที่สำคัญในการสร้างไนตริกออกไซด์ นอกจากนี้โฟเลตยังมีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ ยับยั้งการสร้างซุบเปอร์ออกไซด์ภายในเซลล์ และเพิ่มค่าเวลาครึ่งชีวิตของไนตริกออกไซด์

พบว่าการบริโภคโฟเลตน้อยกว่าวันละ 327 ไมโครกรัม เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด 5 เท่า เมื่อเทียบกับการบริโภคโฟเลตวันละมากกว่า 475 ไมโครกรัม (46) นอกจากนี้ยังพบว่าการบริโภคผักผลไม้มีความสัมพันธ์ในเชิงผกผันกับการเกิดโรคหลอดเลือดสมองและ ภาวะขาดเลือด (transient ischemic attack, TIA) (47) และจากการศึกษาติดตามผู้ป่วยกล้ามเนื้อหัวใจตาย และผู้ป่วยที่เสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นเวลา 14 ปี ของ Rimm และคณะ (48) พบว่าผู้ชายที่บริโภคโฟเลต 696 ไมโครกรัม/วัน มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดลดลงเทียบกับผู้ที่บริโภคโฟเลต 158 ไมโครกรัม/วัน ผลการศึกษาเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการบริโภคอาหารโฟเลตมากกว่า 400 ไมโครกรัม/วัน ซึ่งเป็นปริมาณที่แนะนำในปัจจุบัน (24) อาจมีความสำคัญต่อการป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (2)

โฟเลตและโรคมะเร็ง

โฟเลตมีบทบาทสำคัญในการสร้างดีเอนเอ และการแบ่งเซลล์ จึงมีการนำความรู้นี้มาใช้ในการรักษาโรคมะเร็งด้วยยาที่มีฤทธิ์ต้านโฟเลต ได้แก่ methotrexate, 5-fluorouracil (5 – FU) เพื่อขัดขวางการแบ่งตัวและการสร้างดีเอ็นเอของเซลล์มะเร็ง (49) ปัจจุบันมีความสนใจศึกษาผล

ของโฟเลตในการป้องกันการเกิดมะเร็ง เนื่องจากพบว่ามีภาวะโฟเลตลดลงในผู้ป่วยมะเร็งชนิดต่างๆ เช่น มะเร็งปากมดลูก ลำไส้ตรง ตับ สมอง หลอดอาหาร ตับอ่อน และเต้านม (50) โดยมีสมมุติฐานเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของ โฟเลต วิตามินบี6 วิตามินบี12 เมไทโอนีน และแอลกอฮอล์ ในกระบวนการเมทิลเลชันของดีเอ็นเอ ซึ่งมีความสำคัญในการควบคุมยีน ในผู้ป่วยมะเร็งลำไส้พบว่ามีความไม่สมดุลของกระบวนการเมทิลเลชัน (51) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าการมีระดับโฟเลตในซีรัมต่ำจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะเจริญผิดปกติของคอมดลูก (cervical dysplasia) อย่างมีนัยสำคัญ (52)

จากการศึกษาทางระบาดวิทยาและทางคลินิกอาจสรุปได้ว่าแม้ว่าการที่โฟเลตต่ำจะช่วยชะลอการเติบโต หรือฆ่าเซลล์มะเร็งได้ แต่สำหรับเซลล์ปกติ การขาดโฟเลตอาจส่งเสริมให้มีการเปลี่ยนแปลงไปสู่การเกิดเซลล์ผิดปกติได้ (49)

โฟเลต กับ ระบบการเรียนรู้ อารมณ์ และความจำ (Cognitive function)

มีสมมุติฐานเกี่ยวกับกลไกของโฟเลตที่เกี่ยวข้องกับระบบการเรียนรู้ อารมณ์ และความจำที่สำคัญ 2 กลไก (22) ได้แก่

1. สมมุติฐานการเกิดปฏิกิริยาเมทิลเลชันต่ำกว่าปกติ (Hypomethylation hypothesis) โฟเลต วิตามินบี6 และวิตามินบี12 มีผลโดยตรงและเฉียบพลันในการยับยั้งปฏิกิริยาเมทิลเลชันผ่านระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System, CNS) ซึ่งเกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของสารสื่อประสาทที่สำคัญต่อระบบจิตและประสาท ได้แก่ โดปามีน (dopamine) ซีโรโตนิน (serotonin) นอร์อิพิเนฟริน (norepinephrine) และเมลาโตนิน (melatonin)

2. สมมุติฐานเกี่ยวข้องกับโฮโมซิสเตอีน (Homocysteine hypothesis) ผลระยะยาวของโฟเลต วิตามินบี 6 และ วิตามินบี 12 อาจมีส่วนในการรักษาความสมบูรณ์ของระบบประสาทส่วนกลาง ผ่านบทบาทในการป้องกันโรคหลอดเลือดจากโฮโมซิสเตอีน

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงบทบาทของโฟเลตต่อความจำและอารมณ์ พบว่าการขาดโฟเลตทำให้ เอส-อะดีโนซิลเมไทโอนีน (S-adenosylmethionine, SAMe) ในสมองลดลงซึ่งเกี่ยวข้องกับอาการซึมเศร้าในผู้ป่วยบางราย (22, 53) และพบว่าการขาดโฟเลตในผู้สูงอายุมีความสัมพันธ์กับการลดความสามารถในการจำและการรับรู้ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer disease) (54, 55)

โฟเลต กับความผิดปกติของทารกในครรภ์

การขาดโฟเลตพบได้สูงในกลุ่มหญิงตั้งครรภ์ เนื่องจากร่างกายมีความต้องการโฟเลตเพิ่มขึ้น เพื่อการแบ่งเซลล์ การเพิ่มขนาด และการเจริญเติบโตของทารก นอกจากนี้พบว่าหญิงตั้งครรภ์ไตรมาสที่ 2 และ 3 มีการขับสารเมแทบอไลต์ (metabolite) ของโฟเลตออกทางปัสสาวะมากกว่าหญิงปกติประมาณ 200 ไมโครกรัม/วัน (56)

หญิงวัยเจริญพันธุ์ที่มีระดับโฟเลตต่ำ จะมีความเสี่ยงต่อการให้กำเนิดทารกที่มีความผิดปกติของหลอดประสาทที่บริเวณสมองและกระดูกสันหลัง (57,58) ความผิดปกติของหลอดประสาทที่สำคัญได้แก่ ภาวะกระดูกสันหลังโหว่ (spina bifida) และสภาพไร้สมอง (anencephaly) ภาวะกระดูกสันหลังโหว่ เกิดจากลำกระดูกสันหลังปิดไม่สนิท มีส่วนของกระดูกสันหลังยื่นโปนออกมา ทำให้เกิดอัมพาตใต้กระดูกส่วนที่ยื่นออกมานั้น ส่วนสภาพไร้สมองเป็นภาวะที่ตัวอ่อนขาดพัฒนาการทางสมอง เนื่องจากปลายหลอดประสาทด้านศีรษะปิดไม่สนิท เด็กที่เกิดมาไม่มีสมองส่วนหน้า ซีรีบรัม (cerebrum) กระโหลกศีรษะ หนังศีรษะ และเสียชีวิตหลังคลอด การศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา เม็กซิโก และไอร์แลนด์ พบความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของหลอดประสาทที่บริเวณสมองและกระดูกสันหลังในทารกที่เกิดจากมารดาที่มีระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดงต่ำกว่าปกติในอัตรา 6 คน 3.9 คน และ 1.9 คน ต่อทารก 1,000 คน ตามลำดับ (59, 60) สำหรับประเทศไทยรายงานจากกระทรวงสาธารณสุขในปี พ.ศ. 2538 – 2541 พบทารกที่มีความผิดปกติของหลอดประสาท 1, 35, 26, และ 4 คน ตามลำดับ (61 - 64)

การศึกษาในสวีเดนยังพบว่าหญิงตั้งครรภ์ที่มีระดับโฟเลตต่ำจะมีอัตราการแท้งตั้งแต่อายุครรภ์น้อย (early miscarriage) สูงกว่าหญิงตั้งครรภ์ที่มีโฟเลตระดับเพียงพอ ในสหรัฐอเมริกาพบว่าการเติมกรดโฟลิกลงในอาหารธัญญพืช อาจป้องกันการแท้งในหญิงตั้งครรภ์บางราย และยังช่วยลดการกำเนิดทารกที่มีความผิดปกติของหลอดประสาท (65)

นอกจากนี้ พบว่าผู้ชายซึ่งรับประทานอาหารที่มีโฟเลตต่ำ หรือดื่มแอลกอฮอล์สูง เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของอสุจิ ทำให้เกิดตัวอ่อนที่ผิดปกติได้ (66)

ภาวะโภชนาการ

ภาวะโภชนาการ หมายถึง สภาวะทางสุขภาพของบุคคลที่มีผลเนื่องมาจากการรับประทานอาหาร การย่อยอาหาร การดูดซึม การขนส่ง การสะสม และผลของการเผาผลาญสารอาหารในระดับเซลล์ (28) ภาวะโภชนาการมีผลโดยตรงต่อสุขภาพ การเจริญเติบโตของเด็ก คุณภาพชีวิต ประสิทธิภาพในการศึกษาเล่าเรียน การทำงาน ภาวะโภชนาการที่ดีจึงเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาสังคม และเศรษฐกิจ ปัญหาโภชนาการในปัจจุบันของไทย คือภาวะอาหารไม่สมดุล ปรากฏใน 2 รูปแบบ คือ ภาวะโภชนาการต่ำ และ ภาวะโภชนาการเกิน การประเมินภาวะโภชนาการด้วยการวัดสัดส่วนของร่างกาย (anthropometric assessment) ของเด็กนิยมใช้เกณฑ์น้ำหนักเทียบส่วนสูงตามเกณฑ์มาตรฐาน ภาวะโภชนาการเกินหมายถึง มีน้ำหนักเทียบส่วนสูงมาตรฐานสูงกว่า +1.5 SD และหากมีระดับสูงกว่า +3 SD ถือว่าเป็นโรคอ้วน ส่วนภาวะโภชนาการต่ำหมายถึง มีน้ำหนักเทียบส่วนสูงมาตรฐานต่ำกว่า -1.5 SD

โรคอ้วน

โรคอ้วน หมายถึง ภาวะที่ร่างกายมีน้ำหนักตัวมากกว่าปกติ มีการสะสมของไขมันใต้ผิวหนัง ซึ่งสาเหตุสำคัญเกิดจากการที่ร่างกายได้รับสารอาหารโดยเฉพาะพลังงานมากเกินกว่าที่จะสามารถใช้ได้หมด (9,11) พบปัญหานี้ในเด็กและวัยรุ่นสูงขึ้น เนื่องจากเด็กวัยนี้มีการปรับตัวเรื่องการบริโภค มีความสามารถในการเลือกซื้ออาหารรับประทานเอง ซึ่งมักได้รับอิทธิพลจากสื่อโฆษณา อาหารที่รับประทานส่วนใหญ่เป็นพวกแป้งกรอบ ข้าวเกรียบ ข้าวโพดอบเนย น้ำอัดลม (9) โดยเฉพาะในเด็กอ้วน หรือมีภาวะโภชนาการเกิน มักจะมีการบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสม (10, 11) เช่น มีการบริโภคแป้ง น้ำตาล และไขมันในปริมาณสูง ขณะที่บริโภคผัก และผลไม้ปริมาณต่ำ

ผลแทรกซ้อนของโรคอ้วน

1. โรคเบาหวาน

พบว่าผู้ป่วยโรคอ้วนมีเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตผิดปกติ (10) เกิดภาวะอินซูลินในเลือดสูง ภาวะดื้อต่ออินซูลิน และโรคเบาหวาน พบว่าความชุกของโรคเบาหวานแปรผัน

ตามน้ำหนักตัว (67) จากการศึกษาในเด็กอ้วนอายุ 3 เดือน – 15 ปี จำนวน 158 ราย (68) พบว่ามีระดับอินซูลินในเลือดสูงกว่าปกติทั้งในภาวะอดอาหาร และหลังอาหาร โดยมีความสัมพันธ์กับระดับความอ้วน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของรัชนีบูลย์ เงินวิลัย (69) ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 64 ราย พบว่าไม่มีความแตกต่างของระดับกลูโคสในภาวะอดอาหารระหว่างนักเรียนอ้วน และนักเรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญ

2. ระดับไขมันในเลือดสูง

มักพบว่าในคนอ้วน มีระดับไตรกลีเซอไรด์ คอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDL-C) และคอเลสเตอรอลรวม สูงกว่าปกติ แต่มีคอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นสูง (HDL-C) ระดับต่ำ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (70) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของรัชนีบูลย์ เงินวิไล (69) พบว่าระดับระดับคอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นต่ำ และคอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นสูง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเด็กอ้วนและเด็กปกติ

3. ความดันโลหิตสูง

พบว่าโรคอ้วนเป็นสาเหตุหนึ่งของความดันโลหิตสูง (11) ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ จากการศึกษาในนักเรียน 4,829 คน ของ Lauer (71) พบว่าเด็กอ้วนมีความชุกของภาวะความดันโลหิตสูงมากกว่าเด็กปกติ สอดคล้องกับการศึกษาของรัชนีบูลย์ เงินวิไล (69) ซึ่งพบว่าโรคความดันโลหิตสูงในเด็กมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว (72) และพบได้มากขึ้นในคนที่อ้วนตั้งแต่อายุยังน้อย เกิดจากคนอ้วนต้องส่งเลือดในปริมาตรมากไปเลี้ยงร่างกายที่ใหญ่ขึ้น (72)

4. ความผิดปกติของกระดูกและข้อ

น้ำหนักที่มากเกินไปทำให้กระดูกและข้อผิดรูปร่าง กระดูกบริเวณขาอ่อนแอ โก่งโค้ง และทำให้เกิดข้อบริเวณหัวเข่าอักเสบ นอกจากนี้ยังมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเก๊าท์ได้ 2.5 เท่าของคนน้ำหนักปกติ (73)

5. ความผิดปกติของผิวหนัง (11, 73)

พบว่าผิวหนังบริเวณซอกคอ รักแร้ ข้อพับ และใต้ราวนมของเด็กที่อ้วนมาก จะมีสีคล้ำ อักเสบเป็นแผลเปื่อย บางรายมีลักษณะเป็นปื้นดำหนาและขรุขระเป็นขุยคล้ายกำมะหยี่

เรียกว่า acanthosis nigricans ซึ่งอาจพบร่วมกับมะเร็งในช่องท้อง และบ่อยครั้งพบร่วมกับความผิดปกติทางต่อมไร้ท่อ ได้แก่ ภาวะดื้อต่ออินซูลิน สิว ภาวะการขาดประจำเดือน อาการทางผิวหนังนี้จะดีขึ้นเมื่อลดน้ำหนักลง

6. ความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ

เด็กอ้วนมักมีการหายใจเร็วและตื้น เนื่องจากมีไขมันบริเวณผนังทรวงอกและช่องท้องมาก ทำให้กระบังลมเคลื่อนไหวได้น้อยกว่าปกติ ปอดขยายตัวได้น้อย อาจมีการคั่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้อ่อนเพลีย ซึม หลับง่าย หรืออาการที่เรียกว่า Pickwician syndrome ซึ่งอาการดีขึ้นภายหลังการลดน้ำหนัก (74, 75) นอกจากนี้มีรายงานว่าเด็กอ้วนมีความถี่ของการเกิดโรคหลอดลมอักเสบมากกว่าปกติ (75)

7. ความผิดปกติของระบบต่อมไร้ท่อ

นอกจากความผิดปกติของระดับอินซูลินแล้ว พบว่าเด็กอ้วนอาจมีความผิดปกติของระดับฮอร์โมนอื่นๆ เช่น โปรแลคติน (prolactin) ไทรอยด์สติมูเลติงฮอร์โมน (TSH) แอนโดรเจน (androgen) (11) พบว่าผู้ชายอ้วนจะมีระดับเทสโทสเทอโรนในซีรัมลดลง โดยมีความสัมพันธ์ผกผันกับระดับความอ้วน แต่ระดับเอสตระไดออล และเอสโตรนสูงขึ้น ในผู้หญิงอ้วนพบรังไข่เกิดไฮยาลิไนเซชัน (hyalinization) และ ฟอลลิเคิล (follicle) ฝ่อลง ประจำเดือนผิดปกติ (73)

8. สมรรถภาพในการทำงาน

จากการศึกษาสมรรถภาพในการออกกำลังกายด้วยวิธีต่างๆ พบว่าเด็กอ้วนมีสมรรถภาพในการทำงานน้อยกว่าเด็กที่มีน้ำหนักปกติ (76, 77)

9. โรคของถุงน้ำดี

พบว่าปัญหาของถุงน้ำดีเกิดมากขึ้นตามวัย ความอ้วน และจำนวนบุตร ผู้หญิงอ้วนอายุ 20-30 ปี มีโอกาสเกิดปัญหาของถุงน้ำดีถึง 6 เท่าของคนปกติ และพบว่า 1 ใน 3 ของคนอ้วนอายุประมาณ 60 ปีจะเป็นโรคถุงน้ำดี เนื่องจากคนอ้วนมีการสร้างและขับคอเลสเตอรอลออกทางน้ำดีมากกว่าปกติ (73) Nestel และคณะ (78) พบว่าคนอ้วนมีการสร้างคอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้นวันละ 22 มิลลิกรัมของเนื้อเยื่อไขมันที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม

10. โรคมะเร็ง

พบว่าผู้ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานมากกว่าร้อยละ 30 มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งลำไส้ มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งเต้านม มะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก มะเร็งรังไข่ และมะเร็งถุงน้ำดี (11) คนอ้วนปานกลาง (น้ำหนักเกินมาตรฐานร้อยละ 140 ขึ้นไป) จะมีอัตราการตายจากโรคมะเร็งมากกว่าคนน้ำหนักปกติถึงร้อยละ 55 (73) มะเร็งที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ มะเร็งของถุงน้ำดี เต้านม มดลูก และมะเร็งรังไข่ นอกจากนี้ผู้ชายอ้วนมีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งมากกว่าผู้ชายไม่อ้วนถึงร้อยละ 33 ที่พบมากได้แก่ มะเร็งลำไส้ และต่อมลูกหมาก

11. โรคหัวใจและหลอดเลือด

พบว่าผู้ที่อ้วนมาก มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจตีบตันประมาณ 2 เท่าของผู้มีน้ำหนักตัวปกติ และผู้ชายอ้วนมีโอกาสเสียชีวิตจากหลอดเลือดในสมองอุดตันกว่า 2 เท่าของผู้ชายปกติ การลดน้ำหนักสามารถทำให้ภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ลดลง (73)

12. ปัญหาด้านจิตใจ

โรคอ้วนทำให้เสียบุคลิกภาพ อาจทำให้ถูกล้อเลียน เด็กอ้วนอาจเกิดปมด้อย บางคนแยกตัวจากกลุ่มเพื่อน มีปัญหาการเข้าสังคม มีปัญหาพฤติกรรมและการเรียน ปัญหาทางจิตใจอาจทำให้เด็กหาทางออกโดยการรับประทานมากขึ้น ทำให้อ้วนมากขึ้นได้ (11)

ระดับโฟเลตในซีรัมและภาวะโภชนาการ

การศึกษาของ Fung และคณะ (5) พบว่ารูปแบบการบริโภคอาหารมีความสัมพันธ์กับความอ้วน และระดับโฟเลตในซีรัม ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

การศึกษาระดับโฟเลตในซีรัมของผู้ใหญ่ในเขตกรุงเทพฯ จำนวน 323 ราย ด้วยวิธีเรดิโออิมมิวโนเอสเส (Radioimmuno assay) (12) พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน มีโฟเลตในซีรัมอยู่ในช่วง 1.7 – 32 นาโนกรัม/มิลลิลิตร (มัธยฐาน = 6.5) ขณะที่กลุ่มน้ำหนักปกติมีระดับโฟเลตอยู่ในช่วง 3.1 – 26 นาโนกรัม/มิลลิลิตร (มัธยฐาน =11.5) นอกจากนี้กลุ่มน้ำหนักเกินและอ้วนมีโฟเลตในซีรัมอยู่ในระดับขาด (ต่ำกว่า 3 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) ร้อยละ 6 โดยระดับโฟลิก

ในซีรัมมีความสัมพันธ์กับค่าฮีโมโกลบินและฮีมาโตคริต และพบว่า ระดับโฟลิกในซีรัมมีความสัมพันธ์ในทางผกผันกับค่าดัชนีมวลกาย เมื่อดัชนีมวลกายสูงกว่าหรือเท่ากับ 25

การศึกษาของ Casanueva และคณะ (79) ในหญิงวัยเจริญพันธุ์ พบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงผกผันระหว่างดัชนีมวลกาย และโฟเลตในเม็ดเลือดแดง พบว่าผู้หญิงที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่า 27 ส่วนใหญ่มีโฟเลตในเม็ดเลือดแดงต่ำกว่า 320 พิโคโมล/ลิตร

การศึกษาของ Gallistl และคณะ (15) ในเด็กและวัยรุ่น พบว่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์กับระดับโฮโมซิสเตอีน และเป็นปัจจัยอิสระที่ใช้ทำนายระดับโฮโมซิสเตอีนได้ โดยระดับโฟเลตมีความสัมพันธ์ผกผันกับระดับโฮโมซิสเตอีน มวลไขมัน (fat mass) และดัชนีมวลกาย ซึ่งอาจเกิดจากผู้มีดัชนีมวลกายสูงมีการบริโภคโฟเลตปริมาณต่ำ (16)

การศึกษาของ กานต์ณัชชา มัดจุปะ (13) พบว่าหญิงวัยเจริญพันธุ์ร้อยละ 20 มีภาวะโภชนาการต่ำ และพบความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างดัชนีมวลกายกับระดับโฟเลตในซีรัมเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผู้มีภาวะโภชนาการต่ำ (BMI < 18.5 กิโลกรัม/ตารางเมตร) กับภาวะโภชนาการปกติ การศึกษาของรังสรรค์ ตั้งตรงจิตร และคณะ (14) ในหญิงชาวขอนแก่นจำนวน 607 ราย พบว่า ร้อยละ 7.6 มีภาวะโภชนาการต่ำ และร้อยละ 4.3 มีภาวะขาดโฟเลต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงกระบวนการวิจัย ได้แก่ รูปแบบการวิจัย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

รูปแบบการวิจัย

การศึกษาวิจัยเป็น Cross-sectional study สำรวจ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยมีกลุ่มเปรียบเทียบ

ประชากรที่ทำการศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อายุระหว่าง 13 – 15 ปี ของโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สังกัดกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546

กลุ่มตัวอย่าง

1. ขนาดตัวอย่าง

จากข้อมูลของมูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2541 พบว่าเด็กวัยเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร ร้อยละ 13.3 เป็นโรคอ้วน (7) นำมาใช้คำนวณหาขนาดตัวอย่าง เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่ครอบคลุมนักเรียนทั้งที่มีภาวะโภชนาการปกติ และโภชนาการเกิน

งานวิจัยนี้กำหนดระดับความเชื่อมั่น (α) = 0.05 และความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัดส่วนไม่เกินร้อยละ 7

คำนวณขนาดตัวอย่างจากสูตร (80)

$$n = Z^2_{\alpha} pq / d^2$$

เมื่อ

n = จำนวนตัวอย่าง

Z_{α} = ค่าวิกฤต Z ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 = 1.96

p = สัดส่วนความชุกของภาวะโภชนาการเกิน = 13/100

q = 1- p = 1 – 0.13

d = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้มีได้ = 7/100

$$n = 1.96^2 (0.13)(0.87) / 0.07^2$$

$$n = 89$$

การคำนวณจำนวนตัวอย่าง เผื่อกรณีตัวอย่างออกจากการทดลอง (R) ร้อยละ 20

$$\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมด} = n / (1-R)$$

$$= 89 / 0.8$$

$$= 111$$

2. การเลือกตัวอย่าง

เลือกตัวอย่างโรงเรียนแบบเฉพาะเจาะจง จากโรงเรียนมัธยมในสังกัดกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร (117 โรงเรียน) ได้โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ซึ่งอยู่ในเขตการศึกษาที่ 1 ตั้งอยู่ที่ถนนพระราม 6 คลองประปา แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร มีนักเรียนทั้งหมด 3,451 คน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุ่มเลือกตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อายุ 13-15 ปี จำนวน 546 คน ที่สมัครใจ และได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง จำนวน 132 คน แบ่งกลุ่มตาม ภาวะโภชนาการ โดยใช้เกณฑ์อ้างอิง ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2542 (81,82) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักเรียนที่มีภาวะโภชนาการเกิน คือ มีน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง (weight for height) มากกว่า +1.5 S.D.

กลุ่มที่ 2 นักเรียนที่มีภาวะโภชนาการปกติ คือ มีน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง (weight for height) อยู่ในช่วง -1.5 S.D. ถึง + 1.5 S.D.

กลุ่มที่ 3 นักเรียนที่มีภาวะโภชนาการต่ำ คือ มีน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง (weight for height) ต่ำกว่า -1.5 S.D.

3. หลักเกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ทำการคัดเลือกตัวอย่างนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามอายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ประวัติการเจ็บป่วย และยาที่ได้รับ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

3.1 สุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัวอื่น ๆ

3.2 ไม่ได้รับการถ่ายหรือบริจาคโลหิตภายใน 4 เดือน ก่อนการวิจัย

3.3 ไม่ได้รับการเสริมวิตามิน หรือยาที่มีผลต่อระดับโฟเลต

3.4 ไม่ได้รับยาปฏิชีวนะ หรือหยุดยามาแล้วไม่น้อยกว่า 7 วัน เนื่องจากยามีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Lactobacillus casei* ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโฟเลต

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม และสุขภาพทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ ศาสนา การศึกษาและรายได้ของบิดา มารดา โรคประจำตัว การใช้ยา ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร หรือ วิตามิน

1.2 แบบบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหาร ประกอบด้วยรายการอาหารที่มีโฟเลตเป็นส่วนประกอบ จำนวน 114 รายการ โดยแบ่งออกเป็น 7 หมวด ได้แก่ นมและผลิตภัณฑ์นม เนื้อสัตว์ ผัก ถั่วเมล็ดแห้งและผลิตภัณฑ์ แป้งและผลิตภัณฑ์ ผลไม้ และน้ำผลไม้ โดยระบุปริมาณบริโภค 1 หน่วย สำหรับบันทึกปริมาณ และความถี่ในการบริโภค ดัดแปลงจากแบบบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหาร ของกานต์ณัชชา มัดจุปะ (13)

1.3 แบบบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน เป็นเวลา 3 วัน

1.4 อุปกรณ์ช่วยบันทึกการบริโภคอาหาร

1.4.1 สมุดภาพและข้อมูลเสริมการเรียนการสอนชุดผักและผลไม้ (83-87)

1.4.2 ตัวอย่างขนาดอาหาร สำหรับประมาณปริมาณอาหารที่รับประทาน

1.5 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ซึ่งวัดได้ละเอียด 0.01 กิโลกรัม และ เครื่องมือวัดส่วนสูง วัดได้ละเอียด 0.1 เซนติเมตร

2. เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

2.1 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างเลือด

2.1.1 หลอดฉีดยาชนิดใช้ครั้งเดียวขนาด 10 มิลลิลิตร

2.1.2 หัวเข็มชนิดใช้ครั้งเดียวเบอร์ 21

2.1.3 สายยางรัดต้นแขน

2.1.4 สำลี

2.1.4 แอลกอฮอล์ 70 %

2.1.5 พลาสเตอร์ปิดแผล

2.1.6 หลอดเก็บตัวอย่างเลือดขนาด 10 มิลลิลิตร

2.1.7 กล่องรักษาความเย็น (ice box)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดง

2.2.1 เชื้อ *Lactobacillus casei*, ATCC.
(American Type Culture Collection) No.7469

2.2.2 เครื่องหมุนเหวี่ยง
(International portable Refrigerated Centrifuge,Model PR2)

2.2.3 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator: Thelco, Model 6M)

2.2.4 ตู้อบแห้ง (Hot air oven: Thelco, Model 17)

2.2.5 หม้อนึ่งอัดไอ (Autoclave)

2.2.6 หลอดแก้วฝาเกลียวขนาด 20 มิลลิลิตร

2.2.7 ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

2.2.8 ปิเปตแก้วขนาดต่าง ๆ

2.2.9 ปิเปตอัตโนมัติ (Eppendrof pipette)

2.2.10 ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า (Deep Freezer)

2.2.11 เครื่องปั่นผสมไฟฟ้า (Vertex genie, Scientific Industries)

2.2.12 เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (Corning, ion – analyzer 250)

2.2.13 ตะเกียงบุนเซน (Bunsen)

2.2.14 ตู้กรองอากาศ (Larminar air flow)

2.2.15 เครื่องชั่งสาร

2.2.16 เตาไฟฟ้า (Hot plate)

2.2.17 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectronic 21, Bausch & Lumb.)

2.3 อุปกรณ์ในการหาค่าฮีมาโตคริต

2.3.1 หลอดไมโครฮีมาโตคริต (microhematocrit tube)

2.3.2 เครื่องหมุนเหวี่ยงหลอดไมโครฮีมาโตคริต
(Micro-hematocrit centrifuge, Sigma 201 M)

2.3.3 เครื่องอ่านค่าฮีมาโตคริต (Microhematocrit reader)

2.4 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดง

2.3.1 กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid)

2.3.2 กรดซัลฟุริก (Sulfuric acid)

2.3.3 น้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน

(Deionized double distilled water)

2.3.4 Disodium hydrogen phosphate (Na_2HPO_4)

2.3.5 เอทานอล (Ethanol)

2.3.6 Folic acid Casei Media (Difo, Detroit, USA)

2.3.7 Micro Inoculum Broth (Difco, Detroit, USA)

2.3.8 Pteroylglutamic acid No. F- 7876 (Sigma Chemical)

2.3.9 Potassium dichromate (Sigma Chemical)

2.3.10 Sodium dihydrogen phosphate dihydrate ($NaH_2PO_4 . 2H_2O$)

(May and Baker, analytical grade)

2.3.11 Sodium hydroxide (Sigma Chemical)

2.3.12 Gardinol type Detergents

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

1. ขั้นเตรียมการวิจัย

1.1 ขออนุมัติโครงร่างงานวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการศึกษาวิจัยในมนุษย์ (ภาคผนวก จ)

1.2 ขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียน และผู้ปกครองนักเรียน (ภาคผนวก ข)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่

- แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคม
- แบบบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ ในเวลา 1 เดือน (SFFQ: Semiquantitative Food Frequency Questionnaires)
- แบบบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน สำหรับบันทึกย้อนหลัง 24 ชั่วโมง (24-hour recall) เป็นเวลา 3 วัน (วันจันทร์-ศุกร์ 2 วัน และวันเสาร์-อาทิตย์ 1 วัน)
- ทดสอบแบบสอบถามและแบบบันทึกข้อมูลกับนักเรียนที่มีลักษณะทางประชากรคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน- ตรวจสอบความถูกต้อง (Validity) ของแบบบันทึกการบริโภคอาหาร โดยทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร จากบันทึกความถี่ในการบริโภคกึ่งปริมาณ และบันทึกการบริโภคอาหารย้อนหลัง 24 ชั่วโมง โดยใช้ pair t-test
- จัดทำแบบสอบถาม และแบบบันทึกข้อมูลการบริโภคอาหารฉบับสมบูรณ์

2. ขั้นตอนดำเนินการเก็บข้อมูล

2.1 ชั่งน้ำหนัก และวัดส่วนสูง (28)

2.1.1 ตรวจสอบถูกต้องความเที่ยงตรงของเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 10 กิโลกรัม ก่อนการชั่งน้ำหนัก และหลังจากการชั่งน้ำหนักทุก 20 ราย

2.1.2 ใช้กระดาษกาวทำเครื่องหมายรูป T บนเครื่องชั่งเพื่อให้นักเรียนยืนตรง ตำแหน่งที่ถูกต้องทุกครั้ง

2.1.3 ก่อนชั่งน้ำหนักทุกครั้งให้นักเรียนนำสิ่งของต่างๆ ออกจากกระเป๋า เสื้อ กระเป๋ากางเกง หรือ กระโปรง และถอดรองเท้า เข็มขัด หมวก

2.1.4 ก่อนวัดส่วนสูงทุกครั้งให้นักเรียนถอดรองเท้า ยืนตรง น่องตึง ส้นเท้าชิด ปลายเท้าแยกออกเล็กน้อย ให้ส้นเท้า สะโพก กระดูกสะบัก และท้ายทอยอยู่ชิดเครื่องวัด

2.1.5 ทดสอบความถูกต้องเที่ยงตรงของการชั่งน้ำหนัก และวัดส่วนสูง โดยการ วัดขนาดร่างกายของคนคนเดียว 10 ครั้ง คำนวณความคลาดเคลื่อนของการวัด โดยยอมให้ ความคลาดเคลื่อนในการชั่งน้ำหนักไม่เกิน 100 กรัม และไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร ในการวัดส่วนสูง

2.2 ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานด้านสุขภาพ ฐานะทางเศรษฐกิจ และ สังคม

2.3 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามคุณสมบัติที่กำหนด แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามภาวะโภชนาการ ได้แก่ กลุ่มภาวะโภชนาการเกิน กลุ่มภาวะโภชนาการปกติ และกลุ่มภาวะโภชนาการต่ำ

2.4 ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการบริโภคอาหาร เพื่อคำนวณหาปริมาณโฟเลต และพลังงานที่บริโภคเทียบจากตารางแสดงปริมาณโฟเลตในอาหาร 100 กรัม และตาราง แสดงคุณค่าทาง โภชนาการของอาหารไทย (1,88-91) โดยใช้แบบบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหาร และแบบบันทึกการรับประทานอาหารใน 1 วัน ดังนี้

2.4.1 บันทึกความถี่ในการบริโภคอาหารที่มีโฟเลตสูง ในระยะเวลาที่ผ่านมาประมาณ 1 เดือน โดยมีอาหารตัวอย่างสำหรับเปรียบเทียบปริมาณที่บริโภค

2.4.2 บันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน คือ วันเรียนหนังสือ 2 วัน และวันหยุดเรียน 1 วัน

2.5 เก็บตัวอย่างเลือดประมาณ 5 มิลลิลิตร โดยพยาบาลผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็นสามส่วน เพื่อวิเคราะห์ค่าฮีมาโตคริต โฟเลตในซีรัม และโฟเลตในเม็ดเลือดแดง ดังนี้

2.5.1 <u>ส่วนที่ 1 สำหรับการหาค่าฮีมาโตคริต</u>

ดูดตัวอย่างเลือดด้วยหลอดไมโครฮีมาโตคริตประมาณสามในสี่ส่วนของหลอด แล้วปิดปลายด้านหนึ่งของหลอดด้วยดินน้ำมันเพื่อป้องกันการรั่วของเลือด นำไปวิเคราะห์หาค่าฮีมาโตคริต

2.5.2 <u>ส่วนที่ 2 สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณโฟเลตในซีรัม</u>

นำเลือด 3-4 มิลลิลิตร มาปั่นแยกซีรัมด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ด้วยความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที เก็บตัวอย่างซีรัม ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส เพื่อรอวิเคราะห์หาปริมาณโฟเลตด้วยวิธีทางจุลชีววิทยาต่อไป ซึ่งค่าโฟเลตในซีรัมจะยังคงไม่ เปลี่ยนแปลงเมื่อ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 2 วัน หรือที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 1 เดือน (25, 92-95)

2.5.3 <u>ส่วนที่ 3 สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณโฟเลตในเม็ดเลือดแดง</u>

นำเลือด 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีสารกันเลือดแข็งตัว จากนั้น ดูดตัวอย่างเลือด 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีสารละลายกรดแอสคอร์บิก 1% (กรดแอสคอร์บิก 1 กรัมต่อน้ำกลั่นปราศจากไอออน 100 มิลลิลิตร) ปริมาตร 4.9 มิลลิลิตร ได้เป็นตัวอย่างเลือดเจือจาง 1:50 จากนั้นดูดตัวอย่างเลือดเจือจางมา 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีสารละลายกรด แอสคอร์บิก ใน phosphate buffer พีเอช 6.1 ปริมาตร 7.5 มิลลิลิตร เพื่อป้องกันการเสื่อมสลายของโฟเลต และป้องกันการสูญเสียประสิทธิภาพของเชื้อ ***L.casei***, ATCC. No.7469 ได้เป็นสารละลายเลือดเจือจาง 1:800 เก็บตัวอย่างเลือดที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณโฟเลตในเลือดทั้งหมด (whole blood) โดยวิธีทางจุลชีววิทยา และคำนวณหาปริมาณ โฟเลตในเม็ดเลือดแดงต่อไป **(95-97)**

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด (93)

3.1 การหาค่าฮีมาโตคริต

นำเลือดที่เตรียมไว้จาก 2.5.1 จำนวน 2 หลอด ต่อ 1 ตัวอย่างเลือด ไปปั่นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที อ่านค่าฮีมาโตคริตด้วยเครื่องอ่านค่าฮีมาโตคริต ค่าฮีมาโตคริตที่วัดได้เป็นร้อยละของปริมาตรของเซลล์เม็ดเลือดแดงที่เกาะกันแน่น (pack cell volume) ต่อปริมาตรเลือดทั้งหมด เมื่อปั่นด้วยอัตราเร็วและเวลาที่กำหนด โดยใช้ค่าเฉลี่ยของ ค่าฮีมาโตคริตที่วัดได้ ทั้งนี้ค่าฮีมาโตคริตที่ได้ทั้ง 2 ครั้งจะต้องมีความแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 2

3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณโฟเลตในซีรัมและเม็ดเลือดแดง

3.2.1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ (maintenance media)

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ micro inoculum broth 18.5 กรัม ในน้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน ปริมาณ 500 มิลลิลิตร อุ่นบนเตาไฟฟ้าพร้อมกวนเบา ๆ จนละลายหมด แล้ว กรองผ่านกระดาษกรอง นำส่วนที่กรองได้ใส่หลอดที่มีจุกเกลียว หลอดละ 10 มิลลิลิตร ปิดฝา จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที แล้วบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อตรวจว่า

อาหารเลี้ยงเชื้อนี้ไม่มีการปนเปื้อนจากแบคทีเรีย โดยอาหารเลี้ยงเชื้อต้องมี ลักษณะใส จากนั้นนำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ ต่อไป

3.2.2 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อความเข้มข้น 2 เท่า (double strength media) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโฟเลต

ละลาย folic acid casei media 9.4 กรัม ในน้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน ปริมาณ 100 มิลลิลิตร อุ่นบนเตาไฟฟ้าพร้อมกวนเบาๆ จนละลายหมด ปล่อยให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้อง เติมกรดแอสคอร์บิก 50 มิลลิกรัม เพื่อรักษาความคงตัวของกรดโฟลิก คนให้ละลายแล้วกรองผ่านกระดาษกรอง What man No. 1

3.2.3 การเตรียม สต๊อกคัลเจอร์ (stock culture)

เพาะเลี้ยงเชื้อ ***L.casei***, ATCC. No.7469 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ micro inoculum broth เก็บในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส ทำการถ่ายเชื้อ (subculture) ทุก 2 สัปดาห์ โดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) เติมเชื้อตั้งต้นจาก liquid culture โดยใช้ปลายปิเปต ขนาด 0.50 มิลลิลิตร 1 หยด ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่ นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.2.4 การเตรียมอินนอคคูลัม (Inoculum)

เติม stock culture จากปลายปิเปต ขนาด 0.50 มิลลิลิตร 1 หยด ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ micro inoculum broth 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง นำเชื้อที่ได้ ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร เติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อที่เตรียมได้ปริมาณ 0.05 มิลลิลิตร เติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับวิเคราะห์เข้มข้น 2 เท่า ซึ่งเจือจางในน้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน อัตราส่วน 1:1 ปริมาตร 18 มิลลิลิตร อินนอคคูลัมที่ได้นี้เรียกว่า “L.C” (***Lactobacillus casei***)

3.3 การเตรียมสารละลายกรดโฟลิกมาตรฐาน

3.3.1 สารละลายกรดโฟลิกเข้มข้น 1.0×10^{-5} กรัม / มิลลิลิตร

ชั่งกรดโฟลิก 100 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน 20 มิลลิลิตร ได้สารละลายสีเหลืองขุ่น แล้วค่อย ๆ เติมสารละลาย NaOH 0.1 N ลงไปช้า ๆ เพื่อปรับความเป็นกรด-ด่าง จนได้สารละลายสีเหลืองใส ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน ได้สารละลายกรดโฟลิกเข้มข้น 1.0×10^{-3} กรัม/มิลลิลิตร นำ

สารละลายที่ได้มา 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยเอทานอล 20% ได้สารละลายกรดโฟลิกเข้มข้น $1.0x10^{-5}$ กรัม/มิลลิลิตร แบ่งใส่หลอดเล็กๆ หลอดละ 2 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส สำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

3.3.2 สารละลายกรดโฟลิกมาตรฐานเข้มข้น $1.0x10^{-9}$ กรัม/ มิลลิลิตร

นำสารละลายกรดโฟลิกเข้มข้น $1.0x10^{-5}$กรัม/ มิลลิลิตร ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง ปิเปตมา 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน ได้สารละลาย กรดโฟลิกเข้มข้น $1.0x10^{-7}$ กรัม/ มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้มา 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตรด้วย น้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน ได้สารละลายกรดโฟลิกมาตรฐานเข้มข้น
1.0×10^{-9}กรัม/ มิลลิลิตร

3.3.3 สารละลายกรดโฟลิกมาตรฐานเข้มข้น $1.0x10^{-10}$ กรัม/ มิลลิลิตร

นำสารละลายกรดโฟลิกเข้มข้น $1.0x10^{-9}$กรัม/ มิลลิลิตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร มาเจือจางและปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน ได้สารละลายกรดโฟลิกมาตรฐานเข้มข้น 1.0×10^{-10}กรัม/ มิลลิลิตร

3.4 การเตรียมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์พีเอช 6.1

3.4.1 เตรียมสารละลายกรด 0.2 โมลา (M)

ละลาย sodium dihydrogen phosphate dihydate 31.2 กรัม ($NaH_2PO_4.2H_2O$) ในน้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน และปรับปริมาตรจนครบ 1 ลิตร

3.4.2 เตรียมสารละลายด่าง 0.2 โมลา

ละลาย di-sodium hydrogen phosphate (Na_2HPO_4) 28.4 กรัม ในน้ำกลั่น 2 ครั้งปราศจากไอออน และปรับปริมาตรจนครบ 1 ลิตร

3.4.3 นำสารละลายกรด 0.2 โมลา ปริมาตร 215.5 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายด่าง 0.2 โมลา ปริมาตร 37.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จนครบ 1 ลิตร ได้สารละลายพีเอช 6.1 เก็บที่อุณหภูมิห้องไว้ใช้ได้นานกว่า 1 เดือน

3.5 การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ ที่มีกรดแอสคอร์บิก

ละลายกรดแอสคอร์บิก 150 มิลลิกรัม ในสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 6.1

3.6 การวิเคราะห์ปริมาณโฟเลตในซีรัม

3.6.1 เตรียมขวดสำหรับวิเคราะห์สารละลายกรดโฟลิกมาตรฐานความเข้มข้น ต่างๆ โดยเติมสารละลายกรดโฟลิกมาตรฐานเข้มข้น $1.0x10^{-9}$กรัม/มิลลิลิตร, $1.0x10^{-10}$ กรัม/มิลลิลิตร, น้ำ และอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับวิเคราะห์โฟเลตที่มีความเข้มข้น 2 เท่า ตามปริมาตรที่แสดงใน ตารางที่ 4

3.6.2 เตรียมขวดที่ใช้วิเคราะห์สารละลายตัวอย่างซีรัม โดยเติมน้ำและอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเข้มข้น 2 เท่า ตามปริมาตรที่แสดงในตารางที่ 5

3.6.3 เตรียมขวดอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับขวด “L.C.” โดยเติมน้ำ 9 มิลลิลิตร และ อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเข้มข้นเป็น 2 เท่า ปริมาณ 9 มิลลิลิตรลงในขวด ปิดฝาเกลียว

3.6.4 นำอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมทั้งหมด นึ่งในหม้อนึ่งอัดไอ ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

3.6.5 เติมตัวอย่างซีรัม 0.05 มิลลิลิตร ลงในขวดวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.6.6 เติมอินนอคคูลัม 1 หยด ลงในขวด L.C. เขย่าให้เข้ากัน เพื่อเจือจางแบคทีเรีย แล้วดูดด้วยหลอดหยด เติมลงในขวดวิเคราะห์สารละลายตัวอย่าง และขวดสำหรับวิเคราะห์สารละลายกรดโฟลิกมาตรฐานยกเว้นขวดควบคุม ขวดละ 1 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3.6.7 นำเข้าบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40–48 ชั่วโมง

3.6.8 วัดความขุ่น (turbidity) ของสารละลายในหลอดวิเคราะห์ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่นแสง 655 นาโนเมตร

3.6.9 สร้างกราฟมาตรฐาน (standard curve) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดโฟลิก (พิโคกรัม/มิลลิลิตร) กับค่าการดูดกลืนแสง ของสารละลายในหลอดวิเคราะห์สารละลายมาตรฐาน สำหรับเทียบความเข้มข้นของโฟเลตในซีรัมจาก ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง เทียบกับกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณหาปริมาณโฟเลต ในซีรัม

การคำนวณปริมาณโฟเลตในซีรัม

โฟเลตในซีรัม = ปริมาณโฟเลตจากกราฟมาตรฐาน x dilution factor x ปริมาตรทั้งหมด / ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้

= ปริมาณโฟเลตจากกราฟมาตรฐาน x 1 x 6 / 0.05 พิโคกรัม/มิลลิลิตร

= ปริมาณโฟเลตจากกราฟมาตรฐาน x 1 x 6 / 0.05 x 1,000 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

ปริมาณโฟเลตในซีรัม = ปริมาณโฟเลตจากกราฟมาตรฐาน x 0.12 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

3.7 การวิเคราะห์ปริมาณโฟเลตในเม็ดเลือดแดง

ใช้วิธีเดียวกับการวิเคราะห์โฟเลตในซีรัม แต่เตรียมขวดวิเคราะห์โดยใช้น้ำและอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเข้มข้น 2 เท่า ในปริมาณตามตารางที่ 6 และ ใช้ตัวอย่างสารละลายเลือดเจือจาง 1:800 ที่เตรียมไว้ ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตร

การคำนวณความเข้มข้นของโฟเลตในเม็ดเลือดแดง

โฟเลตในเซลล์เม็ดเลือดแดง (นาโนกรัม/มิลลิลิตร) = โฟเลตในเลือดทั้งหมด – (1- ฮีมาโตคริต) x โฟเลตในซีรัม / (ค่าฮีมาโตคริต)

โฟเลตในเลือดทั้งหมด (whole blood folate) = ปริมาณโฟเลตจากกราฟมาตรฐาน x dilution factor x ปริมาตรทั้งหมด / ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้

= ปริมาณโฟเลตจากกราฟมาตรฐาน x 800 x 6 / 0.5 พิโคกรัม/มิลลิลิตร

= ปริมาณโฟเลตจากกราฟมาตรฐาน x 800 x 6 / 0.5 x 1000 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

ปริมาณโฟเลตในเลือดทั้งหมด = ปริมาณโฟเลตจากกราฟมาตรฐาน x 9.6 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

ตารางที่ 4 ปริมาตรสารละลายในขวดวิเคราะห์สารละลายกรดโฟลิกมาตรฐาน

หมายเลข	จำนวนขวด	ความเข้มข้นสุดท้าย (พิโคกรัม/ มิลลิลิตร)	สารละลายกรดโฟลิกมาตรฐาน (มิลลิลิตร)		ปริมาตรน้ำ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรอาหารเลี้ยงเชื้อ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรรวมสุดท้าย (มิลลิลิตร)
			1.0×10^{-10} (กรัม/ มิลลิลิตร)	1.0×10^{-9} (กรัม/ มิลลิลิตร)			
C	1	0	-	-	3.00	3.00	6.00
1	2	0	-	-	3.00	3.00	6.00
2	2	5	0.30	-	2.70	3.00	6.00
3	2	10	0.60	-	2.40	3.00	6.00
4	2	20	1.20	-	1.80	3.00	6.00
5	2	40	2.40	-	0.60	3.00	6.00
6	2	70	0.20	0.40	2.40	3.00	6.00
7	2	100	-	0.60	2.40	3.00	6.00
8	2	150	-	0.90	2.10	3.00	6.00
9	2	200	-	1.20	1.80	3.00	6.00
10	2	300	-	1.80	1.20	3.00	6.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ปริมาตรสารละลายในขวดวิเคราะห์ตัวอย่างซีรัม

หมายเลข	จำนวนขวด	ปริมาตรซีรัม (มิลลิลิตร)	ปริมาตรน้ำ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรอาหารเลี้ยงเชื้อ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรรวมสุดท้าย (มิลลิลิตร)
1	2	0.05	2.95	3.00	6.00
2	2	0.05	2.95	3.00	6.00
3	2	0.05	2.95	3.00	6.00
4	2	0.05	2.95	3.00	6.00
5	2	0.05	2.95	3.00	6.00
.	2	0.05	2.95	3.00	6.00
.	2	0.05	2.95	3.00	6.00
.	2	0.05	2.95	3.00	6.00

ตารางที่ 6 ปริมาตรสารละลายในขวดวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด

หมายเลข	จำนวนขวด	ปริมาตรเลือด (มิลลิลิตร)	ปริมาตรน้ำ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรอาหารเลี้ยงเชื้อ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรรวมสุดท้าย (มิลลิลิตร)
1	2	0.5	2.50	3.00	6.00
2	2	0.5	2.50	3.00	6.00
3	2	0.5	2.50	3.00	6.00
4	2	0.5	2.50	3.00	6.00
5	2	0.5	2.50	3.00	6.00
.	2	0.5	2.50	3.00	6.00
.	2	0.5	2.50	3.00	6.00
.	2	0.5	2.50	3.00	6.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ข้อมูลพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคม ทำการวิเคราะห์โดยแสดงจำนวน และร้อยละ ค่ามัชฌิมเลขคณิต และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้ Cramer's V

2. ข้อมูลระดับโฟเลตในซีรัมและเม็ดเลือดแดง หลังจากทำการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้ One - Way ANOVA

3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณพลังงาน สารอาหารที่บริโภค ระดับโฟเลตในซีรัมและเม็ดเลือดแดง ของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้ One-Way ANOVA

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการบริโภคโฟเลต และระดับโฟเลตในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง โดยวิเคราะห์ค่า Correlation

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ภาวะโฟเลต กับภาวะโภชนาการของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง รูปแบบการบริโภคอาหาร ภาวะโฟเลตในเลือด ภาวะโลหิตจาง และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้จากการบริโภคอาหาร ภาวะโฟเลตในเลือดกับภาวะโภชนาการ

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ปีการศึกษา 2546 จำนวน 132 คน อายุระหว่าง 13–15 ปี (14.1$\pm$0.4 ปี) เป็นชาย 71 คน และหญิง 51 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามภาวะโภชนาการโดยใช้เกณฑ์น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของกรมอนามัยเป็น 3 กลุ่ม (81, 82) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ภาวะโภชนาการเกิน จำนวน 51 คน เป็นชาย 31 คน หญิง 20 คน ชายมีน้ำหนักและส่วนสูงเฉลี่ย 74.6 $\pm$ 11.3 กิโลกรัม และ 166.7 $\pm$ 6.2 เซนติเมตร ส่วนหญิงมีน้ำหนักและส่วนสูง เฉลี่ย 69.5 $\pm$ 7.5 กิโลกรัม และ 161.5 $\pm$ 5.4 เซนติเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 2 ภาวะโภชนาการปกติ จำนวน 71 คน เป็นชาย 36 คน หญิง 35 คน ชายมีน้ำหนักและส่วนสูงเฉลี่ย 48.9 $\pm$ 5.9 กิโลกรัม และ 161.4 $\pm$ 6.7 เซนติเมตร ส่วนหญิง มีน้ำหนักและส่วนสูงเฉลี่ย 49.7 $\pm$ 5.6 กิโลกรัม และ 157.9 $\pm$ 6.2 เซนติเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 ภาวะโภชนาการต่ำ จำนวน 10 คน เป็นชาย 6 คน หญิง 4 คน ชายมีน้ำหนักและ ส่วนสูงเฉลี่ย 45.6 $\pm$ 5.7 กิโลกรัม และ 168.3 $\pm$ 7.1 เซนติเมตร ส่วนหญิงมีน้ำหนักและส่วนสูงเฉลี่ย 41.6 $\pm$ 1.9 กิโลกรัม และ 163.6 $\pm$ 1.9 เซนติเมตร ตามลำดับ

นักเรียนที่ให้ข้อมูลทั่วไปครบถ้วนจำนวน 117 ราย นักเรียนเกือบทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ส่วนใหญ่พักอาศัยอยู่กับบิดา มารดา (ตารางที่ 7) ระดับการศึกษา อาชีพของบิดา มารดา และ

รายได้ของครอบครัวในแต่ละกลุ่มภาวะโภชนาการไม่มีความแตกต่างกัน โดยภาพรวม บิดาร้อยละ 60 และมารดาร้อยละ 53 มีการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า รองลงมา มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรืออนุปริญญา และต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 8) บิดา มารดาของนักเรียนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับราชการ หรือทำงานรัฐวิสาหกิจ (ตารางที่ 9) รายได้ของครอบครัวส่วนใหญ่สูงกว่า 30,000 บาท นักเรียนได้รับค่าใช้จ่ายวันละ 20 – 150 บาท ใช้เป็นค่าอาหาร 12-60 บาท เฉลี่ยวันละ 29 บาท โดยไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มภาวะโภชนาการ (ตารางที่ 10) นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาว่างในการดูโทรทัศน์ และเล่นเกมคอมพิวเตอร์ นักเรียนร้อยละ 30 มีการออกกำลังกายประมาณสัปดาห์ละ 1–2 ครั้ง และร้อยละ 23 ไม่ออกกำลังกายเลย (ตารางที่ 11)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ

ข้อมูลทั่วไป	โภชนาการเกิน		โภชนาการปกติ		โภชนาการต่ำ		รวม	
	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)
เพศ								
ชาย	31	(60.8)	36	(50.7)	6	(60)	73	(55.3)
หญิง	20	(39.2)	35	(49.3)	4	(40)	59	(44.7)
รวม	51	(100.0)	71	(100.0)	10	(100.0)	132	(100.0)
	Cramer's V = 0.10				p = 0.52			
ศาสนา								
พุทธ	50	(98.0)	70	(98.6)	10	(100)	130	(98.5)
อื่น ๆ	1	(2.0)	1	(1.4)	0	(0)	2	(1.5)
รวม	51	(100.0)	71	(100.0)	10	(100.0)	132	(100.0)
	Cramer's V = 0.04				p = 0.89			
พักอาศัยอยู่กับ								
บิดา/มารดา	38	(92.7)	62	(89.9)	10	(100.0)	110	(91.7)
ผู้ปกครอง/หอพัก	3	(7.3)	7	(10.1)	0	(0.0)	10	(8.3)
รวม	41	(100.0)	69	(100.0)	10	(100.0)	120	(100.0)
	Cramer's V = 0.10				p = 0.53			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 การศึกษาของบิดา มารดาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ

	โภชนาการเกิน		**โภชนาการปกติ**		**โภชนาการต่ำ**		**รวม**	
ข้อมูลทางสังคม	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)
การศึกษาบิดา								
มัธยมศึกษาต้น/ต่ำกว่า	6	(15.4)	11	(15.9)	1	(11.1)	18	(15.4)
มัธยมศึกษาปลาย/อนุปริญญา	11	(28.2)	13	(18.8)	5	(55.6)	29	(24.8)
ปริญญาตรี/สูงกว่า	22	(56.4)	45	(65.2)	3	(33.3)	70	(59.8)
รวม	39	(100.0)	69	(100.0)	9	(100.0)	117	(100.0)
	Cramer's V = 0.2				p = 0.19			
การศึกษามารดา								
มัธยมศึกษาต้น/ต่ำกว่า	10	(24.4)	10	(14.5)	1	(11.1)	21	(17.6)
มัธยมศึกษาปลาย/อนุปริญญา	11	(26.8)	19	(27.5)	5	(55.6)	35	(29.4)
ปริญญาตรี/สูงกว่า	20	(48.8)	40	(58.0)	3	(33.3)	63	(53.0)
รวม	41	(100.0)	69	(100.0)	9	(100.0)	119	(100.0)
	Cramer's V = 0.15				p = 0.28			

ตารางที่ 9 อาชีพบิดา มารดาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ

ข้อมูลทางสังคม	โภชนาการเกิน		โภชนาการปกติ		โภชนาการต่ำ		รวม	
	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)
อาชีพบิดา								
ไม่ประกอบอาชีพ	1	(2.4)	3	(4.3)	0	(0.0)	4	(3.3)
กิจการส่วนตัว/เกษตร	13	(31.7)	24	(34.8)	1	(10.0)	38	(31.7)
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	16	(39.1)	30	(43.5)	6	(60.0)	52	(43.3)
พนักงานบริษัท/รับจ้าง	11	(26.8)	12	(17.4)	3	(30.0)	26	(21.7)
รวม	41	(100.0)	69	(100.0)	10	(100.0)	120	(100.0)
	Cramer's V = 0.14				p = 0.60			
อาชีพมารดา								
ไม่ประกอบอาชีพ	12	(30.0)	19	(27.5)	4	(40.0)	35	(29.4)
กิจการส่วนตัว/เกษตร	11	(27.5)	11	(15.9)	2	(20.0)	24	(20.2)
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	11	(27.5)	27	(39.2)	1	(10.0)	39	(32.8)
พนักงานบริษัท/รับจ้าง	6	(15.0)	12	(17.4)	3	(30.0)	21	(17.6)
รวม	40	(100.0)	69	(100.0)	10	(100.0)	119	(100.0)
	Cramer's V = 0.16				p = 0.43			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ลักษณะทางเศรษฐกิจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ

ลักษณะทางเศรษฐกิจ	**โภชนาการเกิน**		**โภชนาการปกติ**		**โภชนาการต่ำ**		**รวม**	
	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)
รายได้ต่อเดือน (บาท)								
≤ 10,000	5	(12.5)	5	(7.4)	1	(10.0)	11	(9.4)
10,001-20,000	10	(25.0)	10	(14.7)	2	(20.0)	22	(18.6)
20,001-30,000	8	(20.0)	14	(20.6)	3	(30.0)	25	(21.2)
>30,000	17	(42.5)	39	(57.3)	4	(40.0)	60	(50.8)
รวม	40	(100.0)	68	(100.0)	10	(100.0)	118	(100.0)
	Cramer's V = 0.13				p = 0.69			

	โภชนาการเกิน	**โภชนาการปกติ**	**โภชนาการต่ำ**	**เฉลี่ย**	F (p)
	เฉลี่ย (สูงสุด-ต่ำสุด)	เฉลี่ย (สูงสุด-ต่ำสุด)	เฉลี่ย (สูงสุด-ต่ำสุด)	เฉลี่ย (สูงสุด-ต่ำสุด)	
ค่าใช้จ่ายส่วนตัว (บาท)/ วัน					
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด	73 (30-150)	63 (20-150)	64 (40-90)	67 (20-150)	2.64 (p = 0.08)
ค่าอาหาร	28 (12-50)	31 (15-60)	22 (20-30)	29 (12-60)	3.18 (p = 0.45)
ค่าเดินทาง	15 (0-40)	11 (0-40)	16 (0-40)	13 (0-40)	1.52 (P = 0.22)
อื่น ๆ	31* (0-75)	21* (0-80)	26 (0-50)	25 (0-80)	3.97 (p = 0.02)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบด้วย Sheffe ที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 11 ข้อมูลการออกกำลังกายและการใช้เวลาว่างของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามภาวะโภชนาการ

กิจกรรม	โภชนาการเกิน		โภชนาการปกติ		โภชนาการต่ำ		รวม	
	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)
ความถี่ในการออกกำลังกาย								
ทุกวัน	5	(9.8)	13	(18.3)	0	(0.0)	18	(13.6)
5-6 วัน/ สัปดาห์	3	(5.8)	13	(18.3)	1	(10.0)	17	(12.9)
3-4 วัน/ สัปดาห์	11	(21.6)	13	(18.3)	4	(40.0)	28	(21.2)
1-2 วัน/ สัปดาห์	16	(31.4)	20	(28.2)	4	(40.0)	40	(30.3)
ไม่ออกกำลังกาย	16	(31.4)	12	(16.9)	1	(10.0)	29	(22.0)
รวม	51	(100.0)	71	(100.0)	10	(100.0)	132	(100.0)
	Cramer's V = 0.22				p = 0.13			
การใช้เวลาว่าง								
ดูโทรทัศน์/ เกมคอมพิวเตอร์	26	(63.4)	45	(66.2)	7	(77.8)	78	(66.1)
เล่นกีฬา	4	(9.8)	11	(16.2)	1	(11.1)	16	(13.6)
อ่านหนังสือ/ฟังเพลง/ เล่นดนตรี	11	(26.8)	12	(17.6)	1	(11.1)	24	(20.3)
รวม	41	(100.0)	68	(100.0)	9	(100.0)	118	(100.0)
	Cramer's V = 0.10				p = 0.64			

การบริโภคอาหารของกลุ่มตัวอย่าง และภาวะโภชนาการ

1. ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร

การวิเคราะห์ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ด้วยบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ (SFFQ) ของนักเรียน 112 ราย และบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง (24 hr - recall) เป็นเวลา 3 วัน ของนักเรียน 114 ราย พบว่า ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารใน 1 วัน ของนักเรียนจำแนกตามภาวะโภชนาการ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารใน 1 วัน จำแนกตามภาวะโภชนาการ *

วิธีบันทึก	ภาวะโภชนาการ				F	df	*p*
	เกิน	ปกติ	ต่ำ	รวม			
	(n = 35)	(n = 67)	(n = 10)	(n = 112)			
SFFQ (ไมโครกรัม)	370.43 ± 229.30	339.88 ± 196.50	336.70 ± 211.97	351.82 ± 207.17	0.28	2	0.76
	(n = 37)	(n = 68)	(n = 9)	(n = 144)			
24 hr - recall (ไมโครกรัม)	81.49 ± 44.97	73.88 ± 32.17	67.22 ± 24.50	75.93 ± 38.33	0.80	2	0.45

* แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย ± SD (mean±SD)

อย่างไรก็ตาม ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารซึ่งประเมินจากบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง เฉลี่ย 75.93 ± 38.33 ไมโครกรัม ต่ำกว่าปริมาณโฟเลตที่ควรได้รับในแต่ละวัน ตามข้อกำหนดของสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย **(8)** (135 - 130 ไมโครกรัม/วัน) ในขณะที่ปริมาณที่วิเคราะห์ได้จากบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหารกึ่งปริมาณเฉลี่ย 351.82 ± 207.17 ไมโครกรัม แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับโฟเลตจากการบริโภคอย่างเพียงพอ

ตารางที่ 13 ปริมาณโฟเลตที่ได้รับ (ไมโครกรัม) จากแหล่งอาหารประเภทต่างๆ จำแนกตามภาวะโภชนาการ * (ประเมินด้วย บันทึกความถี่การบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ)

แหล่งอาหาร	ภาวะโภชนาการ				F	df	*p*
	เกิน	ปกติ	ต่ำ	รวม			
	(n = 35)	(n = 67)	(n = 10)	(n= 112)			
นมและ	18.00	22.65	23.49	21.22	0.94	2	0.39
ผลิตภัณฑ์	± 12.64	± 19.41	± 13.40	± 17.41			
เนื้อสัตว์	59.04	74.98	79.14	70.37	0.63	2	0.54
	± 56.74	± 78.97	± 82.78	± 72.87			
ผัก	131.90	106.31	142.40	117.53	1.07	2	0.35
	± 110.32	± 88.78	± 142.54	± 101.29			
ถั่วและ	27.86	22.91	33.91	25.44	0.84	2	0.43
ผลิตภัณฑ์	± 29.94	± 24.88	± 42.07	± 28.26			
แป้งและ	51.53	46.89	73.05	50.68	2.37	2	0.10
ผลิตภัณฑ์	± 27.79	± 32.30	± 47.81	± 36.02			
ผลไม้และ	53.00	55.90	59.27	55.29	0.08	2	0.92
น้ำผลไม้	± 42.85	±50.85	± 38.16	± 47.29			

* แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

จากตารางที่ 13 ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารแหล่งอาหารต่างๆ ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มภาวะโภชนาการไม่แตกต่างกัน โดยได้รับโฟเลตส่วนใหญ่จาก ผัก เนื้อสัตว์ ผลไม้และน้ำผลไม้ แป้งและผลิตภัณฑ์ ถั่ว นมและผลิตภัณฑ์นมตามลำดับ

2. สารอาหาร โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และพลังงานที่ได้รับในแต่ละวัน

ปริมาณสารอาหารโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และพลังงานที่ได้รับในแต่ละวันของนักเรียนทั้งสามกลุ่มภาวะโภชนาการ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยได้รับพลังงานเฉลี่ยวันละ 1,225.66 ± 340.21 กิโลแคลอรี และมีสัดส่วน พลังงานที่ได้รับจากการบริโภค โปรตีน ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต เป็น 20:30:50 (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ปริมาณ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และ พลังงานที่ได้รับใน 1 วัน จำแนกตามภาวะโภชนาการ* (จากบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน)

สารอาหาร	ภาวะโภชนาการ				F	df	*p*
	เกิน (n = 37)	ปกติ (n = 68)	ต่ำ (n = 9)	รวม (n = 114)			
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	1237.54 ± 389.16	1243.09 ± 325.53	1045.00 ± 161.09	1225.66 ± 340.21	1.39	2	0.25
โปรตีน (กรัม)	75.74 ± 29.78	73.40 ± 23.52	66.13 ± 12.52	73.59 ± 25.05	0.53	2	0.59
ไขมัน (กรัม)	54.75 ± 20.79	57.88 ± 18.22	47.00 ± 9.59	56.01 ± 18.71	1.48	2	0.23
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	208.49 ± 76.52	190.14 ± 72.31	179.78 ± 46.37	195.27 ± 72.18	1.00	2	0.37

* แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

ภาวะโฟเลตในเลือดและภาวะโลหิตจาง

1. **ภาวะโฟเลตในเลือด**

การวิจัยนี้ได้วิเคราะห์หาปริมาณโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดงของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีจุลชีววิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยระดับโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดง ของนักเรียนที่มีภาวะโภชนาการเกิน ภาวะโภชนาการปกติ และภาวะโภชนาการต่ำ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับโฟเลตในซีรัมมีค่าเฉลี่ย 3.50 $\pm$ 2.07 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งอยู่ในระดับก้ำกึ่ง (marginal) **(19)** ส่วนระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง มีค่าเฉลี่ย 164.13 $\pm$ 48.77 นาโนกรัม/มิลลิลิตร เป็นระดับโฟเลตที่เพียงพอค่อนมาทางระดับก้ำกึ่ง (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ปริมาณโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดง ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามภาวะโภชนาการ

ภาวะโฟเลต	ภาวะโภชนาการ						
	เกิน (n = 51)	ปกติ (n = 71)	ต่ำ (n = 10)	รวม (n = 132)	F	df	*p*
โฟเลตในซีรัม (นาโนกรัม/ มิลลิลิตร)	3.45 $\pm$ 2.06	3.57 $\pm$ 2.18	3.22 $\pm$ 1.23	3.50 $\pm$ 2.07	0.15	2	0.86
โฟเลตในเม็ดเลือดแดง (นาโนกรัม/ มิลลิลิตร)	163.54 $\pm$ 47.65	160.84 $\pm$ 35.81	190.49 $\pm$ 105.67	164.13 $\pm$ 48.77	1.64	2	0.20

* แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ SD

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ภาวะโฟเลตในเลือดของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะโภชนาการ

ภาวะโฟเลต	โภชนาการเกิน		โภชนาการปกติ		โภชนาการต่ำ		รวม	
	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)
โฟเลตในซีรัม								
ระดับขาด (<3 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร)	25	(49.0)	31	(43.6)	6	(60.0)	62	(47.0)
ระดับก้ำกึ่ง (3-6 นาโนกรัม /มิลลิลิตร)	21	(41.2)	32	(45.1)	4	(40.0)	57	(43.2)
ระดับเพียงพอ (>6 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร)	5	(9.8)	8	(11.3)	0	(0.0)	13	(9.8)
รวม	51	(100.0)	71	(100.0)	10	(100.0)	132	(100.0)
Cramer's V = 0.083				p = 0.77				
โฟเลตในเม็ดเลือดแดง								
ระดับต่ำ (<140 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร)	14	(27.5)	16	(22.5)	3	(30.0)	33	(25.0)
ระดับก้ำกึ่ง (140-160 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร)	9	(17.6)	23	(32.4)	0	(0.0)	32	(24.2)
ระดับเพียงพอ (>160 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร)	28	(54.9)	32	(45.1)	7	(70.0)	67	(50.8)
รวม	51	(100.0)	71	(100.0)	10	(100.0)	132	(100.0)
Cramer's V = 0.16				p = 0.13				

เมื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามระดับโฟเลตในซีรัม และเม็ดเลือดแดงเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับขาด ก้ำกึ่ง และเพียงพอ **(19)** พบว่าภาวะโภชนาการไม่มีผลต่อภาวะโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดงเมื่อทดสอบด้วย Cramer's V (ตารางที่ 16) กลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะโภชนาการเกินและปกติ มีระดับโฟเลตในซีรัมอยู่ในระดับขาดร้อยละ 47 ระดับก้ำกึ่งร้อยละ 43 และร้อยละ 10 มีโฟเลตในซีรัมในระดับเพียงพอ ส่วนกลุ่มภาวะโภชนาการต่ำมีโฟเลตในซีรัมในระดับขาดร้อยละ 60 ระดับก้ำกึ่งร้อยละ 40 และไม่พบผู้ที่โฟเลตในซีรัมเพียงพอ เมื่อพิจารณาระดับโฟเลตใน

เม็ดเลือดแดง นักเรียนทั้งสามกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 25 อยู่ในระดับขาด ร้อยละ 24 อยู่ในระดับก้ำกึ่ง และร้อยละ 50 มีระดับเพียงพอ

2. ภาวะโลหิตจาง

การศึกษานี้ได้วิเคราะห์หาค่าฮีมาโตคริต ซึ่งแสดงภาวะโลหิตจางของกลุ่มตัวอย่าง (ตารางที่ 17) พบว่าค่าเฉลี่ยฮีมาโตคริตของนักเรียนที่มีภาวะโภชนาการเกินสูงกว่านักเรียนที่มีภาวะโภชนาการปกติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เพศชายมีค่าฮีมาโตคริตสูงกว่าเพศหญิง โดยเพศชาย และเพศหญิง มีค่าฮีมาโตคริตเฉลี่ยร้อยละ 44.8 $\pm$ 2.88 และ 41.5 $\pm$ 2.93 ตามลำดับ ไม่มีนักเรียนหญิงที่ค่าฮีมาโตคริตต่ำกว่าร้อยละ 37 หรือนักเรียนชายที่ค่าฮีมาโตคริตต่ำกว่าร้อยละ 40 ซึ่งเป็นค่าแสดงภาวะโลหิตจางสำหรับผู้มีอายุ 12 ปีขึ้นไป (98) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ไม่พบภาวะโลหิตจางในนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 17 ค่าฮีมาโตคริต จำแนกตามภาวะโภชนาการ *

	โภชนาการเกิน			**โภชนาการปกติ**			**โภชนาการต่ำ**			**เฉลี่ย**		
	ชาย	หญิง	รวม	ชาย	หญิง	รวม	ชาย	หญิง	รวม	ชาย	หญิง	รวม
n =	(31)	(20)	(51)	(36)	(35)	(71)	(6)	(4)	(10)	(73)	(59)	(132)
ฮีมาโตคริต (ร้อยละ)	45.8 $\pm$ 2.36	42.6 $\pm$ 2.87	44.3** $\pm$ 2.93	44.2 $\pm$ 2.92	40.9 $\pm$ 2.76	42.6** $\pm$ 3.28	44.7 $\pm$ 4.59	41.3 $\pm$ 3.86	43.3 $\pm$ 4.45	44.8*** $\pm$ 2.73	41.5*** $\pm$ 2.89	43.3 $\pm$ 3.25

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ p = 0.01

*** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ p < 0.01

* แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ SD

ความสัมพันธ์ระหว่างการปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ภาวะโฟเลต และภาวะโภชนาการ

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร และภาวะโฟเลตในเลือด ด้วย Pearson's correlation coefficients พบความสัมพันธ์ในเชิงผกผันระดับต่ำระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารโดยประเมินจากบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง กับระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง (ตารางที่ 18) แต่ไม่พบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง ระดับโฟเลต กับปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารที่ประเมินด้วยบันทึกความถี่การบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ

ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารของนักเรียนทั้งสามกลุ่มโภชนาการไม่มีความแตกต่างกันตามระดับโฟเลตในซีรัมและเม็ดเลือดแดงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งจากการประเมินด้วยบันทึกความถี่การบริโภค อาหารกึ่งปริมาณ และ บันทึกการบริโภคอาหาร 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 19 และ 20)

ตารางที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร และภาวะโฟเลต

correlation coefficients (r)	โฟเลต ในซีรัม	โฟเลต ในเม็ดเลือดแดง	ปริมาณโฟเลต ประเมินด้วย SFFQ
โฟเลตในเม็ดเลือดแดง	- 0.086 (n = 132)		
ปริมาณโฟเลต ประเมินด้วย SFFQ	0.073 (n = 112)	-0.096 (n = 112)	
ปริมาณโฟเลต ประเมินด้วย 24 hr recall	0.177 (n = 114)	-0.300*** (n = 114)	0.171 (n = 103)

*** มีระดับนัยสำคัญที่ $p<0.001$

ตารางที่ 19 ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภค จำแนกตามภาวะโภชนาการ และ ระดับโฟเลตในซีรัม * (ประเมินจากบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหาร และบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน เป็นเวลา 3 วัน)

ระดับโฟเลตในซีรัม		ปริมาณการบริโภคโฟเลตใน 1 วัน (ไมโครกรัม)			
		n	24 hr recall	n	SFFQ
โภชนาการเกิน	ต่ำ	20	66.80 ± 33.90	17	349.53 ± 225.17
	ก้ำกึ่ง	14	94.50 ± 42.80	15	343.87 ± 211.98
	เพียงพอ	3	118.67 ± 90.37	3	621.67 ± 264.53
	รวม	37	81.49 ± 44.97	35	370.43 ± 229.30
โภชนาการปกติ	ต่ำ	30	72.97 ± 35.05	29	320.41 ± 229.45
	ก้ำกึ่ง	30	75.87 ± 30.02	30	337.17 ± 164.76
	เพียงพอ	8	69.88 ± 32.30	8	420.63 ± 178.75
	รวม	68	73.88 ± 32.17	67	339.88 ± 196.50
โภชนาการต่ำ	ต่ำ	6	71.17 ± 26.61	6	405.67 ± 252.92
	ก้ำกึ่ง	3	59.33 ± 22.14	4	308.25 ± 143.50
	รวม	9	67.22 ± 24.50	10	366.70 ± 211.97
รวม	ต่ำ	56	70.57 ± 33.43	52	339.77 ± 227.68
	ก้ำกึ่ง	47	80.36 ± 34.78	49	336.86 ± 175.72
	เพียงพอ	11	83.18 ± 53.70	11	475.45 ± 212.56
	รวม	114	75.82 ± 36.32	112	351.82 ± 207.18
F			0.80		0.28
p			0.45		0.76

* แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภค จำแนกตามภาวะโภชนาการ และ ระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง* (ประเมินจากบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหาร และบันทึกการบริโภค อาหารใน 1 วัน เป็นเวลา 3 วัน)

ระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง		ปริมาณการบริโภคโฟเลตใน 1 วัน (ไมโครกรัม)			
		n	24 hr recall	n	SFFQ
โภชนาการเกิน	1 ต่ำ	5	112.60 ±76.97	3	409.33 ± 389.42
	2 ก้ำกึ่ง	10	75.72 ± 35.70	12	297.67 ± 186.01
	3 เพียงพอ	22	75.72 ±35.70	20	408.25 ± 230.22
	รวม	37	81.49 ± 44.97	35	370.43 ± 229.30
โภชนาการปกติ	1 ต่ำ	4	122.50 ± 31.03	4	432.00 ± 106.96
	2 ก้ำกึ่ง	33	77.64 ± 34.02	33	352.55 ± 213.55
	3 เพียงพอ	31	63.61 ± 23.25	30	313.67 ± 185.22
	รวม	68	73.88 ± 32.17	67	339.88 ± 196.50
โภชนาการต่ำ	1 ต่ำ	3	62.67 ± 24.91	3	432.00 ± 106.96
	2 ก้ำกึ่ง	6	69.50 ± 26.33	7	335.43 ± 110.66
	รวม	10	67.22 ± 24.50	10	366.70 ± 211.97
เฉลี่ย	1 ต่ำ	27	94.96 ± 46.11	10	367.41 ± 219.65
	2 ก้ำกึ่ง	28	72.32 ± 34.55	52	341.46 ± 220.75
	3 เพียงพอ	59	68.73 ± 28.87	50	349.53 ± 197.50
	รวม	114	75.82 ± 36.32	112	351.82 ± 207.18
F			0.796		0.28
p			0.453		0.76

* แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

จากการศึกษานี้ พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะทั่วไป ลักษณะทางเศรษฐกิจ และสังคม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มภาวะโภชนาการเกิน ภาวะโภชนาการปกติ และภาวะโภชนาการต่ำ และจากผลการวิเคราะห์ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ภาวะโฟเลตทั้งในซีรัม และในเม็ดเลือดแดงของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มภาวะโภชนาการ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ภาวะโฟเลตในเลือด กับภาวะโภชนาการของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีอายุระหว่าง 13-15 ปี ทั้งเพศชายและหญิง จำนวน 132 คน แบ่งตามภาวะโภชนาการ เป็นนักเรียนภาวะโภชนาการเกินจำนวน 51 คน ภาวะโภชนาการปกติจำนวน 71 คน ภาวะโภชนาการต่ำจำนวน 10 คน โดยตรวจวิเคราะห์ระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดงและในซีรัมด้วยวิธีจุลชีววิเคราะห์ และประเมินปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารด้วยบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน ร่วมกับบันทึกความถี่การบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ จากการศึกษาสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ข้อมูลทั่วไป ลักษณะทางเศรษฐกิจ และสังคม

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิง 59 คน และนักเรียนชาย 73 คน ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องของอายุ การนับถือศาสนา การศึกษาและอาชีพของบิดา มารดา รายได้ของครอบครัว การพักอาศัยกับ บิดา/มารดา หรือ กับผู้ปกครอง ระหว่างกลุ่มภาวะโภชนาการเกิน ภาวะโภชนาการปกติ และภาวะโภชนาการต่ำ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ทำในโรงเรียนเดียวกัน

ค่าใช้จ่ายในแต่ละวันของนักเรียนภาวะโภชนาการเกินสูงกว่านักเรียนภาวะโภชนาการปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการที่นักเรียนได้รับค่าใช้จ่ายประจำวันสูงอาจมีผลต่อความสามารถในการเลือกชนิดของอาหารที่รับประทาน

กิจกรรมที่นักเรียนทำในเวลาว่างส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่ใช้พลังงานน้อย ได้แก่ การดูโทรทัศน์ เล่นเกมคอมพิวเตอร์ อ่านหนังสือ ฟังเพลงหรือเล่นดนตรี ส่วนน้อยที่ใช้เวลาว่างเล่นกีฬา และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มภาวะโภชนาการเกิน ภาวะโภชนาการปกติ และภาวะโภชนาการต่ำ ความถี่ในการออกกำลังกายใน 1 สัปดาห์ ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยส่วนใหญ่ออกกำลังกายสัปดาห์ละ 1-2 วันหรือไม่ออกกำลังกายเลย ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจพฤติกรรมการเล่น และการดูกีฬา ของประชาชนปี 2540 ของ

สำนักงานสถิติแห่งชาติ **(อ้างถึงใน** 99) พบว่า วัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานครเติบโตมาในสิ่งแวดล้อมที่ ไม่เอื้ออำนวยต่อการเล่นกีฬา โดยวัยรุ่นอายุ 15 – 24 ปี ร้อยละ 36.2 ไม่สนใจเล่นกีฬา ร้อยละ 55.3 ไม่มีเวลา ร้อยละ 3.1 ไม่มีสถานที่เล่นกีฬา ร้อยละ 1.4 ไม่มีอุปกรณ์กีฬา และร้อยละ 0.3 ไม่มีผู้สนับสนุน ประกอบกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบันทำให้วัยรุ่นในปัจจุบันใช้เวลาในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ และอินเตอร์เน็ตมากขึ้น จึงมีการออกกำลังกายน้อยลง การออกกำลังกายอย่างน้อยสัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 30 นาที จึงจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง ทรวดทรงสมส่วน สุขภาพจิตดี ลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคอ้วน ภาวะโภชนาการเกิน และภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ที่เกิดจากโรคอ้วน ได้แก่ เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง เป็นต้น จะเห็นได้ว่าจากการศึกษาครั้งนี้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งที่มีภาวะโภชนาการเกิน และ ภาวะโภชนาการปกติ มีการออกกำลังกายไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นการเพิ่มปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ดังนั้นการให้ความรู้ในเรื่องการบริโภคอาหารและการออกกำลังกายแก่เด็กวัยนี้ ตลอดจนเด็กก่อนวัยเรียนจึงมีความสำคัญต่อการวางพื้นฐานที่ดีเพื่อการเติบโตเป็นผู้ใหญ่สุขภาพดีต่อไป

การบริโภคอาหารของกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้วิเคราะห์การบริโภคอาหารโดยใช้บันทึกความถี่ในการบริโภคอาหารกึ่งปริมาณและบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน ผลการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่ ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารของกลุ่มตัวอย่าง และปริมาณสารอาหารหลัก (โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต) และพลังงานที่ได้รับใน 1 วัน ดังนี้

ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ของนักเรียนกลุ่มภาวะโภชนาการเกิน ภาวะโภชนาการปกติ และภาวะโภชนาการต่ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิเคราะห์ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ สูงกว่าที่ได้จากบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณที่ประเมินได้จากการบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ มีอยู่ในระดับเพียงพอเมื่อเทียบกับปริมาณที่ควรได้รับแต่ละวันสำหรับผู้มีอายุ 9-19 ปี ตามข้อกำหนดปริมาณโฟเลตที่ควรได้รับในแต่ละวันของประชากรชาวไทย **(8)** (130 และ 135 ไมโครกรัม/วัน สำหรับเพศชาย และ หญิง ตามลำดับ) ในขณะที่ปริมาณที่ได้จากบันทึกการรับประทานอาหาร 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง ต่ำกว่าปริมาณที่แนะนำ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ซึ่งพบว่าปริมาณการบริโภคอาหารบางประเภทโดยเฉพาะผักและผลไม้ที่

วิเคราะห์จากบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหาร สูงกว่าผลที่ได้จากการบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน (100-102) ซึ่งอาจเกิดจากบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหาร มีรายการอาหารแสดงไว้ช่วยในการบันทึก ทำให้เกิดการบันทึกเกินจากความเป็นจริงในบางรายการอาหารได้ นอกจากนี้ข้อมูลปริมาณโฟเลตในอาหารไทยยังไม่ครบถ้วน ดังนั้นจึงไม่ได้นำอาหารบางรายการที่บริโภคจากบันทึกย้อนหลัง 24 ชั่วโมงมาคำนวณค่าโฟเลต อาจทำให้การประเมินปริมาณโฟเลตที่ได้รับประเมินจากบันทึกย้อนหลัง 24 ชั่วโมงต่ำกว่าความเป็นจริง การศึกษาของ Gladys Block (103) เสนอว่าวิธีการที่ใช้ในการประเมินการบริโภคอาหารที่มีใช้อยู่ มีประโยชน์ในการใช้แบ่งแยกความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างได้ แต่ไม่สามารถบ่งบอกความแตกต่างได้ถึงระดับบุคคล และสามารถใช้บอกปริมาณอาหารบริโภคได้ถึงระดับ มาก-น้อย แต่ไม่อาจระบุถึงปริมาณเป็นมิลลิกรัมที่แท้จริงได้

เมื่อวิเคราะห์แหล่งอาหารโฟเลตสำคัญที่นักเรียนได้รับ ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มภาวะโภชนาการทั้งสาม แหล่งอาหารโฟเลตที่นักเรียนได้รับส่วนใหญ่คือ ผัก รองลงมาได้แก่ เนื้อสัตว์ ผลไม้และอาหารจำพวกแป้ง อาหารจำพวกถั่ว นมและผลิตภัณฑ์นมตามลำดับ จะเห็นได้ว่าถึงแม้เนื้อสัตว์จะเป็นแหล่งอาหารที่ให้สารอาหารโฟเลตต่ำ แต่กลับเป็นแหล่งอาหารโฟเลตที่สำคัญเป็นอันดับสองสำหรับกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่นักเรียนมีการบริโภคเนื้อสัตว์ในปริมาณมาก ทำให้ปริมาณรวมของการบริโภคโฟเลตจากอาหารกลุ่มนี้สูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่แสดงว่านักเรียนทั้งสามกลุ่มโภชนาการมีสัดส่วนพลังงานที่ได้จากโปรตีน:ไขมัน: คาร์โบไฮเดรต เป็น 20:30:50 ซึ่งสัดส่วนการบริโภคโปรตีนสูงกว่าปริมาณที่แนะนำ (8) คือ 10-15 : 25-30 : 50-60

ปริมาณสารอาหารหลัก และพลังงานที่ได้รับของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มภาวะโภชนาการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ต่างจากการศึกษาในนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี (69) ที่พบว่านักเรียนที่มีภาวะโภชนาการอ้วนมีการบริโภคโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และได้รับพลังงานจากอาหาร สูงกว่าเด็กที่มีภาวะโภชนาการปกติอย่างมีนัยสำคัญ ความแตกต่างของการศึกษาทั้งสองนี้อาจเกิดจากความสามารถในการประมาณปริมาณอาหารของนักเรียน ทำให้การบันทึกปริมาณอาหารคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง หรือการที่ภาวะโภชนาการของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลจากปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากการบริโภคอาหาร

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลการวิเคราะห์จะแสดงให้เห็นว่านักเรียนได้รับโฟเลตส่วนใหญ่จากอาหารจำพวกผัก แต่ภาวะโฟเลตในเลือดอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ชี้ให้เห็นว่านักเรียนยังได้รับโฟเลตจากการบริโภคไม่เพียงพอ ซึ่งอาจเกิดจากอาหารจากผักที่นักเรียนบริโภคส่วนใหญ่ปรุงโดยใช้ความ

ร้อน ทำให้สูญเสียโฟเลตไปบางส่วน (1) ดังนั้นจำเป็นต้องมีการให้ความรู้และกระตุ้นให้นักเรียนมีการเลือกบริโภคอาหารที่มีโฟเลตสูง โดยเฉพาะผักสดให้มากขึ้น

ภาวะโฟเลตในเลือด

การศึกษานี้ได้วิเคราะห์ภาวะโฟเลตทางชีวเคมี โดยการวัดระดับโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีจุลชีววิเคราะห์ พบว่า

1. ภาวะโฟเลตในซีรัม

ระดับโฟเลตในซีรัมของนักเรียนที่มีภาวะโภชนาการเกิน ภาวะโภชนาการปกติ และภาวะโภชนาการต่ำ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าเฉลี่ย 3.50 $\pm$ 2.12 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งเป็นระดับก้ำกึ่งระหว่างการขาดโฟเลตและการมีภาวะโฟเลตเพียงพอ อย่างไรก็ตาม Beresford และ Carol (2) เสนอว่าปริมาณโฟเลตในซีรัมสูงกว่า 4.4 นาโนกรัม/ มิลลิลิตร จึงจะสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้

เมื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนตามระดับโฟเลตในซีรัมเป็นระดับขาด ระดับก้ำกึ่ง และระดับเพียงพอ พบว่าจำนวนของผู้มีภาวะโฟเลตในซีรัมระดับต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มภาวะโภชนาการทั้งสาม นักเรียนร้อยละ 47 มีโฟเลตในซีรัมอยู่ในระดับขาด ร้อยละ 43 อยู่ในระดับก้ำกึ่ง มีเพียงร้อยละ 10 ที่มีโฟเลตในซีรัมในระดับเพียงพอ ซึ่งต่างจากการศึกษาของชุตาภรณ์ ทองบุญชู (12) ในผู้ใหญ่อายุ 20-60 ปี ที่พบว่าเมื่อค่าดัชนีมวลกายสูงกว่า 25 กิโลกรัม/ตารางเมตร มีความสัมพันธ์ในเชิงผกผันกับระดับโฟเลตในซีรัม โดยผู้มีภาวะอ้วนมีโฟเลตในซีรัมต่ำกว่าผู้มีภาวะโภชนาการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งความแตกต่างของผลการศึกษานี้อาจเกิดจากการที่ผู้ใหญ่น้ำหนักปกติมีการดูแลสุขภาพและเลือกรับประทานอาหารที่เหมาะสมกว่าผู้มีภาวะโภชนาการเกินหรืออ้วน ส่งผลให้ระดับโฟเลตในซีรัมของผู้ใหญ่ปกติสูงกว่าผู้ใหญ่อ้วน ส่วนเด็กวัยเรียนมักมีการเลือกอาหารโดยอาศัยความพึงพอใจ และได้รับอิทธิพลจากสื่อโฆษณาเป็นปัจจัยสำคัญ (9,104) ทำให้รูปแบบการบริโภคอาหารโฟเลตของเด็กภาวะโภชนาการต่างๆ ไม่แตกต่างกัน

ระดับโฟเลตในซีรัม บอกถึงภาวะการขาดโฟเลตจากอาหารในขณะเก็บตัวอย่างเลือด โดยระดับโฟเลตในซีรัมจะลดลงภายใน 3 สัปดาห์หลังจากได้รับอาหารที่มีโฟเลตต่ำ (30) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีการบริโภคอาหารโฟเลตในช่วง 3 สัปดาห์ที่

ผ่านมาค่อนข้างต่ำ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับไม่เพียงพอสำหรับการลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

2. ภาวะโฟเลตในเม็ดเลือดแดง

ภาวะโฟเลตในเม็ดเลือดแดง แสดงถึงการสะสมโฟเลตในระยะยาว และสะท้อนให้เห็นการสะสมโฟเลตในร่างกายในขณะมีการสร้างเม็ดเลือดแดง (29) การศึกษานี้พบว่าโฟเลตในเม็ดเลือดแดงไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มโภชนาการเกิน โภชนาการปกติ และโภชนาการต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเพียงพอ คือ 161.97 $\pm$ 41.01 นาโนกรัม/มิลลิลิตร อย่างไรก็ตามเมื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดงคือ ระดับขาด (<100 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) ระดับก้ำกึ่ง (100-160 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) และระดับเพียงพอ (>160 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) พบว่านักเรียนร้อยละ 25 มีโฟเลตในเม็ดเลือดแดงอยู่ในระดับขาด ร้อยละ 24 อยู่ในระดับก้ำกึ่ง และร้อยละ 51 มีภาวะโฟเลตในเม็ดเลือดแดงระดับเพียงพอ

จากการศึกษาพบว่านักเรียนที่มีภาวะโฟเลตทั้งในซีรัมและในเม็ดเลือดแดงต่ำ จำนวน 13 ราย (ร้อยละ 9.8) เป็นนักเรียนภาวะโภชนาการเกิน 5 ราย (ร้อยละ 9.8) ภาวะโภชนาการปกติ 7 ราย (ร้อยละ 9.8) และภาวะโภชนาการต่ำ 1 ราย (ร้อยละ 10) อย่างไรก็ตาม ภาวะโลหิตจางชนิดเม็ดเลือดแดงใหญ่จากการขาดโฟเลตจะปรากฏได้ช้า แม้ว่าจะมีระดับโฟเลตในเลือดลดลง จนกระทั่งฮีมาโตคริตลดลงเหลือน้อยกว่าร้อยละ 20 จึงจะปรากฏอาการทางคลินิก (28) ซึ่งจากการศึกษานี้ไม่มีนักเรียนคนใดมีฮีมาโตคริตต่ำกว่าระดับโลหิตจาง (หญิง< ร้อยละ37 ชาย < ร้อยละ 40) จึงทำให้ไม่พบภาวะโลหิตจางทางคลินิก

ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารโฟเลต ภาวะโฟเลต กับภาวะโภชนาการ

จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร กับภาวะโฟเลตในเลือดด้วย Pearson's correlation coefficients พบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงผกผันระดับต่ำระหว่างการบริโภคอาหารโฟเลตจากบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ย้อนหลัง 24 ชั่วโมง กับระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง แต่ไม่พบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง และระดับโฟเลตในซีรัม กับปริมาณการบริโภคโฟเลตจากบันทึกความถี่การบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ ซึ่งผลที่ได้นี้ต่างจากการศึกษาของ กานต์ณัชชา มัดจุปะ (13) ในหญิงวัยเจริญพันธุ์ ซึ่ง

พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารและระดับโฟเลตในซีรัมอย่างมีนัยสำคัญ ผลที่แตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจากภาวะโฟเลตในเด็กมีปัจจัยเรื่องการเจริญเติบโตมาเกี่ยวข้องนอกเหนือจากปัจจัยการบริโภค หรือเกิดจากการที่ภาวะโฟเลตในซีรัมสะท้อนถึงการบริโภคอาหารในปัจจุบันมากกว่าบริโภคนิสัย ยิ่งไปกว่านั้นระดับโฟเลตในเลือดอาจไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณโฟเลตในอาหารที่บริโภคเพียงอย่างเดียว แต่อาจมีผลจากความถี่หรือความสม่ำเสมอในการบริโภคอีกด้วย (105) นอกจากนี้วิธีการปรุงอาหาร การเก็บรักษาอาหารก็มีผลต่อปริมาณโฟเลตในอาหารได้เช่นกัน ดังตัวอย่างการศึกษาของ DeSouza และ Eiten (106) รายงานว่า ผักโขม และ บรอกโคลี จะสูญเสียโฟเลต ร้อยละ 40 และ 60 ตามลำดับเมื่อลวกในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที การศึกษาของ Gami และ Chen (107) พบว่าใบ Swiss chard สูญเสียโฟเลตถึงร้อยละ 30 เมื่อเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และสูญเสียโฟเลตร้อยละ 4 เมื่อเก็บในถุงพลาสติกก่อนแช่ตู้เย็น นอกจากนี้ Dang และคณะ (108) พบว่าการชะล้างถั่วเขียวในการปรุงอาหารเป็นสาเหตุหลักของการสูญเสียโฟเลต และยังพบว่าอาหารประเภทปลามีการสูญเสียโฟเลตร้อยละ 20 เมื่อปรุงโดยการอบ และร้อยละ 80 เมื่อใช้การเคี่ยว เป็นต้น นอกจากนี้การที่อาหารไทยมีหลากหลาย ในขณะที่ข้อมูลปริมาณโฟเลตยังมีไม่ครบถ้วน ทำให้การประเมินการบริโภคอาหารโฟเลตจากบันทึกการบริโภคอาหารคลาดเคลื่อนได้

จากการศึกษานี้จะเห็นได้ว่า ภาวะโภชนาการของกลุ่มตัวอย่างไม่มีผลต่อภาวะโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดง ต่างจากการศึกษาของ Casanueva และคณะ (79) ในหญิงวัยเจริญพันธุ์ ซึ่งพบว่าภาวะอ้วนเพิ่มความเสี่ยงในการขาดโฟเลตในเม็ดเลือดแดง ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างในความต้องการใช้โฟเลตของกลุ่มตัวอย่างซึ่งอยู่ในวัยกำลังเจริญเติบโต นอกจากนี้ภาวะโฟเลตในคนอ้วนอาจมีความแตกต่างจากกลุ่มภาวะโภชนาการปกติชัดเจนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มภาวะโภชนาการเกิน ซึ่งจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้อาจน้อยเกินไปทำให้ไม่สามารถสะท้อนให้เห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจนโดยการแบ่งภาวะโภชนาการที่ระดับอ้วนได้

เมื่อพิจาณาภาวะโฟเลตในซีรัมจะเห็นว่านักเรียนทั้งสามกลุ่มภาวะโภชนาการมีการบริโภคโฟเลตไม่เพียงพอ ซึ่งนอกจากจะเกี่ยวข้องกับปริมาณการบริโภคแล้ว อาจมีความเกี่ยวข้องกับการสูญเสียโฟเลตระหว่างการปรุงและการเก็บรักษา รวมถึงความสม่ำเสมอในการบริโภคโฟเลตด้วย อาจจะส่งผลต่อการสะสมโฟเลตในอนาคต ดังที่พบว่าจำนวนผู้มีระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดงต่ำค่อนข้างสูง

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ภาวะโฟเลต และภาวะโภชนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย อายุระหว่าง 13-15 ปี จำนวน 132 ราย เป็นผู้มีภาวะโภชนาการเกินจำนวน 51 ราย ภาวะโภชนาการปกติจำนวน 71 ราย และ ภาวะโภชนาการต่ำจำนวน 10 ราย พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ในคุณลักษณะทางประชากร เศรษฐกิจและสังคมระหว่างนักเรียนทั้งสามกลุ่มภาวะโภชนาการ จากการประเมินปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารโดยใช้บันทึกความถี่ในการบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ และบันทึกการบริโภคอาหารในหนึ่งวันย้อนหลัง 24 ชั่วโมง และการประเมินภาวะโฟเลตโดยวิเคราะห์หาปริมาณโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดงด้วยวิธีทาง จุลชีววิเคราะห์ พบว่าภาวะโภชนาการไม่มีความสัมพันธ์กับระดับโฟเลตในซีรัม ระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง และปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภค ค่าเฉลี่ยระดับโฟเลตในซีรัมอยู่ในระดับก้ำกึ่ง ส่วนค่าเฉลี่ยระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดงอยู่ในระดับเพียงพอ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มภาวะโภชนาการ อย่างไรก็ตามนักเรียนร้อยละ 46 มีโฟเลตในซีรัมอยู่ในระดับขาด ร้อยละ25 มีโฟเลตในเม็ดเลือดแดงอยู่ในระดับขาด และร้อยละ 10 มีภาวะโฟเลตทั้งใน ซีรัมและเม็ดเลือดแดงอยู่ในระดับขาด แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้มีการบริโภคอาหารโฟเลตต่ำ และมีแนวโน้มจะเกิดปัญหาการขาดโฟเลต อันจะส่งผลต่อการเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังต่อไป

ดังนั้น ควรมีการส่งเสริมให้นักเรียน มีความรู้ในการเลือกบริโภคอาหารที่เหมาะสม รวมถึงความรู้ในเรื่องโรคอ้วนและความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังอื่นๆ อันเนื่องมาจากบริโภคนิสัยที่ไม่เหมาะสม เพื่อเพิ่มความสามารถในการดูแลตนเอง ในด้านโภชนาการ

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษานี้พบว่าภาวะโฟเลตของเด็กวัยเรียนค่อนข้างต่ำ จึงควรมีการให้ความรู้ด้านการบริโภคอาหารแก่นักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนมีการบริโภคอาหารที่มีโฟเลตเพิ่มขึ้น เช่น การให้ความรู้เรื่องการเลือกบริโภคอาหาร การปรุงและการเก็บรักษาอาหารเพื่อคงคุณค่าอาหาร แก่ผู้ประกอบการร้านอาหารของโรงเรียน รวมทั้งควรมีการเฝ้าระวังภาวะโฟเลตในเด็กต่อไป

2. การประเมินภาวะโฟเลตด้วยบันทึกการบริโภคอาหาร อาจไม่เหมาะสมสำหรับเด็กวัยเรียน เนื่องจากปัญหาความร่วมมือ และความสามารถในการประมาณปริมาณอาหาร

3. ปัจจุบันฐานข้อมูลปริมาณโฟเลตในอาหารไทยยังมีน้อย ทำให้การประเมินภาวะโฟเลตทำได้ไม่สมบูรณ์ จึงควรมีการศึกษาเพื่อจัดทำฐานข้อมูลส่วนนี้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเลือกอาหารสำหรับบริโภคอีกด้วย

4. ปริมาณโฟเลตที่แนะนำให้บริโภคสำหรับคนไทยต่ำกว่าของสหรัฐอเมริกา ซึ่งปัจจุบันพบว่าโฟเลตมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด จึงควรมีการศึกษาต่อไปว่าระดับการบริโภคโฟเลตที่แนะนำสำหรับคนไทยในปัจจุบันเพียงพอหรือไม่

5. ควรมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อภาวะโฟเลตในร่างกาย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด เช่น ความถี่หรือความสม่ำเสมอในการบริโภค รูปแบบและวิธีการปรุงอาหาร การเติมโฟเลตในอาหาร ความจำเป็นในการเสริมโฟเลต เพื่อหาแนวทางส่งเสริมให้ร่างกายได้รับโฟเลตอย่างเพียงพอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. สุวิทย์ อารีกุล. กรดโฟลิกและวิตามินบี 12. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ ฯ: อมรการพิมพ์, 2529.

2. Beresford, S., A.A., and Carol J.B. Homocysteine, folic acid and cardiovascular disease risk. In Adrianne B., and Deckelbaum R.J. (ed.), Preventive Nutrition 2nd , pp. 191-219. New Jersey: Humana Press, 2001.

3. Silaste, M.L.; Rantala, M.; Alfthan, G.; Aro, A., and Kesaniemi, Y.A. Plasma homocysteine concentration is decreased by dietary intervention. Br J Nurt . 89 (March 2003): 295 -301.

4. Ashfield-Watt, P.A., et al. A comparison of the effect of advice to eat either '5-a-day' fruit and vegetables or folic acid-fortified foods on plasma folate and homocysteine. Eur J Clin Nutr. 57 (Febuary 2003): 316-23.

5. Fung, T.T., et al. Association between dietary pattern and plasma biomarkers of obesity and cardiovascular disease risk. Am J Clin Nutr. 73 (2001): 61-7.

6. Bonout, D., et al. Low serum folate but normal homocysteine levels in patients with atherosclerotic vascular disease and matched healthy controls. Nutrition. 16 (200): 434-8.

7. สาธารณสุข, กระทรวง. กรมอนามัย. ข้อมูลและสถิติ [Online]. 2547 Available from: http://wairean.anamai.moph.go.th [20 กันยายน 2547]

8. สาธารณสุข, กระทรวง. กรมอนามัย.คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างกายควรได้รับของประชาชนชาวไทย. ข้อกำหนดของสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย.กรุงเทพมหานคร, 2532.

9. พจนีย์ บุญนา. เด็กอ้วน. แม่และเด็ก 21, 313 (มีนาคม 2541).

10. ศิริบงกช ดาวดวง. โภชนาการเกิน ภัยที่เริ่มใกล้เข้ามาสู่เยาวชนไทย. จดหมายข่าว...กรมอนามัย 2, 4 (มกราคม 2544) [Online]. Available from: http://www.anamai.moph.go.th/factsheet/academic/news/02402.html

11. อุมาพร สุทัศน์วรวุฒิ. โรคอ้วน.ใน วันดี วรวิทย์ และ คณะ(บรรณาธิการ). โรคระบบทางเดินอาหารและโภชนาการในเด็ก.หน้า 275. กรุงเทพฯ: สหมิตรเมดิเพรส, 2537.

12. Chuthaporn Tongboonchoo. B12 Folic acid and haematological status of overweight and obese Thai in Bangkok. Master's thesis, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol university,2002.

13. Kannatcha Madjupa. The relationship between preconceptional dietary folate intake and serum folate status among suburban Thai women of child-bearing age in Bangkok. Master's Thesis. Department of Science (Public Health), Nutrition, Mahidol University, 2002.

14. Rungsan Tungtrongchirt; et al. Vitamin B12, folic acid, ferritin and haemoglobin status of rural women in child-bearing age in Northeast Thailand. J Med Assoc Thai. 80 (1997): 785-90.

15. Gallistl, S.; Erwa, W.; Sudi, K.; Borkenstein, M., and Mangge, H. Insulins an independent correlate of plasma homocydteine levels in obese children and adolescdnts. Diabetes Care. 23 (September, 2000): 1348-52.

16. Oshaug, A.; Bugge, K.H., and Refsum, H. Diet, an independent for plasma total homocysteine. A cross-sectional study of Norwegian workers on platforms in North Sea. Eur J Clin Nutr. 52 (1998): 7-11.

17. วิชัย ตันไพจิตร และ วรวรรณ ตันไพจิตร. โภชนาการและเมตาบอลิซึมของโฟเลต. โภชนศาสตร์คลินิก. 2 (2532): 1-2

18. IUPAC-IUB. Commission on Biochemical Nomenclature. Nomenclature and symbols for folic acid and related compounds. J Biol Chem. 241 (1966): 2991-96.

19. Tapan K.B., and Dickerson, J., W.T. Pteroylglutamic Acid. Vitamins in Human Health and disease, pp. 86-105. UK: Biddles, 1996.

20. Chaney, S., G. Principle of Nutrition II: Micronutrients. In Thomas M., D., (ed.), Text book of Biochemistry with clinical correlations, p. 1123. Newyork: Wiley-Liss, 1997.

21. Marks, D.B.; Marks, A.D., and Smiths,C.M. Tetrahydrofolate. In Vellker, L. (ed.), Basic Medical Biochemistry. Maryland: William & Wilkins, 1996.

22. Simon, N., Y. Clinical nutrition : 3. The fuzzy boundary between nutrition and psychopharmacology. CMAJ. 166 (2002): 207.

23. Babior B.M., and Stossel T.P. Heamatology a pathophysiological approch. pp 661-670. London: Chuchill Livingstone; 1984.

24. Yates, A.A.; Schlicker, S.A.; and Suitor,C.W. Dietary Reference Intakes: The new basis for recommendations for calcium and related nutritions, B vitamins, and choline. J Am Diet Assoc. 98 (June 1998): 699-706.

25. วัฒนา เลี้ยววัฒนา. โฟเลต. โฮโมซิสตีน, หน้า 59-87. กรุงเทพฯ: บางกอกบล็อก, 2545.

26. Kant, A., K. Reported Consumption of Low-Nutrient-Density Foods by American Children and Adolescents: Nutritional and Health Correlates, NHANES III, 1988 to 1994. Arch Pediatr Adolesc Med. 157 (August, 2003): 789 – 96.

27. Frary, C.D.; Johnson, R.K., and Wang, M.Q. Children and adolescents' choices of foods and beverages high in added sugars are associated with intakes of key nutrients and food groups. Adolesc Health. 34, (January 1, 2004): 56-63.

28. ปราณีต ผ่องแผ้ว. โภชนศาสตร์ชุมชนในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงภาวะเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว. กรุงเทพฯ: ลิฟวิ่ง ทรานส์ มีเดีย, 2539.

29. Bates, C.J.; Black, A.E.; Phillips, D.R.; Wright, A.J., and Southgate, D.A. The discreppancy between normal folate intakes and the folate RDA. Hum Nutr Appl Nutr. 36 (1987):422-9.

30. Herbert, V. Recommended dietary intake (RDA) of folate in humans. Am J Clin Nutr. 45 (1987): 661-670.

31. วรวรรณ ตันไพจิตร. ภาวะโลหิตจางจากการขาดสารอาหาร. ใน พิภพ จิรภิญโญ และวีระพงษ์ ฉัตรานนท์ (บรรณาธิการ), โภชนศาสตร์คลินิกในเด็ก: กรุงเทพฯ, 2533.

32. Sauberlich, He. Evaluation of folate nutrition in population groups. In Picciano M.F., Stokstad E.L.R., and Gregory J.F. (eds.), Folic acid metabolism in health and disease. pp. 212-235. New York: Wiley-Liss, 1990.

33. Brouwer, I.A., et al. Low dose folic acid supplementation decreses plasma homocysteine concentrations: a randomize trial. Am J Clin Nutr. 69 (1999): 99-104.

34. Woo, K.S., et al. Homocystein, endothelial dysfunction, and coronary artery disease: emerging strategy for secondary prevention. J Card Surg. 17,5 (2002): 432-5.

35. O'Keefe, C.A., et al. Controlled dietary folate affects folate status in nonpregnant women. J Nutr. 125 (1995) : 2717-25.

36. Homocysteine lowering trialists' collaboration. Lowering Blood homocysteine with folic acid based supplements: meta-analysis of randomized trials. Br Med J. 316 (1998): 894-98.

37. Fryer, R.H.; Wilson, B.D.; Gubler, D.B.; Fitzgerald, L.A., and Rodgers, G.M. Homocysteine, a risk factor for premature vascular disease and thrombosis, induces tissue factor activity in endothelial cells. Arterioscler Thromb. 13,9 (1993): 1327-33.

38. Hajjar, K.J. Homocysteine-induced modulation of tissue plasminogen activitor binding to its endothelial cell membrane receptor. J Clin Invest. 91,6 (1993): 2873-79.

39 Lentz, S.R., and Sadler, J.E. Homocysteine inhibits on Willebrand factor processing and secretion by preventing transport from the endoplasmic reticulum. Blood. 81,3 (1993): 683-89.

40. Pancharuniti, N., et al. Plasma homocyst(e)ine, Folate, and Vitamin B-12 concentrations and risk for early-onset coronary artery disease. Am J Clin Nutr. 59 (1994): 940-48.

41. Selhub, J., et al. Association between plasma homocysteine concentrations and extracranial carotid-artery stenosis. N Engl J Med. 332 (1995): 286-91.

42. Verhoef, P., et al. Homocysteine metabolism and risk of miocardial infarction: relation with vitamins 6, B12, and folate. Am J Epidemiol. 143,9 (1996): 845-59.

43. Robinson, K., et al. Low circulating folate and vitamin B6 concentration: risk factors for stroke, peripheral vascular disease, and coronary artery disease. European COMAC Group. Circulation. 97,5 (1998): 437-43.

44. Green, R., and Miller, J.W. Folate deficiency beyone megaloblatic anemia: Hyperhomocysteinemia and other maifestations of dysfunction folate status. Semin Hemato. 36 (1999): 47-64.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

45. Unduri, N. D. Folic Acid Says NO to Vascular Disease. Nutrition 19 (2003): 686-692.

46. Giles, W.H.; Kittner, S.J.; Anda, R.F.; Croft, J.B., and Casper, M.L. Serum folate and risk for ischemic stroke. Strok. 26 (1995): 1166-70.

47. Gillman, M.W., et al. Protective effect of fruits and vegetables on development of stoke in men. JAMA. 273 (1995): 1113-17.

48. Rimm, E.B., et al. Folate and vitamin B6 from diet and supplements in relation to risk of coronary heart diaease among women. JAMA. 278 (1998): 359-64.

49. Kim YI. Folate and cancer prevention: A new medical application of folate beyond hyperhomocysteinemia and neural tube defects. Nutr Rev. 10 (1999): 314-21.

50. Choi S-W, and Mason, J.B. Folate and carcinogenesis: integrated scheme. J Nutr 130 (2000): 129-32.

51. Bostick, R.M. Diet and Nutrition in the Etiology and Primary Preventation of Colon Cancer. In Bendich, R.J.D., A. (ed.), Preventive nutrition. USA: Humana Press, 2001.

52. Phimonsri Saengkar. Folate and vitamin B12 status in Thai women with cervical cytologic abnormalities. Master' thesis. Faculty of Tropical Medicine. Mahidol university, 2002.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

53. Bjelland, I.;Tell, G.S.; Vollset S.E.; Refsum, and Ueland, P.M. Folate ,vitamin B12, homocysteine, and the MTHFR 677C->T polymorphism in anxiety and depression : the Hordaland Homocysteine study. Arch Gen Psychiaty. 60 (2003): 618-626.

54. Meshino, J. B vitamins may hold key to better memory, cognitive function in seniors. [28 July,2003], [Online]. Available from: http//www.chiroweb.com/archive.

55. Lindeman R, D., et al. Serum vitamin B12, C and folate concentrations in the New Mexico Elder Health Survey: Correlations with cognitive and affective functions. J Amer Coll Nutr. 19 (2000): 68-79.

56. McPartin, J.; Halligan, A.; Scott, J.M.; Darling M., and Weir D.G. Accelerated folate break down in pregnancy. Lancet. 341 (1993): 148-49.

57. อรอนงค์ กังสดาลอำไพ . โฟเลตกับความผิดปกติแต่กำเนิด. เภสัชสนเทศ. 10,3 (2540).

58. Fagen C. Nutrition during pregnancy and lactation. In Sylvia Escott-Stump (ed.), Krause's Food, Nutrition ,and Diet therapy. USA: W.B.Saunders, 2000.

59. Lambie, D.G., and Johnson, R.H. Drug and folate metabolism. Drug. 30 (1985): 45-155.

60. Lewis, D.P.; Van, D., D.C.; Stumbo, P.J., and Berg, M.J. Drug and environmental factors associated with adverse pregnancy outcomes Part I: Antiepileptic drugs, contraceptives, smoking, and folate. Ann Pharmacother. 32 (July/August 1998): 802-816.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

61. สาธารณสุข, กระทรวง. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, สำนักนโยบายและแผนสาธารณสุข. สถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2541. กรุงเทพมหานคร: องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2542.

62. สาธารณสุข, กระทรวง. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, สำนักนโยบายและแผนสาธารณสุข. สถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2540. กรุงเทพมหานคร : องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2541.

63. สาธารณสุข, กระทรวง. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, สำนักนโยบายและแผนสาธารณสุข. สถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2539. กรุงเทพมหานคร : องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2540.

64. สาธารณสุข, กระทรวง. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, สำนักนโยบายและแผนสาธารณสุข. สถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2538. กรุงเทพมหานคร : องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2539.

65. Folate deficiency associated with higher early miscarriage. [Oct 21, 2002], [Online]. Available from : StopGettingSick.com, July, 2003.

66. Mayr, C., A.; Woodall, A., A., and Ames, B.,N. DNA Damage to Sperm from Micronutrient Deficiency May Increase the Risk of Birth Defects and Cancer in Offspring. In A.B.a.R.J. Deckelbaum (ed.), Prevention nutrition, pp. 381-382. New Jersey: Humana Press, 2001.

67. Kann, W.B.; Gordon, T, and, Castelli, W.P. Obesity, lipids and glucose intolerance. The Framingham. Am J Clin Nutr. 32 (1979) : 1238-45

68. Deschamps, I; Giron, B.J., and Lestradet, H. Blood glucose, Insulin, and free fatty acid levels during oral glucose tolerance tests in 158 obese children. Diabetes. 26 (1977): 89-93.

69. รัชนีบูลย์ เงินวิลัย. ระดับไขมัน กลูโคสในซีรัม ความดันโลหิต และพลังงานที่ได้รับในเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาเอกโภชนวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539.

70. Mclaren, D.S. Nutrition and its disorders. Edinburge: Churchill Livingtone; 1981.

71. Lauer, R.M.; Connor, W.E.; Leaverton, P.E.; Reiter, M.A., and Clarke, W.R. Coronary heart disease risk factors in school children: the Muscatine study. J Pediatr . (86) 1975: 697-706.

72. Heyden, S; Bartel, A.G.; Hames, C.G., and McDonough, J.R. Elevated blood pressure levels in adolescents, Evans County, Georgia. JAMA. (209) 1969: 1683-89.

73. สุรัตน์ โคมินทร์. อ้วน : ภาวะทุพโภชนาการหรือไม่ ?. ใน ชมรมผู้ให้อาหารทางหลอดเลือดดำและทางเดินอาหาร. ทุพโภชนาการและการรักษา. กรุงเทพฯ: ฉลองคุณ, 2536.

74. Riley, D.J.; Santiago, T.V., and Edelman, N.H. Complications of Obesity-hypoventilation syndrome in childhood. Am J Dis Child. 130 (1976): 671-4.

75. Somerville, S.M.; Rona, R.J., and Chinn, S. Obesity and respiratory symptoms in primary school. Arch Dis Child. 59 (1984): 940-4.

76. Huttunen, N.P; Knip, M., and Paavilainen, T. Physical activity and fitness in obese children. Int J Obesity. 10 (1986) : 519-25

77. Katch, V; Becque, M.D.; Marks, C; Moovehead, C, and Rocchini, A. Oxygen Uptake and energy output during walking of obese male and female adolescents. Am J Clin Nutr. 47(1988): 26-32.

78. Nestel, P.J.; Schreubman, P.H., and Ahrens, Jr., E.H. Cholesterol metabolism in human obesity. J Clin Invest. 52 (1973): 2389-97.

79. Casanueva, T.; Drijanski, A; Fernandez-Gaxiola, A.C.; Meza, C., and Frania, P. Folate defficiency is associated with obesity and anemia in Maxican Urban women. Nutr Research. 20 (2000): 1389-94.

80. เติมศรี ชำนิจารกิจ. สถิติประยุกต์ทางการแพทย์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

81. คณะทำงานจัดทำเกณฑ์อ้างอิง น้ำหนัก ส่วนสูง และ เครื่องชี้วัดภาวะโภชนาการของประชาชนไทย, เกณฑ์อ้างอิง น้ำหนัก ส่วนสูง และ เครื่องชี้วัดภาวะโภชนาการของ

82. ศิริพร จิตรพลี. แนวโน้มการเจริญเติบโตของเด็กไทย. จดหมายข่าว...กรมอนามัย 3, 4 (มกราคม 2545)[Online]. Available from: http://www.anamai.mpph.go.th

83. ระพีพรรณ ใจภักดี. ผักดอก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อเด็ก, 2544.

84. ระพีพรรณ ใจภักดี. ผักผล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อเด็ก, 2544.

85. ระพีพรรณ ใจภักดี. ผักหัวและผักฝัก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อเด็ก, 2544.

86. ระพีพรรณ ใจภักดี. ผลไม้ชุดที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อเด็ก, 2544.

87. ระพีพรรณ ใจภักดี. ผลไม้ชุดที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อเด็ก, 2544.

88. สุธี สุนทรธรรม. การหาปริมาณกรดโฟลิคในอาหารไทยบางชนิด. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

89. Judith E. Brown. Table of food composition. Nutrition Now 2nd. pp. A1-A89. USA:Wadsworth Publishing,1999.

90. สาธารณสุข, กระทรวง. กรมอนามัย.ฝ่ายวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก, 2535.

91 สาธารณสุข, กระทรวง. กรมอนามัย. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: กองโภชนาการ, 2530.

92. Grossowicz, N.; Mandelbaum-Shavit,F.; Davidoff, R., and Aronovitch, J. Micobiological determination of folic acid derivatives in blood. Blood. 20 (1962): 609-615.

93. Water, A. H., and Mcllin, D.L. Study on the folic acid activity of human serum. J.Clin.Path. 14(1998): 335-344.

94. Areekul, S., and Pingwatana, W. Serum folate level in Thai blood donors. Sout Asian J Trop Med Pub Htlh. 5 (1974): 313-315.

95. The Association of Vitamin Chemists,Inc. Folic acid. Methods of vitamin assay 3rd ed. pp. 233-243. USA, 1967.

96. Hoffbrand, A.V.; Newcombe, B.F.A., and Moilin,D.L. Method of assay of red cell folate activity and the value of the assay as a test for folate deficiency. J.Clin.Path. 19(1997): 17-28.

97. Areekul, S.; Pingwatana, W. Folate activity in red cells of Thai blood donors. Southeast.Asian.J.Trop.Med.Pub.Htlh. 6(1975) : 440-443.

98. Dacie, J.V., and Levis, S.M. Haematocrit. [Online]. Available from: http:// www.rcpamanual.edu.au/pathman/haematoc.htm. [January 12, 2004]

99. ศรีสุดา วงศ์วิเศษกุล. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยด้านพฤติกรรมการปฏิบัติเพื่อสุขภาพกับภาวะโภชนาการของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 5-6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาพยาบาลสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล. 2540

100. Pietinen, P., et al. Reproducibility and validity of dietary assessment instruments. Am J Epidemiol 128 (1988): 655-66.

101. Salvini, S, et al. Food –based validation of dietary questionnaire: the effects of week-to-week variation in food consumtion. Int J Epidemol 18 (1989): 858-67.

102. Feskanich, D, et al. Reproducibility and validity of food intake measurements from a semiquentitative food frequency questionnair. J Am Diet Assoc 93 (1993): 790-6.

103 Gladys Block. A Review of Validations of Dietary Assessment Methods. Am J Epidemiol 115 (1982): 492-505.

104. Birch and Sullivan. Measuring Children's Food Preference. J School Health . 61 (1991): 212-13.

105. Krebs-Smith, S.M.; Heimendinger, J.; Subar, A., F.; Petterson, B., H., and Pivonka, E. Using Food Frequency Questionaires to Estimate Fruit and Vegetable Intake: Association between the Number of Questions and Total Intakes. J Nutr Edu 27 (March-April 1995): 80-85.

106. DeSoza, S.C., and Eitenmiller, R.R. Effects of processing and storge on the folate content of spinach and broccoli. J Food Sci. 51 (1986): 626-8.

107. Gami, D.B., and Chen, T.S. Kinetics of folacin destruction in Swiss chard during storage. J Food Sci. 50 (1985): 447-53.

108. Dang, J.; Arcot, J., and Shresth, A. Folate retention in selected processed legumes. Food Chem 68 (2000): 295-8.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามเพื่อประเมินภาวะโภชนาการ และการบริโภคโฟเลต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง : แบบสอบถามเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารโฟเลต ภาวะโฟเลต กับภาวะโภชนาการของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

1. แบบสอบถามชุดนี้แบ่งเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย
   - ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน
   - ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะโภชนาการของนักเรียน
   - ส่วนที่ 3 ระดับโฟเลตของนักเรียน
   - ส่วนที่ 4 แบบแผนในการบริโภคอาหารของนักเรียน

2. ขอให้นักเรียนตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงในส่วนที่ 1 ส่วนที่ 3 และส่วนที่ 4 ให้ครบถ้วน เพื่อเป็นประโยชน์ในการประเมินสุขภาพของนักเรียน

3. แบบสอบถามชุดนี้ใช้เป็นข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่มีผลต่อคะแนนสอบของนักเรียน

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ

ภญ. สุธารส ปริญญาปุณโณ
ผู้วิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามเพื่อประเมินภาวะโภชนาการของนักเรียน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน **สำหรับผู้วิจัย**

ชื่อ……...นามสกุล……..

โรงเรียน **สามเสนวิทยาลัย** ชั้น ม.2/……เลขที่……..

คำชี้แจง ให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ และ กรอกข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง ☐☐

2. นับถือศาสนา

☐ พุทธ ☐ คริสต์ ☐ อิสลาม ☐ อื่น ๆ(ระบุ)…….....☐☐

3. ปัจจุบันนักเรียนอาศัยอยู่กับ

☐ บิดา/มารดา ☐ ญาติ/ผู้ปกครอง ☐☐

☐ หอพัก/บ้านเช่า ☐ อื่น ๆ (ระบุ)…….....

4. นักเรียนมีโรคประจำตัวหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี (ระบุ)……..... ☐☐

5. นักเรียนรับประทานยา หรืออาหารเสริม หรือวิตามินอะไรเป็นประจำหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี (ระบุ)..... ☐☐

8. ระดับการศึกษาของ บิดา ☐☐

☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษาตอนต้น

☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย /ปวช. ☐ อนุปริญญา / ปวส.

☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

☐ อื่น ๆ (ระบุ)……..

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับผู้วิจัย

9. ระดับการศึกษาของ มารดา ☐☐

☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษาตอนต้น
☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย /ปวช. ☐ อนุปริญญา / ปวส.
☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
☐ อื่น ๆ (ระบุ)……..

10. อาชีพของบิดา ☐☐

☐ ไม่ได้ประกอบอาชีพ ☐ ค้าขาย/ ธุรกิจส่วนตัว
☐ รับราชการ ☐ รัฐวิสาหกิจ
☐ พนักงานบริษัท ☐ รับจ้างทั่วไป
☐ เกษตรกรรม / ประมง / เลี้ยงสัตว์ ☐ อื่น ๆ (ระบุ)……..

11. อาชีพของมารดา ☐☐

☐ ไม่ได้ประกอบอาชีพ/แม่บ้าน ☐ ค้าขาย
☐ รับราชการ ☐ รัฐวิสาหกิจ
☐ พนักงานบริษัท ☐ รับจ้างทั่วไป
☐ เกษตรกรรม / ประมง / เลี้ยงสัตว์ ☐ อื่น ๆ (ระบุ)……..

12. รายได้เฉลี่ยของครอบครัว เดือนละ ☐☐

☐ ต่ำกว่า หรือ เท่ากับ 5,000 บาท ☐ 5,000 -10,000 บาท
☐ 10,001 – 20,000 บาท ☐ 20,001 – 30,000 บาท
☐ มากกว่า 30,000 บาท

13. นักเรียนได้รับค่าใช้จ่ายทั้งหมด ต่อวัน……บาท ☐☐
ใช้เป็น ค่าอาหาร……บาท ☐☐
ค่าเดินทาง……บาท ☐☐
อื่น ๆ (ระบุ)ค่า…….....เป็นเงิน……บาท ☐☐

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะโภชนาการของนักเรียน

ชื่อ……..เลขที่……... **สำหรับผู้วิจัย**

1. วันที่ตอบแบบสอบถาม (พ.ศ. / เดือน/วันที่) ☐☐☐☐/☐☐/☐☐

2. เกิด (พ.ศ. / เดือน/วันที่) ☐☐☐☐/☐☐/☐☐

อายุ ☐☐/☐☐/☐☐

3. น้ำหนัก ☐☐☐.☐☐ กิโลกรัม ☐☐☐☐

4. ส่วนสูง ☐☐☐.☐☐ เซนติเมตร ☐☐☐☐

ภาวะโภชนาการ ☐☐

5. นักเรียนชอบเล่นกีฬาหรือ ออกกำลังกายหรือไม่ ☐☐

☐ ชอบ (ระบุ)…….....

☐ ทุกวัน ☐ สัปดาห์ละ 5 - 6 ครั้ง

☐ สัปดาห์ละ 3 - 4 ครั้ง ☐ สัปดาห์ละ 1 - 2 ครั้ง

☐ ไม่ชอบ : ออกกำลังกายน้อยกว่า 1 ครั้ง /สัปดาห์

6. เวลาว่างนักเรียนชอบทำอะไรมากที่สุด **(ตอบข้อเดียว)** ☐☐

☐ ดูโทรทัศน์ /เล่นเกมคอมพิวเตอร์ ☐ เล่นกีฬา (ระบุ)…….

☐ อ่านหนังสืออ่านเล่น ☐ อื่น ๆ (ระบุ)…….....

ส่วนที่ 3 ระดับโฟเลต (สำหรับผู้วิจัย)

1. Haematocrit (%) ☐☐☐ . ☐☐

2. Serum Folate (ng/ml) ☐☐☐ . ☐☐

3. RBC Folate (ng/ml) ☐☐☐ . ☐☐

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ……..เลขที่……...

ส่วนที่ 4 แบบแผนในการบริโภคอาหาร

4.1 บันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ในสัปดาห์ที่ผ่านมา

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกการบริโภคอาหาร และ เครื่องดื่มใน 1 วัน โดยเลือกบันทึกจากวันเปิดเรียน 2 วัน (จันทร์ – ศุกร์) และ บันทึก 1 วัน จากวันปิดเรียน (เสาร์ หรือ อาทิตย์) ตามความเป็นจริง

ตัวอย่าง

วันปิดเรียนที่ 1 10/12/2546 ☑ เสาร์ ☐ อาทิตย์	มื้ออาหาร/เวลา	รายการ	ส่วนประกอบอาหาร	ปริมาณรับประทาน
	เช้า	ข้าวต้ม	ข้าว	1 ถ้วย
		หมูทอด	หมู	3 ช้อนกินข้าว
			น้ำมันพืช	1 ช้อนกินข้าว
		ผัดผักบุ้ง	ผักบุ้ง	5 ช้อนกินข้าว
			น้ำมันหอย	1 ช้อนกินข้าว
			เต้าเจี้ยว	1 ช้อนกินข้าว
		น้ำส้ม	น้ำส้มกล่อง (ยี่ห้อ.....)	1 แก้ว 250 ml
	อาหารว่างเช้า	นมเปรี้ยว	นมเปรี้ยวกล่องรสส้ม (ยี่ห้อ.....)	1 กล่อง 180 ml
	อาหารกลางวัน	ข้าวผัด	ข้าว	2 ทัพพี
			ผักคะน้า	3 ช้อนกินข้าว
			กุ้ง	5 ตัว
			น้ำมัน	1 ช้อนกินข้าว
		น้ำอัดลม (ยี่ห้อ.....)	ใส่น้ำแข็ง	1 แก้ว 250 ml
	อาหารเย็น	ข้าวผัดกุ้ง	ข้าว	2 ทัพพี
			คะน้า	5 ช้อน
			กุ้งขนาดกลาง	5 ตัว

ชื่อ.....เลขที่.....

บันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ในสัปดาห์ที่ผ่านมา วันที่ 1

เลือกบันทึกจากวันเปิดเรียน (จันทร์ – ศุกร์)

วันเปิดเรียน วันที่ 1	**มื้ออาหาร/เวลา**	**รายการ**	**ส่วนประกอบอาหาร**	**ปริมาณรับประทาน**
□□/□□/46				
☐ จันทร์				
☐ อังคาร				
☐ พุธ				
☐ พฤหัสบดี				
☐ ศุกร์				

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ……..เลขที่……...

บันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ในสัปดาห์ที่ผ่านมา วันที่ 2

เลือกบันทึกจากวันเปิดเรียน (จันทร์ – ศุกร์)

วันเปิดเรียน วันที่ 2	**มื้ออาหาร/เวลา**	**รายการ**	**ส่วนประกอบอาหาร**	**ปริมาณรับประทาน**
□□/□□/46				
☐ จันทร์				
☐ อังคาร				
☐ พุธ				
☐ พฤหัสบดี				
☐ ศุกร์				

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ……..เลขที่……...

บันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ในสัปดาห์ที่ผ่านมา วันที่ 3

เลือกบันทึกจากวันปิดเรียน (เสาร์ หรือ อาทิตย์)

วันหยุดเรียน วันที่ 1 □□/□□/46 ☐ เสาร์ ☐ อาทิตย์	**มื้ออาหาร/เวลา**	**รายการ**	**ส่วนประกอบอาหาร**	**ปริมาณรับประทาน**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ……...……ม. 2 /……เลขที่…….

4.3 ความถี่ในการบริโภคอาหาร ในระยะ 1 เดือนที่ผ่านมา

คำชี้แจง ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง และ กรอกข้อความตามความเป็นจริง

ชนิดอาหาร	หน่วยบริโภค	จำนวนบริโภคเฉลี่ยแต่ละวัน	ความถี่ในการบริโภคอาหาร										
			จำนวนวันบริโภคใน 1 สัปดาห์							วันบริโภคใน 1 เดือน			
			7 วัน	6 วัน	5 วัน	4 วัน	3 วัน	2 วัน	1 วัน	3 วัน	2 วัน	1 วัน	ไม่รับประทาน
1.นมและผลิตภัณฑ์นม													
นมพาสเจอร์ไรส์	ขวด 200 ml												
นมสเตอริไลส์ (UHT)	กล่อง 250ml												
นมข้นหวาน	ช้อนกาแฟ												
นมเปรี้ยว	กล่อง 180ml												
โยเกิร์ต	ถ้วย 150 ml												
เครื่องดื่มมอลต์โกโก้	กล่อง 250ml												
นมผง	ช้อนกาแฟ												
เนยแข็ง	ช้อนกาแฟ												
ซีเรียล	ซอง												
ไอศครีมวนิลา	ถ้วย/แท่ง												
2. อาหารจำพวกเนื้อสัตว์													
เนื้อวัว	ช้อนกินข้าว												
เนื้อไก่	ช้อนกินข้าว												
ตับไก่	ช้อนกินข้าว												
ไข่เป็ด/ไข่ไก่	ฟอง												
เนื้อหมู	ช้อนกินข้าว												
ตับหมู	ช้อนกินข้าว												
ไส้กรอก	ช้อนกินข้าว												
เนื้อเป็ด	ช้อนกินข้าว												
ปลากระพง	ช้อนกินข้าว												
ปลาสลิดตากแห้ง	ตัวขนาดกลาง												
ปูทะเล	ตัวขนาดเล็ก												
หอยแครง	ตัว												
หอยแมลงภู่	ตัว												
กุ้ง	ตัว												
ปลาหมึกตากแห้ง	ช้อนกินข้าว												
ปลาหมึกกล้วย	ตัว												
ปลาทูน่า	ช้อนกินข้าว												
ซาดีนในซอสมะเขือเทศ	ตัว												

ชนิดอาหาร	หน่วยบริโภค	จำนวนบริโภคเฉลี่ยแต่ละวัน	ความถี่ในการบริโภคอาหาร										
			จำนวนวันบริโภคใน 1 สัปดาห์							วันบริโภคใน 1 เดือน			
			7 วัน	6 วัน	5 วัน	4 วัน	3 วัน	2 วัน	1 วัน	3 วัน	2 วัน	1 วัน	ไม่รับประทาน
3. อาหารจำพวกผัก													
ดอกกะหล่ำสุก	ช้อนกินข้าว												
บรอกโคลีสุก	ช้อนกินข้าว												
ดอกกุ้ยช่ายสุก	ช้อนกินข้าว												
ใบกุ้ยช่ายสุก	ช้อนกินข้าว												
คื่นช่าย	ช้อนกินข้าว												
กระหล่ำปลี	ชิ้น1*2 นิ้ว												
ผักกาดหอมสด	ใบกลาง												
ผักกาดขาว	ช้อนกินข้าว												
คะน้าสุก	ช้อนกินข้าว												
มะระสุก	ชิ้น 1*2 นิ้ว												
ฟักเขียว	ชิ้น 1*2 นิ้ว												
ฟักทอง	ชิ้น 1*2 นิ้ว												
แตงกวา	ผลเล็ก												
มะเขือเปาะ	ผล												
พริกหยวก	ช้อนกินข้าว												
มะเขือเทศสด	ผลกลาง												
มะเขือเทศสุก	ผลกลาง												
ผักตำลึงสุก	ทัพพี												
สะตอสุก	เมล็ด												
เห็ดฟาง	ช้อนกินข้าว												
ดอกแคสุก	ช้อนกินข้าว												
หน่อไม้ฝรั่งสุก	ชิ้น 2นิ้ว												
ถั่วงอกสด	ช้อนกินข้าว												
ถั่วงอกสุก	ช้อนกินข้าว												
แครอท	ช้อนกินข้าว												
ถั่วพู	ช้อนกินข้าว												
ถั่วลันเตา	ช้อนกินข้าว												
ถั่วฝักยาว	ชิ้น 2 นิ้ว												

ชนิดอาหาร	หน่วยบริโภค	จำนวนบริโภคเฉลี่ยแต่ละวัน	ความถี่ในการบริโภคอาหาร										
			จำนวนวันบริโภคใน 1 สัปดาห์							วันบริโภคใน 1 เดือน			
			7 วัน	6 วัน	5 วัน	4 วัน	3 วัน	2 วัน	1 วัน	3 วัน	2 วัน	1 วัน	ไม่รับประทาน
4. ถั่วเมล็ดแห้ง และผลิตภัณฑ์													
ถั่วเขียว	ช้อนกินข้าว												
ถั่วลิสง	ช้อนกินข้าว												
ถั่วดำ	ช้อนกินข้าว												
ถั่วแดง	ช้อนกินข้าว												
ถั่วเหลือง	ช้อนกินข้าว												
น้ำนมถั่วเหลือง	แก้ว 250 ml												
เต้าหู้แข็ง (ขาว,เหลือง)	ชิ้น 2*2 นิ้ว												
เต้าหู้ขาว หลอด	ช้อนกินข้าว												
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	ช้อนกินข้าว												
เนื้อมะพร้าว	ช้อนกินข้าว												
แปะก้วย	ช้อนกินข้าว												
เมล็ดแตงโม	ช้อนกินข้าว												
5. อาหารจำพวกแป้ง และผลิตภัณฑ์จากแป้ง													
ข้าวเหนียวนึ่ง	ถ้วยตวง												
ข้าวสวย	ทัพพี												
ข้าวโพดต้ม	ฝัก												
ข้าวโพดคั่ว	ถ้วย												
ขนมปังขาว	แผ่น												
ขนมปังโฮลวีท	แผ่น												
บะหมี่	ก้อน												
บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป	ก้อน												
มักกะโรนี	ทัพพี												
ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก	ทัพพี												
ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่	ทัพพี												
ขนมจีน	จับ												
พาสต้า	ทัพพี												
เค้ก	ชิ้น												
พาย	ชิ้น												
มันฝรั่งทอดกรอบ	ซอง												
มันฝรั่งทอด	แท่ง												

ชนิดอาหาร	หน่วยบริโภค	จำนวนบริโภคเฉลี่ยแต่ละวัน	ความถี่ในการบริโภคอาหาร										
			จำนวนวันบริโภคใน 1 สัปดาห์							วันบริโภคใน 1 เดือน			
			7 วัน	6 วัน	5 วัน	4 วัน	3 วัน	2 วัน	1 วัน	3 วัน	2 วัน	1 วัน	ไม่รับประทาน
คุ้กกี้	ชิ้น												
พิซซา	ชิ้น												
แฮมเบอเกอร์	ชิ้น												
6. ผลไม้													
กล้วยน้ำว้า	ผลกลาง												
กล้วยหอม	ผลกลาง												
ทุเรียน	เม็ด												
องุ่น	ผล												
ฝรั่ง	ผลกลาง												
มะม่วง	ผลกลาง												
มะละกอ	ชิ้นพอคำ												
สับปะรด	ชิ้นพอคำ												
ชมพู่	ผล												
เงาะ	ผล												
ละมุด	ผล												
ส้มเขียวหวาน	ผลใหญ่												
แตงโม	ชิ้นพอคำ												
แอบเปิ้ล	ผลกลาง												
แคนตาลูป	ชิ้นพอคำ												
7. น้ำผลไม้													
น้ำฝรั่ง	แก้ว 250 ml												
น้ำแอบเปิล	แก้ว 250 ml												
น้ำองุ่น	แก้ว 250 ml												
น้ำส้มคั้น	แก้ว 250 ml												
น้ำส้มพาสเจอร์ไรส์	แก้ว 250 ml												
น้ำสับปะรด	แก้ว 250 ml												
น้ำมะเขือเทศ	แก้ว 250 ml												
8. อาหารอื่น ๆ													
น้ำตาลปีบ	ช้อนกาแฟ												
น้ำตาลทรายขาว	ช้อนกาแฟ												
ซอสมะเขือเทศ	ช้อนกินข้าว												

ภาคผนวก ข

ข้อมูลเกี่ยวข้องกับงานวิจัยสำหรับกลุ่มตัวอย่างและผู้ปกครอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ ๐๔๐๑๔.๐๕/ ๔๖๙

โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
๑๓๒/๑๑ ถนนพระราม ๖
เขตพญาไท กทม. ๑๐๔๐๐

๓๐ ธันวาคม ๒๕๔๖

เรื่อง โครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารไฟเลต ภาวะไฟเลต และภาวะโภชนาการของนักเรียนมัธยม"

เรียน ผู้ปกครองนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒

ด้วยนางสาวสุธารส ปริญญาปุณโณ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาอาหารเคมี สาขาวิชาอาหารเคมีและโภชนศาสตร์ทางการแพทย์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำลังดำเนินการจัดทำโครงการวิทยานิพนธ์ ในหัวข้อเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารไฟเลต ภาวะไฟเลต และภาวะโภชนาการของนักเรียนมัธยม" ซึ่งอยู่ในความดูแลของแพทย์หญิงสุนทรี รัตนชูเอก สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี โดยศึกษาจากนักเรียนที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐาน ด้วยการเจาะเลือดเพื่อวัดระดับไฟเลต

ในการนี้โรงเรียนพบว่า นักเรียนในปกครองของท่านมีน้ำหนักเกินมาตรฐาน ซึ่งอาจเป็นผลจากการบริโภคอาหารที่ไม่ได้สัดส่วนและอาจส่งผลต่อการได้รับวิตามินบางชนิดไม่ครบถ้วน โดยเฉพาะไฟเลตวิตามินที่พบมากในผัก การขาดไฟเลตเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดปัญหาโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งผู้มีน้ำหนักเกินมาตรฐานมีปัจจัยเสี่ยงในเรื่องนี้สูง จึงอาจส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพของนักเรียน

หากผู้ปกครอง ประสงค์จะให้นักเรียนเข้ารับการเจาะเลือดเพื่อวัดระดับไฟเลต ในวันอังคารที่ ๖ หรือ วันอังคารที่ ๑๓ มกราคม ๒๕๔๗ เวลา ๐๘.๐๐ - ๐๙.๐๐ น ณ ห้องพยาบาล โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย โปรดกรุณากรอกข้อมูลในแบบตอบรับการเข้าร่วมการศึกษาดังกล่าว และนำส่งที่งานพยาบาลโรงเรียน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิศรุต สนธิชัย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนโยธินบูรณะ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

ฝ่ายธุรการ
โทร. ๐-๒๒๗๕-๑๕๕๒ โทรสาร ๐-๒๒๗๕-๒๖๓๘

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้ปกครอง

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารโฟเลต ภาวะโฟเลต กับภาวะโภชการของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

ผู้วิจัย นางสาว สุธารส ปริญญาปุณโณ โทร. 09-8378472

สาขาวิชา อาหารเคมีและโภชนศาสตร์ทางการแพทย์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ สุญาณี พงษ์ธนานิกร คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมแพทย์หญิง สุนทรี รัตนชูเอก สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี

หลักการและเหตุผล

โรคอ้วน นับเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในการเกิดโรคร้ายแรงต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคข้อ และกระดูกเสื่อม ปัจจุบันเด็กไทยมีแนวโน้มเป็นโรคอ้วนสูงขึ้น จากรายงานของกรมอนามัยในปี พ.ศ. 2543 พบว่าเด็กในเขตเมืองจากทุกภาคของประเทศมีภาวะโภชนาการเกินเป็นร้อยละ 13.6 จากนักเรียนทั้งหมด 9,252 คน สาเหตุสำคัญมาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ไม่ถูกต้อง คือรับประทานอาหารจำพวกแป้ง น้ำตาล และไขมันสูง ในขณะที่รับประทานผักและผลไม้ต่ำ ซึ่งอาจส่งผลต่อการขาดวิตามินและเกลือแร่ได้

โฟเลตเป็นวิตามินชนิดหนึ่ง มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของร่างกาย มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างและเจริญเติบโตของเม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาวในไขกระดูก การขาดโฟเลตจึงทำให้เติบโตช้า การทำงานของระบบทางเดินหายใจผิดปกติ เกิดภาวะโลหิตจาง นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ในหญิงวัยเจริญพันธุ์ที่ขาดโฟเลตจะมีความเสี่ยงต่อการให้กำเนิดทารกที่มีความผิดปกติของหลอดประสาทบริเวณสมองและกระดูกสันหลัง ขณะที่พบว่าผู้ชายซึ่งรับประทานอาหารที่มีโฟเลตต่ำ จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของตัวอสุจิ ทำให้เกิดตัวอ่อนที่ผิดปกติได้ การศึกษาบทบาทของโฟเลตต่อความจำ และ อารมณ์ พบว่าในผู้สูงอายุที่ขาดโฟเลตมีความสัมพันธ์กับความจำ และการรับรู้ลดลง และอาจเกี่ยวข้องกับการเกิดอัลไซเมอร์ นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างการขาดโฟเลตกับการเกิดมะเร็งด้วย

โฟเลตพบได้มากในพืชผักใบเขียว ถั่วต่างๆ ยีสต์ เครื่องในสัตว์ ส่วนเนื้อสัตว์ และผลไม้มีโฟเลตต่ำ การหุงต้ม หรือการเก็บอาหารไว้นาน ทำให้สูญเสียโฟเลตได้ถึงร้อยละ 50 - 95

นักเรียนอายุ 13 –15 ปี เป็นวัยที่มีการเจริญเติบโตสูง ทั้งด้านร่างกาย และจิตใจ มีความต้องการโฟเลตวันละ 130 - 135 ไมโครกรัม ดังนั้น หากมีการบริโภคโฟเลตจากแหล่งอาหาร โดยเฉพาะผักใบเขียวน้อยแล้ว ก็จะมีโอกาสขาดโฟเลตได้

การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับโฟเลตในซีรัม ระดับโฟเลตเม็ดเลือดแดง และพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ของเด็กที่มีภาวะโภชนาการต่างๆ จะสามารถบอกภาวะโฟเลตต่ำในระยะแรกก่อนแสดงอาการ ทำให้เด็กได้รับการดูแลรักษาอย่างถูกต้อง รวดเร็ว และเป็นข้อมูลในการดูแลภาวะโภชนาการเพื่อป้องกันผลเสียต่อการเจริญเติบโต หรือการเกิดโรคแทรกซ้อนที่ร้ายแรงต่อไป

วัตถุประสงค์ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหาร และภาวะโฟเลตของนักเรียนมัธยมศึกษา กับภาวะโภชนาการ

วิธีการวิจัย : 1. นักเรียนจะได้รับแบบสอบถามประวัติส่วนตัวและบันทึกการบริโภคอาหาร

2. นักเรียนจะได้รับการตรวจสอบภาวะโภชนาการ การชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และเจาะเลือดปริมาณ 5 มิลลิลิตร ณ ห้องพยาบาลโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย โดยพยาบาลวิชาชีพภายใต้การดูแลของ แพทย์หญิง. สุนทรี รัตนชูเอก เพื่อส่งตรวจหาความเข้มข้นของเลือด และระดับโฟเลตในเลือด ที่คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

3. ผู้วิจัยจะแจ้งผลของระดับโฟเลตในเลือดแก่ผู้ปกครอง และให้คำแนะนำแก่นักเรียนที่ขาดโฟเลต หรือมีภาวะโภชนาการผิดปกติ

ผลที่คาดว่าจะได้รับ ทำให้ทราบภาวะโฟเลตในซีรัมและเม็ดเลือดแดง รวมทั้งความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคของนักเรียนมัธยม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดูแลสุขภาพด้านโภชนาการของเด็กวัยเรียนต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หนังสือตอบรับการเข้าร่วมการศึกษา
ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารโฟเลต ภาวะโฟเลต กับ ภาวะโภชการของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

ข้าพเจ้า (นาย/ นาง / นางสาว)……..…**นามสกุล**……..……..……
ผู้ปกครองของ ดช. / ดญ. ……..**นามสกุล**……..……
ความสัมพันธ์เป็น……...

ได้อ่านรายละเอียดของโครงการศึกษา “ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารโฟเลต ภาวะโฟเลต กับภาวะโภชการของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร” แล้ว

☐ **อนุญาตให้** ☐ **ไม่อนุญาตให้**

ดช./ ดญ. ……**นามสกุล**……..`**เข้าร่วมโครงการ**

ลงชื่อ……**(ผู้ปกครอง)**
วันที่……

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรม SPSS for Window 10.0 Version ดังนี้

1. การทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติโดยใช้ Kolmogorov-Smirnov (K-S) Test

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ใช้สถิติ One Way Analysis of Variance (One - Way ANOVA)

3. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการบริโภคโฟเลต และ ภาวะโฟเลตในเลือด โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. **การทดสอบรูปแบบการแจกแจงของข้อมูล**

การศึกษานี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows 10.0 Version ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล ทำการทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติโดยใช้ Kolmogorov-Smirnov (K-S) ของข้อมูลเพื่อเลือกใช้สถิติพารามิเตอร์ หรือ นอนพารามิเตอร์

<u>สมมุติฐาน</u>

H_0: ค่าชีวเคมีของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1: ค่าชีวเคมีของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงไม่เป็นแบบปกติ

ที่ระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 เมื่อ p-value (Asymp. sig) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05

ตาราง ค-1 แสดงการทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติของค่าชีวเคมี

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		serum folate	rbc folate	%hct
N		132	132	132
Normal Parameters[a,b]	Mean	3.4972	164.1270	43.3106
	Std. Deviation	2.0678	48.7657	3.3319
Most Extreme Differences	Absolute	.163	.110	.080
	Positive	.163	.110	.059
	Negative	-.109	-.079	-.080
Kolmogorov-Smirnov Z		1.868	1.259	.923
Asymp. Sig. (2-tailed)		.002	.084	.362

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ตาราง ค-2 แสดงการทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติของค่าโฟเลตในซีรัมจำแนกตามภาวะโภชนาการ

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		overweight	normal	underweight
N		51	71	10
Normal Parameters[a,b]	Mean	3.4497	3.5707	3.2174
	Std. Deviation	2.0574	2.1832	1.2270
Most Extreme Differences	Absolute	.188	.172	.189
	Positive	.188	.172	.189
	Negative	-.118	-.115	-.130
Kolmogorov-Smirnov Z		1.341	1.449	.599
Asymp. Sig. (2-tailed)		.055	.030	.866

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ตาราง ค-3 แสดงการทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติของค่าโฟเลตในเม็ดเลือดแดงจำแนกตามภาวะโภชนาการ

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		overweight	normal	underweight
N		51	71	10
Normal Parameters[a,b]	Mean	163.5362	160.8383	190.4893
	Std. Deviation	47.6512	35.8118	105.6666
Most Extreme Differences	Absolute	.097	.096	.322
	Positive	.097	.085	.322
	Negative	-.085	-.096	-.160
Kolmogorov-Smirnov Z		.691	.807	1.019
Asymp. Sig. (2-tailed)		.727	.532	.250

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ตาราง ค-4 แสดงการทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติของค่าฮีมาโตคริตจำแนกตามภาวะโภชนาการ

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		overweight	normal	underweight
N		51	71	10
Normal Parameters[a,b]	Mean	44.3333	42.5775	43.3000
	Std. Deviation	2.9303	3.2849	4.4485
Most Extreme Differences	Absolute	.107	.076	.263
	Positive	.107	.065	.133
	Negative	-.088	-.076	-.263
Kolmogorov-Smirnov Z		.763	.640	.830
Asymp. Sig. (2-tailed)		.606	.807	.496

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

จากการทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติด้วย Kolmogorov-Smirnov พบว่าค่า p ข้อมูลโฟเลตในเม็ดเลือดแดง และค่าฮีมาโตคริตในทุกกลุ่ม (ตารางที่ 22, 24, 25) มีค่าสูงกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.05) จึงยอมรับ H_0 ข้อมูลระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง และค่าฮีมาโตคริตมีการแจกแจงแบบปกติ ใช้สถิติพาราเมตริกในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

ค่า p ของระดับโฟเลตในซีรัมของนักเรียนที่มีภาวะโภชนาการปกติ น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (ตาราง ค-1 และ ค-2) จึงปฏิเสธ H_0 สรุปว่า ค่าโฟเลตในซีรัมกลุ่มนี้ไม่มีการกระจายแบบปกติ จึงแปลงค่าโฟเลตในซีรัมให้อยู่ในรูป Natural logarithm จากนั้นนำมาทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (ตาราง ค-5)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-5 แสดงการทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติของค่า log โฟเลตในซีรัม ของนักเรียนโดยรวม และ log โฟเลตในซีรัมของนักเรียนกลุ่มภาวะโภชนาการปกติ

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			LOGSERUM	logserum folate/normal
N			132	71
Normal Parameters	a,b	Mean	.4791	.4866
		Std. Deviation	.2356	.2379
Most Extreme Differences		Absolute	.054	.062
		Positive	.054	.062
		Negative	-.042	-.055
Kolmogorov-Smirnov Z			.622	.518
Asymp. Sig. (2-tailed)			.834	.951

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

จากการทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติของค่า log ของระดับโฟเลตในซีรัมของนักเรียนทั้งสามกลุ่มโภชนาการ และเฉพาะกลุ่มโภชนาการปกติ พบว่าค่า p สูงกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.05) ยอมรับ H_0 สรุปว่า ข้อมูลระดับโฟเลตในซีรัมหลังจากแปลงให้อยู่ในรูป Natural logarithm มีการแจกแจงแบบปกติ สามารถนำไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพาราเมตริกได้

อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบข้อมูลโฟเลตในซีรัม และ log ของระดับโฟเลตในซีรัมด้วยสถิติพาราเมตริกให้ผลไม่แตกต่างกัน จึงนำเสนอข้อมูลโดยใช้ค่าโฟเลตในซีรัมที่ไม่ได้แปลงเพื่อแสดงภาพของข้อมูลที่ชัดเจน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way Analysis of Valiance)

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ระดับโฟเลตในซีรัม ระดับโฟเลตในเม็ดเลือดแดง ปริมาณโฟเลตที่ได้รับจากการบริโภคอาหารจากบันทึกความถี่ในการบริโภคอาหารกึ่งปริมาณ และบันทึกการบริโภคย้อนหลัง 24 ชั่วโมง

ปัจจัยที่ศึกษาในการวิจัยนี้ คือ ภาวะโภชนาการ แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ภาวะโภชนาการเกิน ภาวะโภชนาการปกติ และภาวะโภชนาการขาด

<u>สมมุติฐาน</u>

H_0: ค่าเฉลี่ยของค่าชีวเคมี (หรือค่าเฉลี่ยการบริโภคโฟเลต) ของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

H_1: มีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของค่าชีวเคมี (หรือค่าเฉลี่ยปริมาณโฟเลตที่ได้จากการบริโภค) ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน

ที่ระดับนัยสำคัญ ($\propto$) เท่ากับ 0.05

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 เมื่อ

F มีค่ามากกว่า ค่า F ในตารางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ ($\propto$) ที่ df = n-1, n-k

หรือ เมื่อ p-value (Sig)น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-6 แสดงการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของโฟเลตในเม็ดเลือดแดง โฟเลตในซีรัม และ log โฟเลตในซีรัม จำแนกตามภาวะโภชนาการ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
rbc folate	Between Groups	7735.423	2	3867.712	1.642	.198
	Within Groups	303794.9	129	2354.999		
	Total	311530.3	131			
serum folate	Between Groups	1.281	2	.641	.148	.863
	Within Groups	558.826	129	4.332		
	Total	560.107	131			
(log) serum folate	Between Groups	9.143E-03	2	4.572E-03	.081	.922
	Within Groups	7.260	129	5.628E-02		
	Total	7.269	131			

จากการทดสอบพบว่า ค่า *p* สูงกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.05) ดังนั้น ยอมรับ H_0 : ค่าเฉลี่ยของค่าชีวเคมีของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ค่าโฟเลตในเม็ดเลือดแดง และค่าโฟเลตในซีรัมไม่แตกต่างกัน

ตาราง ค-7 แสดงการทดสอบความแตกต่างระหว่างการบริโภคอาหารโฟเลต จากบันทึกความถี่กึ่งปริมาณ (SFFQ) และ บันทึกการบริโภคอาหารย้อนหลัง 24 ชั่วโมง (24 hr–recall) จำแนกตามภาวะโภชนาการ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SFFQ	Between Groups	23884.712	2	11942.356	.275	.760
	Within Groups	4740412	109	43490.016		
	Total	4764296	111			
24hr-recall	Between Groups	2108.634	2	1054.317	.796	.453
	Within Groups	146937.9	111	1323.764		
	Total	149046.5	113			

จากการทดสอบพบว่า ค่า p สูงกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.05) ดังนั้น ยอมรับ H_0 : ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยการบริโภคโฟเลตของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

3. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการบริโภคโฟเลต และภาวะโฟเลต ด้วย Pearson Correlation Coefficient

ทดสอบความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปร ได้แก่ ปริมาณโฟเลตที่ได้จากการบริโภคจากการประเมินด้วย 24 recall และ SFFQ กับ ค่าโฟเลตในซีรัม และในเม็ดเลือดแดง โดยค่า Pearson Correlation Coefficient (r) มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1

เมื่อ r > 0 หมายถึง ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เมื่อ r < 0 หมายถึง ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ไปในทางผกผัน

เมื่อ r = 1 หมายถึง ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

ค่า r จะบอกระดับความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยถ้า r มีค่าสูง (ใกล้ 1 หรือ -1) แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมาก ถ้าค่า r = 1 หรือ -1 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงอย่างสมบูรณ์

<u>สมมุติฐาน</u>

H_0: ตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง

H_1: ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง

ที่ระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 เมื่อค่า t ที่ได้จากการทดสอบ มีค่ามากกว่า ค่า t ในตารางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ (α) ของ df = n-2

หรือ เมื่อ p-value (Sig)น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-8 แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วย Pearson Correlation Coefficient

Correlations

		rbc folate	serum folate	(log) serum folate	SFFQ	24hr-recall
rbc folate	Pearson Correlation	1.000	-.086	-.087	-.096	-.300**
	Sig. (2-tailed)	.	.324	.319	.314	.001
	N	132	132	132	112	114
serum folate	Pearson Correlation	-.086	1.000	.939**	.073	.177
	Sig. (2-tailed)	.324	.	.000	.446	.059
	N	132	132	132	112	114
(log) serum folate	Pearson Correlation	-.087	.939**	1.000	.085	.168
	Sig. (2-tailed)	.319	.000	.	.373	.075
	N	132	132	132	112	114
SFFQ	Pearson Correlation	-.096	.073	.085	1.000	.171
	Sig. (2-tailed)	.314	.446	.373	.	.084
	N	112	112	112	112	103
24hr-recall	Pearson Correlation	-.300**	.177	.168	.171	1.000
	Sig. (2-tailed)	.001	.059	.075	.084	.
	N	114	114	114	103	114

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

จากการทดสอบ ค่า p –ของการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคโฟเลต ที่ประเมินด้วย 24 hr-recall กับค่าโฟเลตในเม็ดเลือดแดง น้อยกว่า 0.05 ดังนั้นยอมรับ H_1: ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง โดยที่ค่า $r < 0$ แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางผกผันระหว่างการบริโภคโฟเลตการบริโภคโฟเลตที่ประเมินด้วย 24 hr-recall กับค่าโฟเลตในเม็ดเลือดแดง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การประเมินภาวะโภชนาการ

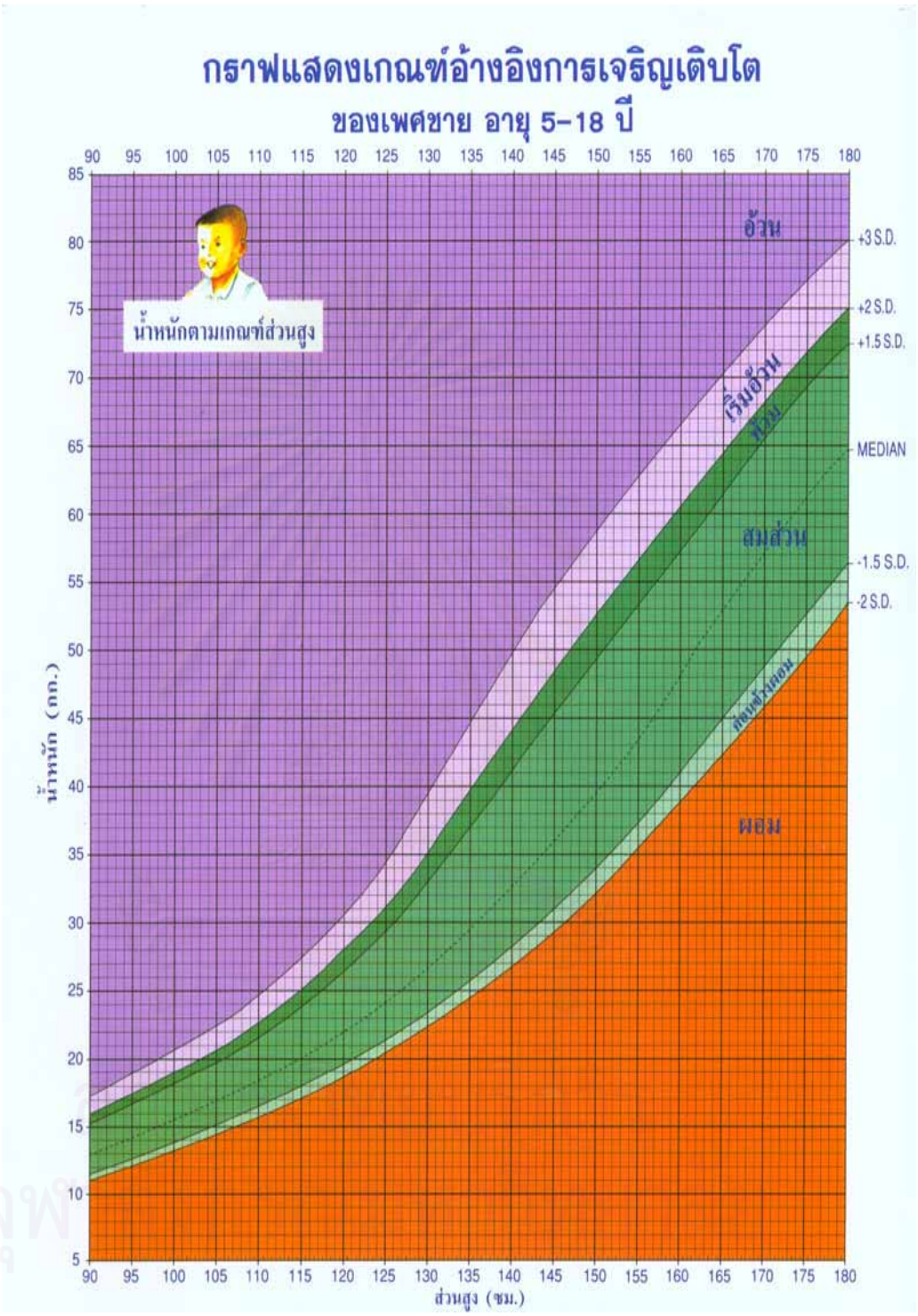
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินภาวะโภชนาการโดยน้ำหนักเทียบเกณฑ์ส่วนสูง

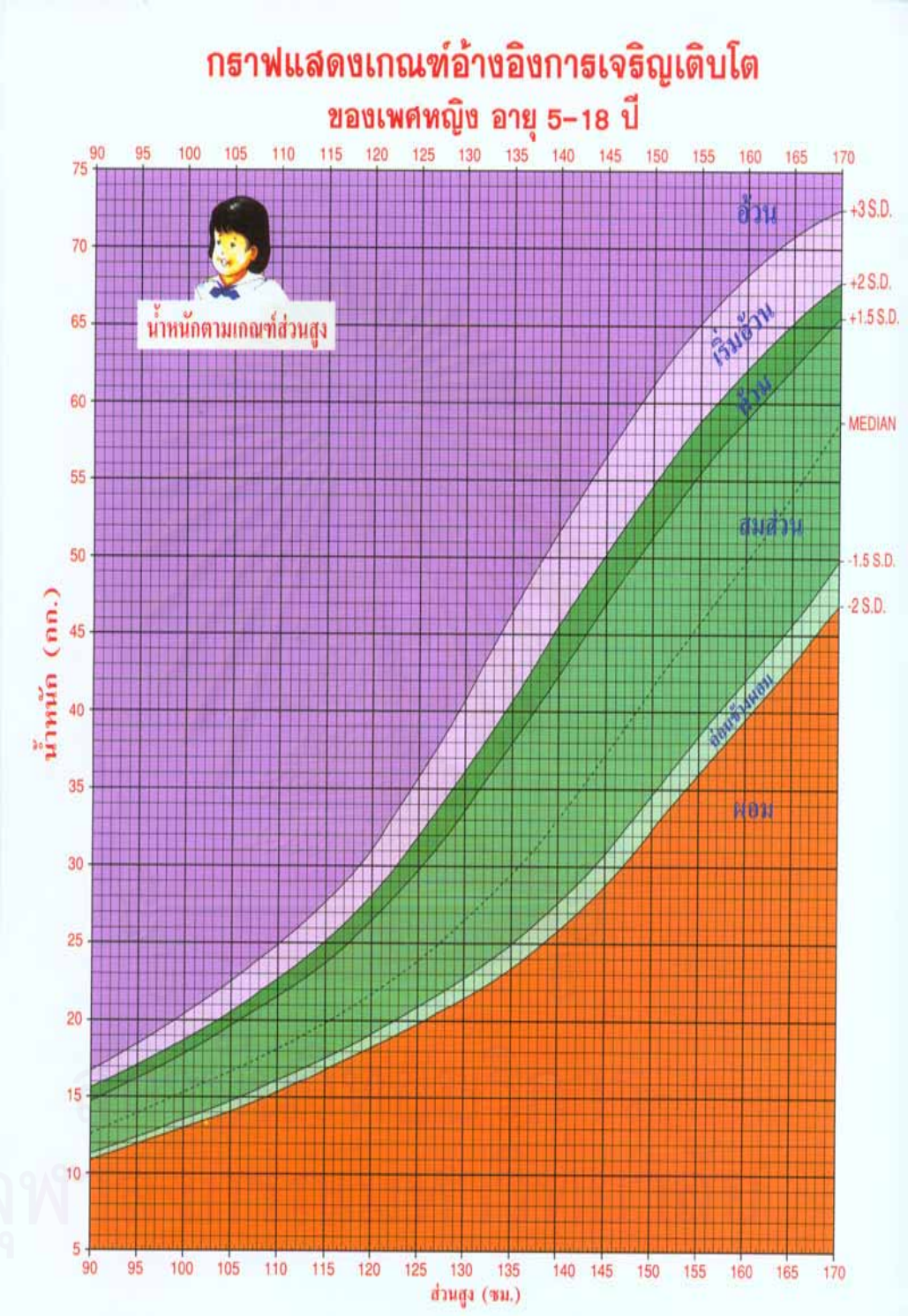
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขได้แนะนำเกณฑ์การประเมินภาวะโภชนาการ โดยใช้ระบบ Z-score ในการแบ่งระดับภาวะโภชนาการ โดยเปรียบเทียบน้ำหนักตัวกับน้ำหนักมาตรฐานซึ่งอยู่ในช่วงความสูงเดียวกัน (weight for height) ของเด็กเพศเดียวกันที่มีอายุเท่ากันจากเกณฑ์อ้างอิง น้ำหนัก ส่วนสูง และ เครื่องชี้วัดภาวะโภชนาการของประชาชนชาวไทย อายุ 1วัน – 19 ปี 2542(14) หากน้ำหนักอยู่ในช่วง –1.5 ถึง +1.5 S.D. ถือว่ามีภาวะโภชนาการในเกณฑ์สมส่วน ถ้าน้ำหนักมากกว่าช่วง +1.5 S.D. แสดงว่ามีภาวะโภชนาการเกิน และผู้มีน้ำหนักเทียบส่วนสูงต่ำกว่า -1.5 S.D. เป็นผู้มีภาวะโภชนาการต่ำ (82)

ภาวะโภชนาการเกินเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในการเกิดโรคร้ายแรงต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง โรคข้อและกระดูกเสื่อม(10,11,13) และยังพบว่าเด็กที่อ้วนตั้งแต่เล็กจะมีโอกาสเป็นผู้ใหญ่อ้วนถึงร้อยละ 25 และวัยรุ่นที่อ้วนจะมีโอกาสเป็นผู้ใหญ่อ้วนร้อยละ 75 (10)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 13 กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโต น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงสำหรับเด็กชาย



ภาพที่ 14 กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโต น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงสำหรับเด็กหญิง

ภาคผนวก จ

เอกสารรับรองการผ่านการพิจารณาจริยธรรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NO. 170/ 2004

Study Protocol Approval

The Ethics Committee of the Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand has approved the following study to be carried out according to the protocol dated and/ or amended as follows :

Study Title : RELATIONSHIP BETWEEN DIETARY FOLATE INTAKE FOLATE STATUS AND NUTRITIONAL STATUS OF MATTAYOM 2 STUDENTS IN SAMSEN WITTAYALAI SCHOOL, BANGKOK

Study Code : -

Centre : Chulalongkorn University

Principal Investigator : MISS. SUTHAROT PARINYAPOONNO

Protocol Date : December 30, 2003

A list of the Ethics Committee members and positions present at the Ethics Committee meeting on the date of approval of this study has been attached.

This Study Protocol Approval Form will be forwarded to the Principal Investigator.

Chairman of Ethics Committee : Boonyong Tantisira .....

(Boonyong Tantisira, Ph.D.)

Secretary of Ethics Committee : S. Vadcharavivad .....

(Somratai Vadcharavivad, Pharm.D.)

Date of Approval : December 9, 2003

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุธารส ปริญญาปุณโณ เกิดเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2514 ที่จังหวัดเพชรบุรี สำเร็จการศึกษาเภสัชศาสตรบัณฑิตจากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เริ่มรับราชการเป็นเภสัชกรประจำโรงพยาบาลแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในปี พ.ศ. 2539 ปัจจุบันปฏิบัติงานในตำแหน่งเภสัชกรประจำโรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย