

การตรวจวัดซีโรโทนิน และการพัฒนาเทคนิคทางห้องปฏิบัติการสำหรับการตรวจหา  
แอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนินในเลือดของผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน

นางสาวกาญจนา เกตุบุญลือ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาชีวเคมีคลินิกและอนุทางการแพทย์ ภาควิชาเคมีคลินิก  
คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2550  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DETECTION OF SEROTONIN AND DEVELOPMENT OF LABORATORY TECHNIQUE FOR DETECTING  
AUTOANTIBODIES TO SEROTONIN IN THE PSORIATIC PATIENTS' BLOOD

Miss Kanjana Ketboonlue

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Clinical Biochemistry and Molecular Medicine

Department of Clinical Chemistry

Faculty of Allied Health Sciences

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

501542



ภาญจนา เกตุบุญลือ : การตรวจวัดซีโรโทนิน และการพัฒนาเทคนิคทางห้องปฏิบัติการสำหรับการตรวจหาแอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนินในเลือดของผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน (DETECTION OF SEROTONIN AND DEVELOPMENT OF LABORATORY TECHNIQUE FOR DETECTING AUTOANTIBODIES TO SEROTONIN IN THE PSORIATIC PATIENTS' BLOOD)

อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.เทวิน เทนคำเนา,

อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ.ดร.วนิดา คำพา, อ.ดร.ศิริพร ชื้อชวาลกุล, 111 หน้า.

โรคสะเก็ดเงินเป็นโรคผิวหนังอักเสบเรื้อรังที่เกิดจากเซลล์ผิวหนังแบ่งตัวเร็วกว่าปกติทำให้ชั้นหนังกำพร้าหนาตัวขึ้นและเป็นขุย ซึ่งเกิดจากการขยายตัวของหลอดเลือดแดงและมีการเคลื่อนที่ของเม็ดเลือดขาวเข้ามาอยู่รอบๆ หลอดเลือด ถึงแม้ว่าสาเหตุของโรคนี้ยังคงไม่ทราบแน่ชัด ซึ่งดูเหมือนว่าอาจมีอิทธิพลมาจากความเครียดที่ทำให้เกิดการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตมากขึ้น ดังนั้น serotonergic system น่าจะมีบทบาทในโรคสะเก็ดเงิน การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาความหลากหลายของยีน SERT ชนิด 5HTTLPR และ 5HTTVNTR รวมถึงระดับของซีโรโทนินและระดับแอนติบอดีต่อตนเองของซีโรโทนิน ในบทบาทที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพยาธิสภาพของโรค ในการตรวจวัดด้วยเทคนิค ELISA ที่พัฒนาขึ้นมาในห้องปฏิบัติการครั้งนี้ พบว่าระดับแอนติบอดีต่อตนเองของซีโรโทนินชนิด IgG และ IgM ในซีรัมของผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน (n=29,32 ตามลำดับ) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มคนปกติ (n=30,33 ตามลำดับ) นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังประสบความสำเร็จในการพัฒนาการตรวจวัดระดับซีโรโทนินในสิ่งส่งตรวจด้วยเทคนิค gradient HPLC และพบว่าระดับซีโรโทนินในพลาสมาที่มีปริมาณเกล็ดเลือดสูง และเกล็ดเลือดของผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน (n=16) มีระดับ ซีโรโทนินต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (n=31) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05) แม้ว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับซีโรโทนินในซีรัม ระหว่าง 2 กลุ่ม (p > 0.05) และเมื่อศึกษาถึงองค์ประกอบต่างๆ ในตัวอย่างเลือดโดยการตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์ของผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน (n=16) ยังพบว่ามีจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์สูงกว่ากลุ่มคนปกติ (n=53) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05) พารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญเหล่านี้เมื่อนำมาวิเคราะห์กับ PASI score ด้วยสถิติ Pearson's correlation แล้วกลับไม่พบความสัมพันธ์อาจเนื่องมาจากสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มาจากผู้ป่วยที่มีระดับความรุนแรงของโรคน้อยถึงปานกลาง อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่พบความแตกต่างของระดับซีโรโทนินพลาสมาที่มีปริมาณเกล็ดเลือดสูง และเกล็ดเลือดระหว่าง 2 กลุ่มนั้น อาจช่วยให้สามารถเข้าใจมากขึ้นถึงกลไกในระดับโมเลกุลของซีโรโทนินต่อโรคสะเก็ดเงินได้ ซึ่งควรมีการศึกษาต่อไป

ภาควิชา เคมีคลินิก  
สาขาวิชา ชีวเคมีคลินิกและอนุทางการแพทย์  
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนิสิต.....*ทศพร เกตุบุญลือ*  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*ทศพร เกตุบุญลือ*  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....*วนิดา คำพา*  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....*ศิริพร ชื้อชวาลกุล*

## 4877202037 : MAJOR CLINICAL BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR MEDICINE

KEY WORD: psoriasis / serotonin / serotonin transporter / autoantibody to serotonin / HPLC / ELISA

KANJANA KETBOONLUE: DETECTION OF SEROTONIN AND DEVELOPMENT OF LABORATORY TECHNIQUE FOR DETECTING AUTOANTIBODIES TO SEROTONIN IN THE PSORIATIC PATIENTS' BLOOD.

THESIS ADVISOR : ASST. PROF. TEWIN TENCOMNAO, PhD.,

THESIS COADVISOR : WANIDA KHAMPHA, PhD.,

SIRIPORN CHUCHAWANKUL, PhD. 111 pp.

Psoriasis is a chronic skin disease characterized by the hyperproliferation of the epidermis, elongated and prominent blood vessels and a thick perivascular lymphocytic infiltrate. Although the precise causes of this recurrent inflammatory skin disorder remain elusive, it appears to be influenced by stress that is known to cause release of adrenal hormones. Therefore, the serotonergic system may have a role in psoriasis. The present study focused on not only serotonin transporter gene polymorphisms (5HTTLPR and 5HTTVNTR), but also serotonin level and autoantibodies to serotonin in order to elucidate if serotonin is involved in the pathogenesis of psoriasis. ELISA approach established in our laboratory to detect autoantibodies (IgG and IgM) to serotonin in serum of healthy controls (n=30, 33 respectively) and psoriatic patients (n=29, 32 respectively) showed no statistically significant difference (p > 0.05). We successfully modified the new HPLC method called gradient HPLC to detect the serotonin level in human specimens. Although no difference in serotonin concentration was found in serum of the two groups (p > 0.05), the psoriatic patients (n=16) had significantly lower serotonin in both platelet rich plasma (PRP) and platelets (p < 0.05) as compared to healthy controls (n=31). In addition, a complete blood count (CBC) was performed. A number of lymphocytes in psoriatic patients (n=16) was found significantly higher than that of healthy controls (n=53) (p < 0.05). All statistically significant parameters observed were analyzed to witness the impact of PASI score according to Pearson's correlation, but no association was found. This might be due to the clinical specimens evaluated in this study were from mild to moderate psoriatic patients. However, our novel finding, the different serotonin concentrations in PRP and platelets of the two groups may help elucidating the molecular connection between serotonin and psoriasis, and this aspect should really be further investigated.

Department of Clinical Chemistry  
Field of study Clinical Biochemistry  
and Molecular Medicine  
Academic year 2007

Student's signature.....*KANJANA KETBOONLUE*.....  
Advisor's signature.....*Tewin Tencomnao*.....  
Co-advisor's signature.....*Wanida Khampha*.....  
Co-advisor's signature.....*Siriporn Chuchawankul*.....

## กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดขึ้นจากบุคคลที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ มากมาย จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทวิน เทนคำเนา อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำด้านเทคนิค ตลอดจนข้อคิดต่างๆ ในการทำงาน พร้อมทั้งความพยายามในการเสาะแสวงหาทุนวิจัยเพื่อสนับสนุน อาจารย์ ดร. วนิตา คำพา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และคุณสุกฤต ศิริขวัญพงศ์ นิสิตสหสาขาชีวเวชศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษาเทคนิคทางด้าน HPLC ตลอดจนแนวคิดในการแก้ปัญหาต่างๆ อาจารย์ ดร. ศิริพร ชื้อชวาลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และคุณสุเมธ อมรยิ่งเจริญ ที่แนะนำเทคนิคทางด้าน ELISA คุณอัญชลี ประสารสุขลาภ ที่ชี้แนะเทคนิคทางด้านอนุชีววิทยา และให้ความช่วยเหลือทางด้านต่างๆ มากมายในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ คุณวิวัฒน์ ลีลาปิยวัฒน์ ที่มีส่วนร่วมในการทำวิจัย รวมทั้งเพื่อน นิสิตปริญญาโททุกคนได้เสริมสร้างมิตรภาพ และบรรยากาศทางวิจัยให้ตราตรึงอยู่ในความทรงจำตลอดไป

เพื่อความสำเร็จ และสมบูรณ์แห่งวิทยานิพนธ์นี้ ดิฉันขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. รัชนา ศานติยานนท์ ที่กรุณารับเป็นประธานสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. วาริน แสงกิติโกมล ที่กรุณาเป็นกรรมการในการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.ดร. จงกลณี วงศ์ปิยะบวร หน่วยภูมิคุ้มกันวิทยา ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาจารย์ ดร.ชาลินี รอนไพริน และรองศาสตราจารย์ พญ. มะลิ อาจริยะกุล คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่กรุณาช่วยเหลือในการวินิจฉัยโรคสะเก็ดเงิน การเก็บตัวอย่างที่ศึกษา และการให้คำปรึกษาที่มีคุณค่าในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ Professor Dr. Reinhind Klein จาก Laboratory of Immunopathology, Department of Internal Medicine, University of Tübingen, Federal Republic of Germany ที่มีส่วนช่วยแนะนำเทคนิคทางด้านภูมิคุ้มกันวิทยาสำหรับการตรวจหาแอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนิน

ขอขอบคุณ คุณรชตวรรษ บุญมาเลิศ คุณกัญญา สุคนธ์สิงห์ และคุณวราพร รักชิตะวัฒนา ที่มีส่วนสำคัญมากในการช่วยวิเคราะห์ และให้คำแนะนำผลการวิจัยทางสถิติ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติและศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติสภากาชาดไทยที่เอื้อเฟื้อตัวอย่างในการวิจัย รวมทั้งขอถือโอกาสนี้ขอบพระคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ได้ให้ตัวอย่างเลือดของท่านสำหรับการศึกษาวิจัยนี้

ขอขอบคุณทุนพัฒนาอาจารย์ใหม่ที่ 1 และปีที่ 2 กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และทุนมูลนิธิเกาหลีเพื่อการศึกษาชั้นสูง ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นอกจากนี้ การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จะสำเร็จลงมิได้ หากขาดการสนับสนุนด้านวัสดุอุปกรณ์ และอาคารสถานที่ทำวิจัยจากคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดิฉันจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
การดำเนินงานวิจัยโดยย่อ.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ปัญหาจริยธรรม.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
กลไกและพยาธิสภาพของโรคสะเก็ดเงิน.....	6
ความผิดปกติของเซลล์ผิวหนัง (keratinocyte) ของผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	21
โรคสะเก็ดเงินของเล็บมือและเล็บเท้า.....	23
ข้ออักเสบจากโรคสะเก็ดเงิน (psoriasis arthritis).....	23
ความรุนแรงของโรคสะเก็ดเงิน [Psoriasis Area and Severity Index (PASI score)].....	24
ระบาดวิทยา.....	25
การวินิจฉัย.....	25
สารสื่อประสาทซีโรโทนิน.....	27
ซีโรโทนินทรานสปอร์ตอร์ (serotonin transporter : 5HTT).....	32
แอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนิน (autoantibodies to serotonin).....	35
ซีโรโทนินกับโรคสะเก็ดเงิน.....	36

บทที่	หน้า
เทคนิคที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณซีโรโทนิน.....	37
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	40
ประชากรและตัวอย่าง.....	40
เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	40
ขั้นตอนการแยกเก็บตัวอย่าง.....	45
ขั้นตอนการสกัดดีเอ็นเอ (DNA).....	46
ขั้นตอนการวิเคราะห์หาความหลากหลายของยีนซีโรโทนินทรานสปอร์เตอร์บริเวณ promoter (serotonin transporter gene; 5HTTLPR) โดยวิธี PCR.....	48
ขั้นตอนการวิเคราะห์หาความหลากหลายของยีนซีโรโทนินทรานสปอร์เตอร์บริเวณ intron 2 (variable number of tandem repeats of the serotonin transporter gene; 5HTTVNTR, STin2) โดยวิธี PCR.....	51
ขั้นตอนการตรวจวัดปริมาณซีโรโทนินในซีรัมโดยใช้เทคนิค ELISA.....	52
ขั้นตอนการตรวจหาแอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนินทั้งชนิด IgG และ IgM ในซีรัมโดยใช้เทคนิค ELISA.....	54
ขั้นตอนการตรวจวัดปริมาณซีโรโทนินในซีรัม พลาสมาที่มีปริมาณเกล็ดเลือดสูง และเกล็ดเลือด โดยใช้เทคนิค HPLC ที่พัฒนาขึ้นเอง.....	56
4 ผลการวิจัย.....	59
ผลการวิเคราะห์หาความหลากหลายของยีนซีโรโทนินทรานสปอร์เตอร์บริเวณ promoter ของคนปกติและผู้ป่วยโรคสะกดเงิน.....	59
ผลการวิเคราะห์หาความหลากหลายของยีนซีโรโทนินทรานสปอร์เตอร์ในบริเวณ intron 2 ของคนปกติและผู้ป่วยโรคสะกดเงิน.....	62
ผลการตรวจหาปริมาณซีโรโทนินในซีรัมของคนปกติ และผู้ป่วยโรคสะกดเงิน โดยใช้เทคนิค ELISA.....	65
ผลการตรวจหาปริมาณซีโรโทนินในซีรัม พลาสมาที่มีปริมาณเกล็ดเลือดสูง และเกล็ดเลือดของคนปกติ และผู้ป่วยโรคสะกดเงินโดยใช้เทคนิค HPLC ที่พัฒนาขึ้นเอง.....	67



บทที่	หน้า
ผลการตรวจหาแอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนินชนิด IgG และ IgM ในซีรัมของคนปกติ และผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงินโดยใช้เทคนิค ELISA.....	77
ผลการตรวจวิเคราะห์ทางด้านโลหิตวิทยาของคนปกติ และผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	81
ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซีโรโทนินในพลาสมาที่มีปริมาณ เกล็ดเลือดสูง เกล็ดเลือด และจำนวนลิมโฟไซต์กับระดับความรุนแรงของโรค (PASI score) ในผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	82
5 อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	85
อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	85
รายการอ้างอิง.....	89
ภาคผนวก.....	106
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	111

## สารบัญญัตินี้

ตาราง	หน้า
2.1 Tumour necrosis factor (TNF) - $\alpha$ inhibitor ที่ใช้ในการรักษาโรคสะเก็ดเงิน.....	7
2.2 ลักษณะผื่นผิวหนังโรคสะเก็ดเงินที่พบ 2 กลุ่ม กลุ่มที่ไม่มีหนอง และกลุ่มที่มีหนอง (clinical forms of non-pustular and pustular psoriasis).....	13
2.3 ความผิดปกติทางด้านระบบภูมิคุ้มกันของผิวหนัง (skin immune system) โดยกำเนิดในโรคสะเก็ดเงิน.....	15
2.4 แสดงรายงานความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของยีนบนโครโมโซมที่สัมพันธ์กับ โรคสะเก็ดเงิน.....	17
2.5 แสดงรายงานความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของยีนบนโครโมโซมที่สัมพันธ์กับ โรคสะเก็ดเงิน.....	18
3.1 แสดงส่วนประกอบชุดน้ำยา MasterTaq kit (Eppendorf) สำหรับ ทำปฏิกิริยา เพื่อตรวจวิเคราะห์หาความหลากหลายของยีนซีโรโทนินทรานสพอร์ตเตอร์ ชนิด 5HTTLPR.....	48
3.2 แสดงส่วนประกอบชุดน้ำยา Taq PCRx DNA polymerase (Invitrogen) สำหรับ ทำปฏิกิริยา เพื่อตรวจวิเคราะห์หาความหลากหลายของยีนซีโรโทนินทรานสพอร์ตเตอร์ ชนิด 5HTTLPR.....	49
3.3 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา PCR (touchdown PCR) สำหรับชุดน้ำยา MasterTaq kit (Eppendorf) เพื่อตรวจวิเคราะห์หาความหลากหลาย ของยีนซีโรโทนินทรานสพอร์ตเตอร์ชนิด 5HTTLPR.....	50
3.4 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา PCR สำหรับชุดน้ำยา Taq PCRx DNA polymerase (Invitrogen) เพื่อตรวจวิเคราะห์หาความหลากหลาย ของยีนซีโรโทนินทรานสพอร์ตเตอร์ชนิด 5HTTLPR.....	50
3.5 แสดงส่วนประกอบชุดน้ำยา RealTaq DNA polymerase (United Bioinformatica Inc.) สำหรับทำปฏิกิริยาเพื่อ ตรวจวิเคราะห์หาความหลากหลาย ของยีนซีโรโทนินทรานสพอร์ตเตอร์ชนิด STin2.....	51
3.6 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา PCR สำหรับชุดน้ำยา RealTaq DNA polymerase (United Bioinformatica Inc.) เพื่อตรวจวิเคราะห์หาความหลากหลายของยีนซีโรโทนินทรานสพอร์ตเตอร์ชนิด STin2.....	52
3.7 แสดงเทคนิค HPLC แบบ gradient สำหรับแยกซีโรโทนินออกจากตัวอย่าง.....	57

ตาราง

หน้า

4.1 แสดงการเปรียบเทียบผลการกระจายของ genotypes และความถี่ของ alleles ของ 5HTTLPR ในคนปกติกับผู้ป่วยโรคสะกดเงิน.....	60
4.2 แสดงการเปรียบเทียบผลการกระจายของ genotypes และความถี่ของ alleles ของ STin2 ในคนปกติกับผู้ป่วยโรคสะกดเงิน.....	63

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ	
2.1 แสดงโรคสะเก็ดเงินชนิด Plaque psoriasis.....	8
2.2 แสดงโรคสะเก็ดเงินชนิด Generalized pustular หรือ Zumbusch pustular psoriasis หรือ Von Zumbusch.....	9
2.3 แสดงโรคสะเก็ดเงินชนิด Localized pustular psoriasis.....	10
2.4 แสดงโรคสะเก็ดเงินชนิด Guttlate psoriasis.....	10
2.5 แสดงโรคสะเก็ดเงินชนิด Inverse psoriasis หรือ Flexural psoriasis.....	11
2.6 แสดงโรคสะเก็ดเงินชนิด Erythrodermic psoriasis.....	12
2.7 แสดงความผิดปกติของเซลล์ผิวหนังของโรคสะเก็ดเงินเปรียบเทียบกับเซลล์ปกติ.....	21
2.8 แสดง serotonergic pathway ในระบบประสาท.....	28
2.9 แสดงสูตรโครงสร้างของซีโรโทนิน.....	29
2.10 แสดงการสร้างและการทำลายฤทธิ์ของซีโรโทนิน.....	31
2.11 แสดงการทำหน้าที่ของ serotonin transporter ในการดูดกลับซีโรโทนิน.....	32
2.12 แสดงตำแหน่งของ serotonin transporter gene บนโครโมโซมคู่ที่ 17.....	33
2.13 แสดงความหลากหลายของ serotonin transporter gene ชนิด 5HTTLPR.....	34
2.14 แสดงความหลากหลายของ serotonin transporter gene ในส่วน intron 2.....	35
3.1 แสดงการตรวจหาแอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนินทั้งชนิด IgM และ IgG ในซีรัมโดยใช้เทคนิค ELISA ซึ่งอาศัยหลักการ indirect method.....	54
3.2 แสดงส่วนประกอบหลักของเครื่องมือ HPLC.....	58
4.1 Agarose gel electrophoresis แสดงผลการวิเคราะห์หาความหลากหลาย ของยีนซีโรโทนินทรานสพอร์ตเตอร์ในบริเวณ promoter ที่เรียกว่า "5HTTLPR" ด้วยวิธี polymerase chain reaction (PCR).....	59
4.2 Agarose gel electrophoresis แสดงผลการวิเคราะห์หาความหลากหลาย ของยีนซีโรโทนินทรานสพอร์ตเตอร์ในบริเวณ intron 2 ที่เรียกว่า "5HTTVNTR หรือ STin2" ด้วยวิธี polymerase chain reaction (PCR).....	62
4.3 Boxplot แสดงการเปรียบเทียบปริมาณซีโรโทนินในซีรัมของคนปกติ และผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	65
4.4 กราฟแสดงความเข้มข้นซีโรโทนินมาตรฐานสำหรับตรวจวัดปริมาณซีโรโทนินในซีรัม.....	67
4.5 แสดง peak ซีโรโทนินในซีรัมของคนปกติ.....	68
4.6 แสดง peak ซีโรโทนินในซีรัมผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	68

	หน้า
ภาพประกอบ	
4.7 Boxplot แสดงการเปรียบเทียบปริมาณซีโรโทนินในซีรัมของคนปกติ และผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	69
4.8 แสดงความเข้มข้นซีโรโทนินมาตรฐานสำหรับตรวจวัดปริมาณซีโรโทนินใน พลาสมาที่มีปริมาณเกล็ดเลือดสูง.....	70
4.9 แสดงความเข้มข้นซีโรโทนินมาตรฐานสำหรับตรวจวัดปริมาณซีโรโทนินในเกล็ดเลือด.....	71
4.10 แสดง peak ซีโรโทนินในพลาสมาที่มีปริมาณเกล็ดเลือดสูงของคนปกติ.....	71
4.11 แสดง peak ซีโรโทนินในพลาสมาที่มีปริมาณเกล็ดเลือดสูงของผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	72
4.12 แสดง peak ซีโรโทนินในเกล็ดเลือดของคนปกติ.....	72
4.13 แสดง peak ซีโรโทนินในเกล็ดเลือดของผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	73
4.14 Boxplot แสดงการเปรียบเทียบปริมาณซีโรโทนินในพลาสมาที่มีปริมาณเกล็ดเลือดสูง ของคนปกติ และผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	74
4.15 Boxplot แสดงการเปรียบเทียบปริมาณซีโรโทนินในเกล็ดเลือดของคนปกติ และผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	75
4.16 แสดงซีรัมมาตรฐานที่ใช้ในการเลือก dilution ที่เหมาะสมในการนำมาเจือจางซีรัม เพื่อตรวจหาแอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนินชนิด IgG ในซีรัม.....	77
4.17 แสดงซีรัมมาตรฐานที่ใช้ในการเลือก dilution ที่เหมาะสมในการนำมาเจือจางซีรัม เพื่อตรวจหาแอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนินชนิด IgM ในซีรัม.....	78
4.18 Boxplot แสดงการเปรียบเทียบแอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนินชนิด IgG ในซีรัมของ คนปกติ และผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	79
4.19 Boxplot แสดงการเปรียบเทียบแอนติบอดีของตนเองต่อซีโรโทนินชนิด IgM ในซีรัมของ คนปกติ และผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	80
4.20 Boxplot แสดงการเปรียบเทียบจำนวนลิ้มไฟไซท์ของคนปกติและผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	81
4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซีโรโทนินในพลาสมาที่มีปริมาณเกล็ดเลือดสูง กับระดับความรุนแรงของโรคในผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	82
4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซีโรโทนินในเกล็ดเลือดกับระดับความรุนแรง ของโรคในผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	83
4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลิ้มไฟไซท์กับระดับความรุนแรง ของโรคในผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน.....	83
5.1 แสดงกระบวนการสลาย tryptophan ที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหนัง.....	86