อัตราส่วนของพาราแซนธีน / แคฟเฟอีน : ดัชนีวัดการทำงานของเอนไซม์ไซโตโครม พี 450 1เอ2 ในกลุ่มคนที่ได้รับสารโพลีไซคลิคอะโรมาติคไฮโดรคาร์บอน

นางสาวเยาวรัตน์ หินซุย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเภสัชวิทยา สหสาขาวิชาเภสัชวิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-1194-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I20396569

PARAXANTHINE / CAFFEINE RATIO : AS AN INDEX FOR CYP 1A2 ACTIVITY IN POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS EXPOSED SUBJECTS

Miss Yaowarat Hinsui

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Pharmacology
Inter - Department Program in Pharmacology
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2001

ISBN 974-03-1194-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อัตราส่วนของพาราแซนธีน/แคฟเฟอีน:ดัชนีวัดการทำงานของเอนไซม์ไซโตโครม พี 4501เอ2 ในกลุ่มคนที่ได้รับสารโพลีไซคลิคอะโรมาติคไฮโดรคาร์บอน
โดย	นางสาว เยาวรัตน์ หินซุย
สาขาวิชา	เภสัชวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สุพีชา วิทยเลิศปัญญา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พ.ต.ท.หญิง ดร. สมทรง ลาวัณย์ประเสริฐ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กีระนันทน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพัตรา ศรีไชยรัตน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ สุพีชา วิทยเลิศปัญญา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาตราจารย์ พ.ต.ท.หญิง ดร. สมทรง ลาวัณย์ประเสริฐ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศรีจันทร์ พรจิราศิลป์)

เยาวรัตน์ หินชุย : อัตราส่วนของพาราแซนธีน / แคฟเฟอีน : ดัชนีวัดการทำงานของเอนไซม์ไซโตโครม พี 450 1เอ2 ในกลุ่มคนที่ได้รับสารโพลีไซคลิคอะโรมาติคไฮโดรคาร์บอน. (PARAXANTHINE / CAFFEINE RATIO : AS AN INDEX FOR CYP1A2 ACTIVITY IN POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS EXPOSED SUBJECTS) อ. ที่ปรึกษา : รศ. สุพีชา วิทยเลิศปัญญา, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.พ.ต.ท.หญิง ดร. สมทรง ลาวัณย์ประเสริฐ, 90 หน้า. ISBN 974-03-1194-6

โพลีไซคลิคอะโรมาติคไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) เป็นสารที่พบทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบอินทรีย์ สารเหล่านี้เมื่อถูกเปลี่ยนแปลงจะได้เมแทบอไลต์ที่มีฤทธิ์ซึ่งเมื่อจับกับ DNA มีผลก่อมะเร็ง เป็นที่ทราบกันดีว่าพีเอเอชเป็นสารเหนี่ยวนำการทำงานของเอนไซม์ไซโตโครม พี 450 เช่น CYP1A1 และ CYP1A2 แคฟเฟอีนถูกเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์ CYP1A2 ได้เมแทบอไลต์เป็นพาราแซนธีน ดังนั้นจึงนิยมใช้แคฟเฟอีนเป็นสารในการศึกษาการทำงานของเอนไซม์ CYP1A2 การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของเอนไซม์ CYP1A2 ในเพศหญิงที่ได้รับควันและไม่ได้รับควันจากท่อไอเสียรถยนต์ โดยใช้อัตราส่วนของพาราแซนธีน / แคฟเฟอีนเป็นดัชนีวัดการทำงานของเอนไซม์ ให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนรับประทานแคฟเฟอีนขนาด 180 มิลลิกรัม 1 ครั้ง เจาะเลือดก่อนและหลังรับประทานแคฟเฟอีน 5 ชั่วโมง วิเคราะห์หาความเข้มข้นของพาราแซนธีนและแคฟเฟอีนในซีรั่มโดยวิธี HPLC วัดระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ในเลือดโดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ พบว่าอัตราส่วนของพาราแซนธีน / แคฟเฟอีนในซีรั่มในกลุ่มที่ได้รับควันจากท่อไอเสียรถยนต์มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับควันโดยมีค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของพาราแซนธีน / แคฟเฟอีนเป็น 0.45 $\pm$ 0.18 และ 0.33 $\pm$ 0.12 ตามลำดับ, ($P<0.05$) คาร์บอนมอนอกไซด์ในเลือดในกลุ่มที่ได้รับควันจากท่อไอเสียรถยนต์มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับควัน โดยมีค่าเฉลี่ยของระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ในเลือดเป็น 4.03 $\pm$ 0.83 และ 3.01$\pm$ 0.72 ตามลำดับ, ($P<0.05$) ซึ่งแสดงว่ากลุ่มทดลองได้รับควันจากท่อไอเสียรถยนต์จริง

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้อัตราส่วนของพาราแซนธีน / แคฟเฟอีนเป็นดัชนีวัดการทำงานของเอนไซม์ CYP1A2 ในกลุ่มคนที่ได้รับควันจากท่อไอเสียรถยนต์พบว่ามีอัตราส่วนของพาราแซนธีน / แคฟเฟอีนสูงซึ่งเป็นไปได้ว่า CYP1A2 ถูกกระตุ้นและเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากสารเคมีที่ถูกกระตุ้นโดยเอนไซม์นี้

ภาควิชา	สหสาขาวิชาเภสัชวิทยา	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	เภสัชวิทยา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2544	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4289689520 : MAJOR PHARMACOLOGY
KEY WORDS : PARAXANTHINE / CAFFEINE RATIO / CYTOCHROME P450 1A2 / POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS / CARBONMONOXIDE

YAOWARAT HINSUI : PARAXANTHINE / CAFFEINE RATIO : AS AN INDEX FOR CYP1A2 ACTIVITY IN POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS EXPOSED SUBJECTS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SUPEECHA WITTAYALERTPANYA, THESIS COADVISOR : ASST. PROF. Pol. Col. Lt. SOMSONG LAWANPRASERT, Ph.D., 90 pp. ISBN 974-03-1194-6

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are ubiquitous in the environment and originated from incomplete combustion process of organic materials. These compounds are bioactivated to reactive metabolites which bind covalently to DNA and subsequently initiate carcinogenesis. PAHs have been well established as an enzyme inducer of cytochrome P450 (CYP) such as CYP1A1 and CYP1A2. Caffeine is primarily metabolized by CYP1A2 to paraxanthine, so it has been used as a specific probe for assessing CYP1A2 activity. The purpose of this study was to compare CYP1A2 activity in female subjects between smoke and non - smoke exposure using serum paraxanthine / caffeine ratio as an index. Each subject took a 180 mg single oral dose of caffeine solution. Blood samples were collected before and 5 hours after caffeine intake. Serum samples were separated by centrifugation and stored at -20 ºC until analysis by HPLC. Carbonmonoxide (CO) level in blood was also detected using spectrophotometer. The results showed that serum paraxanthine / caffeine ratio in exposed subjects was significantly higher than non - exposed subjects (mean $\pm$ SD of 0.45 $\pm$ 0.18 and 0.33 $\pm$ 0.12, respectively; $P < 0.05$). CO level in exposed subjects was also significantly higher than non - exposed subjects (mean $\pm$ SD of 4.03 $\pm$ 0.83 and 3.01 $\pm$ 0.72, respectively, $P < 0.05$). Conclusion : By using paraxanthine / caffeine ratio as an index, smoke exposed subjects was higher CYP1A2 activity than that of the non - smoke exposed subjects. The smoke exposed subjects have possibly higher risk to chemical carcinogenesis activated by this CYP isoform.

Inter-department Pharmacology
Field of study Pharmacology
Academic year 2001

Student's signature Yaowarat Hinsui
Advisor's signature Supeecha Wittayalertpanya
Co-advisor' s signature Pol. Lt. Col. Somsong Lawanprasert

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดีโดยได้รับความร่วมมือจากบุคคลหลายท่าน อาทิ รศ.สุพีชา วิทยเลิศปัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.พ.ต.ท. หญิง ดร. สมทรง ลาวัณย์ประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รศ. พญ.สุมนา ชมพูทวีป อาจารย์ประจำภาควิชาเภสัชวิทยา ที่กรุณาเป็นแพทย์ที่ปรึกษาพร้อมทั้งให้คำแนะนำในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ขอขอบพระคุณ ดร.อรพิน ที่กรุณาให้ความรู้เกี่ยวกับแหล่งกำเนิดของสารโพลีไซคลิคอะโรมาติคไฮโดรคาร์บอนพร้อมทั้งให้คำแนะนำในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ขอขอบพระคุณ คุณศิริธัญญ์ ไพโรจน์บริบูรณ์ อธิบดีกรมควบคุมมลพิษและเจ้าหน้าที่กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียงกรมควบคุมมลพิษทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือรวบรวมข้อมูลการตรวจวัดสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนนอกไซด์ในอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร

ขอขอบพระคุณครอบครัวของ รศ.สุพีชา วิทยเลิศปัญญา และครอบครัวของคุณกาญจนา เอี่ยมนิรันดร์ ชาวบ้านตำบลบ้านช่อง ตำบลหนองยาว อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเจาะเลือดกลุ่มตัวอย่างและกรุณาเป็นตัวอย่างกลุ่มควบคุม

ขอขอบพระคุณ คุณวิศิษฐ์ วงศาโรจน์ หัวหน้ากองเดินรถที่ 1 คุณชัชวาล แก้วจินดา หัวหน้ากองเดินรถที่ 2 เขตการเดินรถที่ 4 พนักงานองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ พนักงานเก็บค่าโดยสารรถประจำทางสาย 4, 13, 47, 62, 74, 77 และ 205 ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือเอื้อเฟื้อสถานที่และกรุณาเป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง

ขอขอบพระคุณ ร้อยตำรวจเอกวิเชียร ตั้งธนานุวัฒน์ จากสถาบันนิติเวช ที่กรุณาให้คำแนะนำและสาธิตวิธีการตรวจวัดระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ในเลือด

ขอขอบพระคุณ คุณสมฤดี ชื่นกิติญานนท์, คุณพินธัส ปราบโรค, คุณรุจิเรข บุญกาพิมพ์, คุณทิพย์สุดา ปลื้มใจ, คุณประภัค ศรีกิติกุลชัย, คุณณัฐวรรณ วรรณรักษ์เจริญ, คุณสาริศา ธงศรี, คุณสำราญ มณี, คุณลักขณา ธรรมวิจิตร, คุณธรรมรัตน์ กุศลสมบูรณ์ พร้อมทั้งคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาเภสัชวิทยาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยประกอบด้วย ทุนบัณฑิตวิทยาลัย ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภชน์ คณะแพทยศาสตร์ และทุนอุดหนุนวิจัยทบวงมหาวิทยาลัย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง เจ้าหน้าที่หอผู้ป่วย 72 ปีชั้น 7 ชาย โรงพยาบาลศิริราชทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาตลอดหลักสูตร ผู้วิจัยหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจ หากผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขอรับไว้เพียงผู้เดียว

เยาวรัตน์ หินซุย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญรูปภาพ..... ฎ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ..... ฎ

บทที่

1.บทนำ..... 1

วัตถุประสงค์..... 2

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 3

Polycyclic aromatic hydrocarbons..... 4

Cytochrome P4501A2..... 16

Carbonmonoxide..... 23

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี..... 31

วิธีการหาความเข้มข้นของ paraxanthine และ caffeine ในซีรั่มโดย HPLC..... 32

การศึกษานำร่อง..... 37

การศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง..... 38

การหาระดับ carbonmonoxide ในเลือด..... 40

การรวบรวมข้อมูล..... 41

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 41

3. ผลการทดลอง

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ paraxanthine และ caffeine ในซีรั่ม..... 43

ผลการศึกษานำร่อง..... 52

ผลการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง..... 56

ผลการวัดระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ในเลือด..... 61

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง..... 63

รายการอ้างอิง..... 68

ภาคผนวก..... 79

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 90

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.แสดงคุณสมบัติทั่วไปของสารประกอบ PAHs.....	6
2.แสดงแหล่งกำเนิดของสารประกอบ PAHs ที่กระจายตัวสู่บรรยากาศในประเทศแคนนาดา ปี ค.ศ.1990.....	7
3.แสดงค่าการตรวจวัดปริมาณสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเฉลี่ย 1 ชั่วโมงในอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2544.....	10
4.ผลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย.....	15
5.เปรียบเทียบ substrate ของเอนไซม์ CYP1A1 และ CYP1A2.....	17
6.แสดงสารที่มีคุณสมบัติเป็นเอนไซม์ inducers และเอนไซม์ inhibitors.....	19
7.แสดงข้อมูล carbonmonoxide ในอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร แบ่งตามสถานีการตรวจวัด ปี พ.ศ. 2544.....	25
8.แสดงความสัมพันธ์ของระดับ carboxyhemoglobin ในเลือดกับการเกิดอาการพิษ....	28
9.แสดงผลของ carbonmonoxide ต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย.....	30
10.แสดงค่าความถูกต้องของการวิเคราะห์ paraxanthine ในซีรั่ม.....	43
11. แสดงค่าความถูกต้องของการวิเคราะห์ caffeine ในซีรั่ม.....	44
12.แสดงค่า physical recovery ของวิธีวิเคราะห์ paraxanthine ในซีรั่ม.....	44
13.แสดงค่า physical recovery ของวิธีวิเคราะห์ caffeine ในซีรั่ม.....	45
14.แสดงความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์ paraxanthine ในซีรั่มเมื่อทำการวิเคราะห์ในวันเดียวกัน.....	45
15.แสดงความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์ paraxanthine ในซีรั่มเมื่อทำการวิเคราะห์ต่างวัน.....	46
16. แสดงความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์ caffeine ในซีรั่มเมื่อทำการวิเคราะห์ในวันเดียวกัน.....	46
17. แสดงความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์ caffeine ในซีรั่มเมื่อทำการวิเคราะห์ต่างวัน..	47
18.แสดงลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....	56
19.แสดงค่าสารชีวเคมีในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง.....	57
20.แสดงความเข้มข้นของ paraxanthine(17X), caffeine(137X) และ paraxanthine/caffeine ratio ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	59
21.เปรียบเทียบระดับ carbonmonoxide ในเลือดระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

22.แสดงพื้นที่ใต้ peak ของการวิเคราะห์ความคงตัวของ paraxanthine และ caffeine ในซีรั่มความเข้มข้น 2 μg/ml..... 83

23.แสดงความเข้มข้นของ paraxanthine และ caffeine ในซีรั่มจากการศึกษานำร่องจำนวน 3 คน..... 84

24.แสดงความเข้มข้นเฉลี่ยของ paraxanthine และ caffeine ในซีรั่มจากการศึกษานำร่องจำนวน 3 คน..... 85

25.แสดงลักษณะทั่วไปและค่าสารชีวเคมีในเลือดโดยรวมระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง..... 87

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1.แสดงสูตรโครงสร้างของ PAHs ชนิดต่าง ๆ	5
2.แสดงการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบ PAHs	9
3.แสดงลักษณะโครงสร้างของ epoxide ที่มี bay-region	13
4.แสดงกลไกการเหนี่ยวนำการทำงานของ cytochrome P450 โดย PAHs	14
5.แสดงสูตรโครงสร้างของ caffeine	19
6.แสดงการเปลี่ยนแปลงของ caffeine และเมแทบอไลต์	21
7.แสดง oxyhemoglobin dissociation curve ในภาวะที่มีออกซิเจน	26
8.แสดงโครมาโตแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์ paraxanthine และ caffeine ในซีรั่ม	49
9.แสดงกราฟมาตรฐานของ paraxanthine	50
10.แสดงกราฟมาตรฐานของcaffeine	50
11.แสดงความคงตัวของ paraxanthine ความเข้มข้น 2 μg/ml	51
12.แสดงความคงตัวของ caffeine ความเข้มข้น 2 μg/ml	51
13.แสดงความเข้มข้นของ paraxanthine และ caffeine ในอาสาสมัครคนที่ 1 ณ เวลาต่าง ๆ	52
14.แสดงความเข้มข้นของ paraxanthine และ caffeine ในอาสาสมัครคนที่ 2 ณ เวลาต่าง ๆ	53
15 แสดงความเข้มข้นของ paraxanthine และ caffeine ในอาสาสมัครคนที่ 3 ณ เวลาต่าง ๆ	54
16.แสดงความเข้มข้นเฉลี่ยของ paraxanthine และ caffeine ในอาสาสมัคร 3 ราย ในการศึกษานำร่อง ณ เวลาต่าง ๆ	55
17.แสดงค่าเฉลี่ย paraxanthine/caffeine ratio ในซีรั่มเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	60
18.แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์carboxyhemoglobin ในเลือดระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	62
19.กราฟมาตรฐานสำหรับใช้เปรียบเทียบระดับ carbonmonoxide ในเลือด (กราฟที่1)	88
20. กราฟมาตรฐานสำหรับใช้เปรียบเทียบระดับ carbonmonoxide ในเลือด (กราฟที่2)	89

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AFMU	=	5-acetylamino-6-formylamino-3-methyluracil
Alb	=	albumin
AP	=	alkaline phosphatase
BP	=	benzo(a)pyrene
BUN	=	blood urea nitrogen
C	=	control
^{o}C	=	degree celcius
CO	=	carbonmonoxide
CO_2	=	carbondioxide
COHb	=	carboxyhemoglobin
Conc	=	concentration
Cr	=	creatinine
CYP1A1	=	cytochrome P4501A1
CYP1A2	=	cytochrome P4501A2
DBP	=	diastolic blood pressure
E	=	exposed
g	=	gram
ht	=	height
HPLC	=	high performance liquid chromatography
l	=	litre
mg	=	milligram
ml	=	millilitre
ng	=	nanogram
nm	=	nanometre
O_2Hb	=	oxyhemoglobin
PAHs	=	polycyclic aromatic hydrocarbons
PAR	=	peak area ratio
ppb	=	part per billion
ppm	=	part per million

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

%	=	percent
RSD	=	relative standard deviation
SD	=	standard deviation
SBP	=	systolic blood pressure
TP	=	total billirubin
UV	=	ultraviolet
µl	=	microlitre
µg	=	microgram
1U	=	1-methylurate
17U	=	1,7-dimethylurate
1X	=	1-methylxanthine
137X	=	1,3,7-trimethylxanthine (caffeine)
17X	=	1,7-dimethylxanthine (paraxanthine)
17X/137X	=	paraxanthine / caffeine