

การเพิ่มปริมาณเหล็กที่ดูดซึมได้จากอาหารมังสวิรัตด้วยวิตามินซี

นภมณ ศรีตงกุล มธุลี ตัณฑวิรุพห์ ฤติ ปรีหจินดา และร่วมไทร สุวรรณิก

สาขาวิชาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

โทรศัพท์ 419 7503, โทรสาร 412 7165

บทคัดย่อ

ภาวะซีดเพราะขาดธาตุเหล็กเนื่องจากปัจจัยทางอาหารเป็นปัญหาของโลกของประเทศกำลังพัฒนา หลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย ร่างกายได้รับธาตุเหล็กจากอาหาร ในอาหารมีธาตุเหล็กสองชนิด ส่วนน้อยเป็นเหล็กฮีม (Heme-iron) อยู่ในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ และส่วนใหญ่ไม่ใช่เหล็กฮีม (Non-heme iron) มีอยู่ในอาหารประเภทอื่น ๆ เช่นพืชผักและธัญพืช ธาตุเหล็กในอาหารมังสวิรัตเป็นเหล็ก non-heme ทั้งหมด องค์ประกอบของปัจจัยต่าง ๆ ในอาหารมังสวิรัตและอาหารทั่วไป (dietary factors) ที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มหรือลดการดูดซึมเหล็ก non-heme ได้แก่วิตามินซีในผลไม้และในผักหลายชนิดมีผลส่งเสริมการดูดซึมธาตุเหล็ก สารประกอบ ฟอสฟอรัสฟิเตทในอาหารประเภทธัญพืชและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง สารประกอบโพลีฟีนอลเช่นแทนนินในเครื่องดื่มและพืชผักหลายชนิดมีผลขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็กเป็นต้น

การวัดการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารมังสวิรัตแบบครั้งเดียวที่มีสารขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็กโดยใช้เหล็กกัมมันตรังสี (เหล็ก-55 และเหล็ก-59) เติมนลงในอาหารเพื่อติดตามการดูดซึมธาตุเหล็กผ่านระบบทางเดินอาหารจนถึงการนำธาตุเหล็กไปสร้างเม็ดเลือดแดงพบว่า ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารมังสวิรัตที่มีแทนนินได้ร้อยละ 4.1 และจากอาหารที่มีฟิเตทได้ร้อยละ 3.5 ของปริมาณธาตุเหล็กทั้งหมดที่มีในอาหาร ร่างกายได้รับธาตุเหล็กจากอาหารมังสวิรัตโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจากอาหารที่รับประทาน 2000 กิโลแคลอรี ต่ำกว่าเกณฑ์ความต้องการธาตุเหล็กของร่างกายที่กำหนดไว้สำหรับเด็ก วัยรุ่นและหญิงวัยเจริญพันธุ์ในประเทศไทย และที่เสนอแนะไว้โดยองค์การอนามัยโลกคือ ความต้องการธาตุเหล็กต่ำสุดสำหรับร้อยละ 50 ของเด็กอายุ 1 ถึง 2 ปี เท่ากับ 0.49 มิลลิกรัมต่อวัน และมากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อวันสำหรับเด็กหญิงและหญิงวัยเจริญพันธุ์ อย่างไรก็ตามการเติมวิตามินซีลงในอาหารมังสวิรัตทั้งสองชนิดทำให้การดูดซึมธาตุเหล็กสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 2 ถึง 3 เท่าเมื่อเติมวิตามินซีขนาด 100 มิลลิกรัม และเพิ่มขึ้น 4 ถึง 5 เท่าเมื่อเติมวิตามินซีขนาด 200 มิลลิกรัม

อาหารมังสวิรัตให้คุณค่าทางโภชนาการของเหล็กเช่นเดียวกับอาหารที่บริโภคกันทั่วไป ให้สารอาหารที่ร่างกายต้องการได้ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพเมื่อผู้บริโภคมีการวางแผนรายการอาหารอย่างเหมาะสมโดยหลีกเลี่ยงอาหารที่มีฟิเตทและแทนนินสูงเป็นครั้งคราว เสริมวิตามินซีและเพิ่มจำนวนแคลอรีให้เพียงพอสำหรับเด็กและกลุ่มหญิงวัยเจริญพันธุ์ที่บริโภคอาหารมังสวิรัตควรได้รับการพิจารณาเอาใจใส่เป็นพิเศษเพื่อลดความเสี่ยงจาก การขาดธาตุเหล็ก



Improvement of Bioavailability for Iron from Vegetarian Meals by Ascorbic Acid

N. Sritongkul, M. Tuntawiroon, R. Pleehachinda and R. Suwanik

Section of Nuclear Medicine, Department of Radiology

Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University

Tel. 419 7503, Fax. 412 7165

ABSTRACT

There are two kinds of iron in the diet with respect to the mechanism of absorption, heme-iron which is present as haemoglobin or myoglobin in meat and blood products, and, non-heme iron which is the main source of dietary iron. The bioavailability of the non-heme food iron is much lower than heme-iron. Vegetarian diets contain only non-heme iron. Iron intake from vegetarian meals are generally satisfied with the requirements, however, the bioavailabilities for non-heme iron is determined not only by iron content but also the balance between different dietary factors enhancing and inhibiting iron absorption. The main enhancing factor in vegetarian meals is ascorbic acid in fruits and vegetables, inhibitors are phytate in cereals and grains, and tannins in some spices and vegetables. It has been reported that iron deficiency is one of the common micronutrient problems associated with unplanned vegetarian diets.

In the present study the absorption of non-heme iron was measured from 2 vegetarian meals containing considerable amounts of phytate and tannin. The extrinsic tag method ($^{59}\text{Fe}/^{55}\text{Fe}$) was used to label the non-heme iron. The mean percentage absorption of non-heme iron from both meals was slightly different due to differences in their dietary contents. Their initial percentages iron absorption were apparent low (3.5% and 4.1%), however, the absorption progressively increased with increase in the level of ascorbic acid, 2-3 times with 100 mg and 4-5 times with 200 mg of ascorbic acid. The average amount of iron absorbed per 2000 kcal increased from 0.37 mg to 0.86 mg and 1.45 mg with the addition of 100 mg and 200 mg ascorbic acid respectively ($p < 0.001$). Considering the limited caloric intakes and the iron content in the meals, the amount of iron absorbed from vegetarian meals without ascorbic acid was not able to meet certain requirements for children, adolescents and menstruating women. The minimal requirement for dietary iron needed to be absorbed is 0.49 mg for 50% of 1-2 year children and more than 1 mg for girls and menstruating women.

The vegetarian meals as compared with ordinary mixed meals can provide most of the nutrients in the amounts close to or above the recommended intakes according to the Recommended Daily Allowances (RDA). However, the amounts of iron absorbed from these meals are quite precarious and fail to meet the requirements for the important target groups. It is suggested that, vegetarian diets can assure nutrient adequacy and promote health when they are planned and chosen in the line with scientific nutrition principles.

1. บทนำ

ธาตุเหล็กในอาหารมีสองชนิดคือเหล็กฮีม (Heme-iron) อยู่ในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ และที่ไม่ใช่เหล็กฮีม (Non-heme iron) อยู่ในอาหารประเภทอื่น ๆ องค์ประกอบทางเคมีของ อาหารมีอิทธิพลต่อการเพิ่มหรือลดปริมาณเหล็ก non-heme ที่จะถูกดูดซึมได้จากอาหาร แต่ไม่มี อิทธิพลต่อการดูดซึมเหล็กฮีม (1) ปัจจุบันผู้บริโภคอาหารมังสวิรัตินี้มีจำนวนเพิ่มขึ้นจากการจงใจ ต่าง ๆ เช่นด้วยศรัทธาและด้วยเหตุผลเพื่อสุขภาพ ผู้บริโภคอาหารมังสวิรัตินี้ได้รับธาตุเหล็กจาก พืช ผัก ธัญญาพืช และผลิตภัณฑ์จากถั่วซึ่งเป็นเหล็ก non-heme ทั้งหมด กลุ่มอาหารเหล่านี้ประกอบด้วย ปัจจัยยับยั้งการดูดซึมธาตุเหล็กเช่นฟิเตต (Phytate) และแทนนิน (Tannin) มากกว่าอาหารทั่วไป เช่นฟิเตตในข้าวกล้อง ในถั่วชนิดต่าง ๆ และชา (2,3) ส่วนแทนนินมีในอาหารที่ประกอบด้วย เครื่องเทศและพืชผักเป็นต้น (4,5) ปัจจัยที่มีผลส่งเสริมการดูดซึมธาตุเหล็กในอาหารมังสวิรัตินี้ได้แก่ วิตามินซีในผักและผลไม้ ซึ่งยังคงไม่เพียงพอที่จะต้านผลขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็กโดยฟิเตต และแทนนินได้ การบริโภคอาหารมังสวิรัตินี้เป็นประจำจึงมีผลกระทบต่อโภชนาการของเหล็กดังมี รายงานว่าอาหารมังสวิรัตินี้แบบเคร่งครัดทำให้การดูดซึมแร่ธาตุสำคัญหลายชนิดรวมทั้งธาตุเหล็กลดลง (6) อาหารมังสวิรัตินี้มีธาตุเหล็กเพียงพอกับความต้องการของร่างกายแต่ความสามารถในการนำ ธาตุเหล็กไปใช้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุเหล็กในอาหารเท่านั้นยังขึ้นอยู่กับสมดุลของส่วน ประกอบต่างๆที่มีผลยับยั้งและส่งเสริมการดูดซึมธาตุเหล็กในอาหารด้วย จึงเป็นที่น่าสนใจว่าอาหารมังสวิรัตินี้แบบไทยมีผลต่อโภชนาการของเหล็กอย่างไร

รายงานนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการดูดซึมธาตุเหล็กในอาหารมังสวิรัตินี้แบบไทยที่มีฟิเตต และแทนนินอยู่ในส่วนประกอบของอาหาร โดยใช้เหล็ก-55 และเหล็ก-59 ติดตามการดูดซึมธาตุเหล็กผ่านระบบทางเดินอาหาร ไปจนถึงการนำธาตุเหล็กไปใช้ในการสร้างเม็ดเลือดแดงและศึกษา ผลของการเติมวิตามินซีระดับต่าง ๆ ลงในอาหารมังสวิรัตินี้เพื่อต้านผลยับยั้งการดูดซึมธาตุเหล็กของฟิเตตและแทนนิน

2. วัสดุและวิธีการ

อาสาสมัคร ชายไทยอายุ 18 ถึง 28 ปี จำนวน 24 คน มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีประวัติความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร ทุกคนได้รับการชี้แจงรายละเอียดของวิธีการและยินดียอมรับเป็นอาสาสมัครรับประทานอาหารทดลองที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ

อาหารทดลอง (1) อาหารมังสวิรัตินี้ +แทนนิน (ข้าว/แกงส้มผักนึ่ง) ประกอบด้วยข้าวสวย (248 กรัม) ผักนึ่ง(50กรัม) เห็ดฟาง(40 กรัม) และน้ำแกงปรุงรสแกงส้ม (200กรัม)

(2) อาหารมังสวิรัต + พืชเตท (ข้าว/พะโล้เต้าหู้) ประกอบด้วยข้าวสวย (248 กรัม) เต้าหู้ขาวแข็ง (70 กรัม) เห็ดนางฟ้า (70 กรัม) และน้ำพะโล้ (70 กรัม)

แผนการทดลอง แบ่งอาสาสมัครเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน

กลุ่มที่ 1 รับประทานอาหาร 3 มื้อ คือ (1) ข้าว/แกงส้มผักบุ้ง (2) ข้าว/แกงส้มผักบุ้ง + วิตามินซี 100 มิลลิกรัม (3) ข้าว/แกงส้มผักบุ้ง + วิตามินซี 200 มิลลิกรัม

กลุ่มที่ 2 รับประทานอาหาร 3 มื้อ คือ (1) ข้าว/พะโล้เต้าหู้ (2) ข้าว/พะโล้เต้าหู้ + วิตามินซี 100 มิลลิกรัม (3) ข้าว/พะโล้เต้าหู้ + วิตามินซี 200 มิลลิกรัม

วันทดลองที่ 1 รับประทานอาหารมื้อที่ 1 + เหล็ก-55 (55 kBq)

2 รับประทานอาหารมื้อที่ 2 + เหล็ก-59 (46.3 kBq)

14 เจาะเลือด วัดการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารมื้อที่ 1 และ 2

รับประทานอาหารมื้อที่ 3 + เหล็ก-55 (55 kBq)

15 คัดสารละลายเหล็กมาตรฐาน (Standard reference dose) + เหล็ก-59 (46.3 kBq)

28 เจาะเลือดวัดการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารมื้อที่ 3 และจากสารละลายเหล็กมาตรฐาน ดังรายละเอียดของวิธีติดฉลากเหล็กกัมมันตรังสีลงในอาหารโดย Extrinsic tag ตามวิธีของ Hallberg และคณะ (7) และวิธีของ Cook และคณะ (8)

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร บดตัวอย่างอาหารให้ละเอียดแล้ววิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก ทั้งหมด (9) ปริมาณฟอสฟอรัสพืชเตท (10) และแทนนิน (11)

สารละลายเหล็กมาตรฐาน ความสามารถในการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารขึ้นอยู่กับสถานภาพเหล็กภายในร่างกายซึ่งแสดงโดยร้อยละของการดูดซึมธาตุเหล็กจากสารละลายเหล็กมาตรฐาน ดังนั้นเพื่อให้สามารถนำค่าร้อยละของการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารของอาสาสมัครแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกันได้ จึงใช้วิธีปรับค่าการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารของอาสาสมัครแต่ละคนให้เท่ากับเมื่อดูดซึมธาตุเหล็กจากสารละลายเหล็กมาตรฐานได้ร้อยละ 40 ตามวิธีของ Magnusson และคณะ (12) สารละลายเหล็กมาตรฐานประกอบด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต 3 มิลลิกรัม และวิตามินซี ในสัดส่วน 2 โมลของวิตามินซีต่อ 1 โมลของเหล็ก ในกรดเกลือความเข้มข้น 0.01 นอรัลในปริมาตร 10 มิลลิลิตร มีเหล็กกัมมันตรังสี 46.3 กิโลเบคเคอเรล สำหรับอาสาสมัคร 1 คน

การวัดการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหาร นำเลือดที่เจาะไว้มาย่อยด้วยกรดซัลฟูริกและกรดไนตริก เข้มข้นตามวิธีของ Eakins และ Brown (13) วัดกัมมันตภาพรังสีของเหล็ก-55 และ เหล็ก-59 ในเลือดที่ผ่านขบวนการย่อยแล้วด้วยเครื่องวัดรังสีเบต้า แล้วนำค่านับวัดไปคำนวณหาปริมาณเหล็กจากอาหารที่ถูกลำนำไปสร้างเม็ดเลือดแดง

3. ผลการทดลอง

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 1 ข้าว/แกงส้มผักนึ่ง มีเหล็กทั้งหมด 2.44 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 46.5 มิลลิกรัม แทนนิน 80.6 มิลลิกรัมต่อมือ ให้กำลังงาน 547.3 กิโลแคลอรี ข้าว/พะโล้เต้าหู้ มีเหล็กทั้งหมด 3.01 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 90.7 มิลลิกรัมต่อมือ ไม่มี แทนนิน ให้กำลังงาน 583 กิโลแคลอรี

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร

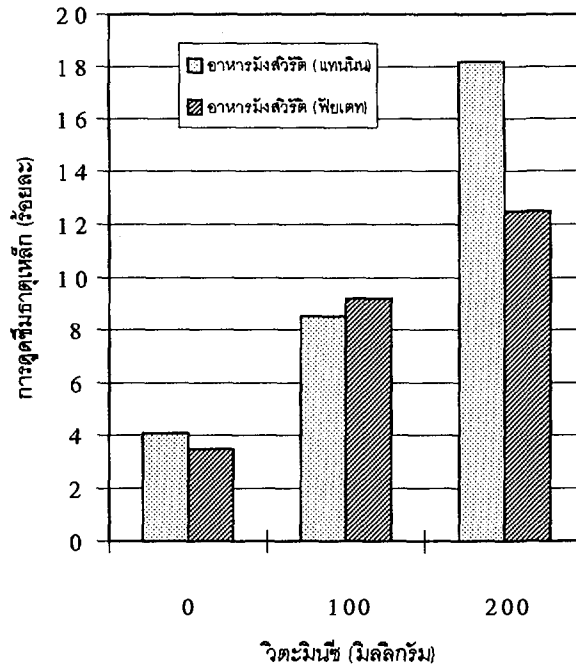
ส่วนประกอบ	อาหารทดลอง	
	ข้าว/แกงส้มผักนึ่ง	ข้าว/พะโล้เต้าหู้
กำลังงาน (กิโลแคลอรี)	547.30	583.00
น้ำหนักอาหารที่รับประทาน (กรัม)	538.00	458.00
เหล็กทั้งหมด (มก./มือ)	2.44	3.01
ฟอสฟอรัส (มก./มือ)	144.30	142.58
ฟอสฟอรัสฟอสเฟต (มก./มือ)	46.45	90.71
แทนนิน (มก./มือ)	80.64	0

การวัดการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหาร ผลการวัดการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารมังสวิรัต ทั้งสองรายการเมื่อไม่มีวิตามินซี และเมื่อเติมวิตามินซีขนาด 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อมือดัง แสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 1 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพบว่าการดูดซึมธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเติมวิตามินซี 100 และ 200 มิลลิกรัมในอาหาร มังสวิรัต ทั้งสองรายการ ($p < 0.001$) คือเพิ่มมากกว่า 2 เท่าเมื่อเติมวิตามินซี 100 มิลลิกรัม/มือและ เพิ่มขึ้น 3 ถึงมากกว่า 4 เท่า เมื่อเติมวิตามินซี 200 มิลลิกรัม/มือ

ตารางที่ 2 การดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารมังสวิรัตเมื่อไม่มีวิตามินซีและเมื่อเติมวิตามินซี 100 และ 200 มิลลิกรัมลงในอาหารทดลอง ข้าว/แกงส้มผักนึ่ง และข้าว/พะโล้เต้าหู้

อาหาร	มิลลิกรัม/มือ			การดูดซึมธาตุเหล็ก	
	วิตามินซี	ฟอสเฟต	แทนนิน	ร้อยละ	อัตราส่วน*
ข้าว/แกงส้มผักนึ่ง	0	46	81	4.1	1
	100	46	81	8.5	2.07
	200	46	81	18.2	4.43
ข้าว/พะโล้เต้าหู้	0	91	0	3.5	1
	100	91	0	9.2	2.63
	200	91	0	12.5	3.57

* อัตราส่วนระหว่างค่าการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารเมื่อมีและไม่มีวิตามินซี



รูปที่ 1 การดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารมังสวรีติที่มีแทนนินและพืชเคทเมื่อไม่มีวิตามินซีและเมื่อเติมวิตามินซีขนาด 100 และ 200 มิลลิกรัมลงในอาหาร

ตารางที่ 3 ปริมาณเหล็กที่ร่างกายได้รับต่อกำลังงาน 1000 และ 2000 กิโลแคลอรีจากอาหารมังสวรีติ ทั้งสองรายการเมื่อไม่มีวิตามินซีและเมื่อมีวิตามินซี 100 และ 200 มิลลิกรัม

อาหารทดลอง	ข้าว/แกงส้มผักบุ้ง			ข้าว/พะโล้เต้าหู้		
	0	100	200	0	100	200
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	0	100	200	0	100	200
กำลังงาน (กิโลแคลอรี)	547	547	547	583	583	583
เหล็กในอาหาร (มิลลิกรัม/มือ)	2.44	2.44	2.44	3.01	3.01	3.01
(มิลลิกรัม/วัน)	7.33	7.33	7.33	9.04	9.04	9.04
การดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหาร						
ร้อยละ	4.1	8.5	18.2	3.5	9.2	12.5
มิลลิกรัม/วัน	0.30	0.63	1.32	0.33	0.84	1.14
Bioavailable Nutrient Density						
มิลลิกรัม/1000 กิโลแคลอรี	0.18	0.38	0.80	0.19	0.48	0.65
มิลลิกรัม/2000 กิโลแคลอรี	0.36	0.76	1.60	0.38	0.96	1.30

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณเหล็กที่ดูดซึมได้ต่อกำลังงาน 1000 และ 2000 กิโลแคลอรีจากข้าวแกงส้มผักบุ้งและข้าวพะโล้เต้าหู้ ปริมาณธาตุเหล็กที่ดูดซึมได้ต่อกำลังงาน 2000 กิโลแคลอรีจากอาหารมังสวรีติที่ไม่มีวิตามินซีเท่ากับ 0.36 และ 0.38 มิลลิกรัมสำหรับข้าวแกงส้มผักบุ้ง และ

ข้าวพะโล้เต้าหู้ตามลำดับเมื่อเติมวิตามินซี 100 มิลลิกรัม ลงในอาหารทั้งสองรายการ ร่างกายได้รับธาตุเหล็กจากอาหารเพิ่มขึ้นเป็น 0.76 และ 0.96 มิลลิกรัม เมื่อเติมวิตามินซี 200 มิลลิกรัม ร่างกายได้รับธาตุเหล็กจากอาหารเพิ่มขึ้นเป็น 1.6 และ 1.3 มิลลิกรัมต่อกำลังงาน 2000 กิโลแคลอรีจากอาหารมังสวิรัตทั้งสองรายการตามลำดับ

4. วิจัย

การดูดซึมธาตุเหล็กขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่มีผลยับยั้งหรือส่งเสริมการดูดซึมธาตุเหล็ก อาหารมังสวิรัตที่ใช้ในการทดลองมีแทนนินและฟิเตทเป็นสารขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็ก ข้าวแกงส้มผักนึ่งมีแทนนินในผักนึ่งและฟิเตทในข้าว ข้าวพะโล้เต้าหู้ไม่มีแทนนินมีฟิเตทในเต้าหู้และในข้าว อาหารทดลองทั้งสองรายการไม่มีปัจจัยส่งเสริมการดูดซึมธาตุเหล็กเช่นวิตามินซีในส่วนประกอบอาหาร ค่าเฉลี่ยของปริมาณฟิเตทในข้าวเท่ากับ 46.5 มิลลิกรัมต่อข้าวสาร 100 กรัม อยู่ในระดับปกติที่พบในข้าวจากโรงสีต่าง ๆ ในประเทศไทยคือ ระหว่าง 11.5 ถึง 66 มิลลิกรัมต่อข้าวสาร 100 กรัม (14) ปริมาณธาตุเหล็กในข้าวแกงส้มผักนึ่ง เท่ากับ 2.4 มิลลิกรัมต่อมื้อ หรือประมาณ 7.3 มิลลิกรัมต่อวัน ในข้าวพะโล้เต้าหู้เท่ากับ 3.0 มิลลิกรัมต่อมื้อ หรือ 9.0 มิลลิกรัมต่อวัน ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุเหล็กที่ได้รับต่อวันจากอาหารมังสวิรัต แบบเคร่งครัดและแบบที่รับประทานนมและไข่ด้วยจาก รายงานต่างๆ (15, 16, 17, 18, 19, 20, 21) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุเหล็ก และกำลังงานโดยเฉลี่ยที่ได้รับจากอาหารมังสวิรัตแบบต่าง ๆ และอาหารมังสวิรัตแบบไทย เปรียบเทียบกับอาหารปกติที่รับประทานกันโดยทั่วไป

ประเภทอาหาร	ปริมาณธาตุเหล็ก (มิลลิกรัมต่อวัน)	กำลังงาน (กิโลแคลอรี)	Nutrient density (mgFe/1000kcal)	เอกสารอ้างอิง
อินเดีย (vegans)	10.6	1412	7.5	Kelsay (16)
อเมริกัน (vegans)	12.3	1742	7.1	Kelsay (16)
Lacto-ovo-vegetarian	14.4	1711	8.4	Bindra (17)
Seventh-day Adventist	12.5	1630	7.7	Anderson (18)
Lacto-ovo-vegetarian	12.7	1900	6.7	Abdulla (19)
อาหารมังสวิรัตแบบ	12.5	1624	7.7	นภมณและคณะ(15)
ข้าวแกงส้มผักนึ่ง	7.3	1642	4.5	นภมณและคณะ
ข้าวพะโล้เต้าหู้	9.0	1749	5.2	นภมณและคณะ
อาหารไทย*	12.9	1749	7.4	วีณะและคณะ(20)
RDA**	13.0-25.0	2200	6.0-12	RDA (21)

* เฉลี่ยทั่วประเทศ

** Recommended Daily Allowances

โดยทั่วไป อาหารมังสวิรัตแบบไทยไม่ได้มีปริมาณธาตุเหล็กต่ำในระดับนี้เสมอไปแต่จะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณอาหารที่บริโภค นกมนและคณะ (15) รายงานปริมาณธาตุเหล็กเฉลี่ยในอาหารมังสวิรัตแบบไทย 43 รายการ เท่ากับ 12.5 มิลลิกรัมต่อวัน อยู่ในระดับเดียวกับกับค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุเหล็กในอาหารไทยที่บริโภคกันโดยทั่วไปคือ 12.9 มิลลิกรัมต่อวัน ตามรายงานของวีณะและคณะ (20) แต่ต่ำกว่าค่ากำหนด RDA เล็กน้อย (21) ปริมาณธาตุเหล็กที่ได้รับจากอาหารทดลองต่อกำลังงาน 1000 กิโลแคลอรีเท่ากับ 4.5 มิลลิกรัมจากข้าวแกงส้มผักนึ่ง และเท่ากับ 5.2 มิลลิกรัมจากข้าวพะโล้เต้าหู้ อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของอาหารมังสวิรัตแบบไทยซึ่งเท่ากับ 7.7 มิลลิกรัมต่อ 1000 กิโลแคลอรี และค่ากำหนด 6 ถึง 12 มิลลิกรัมต่อ 1000 กิโลแคลอรีจากอาหารแบบตะวันตก (ตารางที่ 4)

อาหารมังสวิรัตให้พลังงานต่ำเพราะเป็นอาหารกลุ่มที่มีกาบไฮสูง ไขมันต่ำ จึงทำให้ผู้บริโภคอาหารมังสวิรัตเป็นประจำมีโอกาสขาดแร่ธาตุบางอย่างได้ Kramer และคณะ (22) รายงานว่าผู้บริโภคอาหารมังสวิรัตที่ให้กำลังงานต่ำกว่า 1700 กิโลแคลอรีต่อวันอาจขาดธาตุสังกะสี เหล็กและแคลเซียมได้ อาหารทดลองครั้งนี้ให้กำลังงานเฉลี่ยไม่แตกต่างจากอาหารมังสวิรัตทั่วไปแต่ต่ำกว่าค่ากำหนด 2200 กิโลแคลอรีที่ควรได้รับต่อวัน อาหารมังสวิรัตทดลองทั้งสองรายการให้คุณค่าทางโภชนาการของเหล็กไม่แตกต่างกัน การดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารเมื่อไม่มีวิตามินซีเท่ากับร้อยละ 4.1 สำหรับข้าวแกงส้มผักนึ่งและร้อยละ 3.5 สำหรับข้าวพะโล้เต้าหู้ เมื่อคิดเป็นปริมาณธาตุเหล็กที่ร่างกายได้รับต่อวันจะเท่ากับ 0.30 และ 0.33 มิลลิกรัมต่อวันตามลำดับ (ตารางที่ 3) การเติมวิตามินซีขนาด 100 และ 200 มิลลิกรัมลงในอาหารทดลอง ทำให้ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามแม้ว่าร่างกายจะดูดซึมธาตุเหล็กได้เพิ่มขึ้นก็ยังไม่เพียงพอสำหรับประชากรบางกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการขาดธาตุเหล็กสูงเช่นเด็ก วัยรุ่นและหญิงวัยเจริญพันธุ์ จะเห็นได้จากตารางที่ 3 ว่าเมื่อเติมวิตามินซีขนาด 100 และ 200 มิลลิกรัมลงในอาหารที่ให้กำลังงาน 2000 กิโลแคลอรี ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กได้เพิ่มขึ้นจาก 0.36 มิลลิกรัม เป็น 0.76 และ 1.6 มิลลิกรัมตามลำดับสำหรับข้าวแกงส้มผักนึ่ง และเพิ่มขึ้นจาก 0.38 มิลลิกรัม เป็น 0.96 และ 1.3 มิลลิกรัมตามลำดับสำหรับข้าวพะโล้เต้าหู้ ซึ่งยังคงไม่เพียงพอสำหรับความต้องการของร่างกายสำหรับประชากรบางกลุ่มเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุเหล็กที่ร่างกายต้องการตามเพศและวัยในตารางที่ 5 การเติมวิตามินซีขนาด 200 มิลลิกรัมทำให้ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารเพิ่มขึ้นเป็น 1.3 ถึง 1.6 มิลลิกรัมนั้นเพียงพอสำหรับค่าเปอร์เซนไทล์ที่ 95 ของกลุ่มเด็กต่ำกว่า 12 ปี ผู้ชาย หญิงวัยหมดประจำเดือนและหญิงให้นมบุตร เกือบพอสำหรับวัยรุ่นชายแต่ไม่พอสำหรับกลุ่มวัยรุ่นหญิง และหญิงวัยเจริญพันธุ์ซึ่งต้องการธาตุเหล็ก สูงถึง 3.21 และ 2.84 มิลลิกรัมต่อวันตามลำดับ

ตารางท 5 ความต้องการธาตุเหล็กของร่างกายกำหนดโดย FAO/WHO (23)

กลุ่ม	อายุ (ปี)	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ความต้องการธาตุเหล็ก (มิลลิกรัมต่อวัน)	
			50th เปอร์เซนไทล์	95th เปอร์เซนไทล์
เด็ก	0.25-1	8	0.77	0.96
	1-2	11	0.49	0.61
	2-6	16	0.56	0.70
	6-12	29	0.94	1.17
เด็กชาย	12-16	53	1.46	1.82
เด็กหญิง	12-16	51	1.73	3.21
ชาย		70	0.98	1.27
หญิง				
วัยเจริญพันธุ์		55	1.36	2.84
หมดประจำเดือน		55	0.77	1.00
ให้นมบุตร		55	1.05	1.31

อาหารมังสวิรัตแบบไทยให้คุณค่าทางโภชนาการของเหล็กไม่ด้อยไปกว่าอาหารมังสวิรัตที่บริโภคในส่วนต่าง ๆ ของโลก ปริมาณธาตุเหล็กที่ดูดซึมได้จากอาหารมังสวิรัตขึ้นอยู่กับปัจจัยในอาหารที่มีอิทธิพลต่อการดูดซึมธาตุเหล็กเช่นพืชเตท แทนนิน และวิตามินซีซึ่งผู้บริโภคเป็นผู้เลือกด้วยตนเอง การดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารทดลองในรายงานนี้อยู่ระหว่างร้อยละ 3.5 ถึง 18.2 อาหารมังสวิรัตแบบตะวันตกที่มีพืชเตทและวิตามินซีระดับต่าง ๆ ที่รายงานโดย Hallberg และคณะ (24) มีค่าระหว่างร้อยละ 2.2 ถึง 16.9 และค่าเฉลี่ยสำหรับอาหารมังสวิรัตทั่วไปมีค่าระหว่างร้อยละ 5 ถึง 12 (25)

5. สรุป

อาหารมังสวิรัตมีคุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ แต่เนื่องจากมีรายงานว่าอาหารมังสวิรัตที่บริโภคกันแพร่หลายทั้งในประเทศพัฒนาแล้วและกำลังพัฒนานั้นมีผลกระทบต่อสุขภาพและการเจริญเติบโตของทารกและเด็ก ทำให้ขาดแร่ธาตุบางชนิดเช่นธาตุเหล็ก ดังมีรายงานภาวะซีดจากขาดธาตุเหล็กในกลุ่มเด็ก วัยรุ่น และหญิงวัยเจริญพันธุ์ที่บริโภคอาหารมังสวิรัตเป็นประจำ ดังนั้นจึงควรเลือกบริโภคอาหารมังสวิรัตโดยพิจารณาทั้งด้านปริมาณและคุณภาพให้ได้สารอาหารครบถ้วน ในด้านโภชนาการของเหล็กควรเลือกอาหารที่มีธาตุเหล็กสูงและบริโภคให้ได้กำลังงานเพียงพอกับความต้องการของร่างกายให้เหมาะสมกับเพศและวัย หลีกเลี่ยงอาหารที่มีปัจจัยขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็กเช่นอาหารที่มีพืชเตทและแทนนินสูงเป็นครั้งคราว และเพิ่มปัจจัยส่งเสริมการดูดซึมธาตุเหล็กเช่นวิตามินซี เพื่อป้องกันภาวะซีดจากขาดธาตุเหล็กในกลุ่มเด็กและหญิงวัยเจริญพันธุ์ที่บริโภคอาหารมังสวิรัตเป็นประจำ

6. เอกสารอ้างอิง

- 1 Morck TA, Cook JD. Factors affecting the bioavailability of dietary iron. *Cereals Food Worlds* 1981; 26(12); 667-672.
2. นภมน ศรีตงกุล, มลลณี ตันตวิรุพท์, ฤดี ปรีหจินดา, ร่มไทร สุวรรณิก. ผลของฟิเตทโนในข้าวกล้องต่อการแตกตัวของเหล็กและการยับยั้งปริมาณเหล็กที่จะถูกดูดซึม. การประชุมฟื้นฟู วิชาการประจำปีครั้งที่ 31 คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล 2533: 530-542.
3. Oberleas D. Phytates: In *Toxicants Occuring Naturally in Foods*. 2nd ed. Washington DC:FM Strong (ed.) National Academy of Sciences 1972: 363-371.
4. Tuntawiroon M, Sritongkul N, Brune M, et al. Dose dependent inhibitory effect of phenolic compounds in food on nonheme iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 1991; 53; 554-557.
5. Brune M, Rossander L, Hallberg L. Iron absorption and phenolic compounds: importance of different phenolic structures. *Eur J Clin Nutr* 1989; 43; 547-558.
6. Dwyer JT. Health aspects of vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 1988; 48; 712-738.
7. Hallberg L, Bjorn-Rasmussen E. Determination of iron absorption from whole diet. A new two-pool model using two radioiron isotopes given as heme and nonheme iron. *Scand L Haemat* 1972; 9; 193-197.
8. Cook JD, Layrisse M, Martinez-Torres C, et al. Food iron absorption measures by an extrinsic tag. *J Clin Invest* 1972; 51; 805-815.
9. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists (AOAC)* 10th ed. Washington DC: Association of Official Agricultural Chemists 1965, p 192.
10. Harland BF, Oberleas D. Anion exchange method for determination of phytate in food. Collaborative study. *J Assoc Off Anal Chem* 1986; 69; 667-670.
11. Brune M, Hallberg L, Skanberg AB. Determination of iron-binding phenolic groups in foods. *J Food Science* 1991; 56; 128-131.
12. Magnusson B, Bjorn-Rasmussen E, Hallberg L, Rossander L. Iron absorption in relation to iron status. Model proposed to express results of food absorption measurements. *Scand J Haemat* 1981; 27; 201-208.

13. Eakins JD, Brown DA. An improved method for the simultaneous determination of iron-55 and iron-59 by liquid scintillation counting. *Int J Appl Radiat* 1966; 17:391-397.
14. Tuntawiroon M, Sritongkul N, Rossander-Hulten L. Rice and iron absorption in man. *Eur J Clin Nutr* 1990; 44: 489-497.
15. นภมน ศรีตงกุล, มลลิสั ตัฒทวรุพท์, ฤคิ ปลืหจินดา, ร่มไทร สุวรรณิก. ปริมาณเหล็กที่จะดูดซึมได้ในอาหารมังสวิรัคิ. การประชุมพื้นฟูวิชาการประจำปีครั้งที่ 31 คณะแพทยศาสตรั-ศิริราชพยาบาล 2533: 543-557.
16. Kelsay JL, Frazier CW, Prather ES, et al. Impact of variation in carbohydrate intake on mineral utilization by vegetarians. *Am J Clin Nutr* 1988; 48; 875-879.
17. Bindra GS, Gibson RS. Iron status of predominantly lacto-ovo-vegetarian East Indian immigrants to Canada: a model approach. *Am J Clin Nutr* 1986; 44; 643-652.
18. Anderson BM, Gibson RS, Sabry JH. The iron and zinc status of long-term vegetarian women. *Am J Clin Nutr* 1981; 34; 1042-1048.
19. Abdulla M, Aly KO, Anderson I, et al. Nutrient intake and health status of lacto vegetarians: chemical analysis of diets using duplicate portion sampling technique. *Am J Clin Nutr* 1984; 40; 325-338.
20. วีณะ วีระไวทยะ. การสำรวจภาวะการบริโภคอาหารของคนไทย. รายงานเชิงปฏิบัติการพฤติกรรมกรกินของคนไทย ธนาคารกสิกรไทย 2527: p 67.
21. Recommended dietary allowances. Eight Edition (1974) Washington DC. Natl Acad Sciences.
22. Kramer LB, Osis D, Coffey J, Spencer H. Mineral and trace element content of vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 1984; 3; 3-11.
23. FAO/WHO Joint Expert Consultation Report. Requirements of vitamin A, iron, folate and vitamin B12. FAO Food and Nutrition Series 23, Rome 1988.
24. Halberg L, Rossander L. Absorption of iron from Western-type lunch and dinner meals. *Am J Clin Nutr* 1982; 35; 502-505.
25. Hallberg L, Rossander L. Iron requirement in menstruating women. *Am J Clin Nutr* 1991; 54; 1047-1058.