

วารสาร  
**เทคนิคการแพทย์**  
เชียงใหม่



BULLETIN OF CHIANG MAI ASSOCIATED MEDICAL SCIENCES

ปีที่ 46 ฉบับที่ 3 กันยายน 2556

ISSN : 0125-5347

เทคนิคการแพทย์ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด รังสีเทคนิค

# Explore new dimensions in flow cytometry

**PCL HOLDING**  
www.pclholding.com

## Flow Cytometer

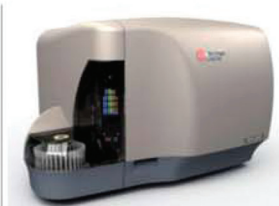
**Cytomics™ FC 500**



**CyAn™ ADP**



**Gallios**



**MoFlo™ XDP Experience Xtremes**



## Cell Preparation

**TQ-Prep**

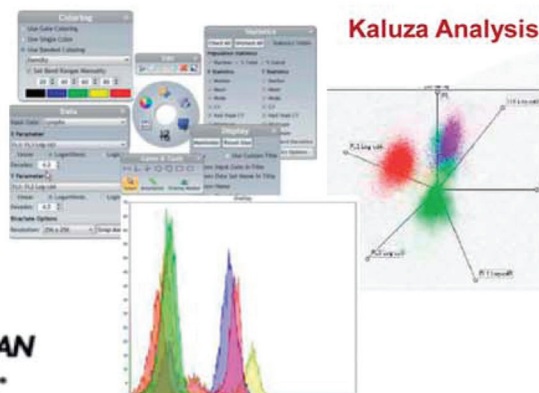


**FP1000**



## The future of flow cytometry software

**Kaluza Analysis Software**



**บริษัท พี ซี แอล โฮลดิ้ง จำกัด**

224/16-17 ซอยจรัสกลาง ถนนสีรินธร เขตบางพลัด  
กรุงเทพมหานคร 10700 โทร.(662) 881-0650-57  
แฟกซ์:(662) 881-0989

Where you can find a complete diagnostic solutions.





# สารบัญ

## วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่

### นิพนธ์ปริทรรศน์

- 187 Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ที่สัมพันธ์กับชุมชนและปศุสัตว์: กภัยเงียบของการสาธารณสุขไทย  
Community- and livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: a silent threat to Thai public health  
อูษณีย์ อนุกุล

### นิพนธ์ต้นฉบับ

- 207 การเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของระหว่างผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง  
และไม่มีการโลหิตจาง  
Comparison of six minute walk distance and reaction time between anemic COPD and non-anemic COPD  
สรายุธ มงคล ฉัตรสุตา ขายเพชร ฟารีดา ปัตนวงศ์ ภัสสร ไทยธานี  
อังกูร สุทธสุวรรณ พรสินทร์ วงศ์โคคุ้ม ประฤทธิ์ ปริษามาตย์
- 215 การศึกษาข้อมูลการควบคุมคุณภาพภายใต้ NEMA NU1-2001 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแกมมาคาเมรา  
Studies of quality control data under NEMA NU1-2001 to evaluate the performance of gamma camera  
นพรัตน์ พงษ์สวัสดิ์ พจนีย์ กาญจนพิบูลย์ พรพิศ บุญก่อน  
กฤตยา บุญนุช ณัฐพรพัชร จันทะมูล รุจพร ชนะชัย
- 232 ผลของการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวใต้น้ำร่วมกับการออกกำลังกายใต้น้ำสำหรับผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง  
Effects of underwater lumbar traction with aquatic exercises for chronic low back pain clients  
สุพิชชพงศ์ ธนาเกียรติภิญโญ ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์ สมรรถชัย จำนงค์กิจ
- 250 Methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci ที่สัมพันธ์กับปศุสัตว์ในสุกรในจังหวัดลำพูน ประเทศไทย  
มี SCCmec type IX  
Livestock-associated methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci in pig in Lamphun Province, Thailand, carrying Type-IX SCCmec element  
มลลิกา รัตนเมือง บดินทร์ บุตรอินทร์ อูษณีย์ อนุกุล
- 260 การประเมินค่า estimated glomerular filtration rate (eGFR) จากค่าอ้างอิง serum creatinine ในโรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก  
Evaluation of estimated glomerular filtration rate (eGFR) by reference range of serum creatinine at Buddhachinaraj Phitsanuloke Hospital  
กนกวรรณ เหมาะประสิทธิ์
- 273 ความสัมพันธ์ระหว่างโพลีเมอร์พืชม C807T/G873A ของจีนไทโรลโปรตีน Ia ของเกล็ดเลือดกับการตีบของหลอดเลือดหัวใจ  
ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงโคโรนารีชาวไทย  
Relationship of platelet glycoprotein Ia C807T/G873A gene polymorphisms to severity of coronary artery stenosis in Thai patients with coronary artery disease  
ทรงพล ห้าวหาญ นันทรัตน์ ไข่มานะสิน นงนุช เศรษฐเสถียร ชาทรี เศรษฐเสถียร  
ยุพา คู่คงวิริยพันธุ์ พงษ์ศักดิ์ อินทรเพชร เกษม ตันติพานิชธีระกุล วิชัย เส้นทอง  
ไพศาล มงคลวงศ์โรจน์

- 285 บทความย่อภาคนิพนธ์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชากิจกรรมบำบัด ภาควิชาบำบัดและรังสีเทคนิค

- 321 รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความประจำปี 2556

- 332 แนะนำผู้เขียน

- 334 ใบสมัครสมาชิก

## BULLETIN OF CHIANG MAI ASSOCIATED MEDICAL SCIENCES

Objective: Bulletin of Chiang Mai Associated Medical Sciences (Bull Chiang Mai Assoc Med Sci) is a tertially peer-reviewed journal that publishes integrating clinical research papers. Manuscripts (original research articles, general articles, short technical reports, notes, letter to editor, miscellany and abstracts) relevant to any of all aspects of Medical Technology, Radiologic Technology, Occupational Therapy and Physical Therapy are welcome.

In addition to original articles, the Bull Chiang Mai Assoc Med Sci will publish invited editorials (relating to a manuscript in the same issue or a topic of current interest) and review articles. The goal of this journal is to provide a platform for scientists and academicians to promote, share, and discuss various new issues and developments in different areas of Medical Technology, Radiologic Technology, Occupational Therapy and Physical Therapy.

The final decision on publication of a manuscript rests with the Editorial Board and ultimately with the Editor. All papers, regardless of type, represent the opinion of the authors and not necessarily that of the Editor, the Association or the Publisher.

The Bull Chiang Mai Assoc Med Sci is the official journal of the Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

### Editor in Chief

Associate Professor Dr. Preeyanat Vongchan

### Associate Editor

Associate Professor Dr. Thanusak Tatu

### Editorial board members

#### Medical Technology

Professor	Dr. Watchara	Kasinrerk	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Associate Prof.	Dr. Chatchai	Tayapiwattana	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Assistant Prof.	Dr. Rachada	Cressey	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Lecturer Dr.	Poonsub	Palacajornsuk	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Professor Emeritus	Dr. Panja	Kulapongs, M.D.	Faculty of Medicine, Chiang Mai University
Professor	Dr. Suthat	Foocharoen, M.D.	The Institute of Molecular Biosciences, Mahidol University
Professor	Dr. Pasuk	Mahakkanukrauh, M.D.	Faculty of Medicine, Chiang Mai University
Professor	Dr. Tanin	Bhoopat, M.D.	Faculty of Medicine, Chiang Mai University
Associate Prof.	Dr. Pradya	Somboon	Faculty of Medicine, Chiang Mai University
Professor	Dr. Lertlakana	Bhoopat, M.D.	Faculty of Medicine, Chiang Mai University
Professor	Dr. Thira	Sirisantana, M.D.	Research Institute for Health Sciences, Chiang Mai University
Professor	Dr. Kedsara	Na Bang Chang	Faculty of Allied Health Science, Thammasat University
Professor	Dr. Arunee	Jetsrisuparp, M.D.	Faculty of Medicine, Khon Kaen University
Associate Prof.	Dr. Supan	Foocharoen	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
Associate Prof.	Dr. Kunnapa	Foocharoen	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
Associate Prof.	Dr. Ganjana	Lertmemongkolchai	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
Associate Prof.	Dr. Nattaya	Sae-ung	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
Associate Prof.	Dr. Kanokwan	Sanchaisuriya	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
Professor	Dr. Nawapan	Jarurak, M.D.	Bumrungrad International Hospital, Bangkok
Associate Prof.	Warunee	Kunachiwa	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University



### Physical Therapy

Assistant Prof.	Todsaporn	Pichaiya	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Lecturer Dr.	Araya	Yanakai	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Associate Prof.	Dr. Jongjin	Ratanapinunchai	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Assistant Prof.	Dr. Prapas	Pothongsunun	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Assistant Prof.	Dr. Somporn	Sungkarat	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Associate Prof.	Dr. Rungtiwa	Watchalathiti	Faculty of Physical Therapy, Mahidol University
Assistant Prof.	Dr. Prawit	Janwattanakul	Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University
Assistant Prof.	Dr. Rotsalai	Kanlayanapotporn	Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University
Assistant Prof.	Dr. Kanda	Chaipinyo	Faculty of Health Science, Srinakharinwirot University
Assistant Prof.	Dr. Rumpa	Boonsinsukh	Faculty of Health Science, Srinakharinwirot University
Assistant Prof.	Dr. Wattana	Jalayondeja	Faculty of Physical Therapy, Mahidol University
Assistant Prof.	Dr. Raweewan	Leksakulchai	Faculty of Physical Therapy, Mahidol University
Lecturer Dr.	Supalak	Khemthong	Faculty of Physical Therapy, Mahidol University
Assistant Prof.	Dr. Pornratchanee	Weerapong	Faculty of Physical Therapy, Huachiew Chalermprakiet University

### Occupational Therapy

Associate Prof.	Dr. Wannipa	Bunrayong	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Associate Prof.	Dr. Maethisa	Pongsaksri	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Assistant Prof.	Dr. Supaporn	Chinchai	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Assistant Prof.	Dr. Peeraya	Munkhetwit	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Lecturer Dr.	Sarinya	Sriphetcharawut	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Associate Prof.	Dr. Terdchai	Shewagate, M.D.	Prostheses Foundation of HRH The Princess Mother

### Radiologic Technology

Associate Prof.	Raweewan	Gunphairoh	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Associate Prof.	Dr. Samlee	Mankhetkorn	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Assistant Prof.	Dr. Suchart	Kothan	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Assistant Prof.	Jittiporn	Kianprasit	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Lecturer Dr.	Suwit	Saekho	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
Professor	Dr. Chaleaw	Piyachon, M.D.	Faculty of Medicine, Chiang Mai University
Professor	Dr. Malai	Muttaruk, M.D.	Faculty of Medicine, Chiang Mai University
Professor	Dr. Tanongkiat	Kiatsirirot	Faculty of Engineering, Chiang Mai University

### Published: Tertiary (January, May, September)

#### Business Manager

Jariya	Garthong
--------	----------

#### Treasurer

Angsumalee	Srithiruen
------------	------------

#### Manager and Registra Staff

Thanakorn	Karnluksanee
Manut	Manokhum

#### Webpage administrative staff

Anurak	Bunpun
Tapapol	Comnoi

**Subscription:** Subscriptions are to be prepaid; and rates per year: US\$ 50 for all outsiders.

**Editorial Office:** All correspondence should be addressed to the editor

Associate Prof. Dr. Preeyanat Vongchan

Department of Medical Technology, Faculty of Associated Medical Sciences,  
Chiang Mai University, Thailand 50200

# วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่

## วัตถุประสงค์

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ (ISSN 0125-5347) จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในสาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ รังสีเทคนิค กิจการรบบบำบัด และกายภาพบำบัด ภายใต้ระบบและกระบวนการตรวจประเมินคุณภาพของบทความทางวิชาการด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น

## เจ้าของ

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. ปรียานาถ วงศ์จันทร์

## รองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. ธนศักดิ์ ตาตุ

## กองบรรณาธิการ

### สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์

ศาสตราจารย์	ดร. วัชระ	กลินฤกษ์
รองศาสตราจารย์	ดร. ชัชชัย	ตะยาภินันท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. รัชดา	เครสซี่
อาจารย์ ดร.	พูนทรัพย์	ผลาขจรศักดิ์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ	ดร. นพ. ปัญจะ	กุลพงษ์
ศาสตราจารย์	ดร. นพ. สุทัศน์	ฟูเจริญ
ศาสตราจารย์	ดร. ผาสุก	มหรธนาเคราะห์
ศาสตราจารย์	นพ. ถานินทร์	ภูพัฒน์
รองศาสตราจารย์	ดร. ปรัชญา	สมบุญ
ศาสตราจารย์	พญ. เลิศลักษณ์	ภูพัฒน์
ศาสตราจารย์	นพ. วีระ	ศิริสันตะ
ศาสตราจารย์	ดร. เกศรา	ณ บางช้าง
ศาสตราจารย์	พญ. อรุณี	เจตศรีสุภาพ
รองศาสตราจารย์	ดร. สุพรรณ	ฟูเจริญ
รองศาสตราจารย์	กุลณา	ฟูเจริญ
รองศาสตราจารย์	ดร. กาญจนา	เลิศมีมงคลชัย
รองศาสตราจารย์	ดร. ณัฐยา	แซ่ฮ้ง
รองศาสตราจารย์	ดร. กนกวรรณ	แสนไชยสุริยา
ศาสตราจารย์	พญ. นวพรรณ	จารุรักษ์
รองศาสตราจารย์	วราณี	คุณาชีวะ

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหิดล  
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
สถาบันวิจัยสุขภาพ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต  
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ กรุงเทพมหานคร  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

### สาขาวิชากายภาพบำบัด

ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ทศพร	พิชัยยา
อาจารย์ ดร.	อารยา	ญาณกาย
รองศาสตราจารย์	ดร. จงจินตน์	รัตนากันท์ชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. ประภาส	โพธิ์ทองเจริญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. สมพร	สังขรัตน์
รองศาสตราจารย์	ดร. รุ่งทิพา	วัชรละลิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. ประวีตร	เจนวรรณกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. รสสัย	กัลยาณพจน์พร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. กานดา	ชัยภิญโญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. รัมภา	บุญสินสุข
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. วรธนะ	ชลาชนเดชะ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. ระวีวรรณ	เล็กสกุลไชย
อาจารย์ ดร.	ศุภลักษณ์	เข็มทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. พรวิภา	วีระพงษ์

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล  
คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล  
คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล  
คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล  
คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

### สาขาวิชากิจกรรมบำบัด

รองศาสตราจารย์	ดร. วรณิภา	บุญระยอง	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์	ดร. เมธิศา	พงษ์ศักดิ์ศรี	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. สุภาพร	ชินชัย	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. พิรยา	มันเชตวิทย์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์ ดร.	สรินยา	ศรีเพชรารุณ	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์	นพ. เทอดชัย	ชีวะเกตุ	มูลนิธิฯ เติมน้ำในสมเด็จพระศรีนครินทร์ราชบวรราชชนนี

### สาขาวิชารังสีเทคนิค

รองศาสตราจารย์	ระวีวรรณ	กันไพเราะ	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์	ดร. สำรี	มันเชตดิกรณ์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร. สุชาติ	โกทันย์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	จิตติพร	เขียนประสิทธิ์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์ ดร.	สุวิทย์	แซ่ไคว้	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์	นพ. เฉลียว	ปิยะชน	คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์	พญ. มาลัย	มุตตารักษ์	คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์	ดร. ทนงเกียรติ	เกียรติศิริโรจน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

### กำหนดออก

ราย 4 เดือน (มกราคม พฤษภาคม กันยายน)

### ผู้จัดการ

นางจริยา กาทอง

### เหรียญก

นางสาวอังศุมลีย์ ศรีทิเรื่อน

### ฝ่ายจัดการและฝ่ายทะเบียน

นายธนกร การลักษณ

นายมนต์ มะโนคำ

### สารสนเทศ

นายอนุรักษ์ บุญปัน

นายรูปพล คำน้อย

### ดำเนินงานจัดทำโดย

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
เลขที่ 110 ถนนอินทวโรด ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง  
จังหวัดเชียงใหม่ 50200  
โทรศัพท์ 053 945072 โทรสาร 053 946042  
Homepage [http:// www.ams.cmu.ac.th](http://www.ams.cmu.ac.th)

จัดพิมพ์โดย : ไร่เต็ม กรุป 106 ซ.7 ต.ศรีภูมิ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ โทร. 053216962 [idem\\_groups@hotmail.com](mailto:idem_groups@hotmail.com)



# บรรณาธิการ

ฉบับนี้เป็นฉบับสุดท้ายของปีนี้ค่ะ แต่เป็นฉบับที่มีเนื้อหาวิชาการอัดแน่นเลยทีเดียว ทั้งสี่สาขาวิชา มีความรู้ใหม่ๆ มาฝากผู้อ่านทุกท่านเช่นเคย นอกจากนี้ยังมีบทความงานวิจัยภาคนิพนธ์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชากายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด และรังสีเทคนิค ซึ่งแสดงถึงศักยภาพของระบบการเรียนการสอนในการสร้างคนที่เป็นและทำเป็นให้ออกมารับใช้สังคม สมดังปณิธานของคณะเทคนิคการแพทย์ให้การผลิตบัณฑิตวิชาชีพที่มีคุณภาพ

อย่างที่ได้เคยเกริ่นทุกท่านให้ทราบแล้วว่าวารสารฯ มีนโยบายปรับปรุงเข้าสู่สากล ดังนั้นเนื้อหาวิชาการจึงค่อนข้างเข้มข้นและมีการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อยสองท่าน จึงมีการปฏิเสธบทความด้วยเช่นกัน ผู้อ่านที่สนใจนำเสนอบทความวิชาการจึงต้องศึกษาแนวทางและทิศทางของวารสารให้ชัดเจน เนื้อหาวิชาการที่เกี่ยวข้องและน่าสนใจจริง ๆ ทั้งนี้รวมถึงการศึกษาวิธีการเขียนบทความจาก "คำแนะนำผู้เขียน" และดูตัวอย่างได้จากส่วน published articles ในหน้าเว็บไซต์ของวารสารที่ [www.ams.cmu.ac.th/journal](http://www.ams.cmu.ac.th/journal) และในช่วงปีต่อไปนี้ วารสารฯ จะเริ่มปรับระบบการนำส่งบทความและการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิเป็นแบบออนไลน์อย่างสมบูรณ์แบบ ใดก็ตาม กองบรรณาธิการยังคงยินดีให้ความช่วยเหลือหากผู้นิพนธ์มีปัญหาในการนำส่งบทความ สามารถสอบถามรายละเอียดได้ทางโทรศัพท์ หรืออีเมลที่ปรากฏในส่วนหน้าของวารสารฯ และภายในสองปีข้างหน้า วารสารฯ จะยกเลิกระบบการผลิตเล่มอย่างสมบูรณ์ ผู้อ่านและสมาชิกสามารถเข้าค้นคว้าและดาวน์โหลดเอกสารโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายได้ทางเว็บไซต์วารสารค่ะ

พบกันฉบับหน้าเดือนมกราคม 2557 นะคะ

รศ. ดร. ปรียานาถ วงศ์จันทร์  
บรรณาธิการ

ข้อมูล ทรัพย์สิน และข้อความใดๆ ที่ปรากฏในวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่  
เป็นของผู้เขียน หรือเจ้าของต้นฉบับเดิมโดยเฉพาะ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วย

## Review article

Community- and livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: a silent threat to Thai public health

Usanee Anukool \*

Division of Clinical Microbiology, Department of Medical Technology, Faculty of Associated Medical Sciences,  
Chiang Mai University, 50200, Thailand

\* Corresponding author (Email: usanee.anukool@cmu.ac.th)

## Abstract

Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* or MRSA was first recognized 50 years ago as the “Superbug” in the United Kingdom as its antibiotic treatment often was limited to only vancomycin. Since then the spread of MRSA among patients in hospitals has been reported worldwide. The organism is known as hospital-associated MRSA (HA-MRSA) and currently considered one of the leading causes of morbidity and mortality of patient. During the past 15 years, significant increase of MRSA infections outside the healthcare settings has posted global public health concern. These infections are caused by MRSA strains that are genetically distinct from HA-MRSA strains so called community-associated MRSA (CA-MRSA) and livestock-associated MRSA (LA-MRSA). Comparatively, CA-MRSA strains are more susceptible to antimicrobial agents, rapidly spreading and often capable of causing more severe diseases such as necrotizing pneumonia and sepsis. Recent survey and molecular characterization of MRSA from Thai veterinarians revealed a LA-MRSA strain that carry a novel SCCmec type IX, which is to date only found in Thailand. It was classified as sequence type ST398 and spa type t034. In addition, the second most prevalent clonal complex (CC) among LA-MRSA strains, CC9, was isolated from pigs and pork samples in Thailand. All isolates belong to spa type t337 and also harbor SCCmec type IX. These reports highlight the possible transmission of a unique MRSA clone from livestock to human in the community, and eventually in the hospital, otherwise in the other way round. The purpose of this review was to describe the significance, molecular evolution and typing methods of MRSA and review molecular pathogenesis and epidemiology of CA-MRSA and the recent emergence of LA-MRSA in Thailand, so as to incite vital surveillance and intervention, which are necessary for control and prevention of spread of these neglected pathogens. ***Bull Chiang Mai Assoc Med Sci* 2013; 46(3): 187-206**

**Keywords:** Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), community-associated MRSA (CA-MRSA),  
livestock-associated MRSA (LA-MRSA)

## Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*

ที่สัมพันธ์กับชุมชนและปศุสัตว์: กายเจียบบของการสาธารณสุขไทย

อุษณีย์ อนุกุล\*

แขนงวิชาจุลชีววิทยาคลินิก ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: usanee.anukool@cmu.ac.th)

### บทคัดย่อ

เชื้อ Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* หรือ MRSA เป็นที่รู้จักครั้งแรกเมื่อ 50 ปีก่อน ที่ประเทศอังกฤษ ในนาม “Superbug” เนื่องจากการรักษาเชื้อมักต้องอาศัยยาปฏิชีวนะจำกัดยูกับยา vancomycin เพียงชนิดเดียว ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมามีรายงานการแพร่กระจายของ MRSA ในผู้ป่วยที่พักรักษาตัวในโรงพยาบาลทั่วโลก เชื้อนี้เป็นที่รู้จักในชื่อ hospital-associated MRSA (HA-MRSA) และปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่าเป็นสาเหตุอันดับต้น ๆ ของการก่อโรคและการเสียชีวิตของผู้ป่วย ในช่วงเวลา 15 ปีที่ผ่านมา การเพิ่มสูงขึ้นของการติดเชื้อ MRSA ภายนอกโรงพยาบาล ส่งผลให้เกิดความวิตกกังวลต่อปัญหาสาธารณสุขทั่วโลก การติดเชื้อเหล่านี้เกิดจากเชื้อ MRSA สายพันธุ์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างไปจากสายพันธุ์ของเชื้อ HA-MRSA เรียกว่า community-associated MRSA (CA-MRSA) และ livestock-associated MRSA (LA-MRSA) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ของเชื้อ CA-MRSA มักมีความไวต่อสารต้านจุลชีพมากกว่า มีการแพร่กระจายที่รวดเร็ว และมักมีความสามารถในการก่อโรคที่รุนแรงกว่า การสำรวจและการศึกษาลักษณะทางอนุวิธานของ MRSA ที่แยกได้จากสัตว์แพทย์ชาวไทยเมื่อไม่นานมานี้ ทำให้พบเชื้อ LA-MRSA สายพันธุ์ที่มี SCCmec type IX ที่เพิ่งค้นพบใหม่ ซึ่งในปัจจุบันพบในประเทศไทยเท่านั้น เชื้อนี้จำแนกได้เป็น sequence type ST398 และ spa type t034 นอกจากนี้ ยังพบ clonal complex (CC) ที่พบบ่อยเป็นอันดับสองในบรรดาสายพันธุ์ของเชื้อ LA-MRSA คือ CC9 จากหมูและตัวอย่างเนื้อหมูในประเทศไทย ทุก isolates มี spa type t337 และมี SCCmec type IX เช่นกัน รายงานเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการแพร่เชื้อ MRSA สายพันธุ์ที่มีลักษณะเฉพาะนี้จากปศุสัตว์สู่คนในชุมชนและในโรงพยาบาลในที่สุด หรืออาจเกิดการแพร่เชื้อในทิศทางตรงกันข้าม นิพนธ์ปริทรรศน์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายความสำคัญ วิวัฒนาการและวิธีการจำแนกชนิดทางโมเลกุลของเชื้อ MRSA และวิจารณ์พยาธิกำเนิดและระบาดวิทยาทางโมเลกุลของเชื้อ CA-MRSA ตลอดจนอุบัติการณ์ของเชื้อ LA-MRSA ที่เกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ในประเทศไทย ทั้งนี้ เพื่อกระตุ้นให้เห็นถึงความสำคัญเร่งด่วนในการเฝ้าระวังและการใช้มาตรการแทรกแซงที่จำเป็นสำหรับการควบคุมและป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อที่ไม่ได้รับความสนใจเหล่านี้ *วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2556; 46(3): 187-206*

**คำรหัส:** Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), community-associated MRSA (CA-MRSA), livestock-associated MRSA (LA-MRSA)



## Introduction

*Staphylococcus aureus*, a non-motile gram-positive bacterium, has been recognized as a successful commensal organism and an important human pathogen. This organism can cause various human illnesses ranging from a minor infection of skin to life-threatening infections such as infectious endocarditis and sepsis. Soon after the use of methicillin, the semi-synthetic penicillin, to combat the rise of beta-lactamase producing *S. aureus* in 1960, the first case of methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) infection was reported in the United Kingdom in 1961. Resistance to methicillin of MRSA is due to the production of penicillin-binding protein 2a or 2' (PBP2a or PBP2') that encoded by *mecA* gene. This gene is located on a mobile genetic element called the staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCC*mec*). Unlike the native PBPs, PBP2a has low affinity to beta-lactams. Therefore, cross-linkage by transpeptidase that essential for cell wall synthesis of *S. aureus* is inhibited.<sup>1</sup> This results in ineffective treatment of MRSA by all beta-lactam antibiotics including penicillins, penicillinase-stable penicillins (e.g. methicillin, nafcillin, oxacillin, etc.) and cephalosporins.

MRSA strains often are resistant to most common antibiotics and this makes them more difficult to treat. Higher mortality rate in patients with blood stream infection associated with MRSA compared with methicillin-susceptible *S. aureus* (MSSA) has been demonstrated.<sup>2</sup> In 2005, an estimated 94,000 MRSA infections resulted in more than 18,000 deaths in the United States while the lesser deaths, around 16,000 were caused by HIV/AIDS in the same period.<sup>3, 4</sup> Human MRSA infection is not only one of the leading causes of death but also the burden of serious economic costs of patients, hospitals and society because patients isolation, longer hospitalization and more extensive treatments are required.<sup>5, 6</sup> The study data in 2007 from the European Center for Disease Prevention and Control showed that 171,200 MRSA infections occurred in European Union member states plus Iceland and Norway, resulting in 1,050,000 extra days spent in the hospital. This translates into an enormous economic burden.<sup>7</sup>

Currently, four categories of MRSA have been

categorized based on their putative sources of human infections: (i) hospital-associated MRSA (HA-MRSA), (ii) community-associated MRSA (CA-MRSA), (iii) HA-MRSA with community onset (HACO-MRSA), and (iv) livestock-associated MRSA (LA-MRSA). HA-MRSA is well known for its spread in healthcare settings worldwide. Persistence of MRSA in patient and staff skin and mucous membrane, and healthcare environments provide continual spread of MRSA in hospitals.<sup>8</sup> HA-MRSA prevalent rates are varied widely according to the geographical differences and the implementation of infection control measure. CA-MRSA was first reported in 1993, in Aboriginal patients with skin and soft tissue infections who live in remote communities of Western Australia.<sup>9</sup> CA-MRSA cases in human have been recognized since the mid 1990s in Japan.<sup>10</sup> However, the dramatic rise of CA-MRSA implicated in nosocomial infections have been noted from the early-2000s and until now emergence of CA-MRSA strains with highly diverse genetic backgrounds has been reported in many countries around the world.<sup>11, 12</sup> In the United States, CA-MRSA infections (previously restricted among injection drug users) currently are endemic in most regions both in hospitals and community. This public health crisis has alarmed the rest of world for active surveillance and control of CA-MRSA spread.<sup>13, 14</sup>

Unlike HA-MRSA, CA-MRSA infections often occur among young children and healthy adults with no risk factors of hospital-associated infection (HAI).<sup>15</sup> In 2000, the Center for Disease Control and Prevention (CDC) created the guideline to distinguish CA-MRSA from HA-MRSA based on patient medical history: the persons categorized as having CA-MRSA infection if they are diagnosed for an outpatient or within 48 h after admission to the hospital, have no history of infection or colonization by MRSA, and no permanent indwelling catheters cutaneous device, and lack the following HA-MRSA risk factors in the past year: hemodialysis, surgery, residence in a long-term care facility or hospitalization.<sup>16</sup> However, the epidemiology of CA-MRSA in hospital settings has become increasingly complicated whereas HA-MRSA strains occur to circulate in the community. Therefore, the third category of MRSA infections,

HA-MRSA with community onset (HACO-MRSA), has been initiated by the CDC investigators. HACO-MRSA includes HA-MRSA infections by history of health care exposure but have onset in the community.<sup>3, 17</sup> Despite their clinical epidemiology, distinct genotypes and phenotypes of CA-MRSA strains have been recognized. The CA-MRSA clones can be distinguished from those of HA-MRSA using *Sma*I macrorestriction of *S. aureus* genomic DNA and pulsed field gel electrophoresis (PFGE) analysis. Molecular typing techniques such as multilocus sequence typing (MLST) and staphylococcal protein A (*spa*) and *SCCmec* typing also have been widely used to characterize MRSA lineages.<sup>18, 19</sup> Compared with HA-MRSA, CA-MRSA grow faster and rarely resistant to non-beta-lactam antibiotics.<sup>13, 14, 20, 21</sup>

The last category, livestock-associated MRSA (LA-MRSA) has recently been included to describe human MRSA infection associated with exposure to livestock.<sup>22</sup> Although, the MRSA in animals was first implicated in bovine mastitis since 1972,<sup>23</sup> LA-MRSA was recognized later when it increasingly colonized and infected human in the early 2000s.<sup>24, 25</sup> Colonization of MRSA in animals has been extensively investigated, especially in European countries. Until now, a wide variety of animal species, mainly livestock including pigs, cattle, poultry, horses, and dogs, as well as foods of animal origins have been reported as reservoirs of LA-MRSA worldwide.<sup>26</sup>

### The role of Panton-Valentine leukocidin (PVL) in pathogenesis of CA-MRSA

The majority of CA-MRSA infections are skin and soft tissue infection, however, the CA-MRSA cases have frequently associated with rapidly progressive, life-threatening diseases including necrotizing pneumonia, severe sepsis and necrotizing fasciitis. In addition, CA-MRSA infections have sometimes associated with other severe syndromes such as purpura fulminans with toxic shock syndrome,<sup>27</sup> and Waterhouse-Friderichsen syndrome.<sup>28</sup> There are various virulence factors described for pathogenesis of HA-MRSA and CA-MRSA, both surface components (e.g. capsular polysaccharide and protein A) and secreted protein (e.g. coagulase,

hemolysins, enterotoxins and toxic-shock syndrome toxin).<sup>29</sup> Unlike HA-MRSA, extensive evidences strongly support the association of Panton-Valentine leukocidin (PVL) exotoxin with enhanced virulence of CA-MRSA.<sup>15, 29, 30</sup> Nevertheless, a report demonstrated that alpha-hemolysin and not PVL was responsible for death in a mouse pneumonia model, using USA300 and USA400 CA-MRSA strains.<sup>31</sup> PVL is the two-component protein consisted of lukS-PV and lukF-PV subunits encoded by the lukS-PV and lukF-PV genes (*pvl*).<sup>32</sup> The model for emergence of the PVL-positive CA-MRSA strains demonstrated that *pvl* is likely to be acquired from PVL-positive MSSA strains by transduction of phage (phiSLT) prior to the acquisition of *SCCmec* on the different integration sites of *S. aureus* genome.<sup>33</sup>

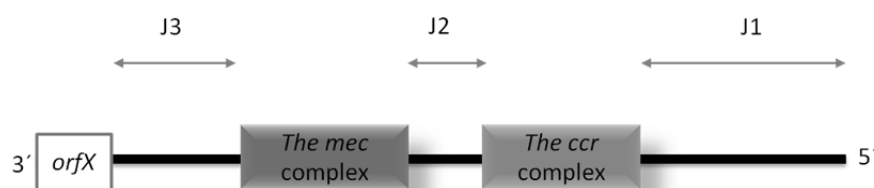
PVL is capable of polymorphonuclear leukocytes (PMN) lysis by pore-formation of leukocyte membrane.<sup>34</sup> The death of PVL-positive CA-MRSA infected patients presenting with severe sepsis and necrotizing pneumonia has been reported to occur within 24–48 h of hospitalization.<sup>35</sup> Although the role of PVL in dermonecrosis in rabbits has been established,<sup>36</sup> the evidence for its role in severe diseases initiated by CA-MRSA infection has been limited. Recent review proposed possible steps leading to necrotizing pneumonia and severe sepsis that might mediated by PVL concentration-dependent PMN cytolysis and apoptosis.<sup>37</sup> The PVL subunits are secreted from MRSA cells. Then lukS-PV initiates binding to an unidentified receptor on PMN membranes and dimerized with lukF-PV. After an alternate serial binding of LukF-PV and LukS-PV components, a pore-forming heptamer is assembled and resulting in cell lysis. This may cause cells such as neutrophils to release inflammatory enzymes and cytokines. At low level of PVL, apoptosis of PMN occurs via a novel pathway that presumably involves PVL-mediated pore formation in the mitochondrial membrane. This leads to release of cytochrome *c* and induction of caspases 9 and 3 and eventually DNA fragmentation. However, at higher level, PVL will induce cytolysis of PMN. It was suggested that tissue necrosis might result from release of reactive oxygen species (ROS) or inflammatory mediators from lysed PMNs rather than direct damage by PVL.<sup>37</sup>

### Molecular evolution of MRSA

Resistance to methicillin and all other beta-lactam antibiotics of *S. aureus* has been described that it is the result of *mecA* gene, a 2.1-kb gene that codes for the 78-kDa penicillin binding protein 2a (PBP2a) or PBP2'. The *mecA* gene is regulated by the repressor *mecI* and the transmembrane beta-lactam sensing signal transducer, *mecR1*. In the absence of beta-lactam antibiotics, *mecI*, bound to the *mecA* operator region, represses the transcription of *mecA* and *mecR1-mecI*. Conversely, in the presence of beta-lactam antibiotics, *mecR1* is auto-catalytically cleaved resulting in an active metalloprotease (located in the cytoplasmic part of *mecR1*) that enabling cleavage of the repressor *mecI*. This allows the transcription of *mecA*, and subsequent production of PBP2a to occur.<sup>38</sup> The *mec* complex, which is comprised of *mecA* and its divergently transcribed regulatory genes, is located on a mobile genetic element named "the staphylococcal cassette chromosome *mec* (*SCCmec*)".<sup>39</sup>

The mobility of *SCCmec* has been known to contribute to the cassette chromosome recombinase (*ccr*) genes of the invertase/resolvase family located on

this element. The encoded recombinase proteins permit integration into and excision of the *SCCmec* from the *S. aureus* chromosome at a specific site called "*SCCmec* attachment site (*attB<sub>SCC</sub>*)". The location of the *attB<sub>SCC</sub>* is closed to the 3' end of *orfX* (an open reading frame with unknown function located near the replication origin, *oriC*, on the chromosome).<sup>40</sup> These genetic exchanges permit phenotypic alteration between methicillin-resistant and methicillin-susceptible staphylococcal species. In addition, it was found that only selected clones of *S. aureus* were able to maintain, transcribe, and translate a plasmid-born *mecA* gene.<sup>41</sup> This might contribute to limited number of MRSA clones that are currently disseminating worldwide: CC1, CC5, CC8, CC22, CC30, and CC45.<sup>38</sup> The regions outside the *mec* complex and the *ccr* genes are named "J" (Junkyard) regions, carrying a wide variety of mobile genetic elements i.e. insertion sequence (IS), transposon and plasmid. The J1 region is the region between the *ccr* genes and the chromosome right junction and the J2 region is located between the *ccr* genes and the *mec* complex. The J3 region includes the distance from *mec* complex to the left extremity (*orfX*) of *SCCmec*.<sup>42, 43</sup> Therefore, a *SCCmec* element typically has the structure as followed: J3-*mec*-J2-*ccr*-J1 (Figure 1).



**Figure 1** The structure of *SCCmec* element typically found in MRSA strains. *orfX* is an open reading frame of unknown function located near the origin for replication (*oriC*) at the 3' end. The *mec* complex includes genes that are responsible for methicillin resistance whereas the *ccr* complex encodes for recombinase protein rendering mobility of *SCCmec* element. J1, J2 and J3 stand for the junkyard regions 1, 2 and 3, respectively.

At present, five classes of the *mec* complexes, including class A, B, C1, C2 and E, and eight types of the *ccr* genes (A1B1, A2B2, A3B3, A4B4, C, A1B6 and A1B3) have been described in *S. aureus*.<sup>44</sup> Given that, the *SCCmec* elements are now classified into 11 types (*SCCmec* type I to XI) based on the combination of these two components that are essential for beta-lactam

resistance and mobility of *SCCmec* (Table 1). Additionally, the subtypes of *SCCmec* can be identified according to the differences of the J regions.<sup>44</sup> For instance, *SCCmec* type IV that related to CA-MRSA strains has a high diversity of J regions and so far contains at least 9 identified subtypes: a to h designated as *SCCmec* types IVa - IVh. This may indicate the high frequency of horizontal gene



transfer (HGT) of this SCCmec element. Previous studies have demonstrated that SCCmec types I-III are associated with HA-MRSA lineages, but SCCmec types IV and V are typically related to CA-MRSA. The types I, II and III SCCmec usually include J regions inserted with genes conferring non-beta-lactam resistance to *S. aureus*. Therefore, these strains are more commonly associated with MDR phenotypes,<sup>13</sup> It was found that the acquisition

rate of SCCmec types IV to generate MRSA clones was two-times higher than that of other SCCmec types.<sup>45</sup> Relatively small sizes of SCCmec types associated with community infection might facilitate the mobility and exchanges of these SCCmec among staphylococci. This may contribute to highly diverse genetic traits and capability to spread widely as a successful human pathogen both in community and hospitals of CA-MRSA clones.<sup>13, 38</sup>

**Table 1** Presently known SCCmec types in *Staphylococcus aureus* strains.

SCCmec types	The <i>ccr</i> complex	The <i>mec</i> complex	Origin	Year of isolation
I	Type-1 ( <i>ccrA1B1</i> )	class B (IS1272- $\Delta$ <i>mecR1-mecA</i> -IS431)	UK <sup>40</sup>	1961
II	Type-2 ( <i>ccrA2B2</i> )	class A ( <i>mecI-mecR1-mecA</i> -IS431)	Japan <sup>60</sup>	1982
III	Type-3 ( <i>ccrA3B3</i> )	class A ( <i>mecI-mecR1-mecA</i> -IS431)	New Zealand <sup>60</sup>	1985
IV	Type-2 ( <i>ccrA2B2</i> )	class B (IS1272- $\Delta$ <i>mecR1-mecA</i> -IS431)	USA <sup>89</sup>	1999
V	Type-5 ( <i>ccrC</i> )	class C2 (IS431- $\Delta$ <i>mecR1-mecA</i> -IS431)	Australia <sup>90</sup>	1999
VI	Type-4 ( <i>ccrA4B4</i> )	class B (IS1272- $\Delta$ <i>mecR1-mecA</i> -IS431)	Portugal <sup>58</sup>	1996
VII	Type-5 ( <i>ccrC</i> )	class C1 (IS431- $\Delta$ <i>mecR1-mecA</i> -IS431)	Sweden <sup>91</sup>	2002
VIII	Type-4 ( <i>ccrA4B4</i> )	class A ( <i>mecI-mecR1-mecA</i> -IS431)	Canada <sup>92</sup>	2003
IX	Type-1 ( <i>ccrA1B1</i> )	class C2 (IS431- $\Delta$ <i>mecR1-mecA</i> -IS431)	Thailand <sup>46</sup>	2006
X	Type-7 ( <i>ccrA1B6</i> )	class C1 (IS431- $\Delta$ <i>mecR1-mecA</i> -IS431)	Canada <sup>46</sup>	2006
XI	Type-8 ( <i>ccrA1B3</i> )	class E <sup>1</sup> ( <i>blaZ-mecA</i> <sub>LGA251</sub> - <i>mecR1-mecI</i> )	UK <sup>47</sup>	2007

<sup>1</sup> *blaZ*, a plasmid-born penicillin-resistance gene; *mecA*<sub>LGA251</sub>, a homologue of *mecA* gene

Like CA-MRSA, the *SCCmec* types IV and V has usually been described in ST398 MRSA, the most prevalent lineages that widely distributed in animals and causing livestock-associated infection in human.<sup>26</sup> These types of *SCCmec* often contain genes for co-resistance to non-beta-lactam antibiotics including erythromycin, trimethoprim, gentamicin, ciprofloxacin, trimethoprim-sulfamethoxazole, as well as those commonly used in animal production.<sup>26</sup> However, recent studies reported novel *SCCmec* types associated with livestock including *SCCmec* type IX, X, and XI.<sup>46, 47</sup> These types have been found to carry many MGEs carrying drug resistance and heavy metals resistance determinants inserted into the J regions.<sup>46, 47</sup> These unique traits of LA-MRSA may have evolved for some time and subsequently horizontally acquired several genetic determinants required for their survival, presumably selective pressure of antibiotics and other cytotoxic substances have been hugely imposed by animal production.

The concept that acquisition of *SCCmec* element into the chromosome of methicillin-susceptible *S. aureus* (MSSA) generated MRSA strains has been well accepted. However, the origin of *mecA* had not been clarified as the absence of PBP2a homologue in its counterpart strain, MSSA. The *mecA* gene homologues have been detected in some coagulase-negative staphylococci (CoNS) species. *S. sciuri* and *S. vitulinus* have been reported to carry the *mecA*-like genes that showed 80% and 91% nucleotide identity to *mecA* gene, respectively.<sup>48, 49</sup> The ubiquitous of *mecA* gene homologues among *S. sciuri* species and the expression of homologue of PBP2a (87.8% amino acid sequence identity) suggested *S. sciuri* as the origin of *mecA* gene.<sup>50, 51</sup> However, these genes identified are lack of the constituents of the *mec* complex or *SCCmec*.<sup>52</sup> Recently, Tsubakishita *et al.* proposed that the animal-related staphylococcal species, *S. fleurettii* might be the origin of the *mecA* gene. This species is closely related to *S. sciuri* and *S. vitulinus*, which are rare among human but usually isolated from animals and food products of animal origin. The gene detected in *S. fleurettii* is identical to *mecA*. Although it was not

associated with *SCCmec*, the gene was found on the chromosome that links with genes essential for growth of staphylococci.<sup>52</sup>

The beta-lactam resistance mediated by the expression of *mecA* gene has also been observed among CoNS species. Previous study of *SCCmec* types among 139 methicillin-resistant *S. epidermidis* (MRSE) strains revealed that the majority of MRSE carries *SCCmec* types IV (41%), followed by *SCCmec* types III (27%). Other *SCCmec* types including types V, I and II have also been observed among the minority of MRSE strains at 6%, 4%, and 4%, respectively.<sup>41</sup> In addition, several species of methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci (MRCNS) have been found to carry novel and highly diverse types of *SCCmec* elements.<sup>38</sup> The process by which the *SCCmec* was acquired into the chromosome of staphylococci is unspecified due to a wide range of mobile genetic elements (MGEs) found in their genomes. However, the acquisition via transduction by one or other of numerous number of phages identified in staphylococci has been speculated.<sup>53</sup> It has been estimated by using eBURST algorithm (<http://eburst.mlst.net>) that the acquisition event of *mecA* happened around 20 times among *S. aureus* isolates with diverse genetic backgrounds (MLST sequence types).<sup>45</sup> Using the same method, higher numbers of *mecA* acquisition events, around <sup>54</sup>, were also observed in a CoNS species, *S. epidermidis*.<sup>41</sup> Moreover, several non-*mec* SCC elements and  $\Psi$ SCC (without or no functional *ccr*) carrying other genetic determinants have been described. These non-*mec* SCC was found to encode for traits that may essential for bacterial survival or pathogenesis, or examples, resistance to heavy metals (*SCCmer*) or fusidic acids (*SCCMSSA476*), capsule biosynthesis (*SCCcap*<sup>1</sup>) or arginine deiminase and oligopeptide permease (the arginine catabolic mobile element [ACME],  $\Psi$ SCCACME). Many of these have been identified in CoNS suggesting that CoNS may be responsible for assembling and dissemination of SCC elements, including *SCCmec*.<sup>53</sup> Furthermore, Price *et al.* studied the relatedness of 89 strains within the CC398 (from different host species from four continents) in order to understand their recent evolution by using the

whole genome sequencing (WGS) method.<sup>22</sup> The WGS phylogenetic results strongly supported the concept that the LA-MRSA CC398 originate as MSSA in human. The authors also explained that the switch of MSSA from humans to livestock was accompanied by the loss of phage-carried human virulence genes, followed by acquisition of *SCCmec* and tetracycline resistance. This finding provided a model of a bidirectional zoonotic exchange and underlined the potential public health risks of extensive use of antibiotics in food animal industry.<sup>22</sup>

### Molecular typing of MRSA

As mentioned earlier, different categories of MRSA can be distinguished from each other based on their genotypes, phenotypes and epidemiology. However, during recent years their differences in the aspects of clinical epidemiology and antibiotic susceptibility have become increasingly blurred, thus various molecular typing methods have been increasingly used for characterization of newly emerging MRSA lineages.<sup>11, 26</sup> At present, four molecular tools have been frequently used for typing of MRSA strains including pulsed field gel electrophoresis (PFGE) analysis, multi-sequence typing (MLST), staphylococcal protein A (*spa*) typing, and *SCCmec* typing.<sup>18, 19</sup>

### Pulsed field gel electrophoresis

Pulsed field gel electrophoresis (PFGE) is an agarose gel electrophoresis particularly used for separation of large DNA fragments that cannot be achieved by ordinary electrophoresis method. In PFGE, DNA fragments are separated by agarose gel electrophoresis in an electric field with an alternating voltage gradient. Macrorestriction of *S. aureus* using *Sma*I followed by PFGE analysis has been considered as the gold standard method for investigation of epidemic MRSA clones in hospitals. This technique has been proved to be useful for distinguishing CA-MRSA clone from HA-MRSA clones in the United States<sup>54</sup> and widely used in many countries. The patterns of digested chromosomal DNA of *S. aureus* strains are analyzed using software such as unweighted pair group matching analysis (UPGMA) according

to Tenover *et al.*<sup>55</sup> This technique is one of the most discriminative methods for MRSA typing. However, dissimilar nomenclature of resulting patterns makes it difficult to compare results from different laboratories.<sup>18</sup> For example, the PFGE database in the United States classify major *S. aureus* clones as USA100, USA200, USA300, and so on, whilst nomenclature are different in the United Kingdom (EMRSA), Western Australia (WA) and Canada (CMRSA).<sup>11, 18</sup> Attempt for common nomenclature has been initiated many times but they have not yet been successful. In spite of reproducibility pitfall, additional limitations of PFGE include cost of analysis and speed.<sup>18</sup>

### Multilocus-sequence typing

Multilocus-sequence typing (MLST) is based on the DNA sequence analysis of fragments (approximately 450-500 bp) of seven *S. aureus* housekeeping genes, including *arcC*, *aroE*, *glpF*, *gmk*, *pta*, *tpi* and *yqiL*. A different nucleotide sequence of each housekeeping gene is assigned as a distinct allele. The alleles of the seven genes resulting in an allelic profile that defines the *S. aureus* lineage, designated sequence type (ST). For example, the MLST allelic profile 3-35-19-2-20-26-39 defined for the clonal lineage ST398 while another allelic profile, 3-3-1-1-1-1-10 defined for the clonal lineage ST9 (<http://saureua.mlst.net>). Furthermore, the clonal complex (CC) of related sequence types (ST) can be designated by using the algorithm based upon related sequence types or eBURST (<http://eburst.mlst.net>). Generally, the allelic profile of each ST that has at least identical 5 housekeeping loci can be designated into the same CC. In contrast with PFGE, MLST is an unambiguous procedure for characterizing bacterial isolates using the universal nomenclature.<sup>56</sup> Nevertheless, this method is expensive, laborious and time consuming.<sup>18</sup>

### Staphylococcal protein A typing

Staphylococcal protein A (*spa*) typing is the sequence-based method specifically analyzes the polymorphic variable-number tandem repeat (VNTR) region or "X" region (approximately 24 bp) of



staphylococcal protein A. The duplication, deletion, and rearrangement of *spa* gene in each *S. aureus* lineage generate a typical *spa* gene. Distinct repeat number of “X” region in *spa* gene, presumptively, yield more than 10,000 unique patterns named as “*spa* types” or “t” (<http://spaserver.ridom.de>). The discriminative power of this technique is higher than MLST but lower than PFGE.<sup>18</sup> Cluster analysis of *spa* typing data are also possible by the use of the algorithm based upon repeat pattern (BURP) into StaphType software.<sup>18</sup> Since the *spa* typing of MRSA strains has been demonstrated to be well correlated with MLST results, therefore, it can be used to infer the clonal complex.<sup>11</sup> Compared with MLST, *spa* typing, involving analysis of only one locus, is more cost effective, less time-consuming and less laborious.<sup>18</sup>

### SCCmec typing

The SCCmec typing is based on the various combinations of differences of each *mec* complex and *ccr* genes. Thus, this method can be used to classify distinct allotypes of the SCCmec horizontally acquired into MRSA strains while other molecular typing methods (PFGE, MLST, and *spa* typing) describe the genetic background of *S. aureus*.<sup>57</sup> The SCCmec types can be identified using PCR-based techniques developed by groups of researchers.<sup>58-63</sup> Since the novel types of the SCCmec elements have continued to be recognized,<sup>46, 47, 64</sup> therefore, limit the use of previously reported protocols. Currently, only the multiplex PCR method reported by Kondo, *et al.*, can be useful for characterization of most SCCmec types reported including type-IX SCCmec recently emerged in Thailand.<sup>46, 64-66</sup> The PCR-based SCCmec typing may not be practical to use in routine hospital laboratory as it is associated with many SCCmec loci. However, it allows universal description of the MRSA clones and usually can preliminary categorize the MRSA isolates of different origins. It is well documented that the CA-MRSA and LA-MRSA usually are associated with SCCmec types IV and V where as the HA-MRSA commonly carry types I, II and III SCCmec elements. In addition, increased resolution of this method by SCCmec subtyping of J regions, might provide insight

into the clonal backgrounds of MRSA isolates, as in the case of SCCmec types IV.<sup>11</sup> To date, nomenclature of MRSA relies on the MLST sequence type (ST) or clonal complex (CC) and the SCCmec types e.g. ST8-IVc, ST9-IX, ST398-IV, etc.

### Epidemiology of CA-MRSA

A numbers of CA-MRSA clones have spread worldwide since the 1990s, currently; more than 20 distinct genetic lineages of CA-MRSA have been reported. This is greatly higher than HA-MRSA lineages, suggesting that more MRSA lineages have evolved to CA-MRSA compared with HA-MRSA.<sup>11</sup> The majority of the CA-MRSA isolates harbor SCCmec type IV, V or VII, however, several studies have observed CA-MRSA isolates that harbor SCCmec type I, II or III.<sup>67, 68</sup> At present, five predominant PVL-positive CA-MRSA clones have disseminated around the world including ST1-IV (WA-1, USA400), ST8-IV (USA300), ST30-IV (South West Pacific clone), ST59-V (Taiwan clone), and ST80-IV (European clone).<sup>13</sup> Among these clones, ST8-IV and ST30-IV may be considered pandemic.<sup>11</sup>

Cases of ST8-IV or USA300 cases were first recognized in a college football team in Pennsylvania, the United States. This clone have been circulating in the community among particular health risk groups such as military men, prisoners, athletes and intravenous drug users and afterward become primary cause of skin and soft tissue infection among general population in the United States. USA300 harbors a SCCmec-like element named “arginine catabolic mobile element (ACME)” that have not been detected in other CA-MRSA clones. The ACME encodes for an arginine deiminase pathway and an oligopeptide permease system; thus, it has been suggested to be involved in growth and survival as well as its virulence in pathogenicity.<sup>33, 69</sup> This clone has replaced the USA400 (ST1-IV) that dominated earlier in healthcare facilities. Previously, a study by the emergency departments in 11 cities of the United States concluded that 78% of the isolates were MRSA. Of these, 98% were associated with the CA-MRSA USA300 clone.<sup>70</sup> Recently, high frequencies of multidrug-resistant (MDR) USA300

strains harboring conjugative plasmids conferring high-level mupirocin resistance have been reported in San Francisco.<sup>71</sup> The ST8-IV has also been increasingly isolated from hospitals in Taiwan and now exceeded those of HA-MRSA clone. Cases of USA300 outside the United States have been documented in many countries including Canada (CMRSA-10), Japan, Australia, as well as some of the European countries.<sup>11</sup> These evidences have posed major concern to public health worldwide.<sup>11</sup> In 2006, the USA300-like strains designated “USA300-LV” (Latin American variant), the AMCE-negative *SCCmec* IVc circulating in South America, Europe and Australia have emerged in both community and hospital in Colombia.<sup>72</sup>

ST30-IV or South West Pacific clone (WPS) currently predominate around the world including Asia. This clone was the descendent of the pandemic phage-type 80/81 penicillin-resistant *S. aureus* or ST30 MSSA.<sup>73</sup> This *pvl*-positive ST30 clone disappeared after the emergence of the first MRSA clone in the 1960s and re-emerged in the community as ST30-IV MRSA. In addition, it was suggested that this clone shares the same ancestor (ST30 MSSA) with ST36-II HA-MRSA or epidemic EMRSA-16 in the United Kingdom. ST30-IV was first reported in 2003 in Greece, the country with the highest cases of CA-MRSA infection in Europe. Although ST30-IV strains often cause severe diseases, however, they are generally susceptible to more antibiotics than other CA-MRSA strains.<sup>11</sup>

The epidemiology of MRSA, especially CA-MRSA, in Asia is relatively limited. However, reports of CA-MRSA cases from Taiwan have been increased during the past decade. In Taiwan, significant increase of CA-MRSA carriage and infection among healthy subjects was observed. More than 50% of pediatric *S. aureus* infections associated with community were caused by MRSA.<sup>74</sup> The rate of healthy adults carrying *S. aureus* is around 30–50%. In 2000, the MRSA prevalent rate was 3–83% of all *S. aureus* isolated in 12 major hospitals in Taiwan. The most frequently isolated CA-MRSA clones were ST59-IV and ST59-VT. The first one is PVL-negative and usually isolated from healthy carriers of MRSA. However,

the latter carries a variant of type-V *SCCmec* called “*SCCmec* type VT” and *pvl* genes. This clone is more prevalent among patients.<sup>74</sup> These clones are also the most prevalent CA-MRSA strains in China, and several other Asian countries, but are also found in Europe, Australia, and the United States (USA1000).<sup>75</sup>

As well as in many countries in South East Asia, little is known about MRSA carriage and CA-MRSA infection among Thai population. In Thailand, the study of the antibiotic susceptibility of common community- and hospital-associated bacteria in Thailand (from years 2002–2003) in 24 hospitals was first recognized in 2005. This revealed that the community-associated bacteria (CAB) accounted for 54.9% of a total of 9,091 isolates of target bacteria (eight common bacterial pathogens including *S. aureus*), which is higher than HA-bacteria (45.1%). It was found that CA-MRSA strains were more susceptible to antimicrobials compared to hospital acquired strains. However, decreased susceptibility to antimicrobials was found in all CAB tested indicating the widespread resistant bacteria to the community.<sup>76</sup> The prevalence of CA-MRSA infections was first reported in 2006. The rate of MRSA-infected patients at Siriraj Hospital was 41.5% (186 of 488 studied patients). However, the CA-MRSA strains were found to be rare (0.9% of total MRSA isolates), only three isolates from two patients were detected.<sup>77</sup> In 2010, the *SCCmec* types, MLST and antimicrobial susceptibilities of HA-MRSA isolated from 237 patients treated at Srinagarind Hospital, Khonkan, Thailand, between September 2002 and August 2003, have been investigated. Of the 81 isolates tested,<sup>76</sup> MRSA isolates were found to carry *SCCmec* type III and two isolates were found to carry type-II *SCCmec*. Of these, non-*mecA* MRSA strains was detected in three isolates and 67 of 78 isolates carried the mercury-resistant operon. All MRSA isolates were susceptible to vancomycin, but only 0.4% to 8.9% was susceptible to the remaining antimicrobial agents.<sup>78</sup> In addition, the first study of MRSA nasal colonization among healthy young adults in 2011, suggesting that MRSA was present in the Thai community. Whereas 15% (30 of 200) were nasal carriages of MSSA, only 1% of

university students carried MRSA strains. However, two MRSA isolates were found to carry type-II *SCCmec*, which are not any of *SCCmec* elements typically acquired by CA-MRSA strains. All MRSA isolates were susceptible to non-beta-lactam antibiotics.<sup>79</sup>

A recent survey, nevertheless, reported the prevalent rate of CA-MRSA in Asian countries including Thailand from September 2004–August 2006.<sup>80</sup> This prospective surveillance study conducted by the Asian Network for Surveillance of Resistant Pathogens (ANSORP) with 17 participated hospitals in Asian countries, including two hospitals from Thailand. The results showed that MRSA infections in the community have been increasing in Asian countries. Of 4,117 isolates from patients, MRSA accounted for 25.5% of community-associated infections by *S. aureus* and 67.4% of hospital-associated infections. The most prevalent genotypes of CA-MRSA isolates were ST59-IV-t437 (*spa* type), ST30-IV-t019 and ST72-IV-t324. The highest prevalence of CA-MRSA and HA-MRSA was observed in Sri Lanka at 38.8% and 86.5% of total *S. aureus* isolates, respectively.

High rates of CA- and HA-MRSA also found in Taiwan and Vietnam, where the CA-MRSA rate was more than 30% and HA-MRSA rate was more than 65%. The relatively low rate of CA-MRSA isolates among Thai patients was found at approximately 2.5% (3 of 122) of all *S. aureus* identified, in contrast with 57% (180 of 316) prevalence rate of HA-MRSA. Interestingly, CA-MRSA isolates were classified into two *SCCmec* types. Of three CA-MRSA isolates, two were *SCCmec* type III (66.7%) and one was *SCCmec* type II (33.3%). This was similar to what found among HA-MRSA isolates from Thailand that comprised of only two types of *SCCmec*. Of 29 HA-MRSA isolates, 14 were *SCCmec* type III (82.8%) and 5 were *SCCmec* type II (17.2%). The *spa* type t037 appeared to predominate among *SCCmec* type III MRSA from Thailand. However, *spa* type t654 were also identified, at a lower rate, in both CA- and HA-MRSA strains containing *SCCmec* type III. In addition, one *SCCmec* type II CA-MRSA isolate had *spa* type t2879. The ST239-III-t037 clone was found to be the

most prevalent clone among CA- and HA-MRSA isolates from Thailand. Intriguingly, ST239 was previously established as nosocomial MRSA clones was also detected in the CA-MRSA isolates.<sup>80</sup> This evidence was also observed in other Asian countries that ST5 clone was found in CA-MRSA isolates whereas MRSA clones such as ST59, ST30 and ST72 were isolated from patients with HA infections. These data imply the spread of various MRSA clones between the community and hospitals.<sup>80</sup> Furthermore, a recent work by Nickerson *et al.* in 2011 reported that ST834 clone were predominant (91%) among Cambodian children. ST834 was identified previously as a cause of CA-MRSA infection in the same population. Other ST clones including ST121, ST188, ST45 and ST9 was also identified, at lower rates, around 1 to 3% of all 93 MRSA isolates. Although, a relatively low rate of MRSA carriers was found at 3.5% (87 of 2,485 children who came to the outpatient department, the Angkor Hospital for Children, Siem Reap), further characterization of ST834 should be carried out to elucidate its competitive advantage over other ST clones found among Cambodian population.<sup>81</sup>

### Emergence of LA-MRSA in Thailand

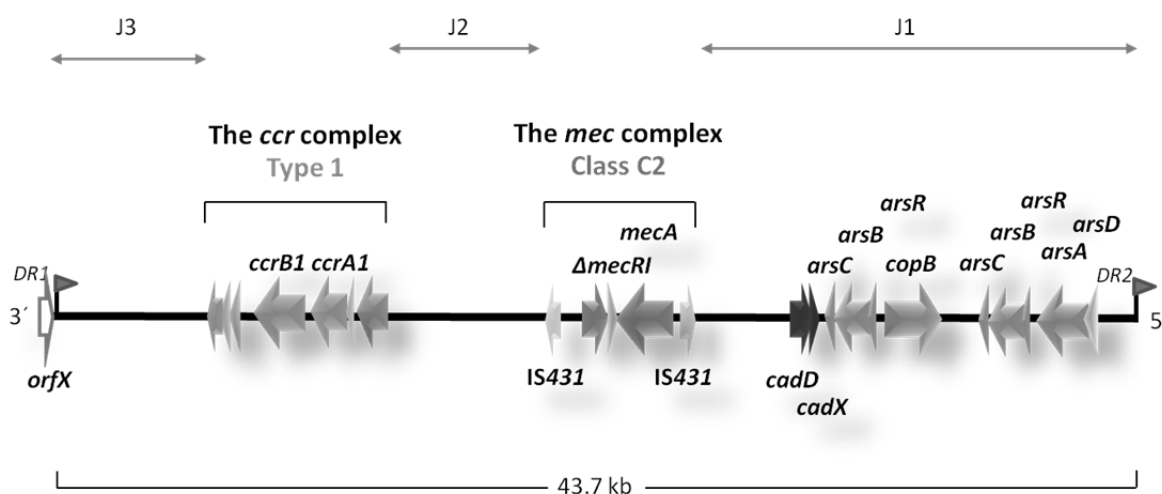
The emergence of human LA-MRSA infections in all continents of the world has also been reported and the bi-directional transmission of LA-MRSA between livestock and human has recently been established.<sup>22</sup> The CC398 is the most prevalent lineage among LA-MRSA isolated from pigs followed by CC9.<sup>82</sup> However, other clones including CC1, CC5, CC8, CC9, CC30, and CC97 have also been reported.<sup>25, 83, 84</sup> Unlike CA-MRSA, LA-MRSA clones have unique molecular genetic trait and could not be typed by PFGE method using *SmaI* restriction.<sup>26, 85</sup>

Nevertheless, their genotypes can be examined by using other molecular tools. In addition, most of them carry genes that confer co-resistance to non-beta-lactam antibiotics and heavy metals, but their carriage of genes encoding toxin such as PVL and enterotoxins have been reported to be rare.<sup>26</sup> The latest published whole genome sequences of *S. aureus* CC398 revealed heterogeneity between human and livestock-associated lineages.

This has alleviated differentiation of *S. aureus* CC398 in human and animals based on the presence or absence of specific resistance and virulence-related genes. The CC398 strains typically carry *tet(M)* conferring tetracycline resistance, but not *pvl* genes encoding for PVL toxin, generally found in CA-MRSA strains.<sup>22</sup>

Recently, LA-MRSA isolates originally from Thailand have been discovered. The first literature documented the nasal colonization of MRSA of Thai veterinarian participated an International conference in Denmark in 2007.<sup>86</sup> Only one isolate of MRSA was recovered and it was identified as *spa* type t034 and ST398, a typical clone of LA-MRSA. In 2011, Anukool, *et al.* firstly reported LA-MRSA isolated from pigs in Thailand.<sup>64</sup> Our survey of MRSA in pig farms located in Lamphun Province, Northern Thailand, discovered five MRSA isolates from four nasal swabs and one rectal swab of four weaning

pigs. All of these were characterized as ST9-t337, which are closely related to pig MRSA strains reported in other Asian countries including Hong Kong (ST9-t899)<sup>87</sup> and Malaysia (ST9-t899)<sup>64</sup> as well as that latest reported in Taiwan (ST9-t899-V).<sup>88</sup> The ST9 strains were classified as type-1 *ccr* complex (*ccrA1B1*) and *mec* class C2 (*IS431mecA-ΔmecRI-IS431*), which is now known as the novel SCC*mec* type IX (Table 1, Figure 2).<sup>46</sup> Interestingly, the J regions of type-IX SCC*mec* element carries genes and operons associated with resistance of many heavy metals, including cadmium, copper and arsenate (Figure 2). The 18-kb J1 region of type-IX SCC*mec* harbors a *cadDX* operon, a *copB* gene, and two arsenate resistance operons, *arsRBC* and *arsDARBC*. It was also found that all 20 open reading frames (ORFs) in the J1 region were highly homologous to the SCC*mec* elements in *S. haemolyticus* JCSC1435, with nucleotide identities of 83.8 to 100%.<sup>46</sup>



**Figure 2** The structure of the SCC*mec* type IX identified in CC398 MRSA strains (adapted from Li *et al.*, 2011).<sup>46</sup> The SCC*mec* type IX carries type 1 of the *ccr* complex and class C2 of the *mec* complex. J1, J2 and J3 stand for the junkyard regions 1, 2 and 3, respectively. The 18-kb J1 region harbors various genes and operons conferring resistance to heavy metals, including copper (*copB*), cadmium (*cadD*, *cadX*) and arsenate (*arsRBC* and *arsDARBC*).<sup>46</sup> DR, direct repeat. Red arrow heads indicate the locations of integration site sequences (ISS) for the SCC element.

In 2012, two studies, one conducted in the north and another in the middle part of Thailand, reported the discovery of the CC9-t337-IX clones in pig and pork in Thailand.<sup>65, 66</sup> Larsen *et al.* isolated MRSA strains from pig nasal swabs from three (in the same village) out of 30 farms located in Chiang Mai Province. All isolates were identified as ST9-t337-IX LA-MRSA.<sup>65</sup> The screening of MRSA in pigs and pork at Samut Songkhram Province by Vestergaard *et al.* revealed that all 11 MRSA isolates belong to single *spa* type, t337. Three sequence types were found in isolates from pork samples including ST2136 (n=3), ST9 (n=1) and ST2278 (n=1). Two sequence types were found in isolates from pigs including ST2136 (n=5) and ST9 (n=1). However, all of these sequence types are classified as the same clonal complex, CC9.<sup>66</sup> To date, the carriage of SCCmec type IX in pigs, pork and human have only observed in Thailand. These data suggest the presence and plausible spread of a unique LA-MRSA lineage in Thailand. Although, these isolates are PVL-negative, which is typical in LA-MRSA, some of them were found to harbor other toxin genes that may increase their risk as human infection. Furthermore, the highly antibiotic resistance profiles observed among these strains are of public health concern of their spread in the community.

## Conclusion

In Thailand, as well as many resource-limited countries, the knowledge of CA- and LA-MRSA is still limited. Information of CA-MRSA has been dominated by extensive publications of USA400 and USA300 clones from the United States whilst the majority of LA-MRSA information, particularly, CC398 clone harboring SCCmec type IV and V, have arrived from European countries. Recent reports of human and animal colonization and contamination of animal food product with CA- and LA-MRSA clones in Thailand should stimulate attention to this important human pathogen which is possibly disseminating in the community. Extensive research to investigate the prevalence and genetic backgrounds of

MRSA lineages in Thailand have to be conducted. The medical technologists will play a crucial role to promptly identify these pathogens. Although, the definition of different MRSA categories has been described by the CDC, the classification of these groups based on their epidemiological data is almost inapplicable. Current molecular methods used to distinguish MRSA clones are still expensive and not suitable for routine laboratory in hospital. Rapid and cost effective technique for detection and identification of MRSA lineages is required to lessen public health and economic burdens caused by these highly adapted bacteria, particularly, in resource-limited countries like Thailand.

Interestingly, the localization of novel SCCmec type IX in ST9 and ST398 LA-MRSA isolates so far has been found only in Thailand. This might suggest recent acquisition of type-IX SCCmec element by these lineages. The particular CC9-t337-IX clone found in pigs and pork might have evolved for sometimes to survive under particular environmental conditions. Selective pressure and co-selection of resistance determinants might be accounted for the high antimicrobial resistance profile among these isolates. Thus, it may reflect the superfluous usage of antimicrobial treatment and prophylaxis as well as a high contamination of heavy metals in animal feeds used in animal food production in Thailand. Future appropriate control and management of these substances used in livestock must be implemented to avoid development of highly resistant bacteria, especially those that have been known as potential pathogens in human and animals. The acquisition of virulent factors such as PVL of the MDR LA-MRSA strains, which are now pandemic and widely distributed in animal reservoirs, would result in life-threatening diseases in human. Unawareness of CA- and LA-MRSA spread may bring about unmanageable public health crisis. Active surveillances of MRSA infection and colonization, both in human and animals, and future control measures are needed to prevent the (now occurring?) epidemic spread of CA- and LA-MRSA in Thailand.



### Acknowledgements

The author is grateful to the Asem-Duo Thailand fellowship 2010 and the UK-Asean Mobility Scheme 2013 for the opportunity to work with proficient scientists at School of Life Sciences, the University of Warwick, the United Kingdom. Special appreciation goes to Prof. E.M.H. Wellington for her perpetual support and encouragement. Any assistance from my colleagues and students at Division of Clinical Microbiology, Department of Medical Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University are also much appreciated.

### References

1. Tomasz A, Drugeon HB, de Lencastre HM, Jabes D, McDougall L, Bille J. New mechanism for methicillin resistance in *Staphylococcus aureus*: clinical isolates that lack the PBP 2a gene and contain normal penicillin-binding proteins with modified penicillin-binding capacity. *Antimicrob Agents Chemother* 1989; 33: 1869-74.
2. Cosgrove SE, Sakoulas G, Perencevich EN, Schwaber MJ, Karchmer AW, Carmeli Y. Comparison of mortality associated with methicillin-resistant and methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* bacteremia: a meta-analysis. *Clin Infect Dis* 2003; 36: 53-9.
3. Klevens RM, Morrison MA, Nadle J, Petit S, Gershman K, Ray S, et al. Invasive methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in the United States. *JAMA* 2007;298: 1763-71.
4. Centre for Disease Control and Prevention (CDC). HIV/AIDS in the United States. Centre for Disease Control and Prevention (CDC), 2008.
5. Goetghebuer M, Landry PA, Han D, Vicente C. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: A public health issue with economic consequences. *Can J Infect Dis Med Microbiol* 2007; 18: 27-34.
6. Lodise TP, Jr., McKinnon PS. Burden of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: focus on clinical and economic outcomes. *Pharmacotherapy* 2007; 27: 1001-12.
7. European Center for Disease Prevention and Control (ECDC). The bacterial challenge: time to react. Stockholm (Sweden): The Center, 2009.
8. Neely AN, Maley MP. Survival of enterococci and staphylococci on hospital fabrics and plastic. *J Clin Microbiol* 2000; 38: 724-6.
9. Udo EE, Pearman JW, Grubb WB. Genetic analysis of community isolates of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in Western Australia. *J Hosp Infect* 1993; 25: 97-108.
10. Kayaba H, Kodama K., Tamura H., Fujiwara Y. The spread of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a rural community: will it become a common microorganism colonizing among the general population? *Jpn. J. Surg.* 1997; 27: 217-219.
11. Mediavilla JR, Chen L, Mathema B, Kreiswirth BN. Global epidemiology of community-associated methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (CA-MRSA). *Curr Opin Microbiol* 2012; 15: 588-95.

12. Otter JA, French GL. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains as a cause of healthcare-associated infection. J Hosp Infect 2011; 79: 189-93.
13. David MZ, Daum RS. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: epidemiology and clinical consequences of an emerging epidemic. Clin Microbiol Rev 2010; 23: 616-87.
14. Miller LG, Diep BA. Clinical practice: colonization, fomites, and virulence: rethinking the pathogenesis of community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. Clin Infect Dis 2008; 46: 752-60.
15. Naimi TS, LeDell KH, Como-Sabetti K, Borchardt SM, Boxrud DJ, Etienne J, et al. Comparison of community- and health care-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. JAMA 2003; 290: 2976-84.
16. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Community associated MRSA information for clinicians. Infection control topics. Atlanta, GA: Center for Disease Control and Prevention (CDC), 2005.
17. David MZ, Rudolph KM, Hennessy TW, Boyle-Vavra S, Daum RS. Molecular epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, rural southwestern Alaska. Emerg Infect Dis 2008; 14: 1693-9.
18. Deurenberg RH, Stobberingh EE. The evolution of *Staphylococcus aureus*. Infect Genet Evol 2008; 8: 747-63.
19. Otter JA, French GL. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: the case for a genotypic definition. J Hosp Infect 2012; 81: 143-8.
20. Chua K, Laurent F, Coombs G, Grayson ML, Howden BP. Antimicrobial resistance: Not community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (CA-MRSA)! A clinician's guide to community MRSA - its evolving antimicrobial resistance and implications for therapy. Clin Infect Dis 2010; 52: 99-114.
21. Pichereau S, Rose WE. Invasive community-associated MRSA infections: epidemiology and antimicrobial management. Expert Opin Pharmacother 2010; 11: 3009-25.
22. Price LB, Stegger M, Hasman H, Aziz M, Larsen J, Andersen PS, et al. *Staphylococcus aureus* CC398: host adaptation and emergence of methicillin resistance in livestock. mBio 2012; 3: e00305-11. doi:10.1128/mBio.00305-11.
23. Devriese LA, Van Damme LR, Fameree L. Methicillin (cloxacillin)-resistant *Staphylococcus aureus* strains isolated from bovine mastitis cases. Zentralbl Veterinarmed B 1972; 19: 598-605.
24. Armand-Lefevre L, Ruimy R, Andreumont A. Clonal comparison of *Staphylococcus aureus* isolates from healthy pig farmers, human controls, and pigs. Emerg Infect Dis 2005; 11: 711-4.
25. Voss A, Loeffen F, Bakker J, Klaassen C, Wulf M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pig farming. Emerg Infect Dis 2005; 11: 1965-6.
26. Verkade E, Kluytmans J. Livestock-associated *Staphylococcus aureus* CC398: Animal reservoirs and human infections. Infect Genet Evol 2013; xxx: xxx-xxx. doi: 10.1016/j.meegid. 2013.02.013.

27. Kravitz GR, Dries DJ, Peterson ML, Schlievert PM. Purpura fulminans due to *Staphylococcus aureus*. Clin Infect Dis 2005; 40: 941-7.
28. Adem PV, Montgomery CP, Husain AN, Koogler TK, Arangelovich V, Humilier M, et al. *Staphylococcus aureus* sepsis and the Waterhouse-Friderichsen syndrome in children. N Engl J Med 2005; 353: 1245-51.
29. Gordon RJ, Lowy FD. Pathogenesis of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. Clin Infect Dis 2008; 46 Suppl 5:S350-9.
30. Dufour P, Gillet Y, Bes M, Lina G, Vandenesch F, Floret D, et al. Community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in France: emergence of a single clone that produces Panton-Valentine leukocidin. Clin Infect Dis 2002; 35: 819-24.
31. Bubeck Wardenburg J, Bae T, Otto M, Deleo FR, Schneewind O. Poring over pores: alpha-hemolysin and Panton-Valentine leukocidin in *Staphylococcus aureus* pneumonia. Nat Med 2007; 13: 1405-6.
32. Kaneko J, Kamio Y. Bacterial two-component and hetero-heptameric pore-forming cytolytic toxins: structures, pore-forming mechanism, and organization of the genes. Biosci Biotechnol Biochem 2004; 68: 981-1003.
33. Diep BA, Otto M. The role of virulence determinants in community-associated MRSA pathogenesis. Trends Microbiol 2008; 16: 361-9.
34. Kaneko J, Kamio, Y. Bacterial two-component and hetero-heptameric pore-forming cytolytic toxins: structures, pore-forming mechanism, and organization of the genes. Biosci Biotechnol Biochem 2004; 68: 981-1003.
35. Mongkolrattanothai K, Boyle S, Kahana MD, Daum RS. Severe *Staphylococcus aureus* infections caused by clonally related community-acquired methicillin-susceptible and methicillin-resistant isolates. Clin Infect Dis 2003; 37: 1050-8.
36. Genestier AL, Michallet MC, Prevost G, Bellot G, Chalabreysse L, Peyrol S, et al. *Staphylococcus aureus* Panton-Valentine leukocidin directly targets mitochondria and induces Bax-independent apoptosis of human neutrophils. J Clin Invest 2005; 115: 3117-27.
37. Boyle-Vavra S, Daum RS. Community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: the role of Panton-Valentine leukocidin. Lab Invest 2007; 87: 3-9.
38. Deurenberg RH, Stobberingh EE. The molecular evolution of hospital- and community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Curr Mol Med 2009; 9: 100-15.
39. Ito T, Okuma K, Ma XX, Yuzawa H, Hiramatsu K. Insights on antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* from its whole genome: genomic island SCC. Drug Resist Updat 2003; 6:41-52.
40. Ito T, Katayama Y, Hiramatsu K. Cloning and nucleotide sequence determination of the entire mec DNA of pre-methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* N315. Antimicrob Agents Chemother 1999; 43: 1449-58.
41. Miragaia M, Thomas JC, Couto I, Enright MC, de Lencastre H. Inferring a population structure for *Staphylococcus epidermidis* from multilocus sequence typing data. J Bacteriol 2007; 189: 2540-52.

42. Chongtrakool P, Ito T, Ma XX, Kondo Y, Trakulsomboon S, Tiensasitorn C, et al. Staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCC*mec*) typing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains isolated in 11 Asian countries: a proposal for a new nomenclature for SCC*mec* elements. Antimicrob Agents Chemother 2006; 50: 1001-12.
43. Shore A, Rossney AS, Keane CT, Enright MC, Coleman DC. Seven novel variants of the staphylococcal chromosomal cassette *mec* in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates from Ireland. Antimicrob Agents Chemother 2005; 49: 2070-83.
44. International Working Group on the Classification of Staphylococcal Cassette Chromosome Elements (IWG-SCC). Currently identified SCC*mec* types in *S. aureus* strains, 2013.
45. Robinson DA, Enright MC. Multilocus sequence typing and the evolution of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Clin Microbiol Infect 2004; 10: 92-7.
46. Li S, Skov RL, Han X, Larsen AR, Larsen J, Sorum M, et al. Novel types of staphylococcal cassette chromosome *mec* elements identified in clonal complex 398 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains. Antimicrob Agents Chemother 2011; 55: 3046-50.
47. Garcia-Alvarez L, Holden MT, Lindsay H, Webb CR, Brown DF, Curran MD, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* with a novel *mecA* homologue in human and bovine populations in the UK and Denmark: a descriptive study. Lancet Infect Dis 2011; 11: 595-603.
48. Couto I, de Lencastre H, Severina E, Kloos W, Webster JA, Hubner RJ, et al. Ubiquitous presence of a *mecA* homologue in natural isolates of *Staphylococcus sciuri*. Microb Drug Resist 1996; 2: 377-91.
49. Schnellmann C, Gerber V, Rossano A, Jaquier V, Panchaud Y, Doherr MG, et al. Presence of new *mecA* and *mph(C)* variants conferring antibiotic resistance in *Staphylococcus* spp. isolated from the skin of horses before and after clinic admission. J Clin Microbiol 2006; 44: 4444-54.
50. Wu S, de Lencastre H, Tomasz A. Genetic organization of the *mecA* region in methicillin-susceptible and methicillin-resistant strains of *Staphylococcus sciuri*. J Bacteriol 1998; 180: 236-42.
51. Wu SW, de Lencastre H, Tomasz A. Recruitment of the *mecA* gene homologue of *Staphylococcus sciuri* into a resistance determinant and expression of the resistant phenotype in *Staphylococcus aureus*. J Bacteriol 2001; 183: 2417-24.
52. Tsubakishita S, Kuwahara-Arai K, Sasaki T, Hiramatsu K. Origin and molecular evolution of the determinant of methicillin resistance in staphylococci. Antimicrob Agents Chemother 2010; 54: 4352-9.
53. de Lencastre H, Oliveira D, Tomasz A. Antibiotic resistant *Staphylococcus aureus*: a paradigm of adaptive power. Curr Opin Microbiol 2007; 10: 428-35.
54. Groom AV, Wolsey DH, Naimi TS, Smith K, Johnson S, Boxrud D, et al. Community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a rural American Indian community. JAMA 2001; 286: 1201-5.
55. Tenover FC, Arbeit RD, Goering RV, Mickelsen PA, Murray BE, Persing DH, et al. Interpreting chromosomal DNA restriction patterns produced by pulsed-field gel electrophoresis: criteria for bacterial strain typing. J Clin Microbiol 1995; 33: 2233-9.

56. Stefani S, Chung DR, Lindsay JA, Friedrich AW, Kearns AM, Westh H, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): global epidemiology and harmonisation of typing methods. *Int J Antimicrob Agents* 2012; 39: 273-82.
57. Stegger M, Price LB, Larsen AR, Gillece JD, Waters AE, Skov R, et al. Genome sequence of *Staphylococcus aureus* strain 11819-97, an ST80-IV European community-acquired methicillin-resistant isolate. *J Bacteriol* 2012; 194: 1625-6.
58. Oliveira DC, de Lencastre H. Multiplex PCR strategy for rapid identification of structural types and variants of the *mec* element in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob Agents Chemother* 2002; 46: 2155-61.
59. Zhang K, McClure JA, Elsayed S, Louie T, Conly JM. Novel multiplex PCR assay for characterization and concomitant subtyping of staphylococcal cassette chromosome *mec* types I to V in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Clin Microbiol* 2005; 43: 5026-33.
60. Ito T, Katayama Y, Asada K, Mori N, Tsutsumimoto K, Tiensasitorn C, et al. Structural comparison of three types of staphylococcal cassette chromosome *mec* integrated in the chromosome in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob Agents Chemother* 2001; 45: 1323-36.
61. Okuma K, Iwakawa K, Turnidge JD, Grubb WB, Bell JM, O'Brien FG, et al. Dissemination of new methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* clones in the community. *J Clin Microbiol* 2002; 40: 4289-94.
62. Kondo Y, Ito T, Ma XX, Watanabe S, Kreiswirth BN, Etienne J, et al. Combination of multiplex PCRs for staphylococcal cassette chromosome *mec* type assignment: rapid identification system for *mec*, *ccr*, and major differences in junkyard regions. *Antimicrob Agents Chemother* 2007; 51: 264-74.
63. Boye K, Bartels MD, Andersen IS, Moller JA, Westh H. A new multiplex PCR for easy screening of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* SCC*mec* types I-V. *Clin Microbiol Infect* 2007; 13: 725-7.
64. Anukool U, O'Neill CE, Butr-Indr B, Hawkey PM, Gaze WH, Wellington EM. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pigs from Thailand. *Int J Antimicrob Agents* 2011; 38: 86-7.
65. Larsen J, Imanishi M, Hinjoy S, Tharavichitkul P, Duangsong K, Davis MF, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST9 in pigs in Thailand. *PLoS One* 2012; 7(2): e31245.
66. Vestergaard M, Cavaco LM, Sirichote P, Unahalekhaka A, Dangsakul W, Svendsen CA, et al. SCC*mec* type IX element in methicillin resistant *Staphylococcus aureus* *spa* type t337 (CC9) isolated from pigs and pork in Thailand. *Front Microbiol* 2012; 3: 103.
67. Wannet WJ, Spalburg E, Heck ME, Pluister GN, Tiemersma E, Willems RJ, et al. Emergence of virulent methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains carrying Panton-Valentine leucocidin genes in The Netherlands. *J Clin Microbiol* 2005; 43: 3341-5.
68. Chung M, Dickinson G, De Lencastre H, Tomasz A. International clones of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in two hospitals in Miami, Florida. *J Clin Microbiol* 2004; 42: 542-7.
69. Nimmo GR. USA300 abroad: global spread of a virulent strain of community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clin Microbiol Infect* 2012; 18: 725-34.



70. Moran GJ, Krishnadasan A, Gorwitz RJ, Fosheim GE, McDougal LK, Carey RB, et al. Methicillin-resistant *S. aureus* infections among patients in the emergency department. *N Engl J Med* 2006; 355: 666-74.
71. Cadilla A, David MZ, Daum RS, Boyle-Vavra S. Association of high-level mupirocin resistance and multidrug-resistant methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* at an academic center in the midwestern United States. *J Clin Microbiol* 2011; 49: 95-100.
72. Reyes J, Rincon S, Diaz L, Panesso D, Contreras GA, Zurita J, et al. Dissemination of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* USA300 sequence type 8 lineage in Latin America. *Clin Infect Dis* 2009; 49: 1861-7.
73. DeLeo FR, Kennedy AD, Chen L, Bubeck Wardenburg J, Kobayashi SD, Mathema B, et al. Molecular differentiation of historic phage-type 80/81 and contemporary epidemic *Staphylococcus aureus*. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2011; 108: 18091-6.
74. Huang YC, Chen CJ. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in children in Taiwan, 2000s. *Int J Antimicrob Agents* 2011; 38: 2-8.
75. Monecke S, Coombs G, Shore AC, Coleman DC, Akpaka P, Borg M, et al. A field guide to pandemic, epidemic and sporadic clones of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *PLoS One* 2011; 6(4): e17936.
76. Danchaivijitr S, Dhiraputra C, Rongrungruang Y, Worajitr M, Jintanothaitavorn D. Antimicrobial susceptibility of community and hospital acquired bacteria. *J Med Assoc Thai* 2005; 88 Suppl 10: S14-25.
77. Mekviwattanawong S, Srifuengfung S, Chokepaibulkit K, Lohsiriwat D, Thamlikitkul V. Epidemiology of *Staphylococcus aureus* infections and the prevalence of infection caused by community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in hospitalized patients at Siriraj Hospital. *J Med Assoc Thai* 2006; 89 Suppl 5: S106-17.
78. Lulitanond A, Chanawong A, Sribenjalux P, Wilailuckana C, Kaewkes W, Vorachit M, et al. Preliminary report of SCCmec-types and antimicrobial susceptibilities of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates from a university hospital in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2010; 41: 920-7.
79. Kittit T, Boonyonying K, Sitthisak S. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among university students in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2011; 42: 1498-504.
80. Song JH, Hsueh PR, Chung DR, Ko KS, Kang CI, Peck KR, et al. Spread of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* between the community and the hospitals in Asian countries: an ANSORP study. *J Antimicrob Chemother* 2011; 66: 1061-9.
81. Nickerson EK, Wuthiekanun V, Kumar V, Amornchai P, Wongdeethai N, Chheng K, et al. Emergence of community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carriage in children in Cambodia. *Am J Trop Med Hyg* 2011; 84: 313-7.
82. Fluit AC. Livestock-associated *Staphylococcus aureus*. *Clin Microbiol Infect* 2012; 18: 735-44.
83. van Belkum A, Melles DC, Peeters JK, van Leeuwen WB, van Duikeren E, Huijsdens XW, et al. Methicillin-resistant and -susceptible *Staphylococcus aureus* sequence type 398 in pigs and humans. *Emerg Infect Dis* 2008; 14: 479-83.

84. Hasman H, Moodley A, Guardabassi L, Stegger M, Skov RL, Aarestrup FM. *Spa* type distribution in *Staphylococcus aureus* originating from pigs, cattle and poultry. *Vet Microbiol* 2009; 141:3 26-31.
85. Smith TC, Pearson N. The emergence of *Staphylococcus aureus* ST398. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2010; 11: 327-39.
86. Wulf MW, Sorum M, van Nes A, Skov R, Melchers WJ, Klaassen CH, et al. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among veterinarians: an international study. *Clin Microbiol Infect* 2008; 14: 29-34.
87. Guardabassi L, O'Donoghue M, Moodley A, Ho J, Boost M. Novel lineage of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, Hong Kong. *Emerg Infect Dis* 2009; 15: 1998-2000.
88. Lo YP, Wan MT, Chen MM, Su HY, Lauderdale TL, Chou CC. Molecular characterization and clonal genetic diversity of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* of pig origin in Taiwan. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 2012; 35: 513-21.
89. Ma XX, Ito T, Tiensasitorn C, Jamklang M, Chongtrakool P, Boyle-Vavra S, et al. Novel type of staphylococcal cassette chromosome *mec* identified in community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains. *Antimicrob Agents Chemother* 2002; 46: 1147-52.
90. Ito T, Ma XX, Takeuchi F, Okuma K, Yuzawa H, Hiramatsu K. Novel type V staphylococcal cassette chromosome *mec* driven by a novel cassette chromosome recombinase, *ccrC*. *Antimicrob Agents Chemother* 2004; 48: 2637-51.
91. Berglund C, Ito T, Ikeda M, Ma XX, Soderquist B, Hiramatsu K. Novel type of staphylococcal cassette chromosome *mec* in a methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strain isolated in Sweden. *Antimicrob Agents Chemother* 2008; 52: 3512-6.
92. Zhang K, McClure JA, Elsayed S, Conly JM. Novel staphylococcal cassette chromosome *mec* type, tentatively designated type VIII, harboring class A *mec* and type 4 *ccr* gene complexes in a Canadian epidemic strain of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob Agents Chemother* 2009; 53: 531-40.

## Comparison of six minute walk distance and reaction time between anemic COPD and non-anemic COPD

Sarayoot Mongkol<sup>1\*</sup>      Chatsuda Chaypech<sup>1</sup>      Farida Pattanawong<sup>1</sup>      Passorn Thaithanee<sup>1</sup>  
Aungkoon Suthasuwan<sup>1</sup>      Pornsin Wongkokum<sup>2</sup>      Prarit Preechamard<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Physical Therapy Department, School of Health Sciences, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand

<sup>2</sup> Mae Chan Hospital, Chiang Rai, Thailand

\* Corresponding author (E-mail; gm\_pt15@hotmail.com; 085-0406342)

### Abstract

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a systemic disease that affects the breathing mechanism and decreases the functional capacity in anemic COPD patients. The aim of this study was to compare six minute walk distance (6 MWD) and reaction time between anemic and non-anemic COPD patients. 16 patients with anemic COPD, and 16 non-anemic COPD patients were included in the study. The average hemoglobin levels of the male were  $12.10 \pm 0.57$  and  $14.70 \pm 0.96$  g/dL in anemic and non-anemic COPD patients, respectively. The average hemoglobin level of females were  $11.60 \pm 0.57$  and  $13.90 \pm 0.63$  g/dL in anemic and non-anemic COPD patients, respectively. The result showed that the 6 MWD in anemic COPD had significant shorter distances than non-anemic COPD ( $p < 0.05$ ). Reaction time had not significant difference between non-anemic COPD patients and anemic COPD patients. This study suggests that anemic COPD patients have decreased ability to exercise in comparison to non-anemic COPD patients.

**Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2013; 46(3): 207-214**

**Keywords:** anemia, COPD, reaction time, six minute walk distance

## การเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และเวลาปฏิกิริยาการตอบสนอง ระหว่างผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง และไม่มีภาวะโลหิตจาง

สรายุธ มงคล<sup>1</sup>ฉัตรสุดา ชายเพชร<sup>1</sup>พาริดา ปัตนวงศ์<sup>1</sup>ภัสสร ไทยธานี<sup>1</sup>อังกูร สุทธสุวรรณ<sup>1</sup>พรสินทร์ วงศ์โคคุ้ม<sup>2</sup>ประฤทธิ์ ปริษามาศย์<sup>1</sup><sup>1</sup> สาขาวิชากายภาพบำบัด สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จ. เชียงราย<sup>2</sup> โรงพยาบาลแม่จัน จ. เชียงราย

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (E-mail: gm\_pt15@hotmail.com; 085-0406342)

### บทคัดย่อ

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเป็นโรคที่ส่งผลกระทบต่อหลายระบบในร่างกาย และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง มีผลทำให้ผู้ป่วยมีความสามารถในการทำงานของร่างกายลดลง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางและไม่มีภาวะโลหิตจาง อาสาสมัครประกอบด้วยผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง จำนวน 16 คน และไม่มีภาวะโลหิตจางจำนวน 16 คน อาสาสมัครทุกคนได้รับการทดสอบระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และเวลาปฏิกิริยาการตอบสนอง ผลการศึกษาพบว่าระดับฮีโมโกลบินของเพศชายที่มีภาวะโลหิตจางและไม่มีภาวะโลหิตจางเฉลี่ยเท่ากับ  $12.10 \pm 0.57$  และ  $14.70 \pm 0.96$  กรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ และระดับฮีโมโกลบินของเพศหญิงที่มีภาวะโลหิตจางและไม่มีภาวะโลหิตจางเฉลี่ยเท่ากับ  $11.60 \pm 0.57$  และ  $13.90 \pm 0.63$  กรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางเดินได้น้อยกว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และพบว่าเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจางไม่มีความแตกต่างกับผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง แสดงให้เห็นว่า ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางมีความสามารถในการออกกำลังกายลดลงมากกว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง **วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2556; 46(3): 207-214**

**คำรหัส** ภาวะโลหิตจาง โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เวลาปฏิกิริยาการตอบสนอง ระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที

## บทนำ

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เป็นโรคที่มีการทำงานของปอดผิดปกติ มีการจำกัดการไหลเวียนของอากาศภายในปอดจากการอุดกั้นของผนังหลอดลมส่วนล่างและถุงลมร่วมกัน ซึ่งการกลับคืนสภาพจากการอุดกั้นจะได้เพียงบางส่วนและสามารถทวิความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนในระยะยาว และการทำงานที่ผิดปกติของระบบต่าง ๆ เช่น ระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและหลอดเลือด และระบบประสาท ร่วมกับปฏิกิริยาการอักเสบที่ผิดปกติของปอด<sup>1</sup> ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของไซโตไคน์ มีผลให้อายุของเม็ดเลือดแดงลดลง และเพิ่มความต้านทานของเออร์โทรพอยอิติน ทำให้การสร้างฮีโมโกลบินที่ไขกระดูกลดน้อย ส่งผลให้เกิดภาวะโลหิตจาง (anemia) ร่างกายจึงได้รับออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ในปริมาณที่ไม่เพียงพอ เกิดอาการเหนื่อยหอบและคุณภาพชีวิตลดลง ซึ่งภาวะโลหิตจางมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง<sup>2</sup> ซึ่งภาวะโลหิตจางมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง<sup>2</sup>

จากการศึกษาของ Cote และคณะ<sup>3</sup> ในปี 2008 พบว่า ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที มากกว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง และผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่เดินได้ระยะทางน้อยกว่า 350 เมตร จะมีอัตราการตายมากกว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่เดินได้ระยะทางมากกว่า 350 เมตร การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง ซึ่งภาวะโลหิตจางสามารถนำมาใช้ในการทำนายความเหนื่อยและการลดลงของความสามารถในการออกกำลังกายของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง<sup>2</sup> และจากการศึกษาของ Attaran และคณะ<sup>4</sup> ในปี 2009 เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของภาวะโลหิตจางในผู้ป่วยปอดอุดกั้นเรื้อรังกับระดับของเออร์โทรพอยอิติน พบว่าระดับของเออร์โทรพอยอิตินมีค่าลดลงในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง และระดับความต้านทานของเออร์โทรพอยอิตินมีผลต่อการสร้างฮีโมโกลบินในไขกระดูก ภาวะโลหิตจางที่เกิดจากสาเหตุของโรคเรื้อรัง ซึ่งจะมีการไหลเวียนของเลือดในระดับที่ต่ำ ทำให้ภูมิคุ้มกันผิดปกติและเกิดกระบวนการอักเสบ จึงส่งผลให้เกิดภาวะโลหิตจาง ทำให้เกิดการหายใจลำบากมากขึ้นและเกิดข้อจำกัดในการออกกำลังกาย<sup>4</sup> ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีระดับฮีโมโกลบินต่ำ ทำให้การพยากรณ์โรคแย่กว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีระดับฮีโมโกลบินปกติ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Klein และคณะ<sup>5</sup> ในปี 2010 รายงานว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองที่เพิ่ม

มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับคนสุขภาพดี ซึ่งทำให้การตอบสนองต่อสิ่งเร้าทำได้ช้าลงและส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ทั้งในด้านการเรียนรู้ของผู้ป่วยและความคิดเชิงตรรกะในกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังและภาวะโลหิตจางต่อระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกายยังไม่มีการศึกษาที่ชัดเจน ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และเวลาปฏิกิริยาการตอบสนอง ของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางและไม่มีภาวะโลหิตจาง จากการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงผลของระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และระยะเวลาของปฏิกิริยาการตอบสนองในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง กับผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการออกกำลังกาย ตั้งข้อควรระวังของการออกกำลังกาย และเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการวางแผนการรักษาในอนาคตของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง

## วัสดุและวิธีการศึกษา

### 1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

อาสาสมัครได้จากผู้เข้ารับบริการที่คลินิกโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง แผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลแม่จัน อ.แม่จัน จ.เชียงราย อาสาสมัครประกอบด้วยผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง จำนวน 32 คน และเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยใช้เกณฑ์ของระดับฮีโมโกลบิน<sup>2</sup> ในการพิจารณาแบ่งกลุ่มประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง จำนวน 16 คน และกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง จำนวน 16 คน ใช้ระดับฮีโมโกลบิน ต่ำกว่า 13 กรัม/เดซิลิตร ในเพศชาย และต่ำกว่า 12 กรัม/เดซิลิตร ในเพศหญิง<sup>2</sup> อาสาสมัครที่มีประวัติโรคข้อเข่าเสื่อมที่ส่งผลต่อการเดิน โรคอัมพาต อัมพาต โรคไตวายเรื้อรัง โรคหัวใจเรื้อรัง ภาวะเลือดออกของทางเดินอาหาร ขาดธาตุเหล็กและวิตามินบี 12 จะถูกคัดออกจากการศึกษา

### 2. วิธีการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ผ่านการรับรองงานวิจัยในมนุษย์ของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง และโรงพยาบาลแม่จัน อ.แม่จัน จ.เชียงราย โดยอาสาสมัคร

ที่เข้าร่วมงานวิจัยลงลายมือชื่อแสดงความยินยอม ตอบแบบสอบถามและตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้รับการเจาะเลือดจากห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลแม่จัน อาสาสมัครทำการวัดสมรรถภาพปอดโดยนักกายภาพบำบัดของโรงพยาบาลแม่จัน ด้วยเครื่องวัดสมรรถภาพปอด (Micro Lab รุ่น ML 3500 MK8) การทดสอบด้วยการเดิน 6 นาทีและการทดสอบเวลาปฏิริยาการตอบสนองของมือและเท้า ทั้งข้างถนัดและไม่ถนัดเมื่อได้รับผลการตรวจเลือด ใช้ระดับฮีโมโกลบิน ต่ำกว่า 13 กรัม/เดซิลิตร ในเพศชาย และต่ำกว่า 12 กรัม/เดซิลิตร ในเพศหญิง แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การคัดเข้าที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ

## 2.1 การทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที<sup>6</sup>

เป็นการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที บนทางเดินราบ ที่มีลักษณะทางตรง ยาว 30 เมตร ทำสัญลักษณ์ด้วยเทปขาว ตามทางเดิน ทุก 3 เมตร มีการวางกรวยห่างจากจุดปลายสุดทั้งสองด้านเข้ามาประมาณ 1 ฟุต และเป็นสถานที่ที่ไม่พลุกพล่าน วัดระยะทางออกมาเป็นเมตร โดยผู้ป่วยได้รับการอธิบายวัตถุประสงค์และวิธีการทดสอบก่อนการทดสอบ ได้รับการวัดค่าความดันโลหิต ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเม็ดเลือดแดง อัตราการเต้นของหัวใจ (pulse oxymeter; Masimo Rad-5v, USA) ระดับความล้า และระดับความเหนื่อยก่อนและหลังการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที ทันที และอาสาสมัครจะทำการทดสอบเพียงครั้งเดียวในตอนเช้าของวันที่มาพบแพทย์ตามนัด

## 2.2 การทดสอบปฏิริยาการตอบสนอง

เป็นการทดสอบโดยใช้เครื่องวัดปฏิริยาการตอบสนองของบริษัทไทยกันต์ ประเทศไทย ตามคำชี้แจงของคู่มือการใช้เครื่องวัดปฏิริยาของบริษัทไทยกันต์ ให้กดที่ปุ่มสวิทช์เพื่อตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อสังเกตเห็นแสงจากเครื่องให้สัญญาณ ผู้ป่วยสามารถทดลองก่อนปฏิบัติจริง ได้ไม่เกิน 3 ครั้ง และทำการทดสอบในแต่ละหัวข้อทั้งสิ้น 7 ครั้ง เริ่มจากการวัดปฏิริยาการตอบสนองของมือข้างที่ถนัด มือข้างที่ไม่ถนัด เท้าข้างที่ถนัด เท้าข้างที่ไม่ถนัด ตามลำดับ มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที นำผลที่ได้มาตัดค่าที่สูงที่สุดและต่ำที่สุดออก แล้วนำค่าที่เหลือมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

## 3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการศึกษานี้ ใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ใช้ unpaired t-test เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล

ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

## ผลการศึกษา

กลุ่มอาสาสมัครในการศึกษาคั้งนี้ประกอบด้วยผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังจากโรงพยาบาลแม่จัน จำนวน 200 คน ถูกคัดออกไป จำนวน 157 คน เนื่องจากมีประวัติโรคข้อเข่าเสื่อมที่ส่งผลต่อการเดิน โรคอัมพฤกษ์ อัมพาตโรคไตวายเรื้อรัง โรคหัวใจเรื้อรัง ภาวะเลือดออกของทางเดินอาหาร ขาดธาตุเหล็กและวิตามินบี 12 ซึ่งมีอาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าจำนวน 43 คน โดยอาสาสมัครทุกคนได้รับการเจาะเลือด รวมถึงการทดสอบระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และทดสอบเวลาปฏิริยาการตอบสนอง โดยนำผลการตรวจเลือดที่ได้มาคัดแยกอาสาสมัครที่ได้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางจำนวน 16 คน (เพศชาย 13 คน เพศหญิง 3 คน) และไม่มีภาวะโลหิตจางได้จำนวน 27 คน ผ่านการเลือกแบบเฉพาะเจาะจงเหลือจำนวน 16 คน (เพศชาย 11 คน เพศหญิง 5 คน) เนื่องจากพบว่าค่า FEV1/FVC อยู่ในเกณฑ์ปกติโดยผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่ม มีอายุเฉลี่ย  $70.00 \pm 8.73$  และ  $65.44 \pm 6.54$  ปี น้ำหนักเฉลี่ย  $46.58 \pm 6.73$  และ  $44.94 \pm 6.05$  กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย  $158.12 \pm 7.53$  และ  $155.06 \pm 7.08$  เซนติเมตร สำหรับค่า FEV1 ค่า FVC ค่า FEV1/FVC ค่าฮีโมโกลบิน และค่าฮีมาโตคริต แสดง ดังตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยพบว่า เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่า FEV1 ค่า FVC และค่า FEV1/FVC ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าเซลล์เม็ดเลือดแดง ค่าฮีโมโกลบิน ค่าฮีมาโตคริตในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางมีค่าต่ำกว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ผลการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที พบว่าระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที ของผู้ป่วยที่มีภาวะโลหิตจาง และไม่มีภาวะโลหิตจาง มีค่าเท่ากับ  $518.80 \pm 56.42$  และ  $558.38 \pm 45.90$  เมตร ตามลำดับ ซึ่งกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะโลหิตจาง เดินได้ระยะทางน้อยกว่าผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะโลหิตจางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และพบว่าค่าความดันโลหิตขณะบีบตัวก่อนการทดสอบ ค่าความดันโลหิตขณะบีบตัวหลังการทดสอบ อัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังการทดสอบ ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดก่อนและหลังการทดสอบ ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง ไม่มีความแตกต่างกับผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง นอกจากนี้ระดับความล้าและระดับความเหนื่อยก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบ ไม่มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2



ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีที่ถนัดและไม่ถนัด ไม่แตกต่างกับผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง มีเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของแขนขาข้างที่ถนัดและไมถนัด ดังตารางที่ 3

Table 1 Characteristics of COPD patients (Mean  $\pm$  SD)

Baseline	Anemic COPD (N = 16)	Non anemic COPD (N = 16)
Sex (male/female)	16 (13/3)	16 (11/5)
Age (year)	70.00 $\pm$ 8.73	65.44 $\pm$ 6.54
Height (cm)	158.12 $\pm$ 7.53	155.06 $\pm$ 7.08
Weight (kg)	46.58 $\pm$ 6.73	44.94 $\pm$ 6.05
FEV <sub>1</sub> (%)	59.13 $\pm$ 19.60	61.59 $\pm$ 23.49
FVC (%)	71.88 $\pm$ 17.59	76.16 $\pm$ 17.95
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	64.00 $\pm$ 11.72	61.59 $\pm$ 23.49
RBC (10 <sup>6</sup> / $\mu$ L)	4.44 $\pm$ 0.62	4.96 $\pm$ 0.69
Hemoglobin (g/dL)	12.01 $\pm$ 0.58	14.41 $\pm$ 0.94*
Hemoglobin in male (g/dL)	12.10 $\pm$ 0.57	14.70 $\pm$ 0.96*
Hemoglobin in female (g/dL)	11.60 $\pm$ 0.57	13.90 $\pm$ 0.63*
Hematocrit (%)	36.44 $\pm$ 2.06	43.44 $\pm$ 2.45*
Hematocrit in male (%)	36.90 $\pm$ 1.89	44.10 $\pm$ 2.47*
Hematocrit in male (%)	34.30 $\pm$ 1.53	42.00 $\pm$ 1.87*
Dominant hand (right/left)	14/2	13/3
Dominant foot (right/left)	14/2	13/3

\* Significant between anemic COPD and non-anemic COPD

**Table 2** Six minute walk distance data (Mean±SD)

Six minute walk distance	Anemic COPD (N = 16)	Non anemic COPD (N = 16)
Six minute walk distance (m)	518.80 ± 56.42	558.38±45.90*
Systolic (mmHg)		
Before test	135.69±15.62	127.62±12.23
After test	146.69±17.88	134.44±16.54
Diastolic (mmHg)		
Before test	78.81±13.84	73.19±7.97
After test	78.88±13.29	78.19±12.22
Heart rate (beat/min)		
Before test	78.75±14.83	78.38±9.99
After test	90.19±19.17	92.75±15.91
O <sub>2</sub> saturation (%)		
Before test	97.25±1.29	95.94±2.64
After test	95.00±2.92	92.38±9.42
Fatigue scale (0-10)		
Before test	1.06±1.39	0.66±1.19
After test	2.19±1.82	2.09±2.14
Modified Borg scale (0-10)		
Before test	0.59±0.95	0.56±1.03
After test	2.19±1.90	2.19±2.10

\* Significant between anemic COPD and non-anemic COPD

**Table 3** Reaction time data (Mean ± SD)

Reaction time (millisecond)	Anemic COPD (N = 16)	Non anemic COPD (N = 16)
Dominant hand	1.29±0.34	1.09±0.21
Non dominant hand	1.33±0.37	1.16±0.21
Dominant foot	1.34±0.35	1.20±0.29
Non dominant foot	1.55±0.47	1.36±0.41

\* Significant between anemic COPD and non-anemic COPD

## วิจารณ์ผลการศึกษา

ในการศึกษาค้างนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกายในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง และไม่มีภาวะโลหิตจาง โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่า FEV<sub>1</sub> ค่า FVC และค่า FEV<sub>1</sub>/FVC ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่ง เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะทางที่เดินได้ภายใน 6 นาที<sup>6</sup> ดังนั้นการศึกษาค้างนี้แสดงให้เห็นว่าอาสาสมัครมีข้อมูลพื้นฐานที่ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าฮีโมโกลบิน และค่าฮีมาโตคริตของเพศชายและเพศหญิง ระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากเป็นการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางและไม่มีภาวะโลหิตจาง จึงมีค่าฮีโมโกลบิน และค่า ฮีมาโตคริต ของทั้ง 2 กลุ่มที่แตกต่างกัน ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้ว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีภาวะโลหิตจาง และผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางในการศึกษาค้างนี้ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความรุนแรงเล็กน้อย<sup>1</sup>

การศึกษาค้างนี้พบว่า ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง มีระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที มากกว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยมีระยะทางห่างกันประมาณ 40 เมตร การศึกษาที่ผ่านมาของ Benoist และคณะได้กล่าวไว้ว่า เนื่องจากการกระจายตัวของสารกระตุ้นการอักเสบทั่วร่างกาย ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานระบบอื่น ๆ และการอักเสบจะทำให้อายุของเซลล์เม็ดเลือดแดงสั้นลง ร่วมกับการเพิ่มขึ้นของความต้านทานเออร์โทรพอยอิตินมีผลทำให้ลดกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง<sup>7</sup> และการตอบสนองต่อเออร์โทรพอยอิตินในไขกระดูกไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายเพื่อที่จะเพิ่มระดับของเซลล์เม็ดเลือดแดง ทำให้มีการลดลงของการขนส่งออกซิเจนไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ส่งผลให้ร่างกายอ่อนแอ เหนื่อยง่าย ความคิดช้าลง ความจำลดลง ทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยลดลง และเสี่ยงต่ออัตราการตายมากกว่าปกติ<sup>8-9</sup>

ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง มีค่าของความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดก่อนการเดิน 6 นาที ที่มากกว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง ซึ่งค่าความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจที่สูง แสดงให้เห็นถึงความสามารถของระบบหัวใจและหลอดเลือดที่ลดลงในกลุ่มของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง<sup>10</sup> และภาย

หลังจากการเดิน 6 นาที ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง และผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง มีค่าของความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ ที่เพิ่มสูงขึ้น แต่ค่าความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากร่างกายต้องเร่งการสูบฉีดเลือดเพื่อนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ดังนั้นอัตราการเต้นของหัวใจจึงเพิ่มขึ้น แต่ในขณะที่เดียวกันเมื่อมีการออกกำลังกายจะทำให้กล้ามเนื้อต้องดึงเอาออกซิเจนจากเลือดไปใช้เพื่อให้ได้พลังงาน จึงทำให้ค่าความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดลดลง<sup>11</sup>

เวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกายในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางและไม่มีภาวะโลหิตจาง พบว่าข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับอายุและเพศไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอายุและเพศเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกาย โดยอายุที่มากขึ้นส่งผลให้มีเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองที่เพิ่มมากขึ้น<sup>12-13</sup> จากการศึกษาพบว่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองเวลาในทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันก็ตาม แต่การศึกษาค้างนี้พบว่าปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกายในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางช้ากว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง อาจเนื่องมาจากการไหลเวียนเลือดและการแลกเปลี่ยนออกซิเจนของร่างกายที่ทำงานได้ลดลงในผู้ป่วย<sup>5 11</sup> ในแขนและขาข้างที่ถนัดและไม่ถนัดของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจาง มีเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองช้ากว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง แขนและขาข้างที่ถนัดมีการนำกระแสประสาทสั่งการที่เร็วกว่า<sup>3 15</sup> จากการใช้งานที่มากกว่าแขนและขาข้างที่ถนัดจึงทำให้เวลาปฏิกิริยาการตอบสนองและการสั่งการจากระบบประสาทมีความเร็วกว่าแขนและขาข้างที่ไม่ถนัด

ข้อจำกัดของการศึกษาในค้างนี้ คือ จำนวนประชากรของทั้งสองกลุ่มยังมีจำนวนน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา ถึงแม้จะมีการคำนวณ จำนวนอาสาสมัครที่เหมาะสมจากการอ้างอิงจากการศึกษาที่ผ่านมา<sup>2</sup> และการศึกษาในค้างนี้มีอาสาสมัครเพศชายเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการศึกษานอนาคตควรพิจารณาถึงจำนวนอาสาสมัครและเพศที่ใกล้เคียงกัน และเพิ่มจำนวนอาสาสมัครให้มากกว่าการศึกษาในค้างนี้ ดังนั้นการศึกษาค้างนี้อาจใช้เป็นแนวทางการออกกำลังกาย ตั้งข้อควรระวังของการออกกำลังกาย การตัดสินใจในการรักษาของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางในอนาคต เช่น จะต้องรักษาให้ภาวะโลหิตจางก่อนที่จะออกกำลังกาย เพื่อให้ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

สามารถออกกำลังกายได้เต็มที่และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

### สรุปผลการศึกษา

การศึกษาเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางและไม่มีภาวะโลหิตจาง สามารถ

สรุปได้ว่าระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที ของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางมีค่าน้อยกว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง และผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางมีเวลาปฏิบัติการตอบสนองไม่แตกต่างกับผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง

### เอกสารอ้างอิง

1. Working group to develop guidelines for health services, chronic obstructive pulmonary disease. Public health service guidelines chronic obstructive pulmonary disease. *National health security office*; 2553 (in Thai)
2. John M, Lange A, Hoernig S, Witt C, Anker SD. Prevalence of anemia in chronic obstructive pulmonary disease: comparison to other chronic diseases. *Int J Cardiol* 2006; 111: 365–70
3. Cote CG, Casanova C, Marin JM, Lopez MV, Pinto-Plata V, Oca MM, et al. Validation and comparison of reference equations for the 6-min walk distance test. *Eur Respir J* 2008; 31: 571–8
4. Attaran D, Khajedalouee M, Ahmadi F, Rezaeitalab F, Towhidi M, Asnaashari A, et al. Anemia in COPD patients and its relation to serum levels of erythropoietin. *Tanaffos* 2009; 8(2): 11-6
5. Klein M, Gauggel S, Sachs G, Pohl W. Impact of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) on attention functions. *Respir Med* 2010; 104(1): 52-60
6. American thoracic society. Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 111-7
7. Benoist BD, McLean E, Egli I, Cogswell M, Erin M, Mary C. Worldwide prevalence of anemia 1993-2005: WHO global database on anaemia . *Spain: WHO Press*; 2008.
8. Silverberg DS, Iaina A, Wexler D, Blum M. The pathological consequences of anemia. *Clin Lab Haematol* 2001; 23: 1-6
9. Marrades RM, Roca J, Campistol JM, Diaz O, Barbera JA, Torregrosa JV, et al. Effects of erythropoietin on muscle O<sub>2</sub> transport during exercise in patients with chronic renal failure. *J Clin Invest*. 1996; 97: 2092-100
10. Nauman J, Aspenes ST, Nilsen TIL, Vatten LJ, Wisloff U. A prospective population study of resting heart rate and peak oxygen uptake (the HUNT study, Norway). *Plos One* 2012; 7(9): 1-9
11. Tabira K, Horie J, Fujii H, Aida T, Ito K, Fukumoto T, et al. The relationship between skeletal muscle oxygenation and systemic oxygen uptake during exercise in subjects with COPD: a preliminary study. *Respir Care* 2012; 57(10): 1602-10
12. Macdonald SWS, Nyberg L, Sandblom J, Fischer H, Backman L. Increased response-time variability is associated with reduced inferior parietal activation during episodic recognition in aging. *J Cogn Neurosci* 2008; 20(5): 779-87
13. Spierer DK, Petersen RA, Duffy K, Corcoran BM, Rawls-Martin T. Gender influence on response time to sensory stimuli. *J Strength Cond Res* 2010; 24(4): 957-64
14. Singh PI, Maini BK, Singh I. Bilateral asymmetry in conduction velocity in the efferent fibers of median nerve and its relationship to handedness. *Ind J of Physiol Pharmacol* 1977; 21(4): 364-8

## Studies of quality control data under NEMA NU1-2001 to evaluate the performance of gamma camera

Nopparat Pongsawad  
Kittaya Boonnut

Potjane Kanchanapiboon  
Nattapat Jantamool

Pornpis Boonkorn  
Rujaporn Chanachai\*

Division of Nuclear Medicine, Department of Radiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital

\*Corresponding author (Email: rujaporn.cha@mahidol.ac.th)

### Abstract

**Objective:** To show the application of data from the quality control and preventive maintenance under NEMA NU1-2001 for the practical performance evaluation of gamma camera.

**Method:** The study was divided into two parts: (1) the quality control data for gamma camera performances based on measurement of Intrinsic flood field Uniformity (IU), Intrinsic Energy Resolution (IER) and Peak Position (PP) on a weekly basis from January 2005 to March 2013 were to be retrospectively evaluated; (2) the current performances covering 14 parameters of the 5 specifications were to compare with the reference values certified by the manufacturer.

**Results:** In the first part, the mean $\pm$ 3SD (99.73% confidence interval) of the mean IU adjusted to the dimension of Central Field Of View (CFOV) for Detector 1 and Detector 2, were 2.66 $\pm$ 1.27% and 2.54 $\pm$ 1.27% respectively, with a trend to slightly increases each year. For the detector resolution, Detector 1 and Detector 2 exhibited IER of 9.23 $\pm$ 0.32% and 9.38 $\pm$ 0.25% respectively. The long-term resolution trends after the first service of both detectors were not significantly deviated when compared to the present data. For the last parameter, the mean PP for Detector 1 and Detector 2 were 139.31 $\pm$ 0.76 and 139.30 $\pm$ 0.61 keV respectively. They were absolutely identical. The percentage differences of the PP were negligible when compared to year of installation. In the second part, under NEMA NU1-2001, the current performance data of Specification 1, IER of both detectors of 9.10% and 9.30% were better than the reference values of 9.8%. Specification 2, PP of both detectors was within an acceptable limit. Specification 3 of both detectors passed 4 parameters of the Intrinsic Spatial Resolution reference values. Specification 4, Intrinsic Uniformity of both detectors also passed all criteria of the 4 parameters. The last specification, Intrinsic Spatial Linearity values of both detectors was superior to the reference values.

**Conclusion:** Regarding to the evaluation of the gamma camera performance under NEMA NU1-2001 after 8-year service and a preventive maintenance, three specifications of weekly QC have passed the regulations of performance tests within 99.73% confidence interval. Consequently, they can be used in the practical performance evaluation of gamma camera. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2013; 46(3): 215-231*

**Keywords:** quality control, gamma camera, intrinsic flood field uniformity, weekly QC, energy resolution

## การศึกษาข้อมูลการควบคุมคุณภาพภายใต้ NEMA NU1-2001 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแกมมาคาเมรา

นพรัตน์ พงษ์สวัสดิ์  
กฤตยา บุญนุช

พจนีย์ กาญจนพิบูลย์  
ณัฐพัชร จันทะมูล

พรพิศ บุญก่อน  
รุจพร ชนะชัย\*

สาขาวิชาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

\*ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: Rujaporn.cha@mahidol.ac.th)

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อแสดงให้เห็นว่าข้อมูลการควบคุมคุณภาพและการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเครื่องตามเกณฑ์ข้อกำหนด NEMA NU1-2001 สามารถใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องในขณะใช้งานได้

**วิธีการศึกษา:** แบ่งการศึกษาข้อมูลออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งข้อมูลการทดสอบคุณภาพของเครื่องประจำสัปดาห์แบบ Intrinsic flood field Uniformity (IU), Intrinsic Energy Resolution (IER), Peak Position (PP) โดยการเก็บข้อมูลย้อนหลังช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2556 และส่วนที่สองการทดสอบคุณภาพเครื่องขณะใช้งานปัจจุบันเพื่อเปรียบเทียบกับค่าคุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องในปีที่ติดตั้งโดยใช้พารามิเตอร์ที่สำคัญจำนวน 5 เงื่อนไข 14 ปัจจัย

**ผลการศึกษา:** ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษานี้แสดงในทอมค่าเฉลี่ย  $\pm 3SD$  (ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.73%) ส่วนที่ 1 การศึกษาข้อมูลใน 3 เงื่อนไขหลักในการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องเงื่อนไขที่ 1 ค่า IU ในส่วน Central Field Of View (CFOV) ของหัววัดที่ 1 และ หัววัดที่ 2 มีค่า  $2.66 \pm 1.19\%$  และมีค่า  $2.54 \pm 1.27\%$  ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าค่าเฉลี่ยแต่ละปีมีแนวโน้มสูงขึ้น เงื่อนไขที่ 2 ค่า IER ของหัววัดที่ 1 และหัววัดที่ 2 มีค่า  $9.23 \pm 0.32\%$  และ  $9.38 \pm 0.25\%$  และค่าเฉลี่ยแต่ละปีของหัววัดทั้งสองเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการใช้งานที่ผ่านมาเมื่อเปรียบเทียบกับค่าปัจจุบัน เงื่อนไขที่ 3 ค่าเฉลี่ย PP ของหัววัดที่ 1 และหัววัดที่ 2 มีค่า  $139.31 \pm 0.76$  keV และ  $139.30 \pm 0.61$  keV ซึ่งใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยของ PP แต่ละปีของหัววัดทั้งสองเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเทียบกับปีที่ติดตั้ง ในส่วนที่ 2 ข้อมูลทางเทคนิคการทดสอบตามมาตรฐาน NEMA NU1-2001 จำนวน 5 เงื่อนไข 14 ปัจจัยพบว่าเงื่อนไขที่ 1 ค่า IER หัววัดที่ 1 และหัววัดที่ 2 มีค่า 9.10% และ 9.30% ตามลำดับ ซึ่งดีกว่าเกณฑ์อ้างอิงของเครื่องที่มีค่า  $\leq 9.80\%$  เงื่อนไขที่ 2 ค่า PP มีค่า 139.30 keV ทั้งสองหัววัดและอยู่ในช่วงเกณฑ์อ้างอิง เงื่อนไขที่ 3 ค่า Intrinsic Spatial Resolution และ เงื่อนไขที่ 4 ค่า Intrinsic Uniformity ของทั้งสองหัววัดอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทั้ง 4 ปัจจัย และเงื่อนไขที่ 5 ค่า Intrinsic Spatial Linearity ของทั้งสองหัววัดพบว่ามีค่าที่ดีกว่าค่าอ้างอิง

**สรุปผล:** ข้อมูลการควบคุมคุณภาพและการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเครื่องตามเกณฑ์ข้อกำหนด NEMA NU1-2001 ของเครื่องแกมมาคาเมรา ที่มีอายุการใช้งานมาแล้ว 8 ปีและมีการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ดีตลอดเวลานั้น พบว่า ค่าดัชนีทั้งสามที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพเครื่องประจำสัปดาห์ สามารถใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องในขณะใช้งานได้ *วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2556; 46(3): 215-231*

**คำรหัส:** การควบคุมคุณภาพ เครื่องแกมมาคาเมรา Intrinsic flood field Uniformity การควบคุมคุณภาพประจำสัปดาห์, energy resolution



## บทนำ

การตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ด้วยเครื่องแกมมาคาเมรา เพื่อดำเนินการถ่ายภาพอวัยวะภายในร่างกายของผู้ป่วย มีประโยชน์ในการวินิจฉัยสภาวะการทำงานของอวัยวะ โดยการบริหารสารเภสัชรังสีเข้าสู่ร่างกายและกระจายไปยังอวัยวะเป้าหมาย สารเภสัชรังสีจะสลายตัวให้รังสีแกมมาออกจากอวัยวะที่สารเภสัชรังสีนั้นเข้าไปสะสมอยู่ทำให้สามารถถ่ายภาพการกระจายตัวและปริมาณความเข้มของรังสีแกมมาที่จับในอวัยวะที่ต้องการศึกษา จุดประสงค์หลักของการตรวจคือเพื่อวินิจฉัยลักษณะการทำงานของอวัยวะว่าปกติหรือมีความผิดปกติ ปัจจุบันข้อมูลภาพที่ได้จะเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถนำไปวิเคราะห์รายละเอียดของการตรวจได้เพิ่มขึ้นภายหลังจากการตรวจที่เวลาใด ๆ รวมทั้งสามารถวินิจฉัยพยาธิสภาพต่างๆ ของผู้ป่วยเพื่อนำไปสู่การป้องกันและรักษาโรคได้อีกด้วย การแปลผลข้อมูลภาพถ่ายอวัยวะผู้ป่วยโดยเทคนิคทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่แม่นยำและถูกต้อง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่แพทย์มองเห็นในภาพและข้อมูลผลเชิงปริมาณ ส่วนสำคัญในการสร้างภาพจากการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยการใช้สารเภสัชรังสีคือหัววัดรังสี ซึ่งประกอบด้วยผลึก NaI(Tl) ใช้ในการตรวจจับรังสี หลอดขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์การสร้างภาพเป็นต้น ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้มีความไวต่อคุณภาพของภาพเมื่อเกิดปัญหา การบำรุงรักษาเครื่องเชิงป้องกัน (preventive maintenance; pm) และการประกันคุณภาพ (quality assurance; QA) ของเครื่องแกมมาคาเมรา เพื่อสร้างความมั่นใจในการใช้เครื่องกับผู้ป่วยเป็นสิ่งสำคัญ วัตถุประสงค์การควบคุมคุณภาพเครื่อง (quality control; QC) คือการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพเครื่องแกมมาคาเมราที่อาจจะมีผลต่อการแปลผลทางคลินิก<sup>1</sup> สามารถทำได้โดยการตรวจสอบคุณภาพเครื่องก่อนใช้งานทุกวันหรือประจำสัปดาห์ของนักรังสีการแพทย์ เพื่อตระหนักว่าเครื่องมือที่ใช้ทำงานอยู่ทำงานได้ถูกต้องและเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของเครื่อง ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่นักรังสีการแพทย์จะต้องทำตามคู่มือการปฏิบัติงานหรือ work instruction (WI) ก่อนการใช้เครื่องแกมมาคาเมรากับผู้ป่วยทุกครั้งเพื่อประเมินประสิทธิภาพ หากหัววัดรังสีใดมีประสิทธิภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและนำไปใช้งานจะมีผลต่อคุณภาพของภาพและการวินิจฉัยของแพทย์เป็นสิ่งสำคัญ เครื่องมือถ่ายภาพอวัยวะผู้ป่วยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ทุกชนิด หลังจากติดตั้งและใช้งานแล้วคุณภาพของเครื่องที่ใช้จะค่อยๆ เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไป คุณภาพของภาพที่ได้จาก

เครื่องอาจยากที่จะตรวจสอบพบความผิดปกติในภาพทางคลินิก แม้ว่าประสิทธิภาพเครื่องมือจะไม่คงที่ตามอายุการใช้งานหรือตามสภาพสิ่งแวดล้อมภายในห้องที่ติดตั้งเครื่อง ควรทำการตรวจสอบโดยการทดสอบประจำวัน ประจำสัปดาห์และตามระยะเวลาข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิต หากพบความผิดปกติเกินเกณฑ์ที่กำหนดหรือการเสื่อมสภาพของหัววัดเมื่อใด จะได้ยกเลิกการใช้งานและดำเนินการแก้ไขในทันที<sup>2-3</sup> การประเมินค่าประสิทธิภาพของเครื่องแกมมาคาเมราในช่วงตรวจรับเครื่องหลังการติดตั้ง และหลังจากที่มีการใช้งานในช่วงเวลาปกติเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องแกมมาคาเมราสามารถใช้งานได้ตามข้อกำหนด ไม่มีผลต่อการวินิจฉัยโรคของแพทย์ สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครื่องในช่วงการใช้งานและแจ้งผู้เกี่ยวข้องเข้ามาทำการแก้ไขได้<sup>4</sup> การทดสอบคุณภาพเครื่องแบบ Intrinsic Uniformity ประจำสัปดาห์และประจำวันจะเป็นตัวชี้วัดอันหนึ่งที่สำคัญเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพเครื่องและประเมินประสิทธิภาพเครื่องก่อนใช้งาน และเมื่อพบว่าเครื่องมีปัญหาจะช่วยแก้ปัญหาในการใช้เครื่องได้ทันทีที่ไม่สามารถที่จะละเลยการทดสอบประจำวันก่อนใช้งานตรวจผู้ป่วยได้<sup>5</sup> วิธีการทดสอบและข้อกำหนดการประเมินประสิทธิภาพของเครื่อง มีการกำหนดเป็นมาตรฐานสากล เช่น NEMA NU1-2001<sup>6</sup> หรือเอกสารคำแนะนำจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) รหัส TECDOC 607 และล่าสุดคือ NEMA NU1-2007 การบำรุงรักษาเครื่องเชิงป้องกันเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เครื่องแกมมาคาเมรา มีอายุการใช้งานนานมากขึ้น และเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่กำหนดในการใช้เครื่องมือทางการแพทย์

พารามิเตอร์สำคัญที่มีความไวต่อการตรวจสอบคุณภาพเครื่องแกมมาคาเมรา ที่กำหนดไว้และมีการแนะนำให้ปฏิบัติเป็นงานประจำที่ต้องทำและมีกล่าวถึงในบทความทางวิชาการ<sup>4,5,8,9,10</sup> ในการตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่อง เช่น Intrinsic Uniformity, Spatial Resolution, Spatial Linearity, Energy Resolution และ Peak Position เป็นต้น

## ขอบเขตและวิธีการศึกษา

### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. เครื่องแกมมาคาเมราแบบ SPECT ชนิดสองหัววัดรุ่น Infinia Hawkeyes ของบริษัท GE Medical System ที่ติดตั้งในสาขาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล เมื่อ ปี พ.ศ. 2548 รุ่น Millennium VG5 ความหนาผลึกหัววัด 5/8 นิ้วโดยมีอายุการใช้งานมาแล้ว 8 ปี

2. สารกัมมันตรังสี  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  แบบ point source ความแรงระหว่าง 300 - 500  $\mu\text{Ci}$  (11.1-18.5 MBq) ปริมาตร 0.1-0.2 มิลลิลิตร
3.  $^{57}\text{Co}$  Flood Source
4. Quadrant Bar Phantom
5. Linearity X-Y Bar Phantom
6. คู่มือการทดสอบค่าคุณภาพเครื่องแกมมาคาเมรา NEMA NU1-2001
7. ข้อมูลเทคนิคของเครื่องแกมมาคาเมรารุ่น Millennium VG5 บริษัท GE (Product Data release- 6.4)<sup>11</sup>
8. โปรแกรมประมวลผลทางสถิติ SPSS เวอร์ชัน 18

### ขอบเขตการศึกษา

1. โดยการเก็บข้อมูลย้อนหลังของการทำการควบคุมคุณภาพประจำสัปดาห์ได้แก่ค่า Integral Uniformity (CFOV) ค่า Energy Resolution และค่า Peak Position ที่เก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 สัปดาห์ละ 1 ครั้ง การทดสอบจะมีข้อมูลจำนวน 407 ค่า
2. ทำการทดสอบคุณภาพเครื่องแกมมาคาเมราในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 จำนวน 1 ครั้ง ตามมาตรฐาน NEMA NU1-2001 เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลผลการทดสอบของบริษัทผู้ผลิต (ข้อมูลอ้างอิง) ตามหัวข้อดังนี้
  - 2.1 Intrinsic Energy Resolution
  - 2.2 Peak Position
  - 2.3 Intrinsic Spatial Resolution
  - 2.4 Intrinsic Uniformity
  - 2.5 Intrinsic Spatial Linearity

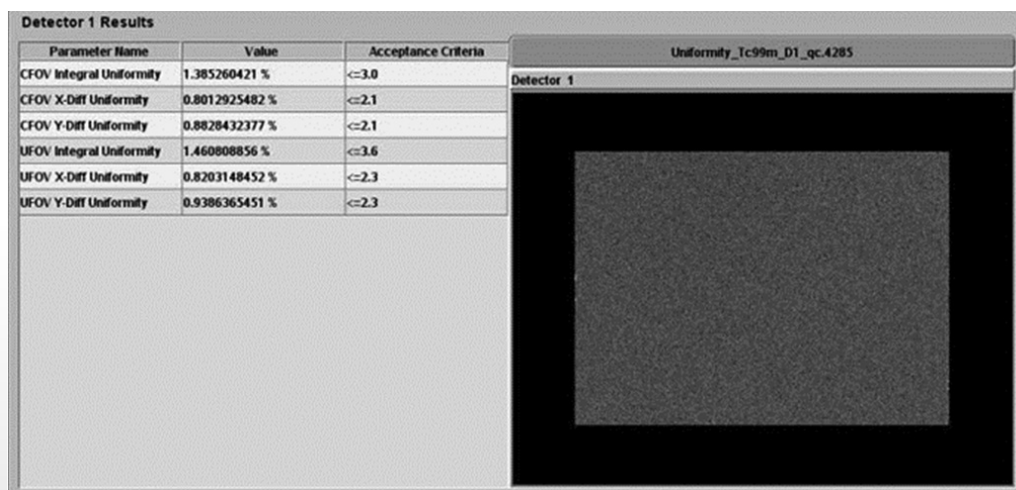
### วิธีการศึกษา

การทดสอบการทำ Uniformity Flood Field Test หรือการทดสอบความสม่ำเสมอของหัววัดรังสีในการตรวจจ็ับรังสี สามารถทำได้ 2 วิธี คือแบบ Intrinsic Uniformity เป็นการทดสอบหัววัดแบบไม่มีคอลลิเมเตอร์ โดยใช้ Point Source ของ  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  ใช้ในการทดสอบหัววัดแบบประจำสัปดาห์ก่อนใช้เครื่องทุกวันจันทร์ของสัปดาห์ และแบบ Extrinsic Uniformity เป็นการทดสอบหัววัดแบบมีคอลลิเมเตอร์ ประกอบ โดยใช้  $^{57}\text{Co}$  Flood Source ใช้ในการทดสอบหัววัดแบบประจำวันก่อนใช้เครื่องทุกวัน ในการคำนวณค่า Intrinsic Uniformity จะคำนวณจากค่าการนับวัดปริมาณรังสีสูงสุดและค่าปริมาณรังสีต่ำสุดต่อพิกเซลในภาพที่บันทึกได้ตลอดพื้นที่ของหัววัด เรียกว่า Integral Uniformity แบบ Useful Field of View (UFOV) และที่ 75% ของพื้นที่ของ UFOV เรียกว่า Central Field of View (CFOV)

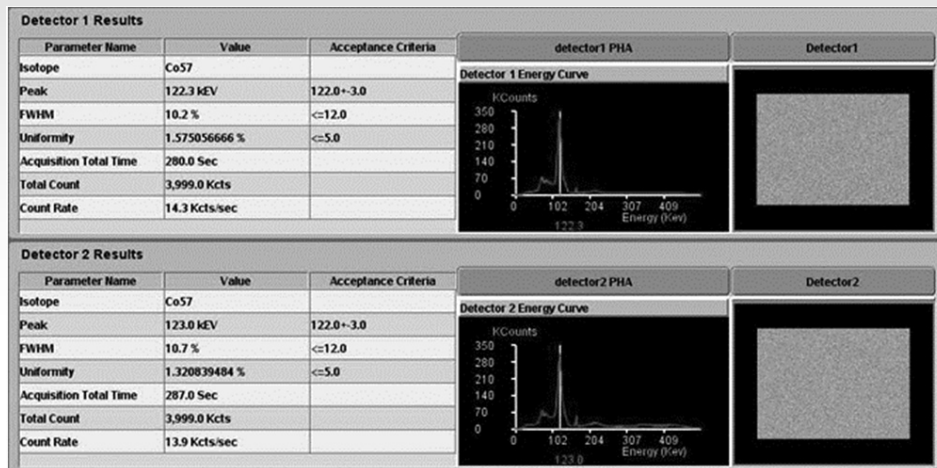
ซึ่งมีสูตรในการคำนวณค่า Integral Uniformity แบบ UFOV และแบบ CFOV ดังนี้

$$\text{Integral Uniformity (IU)} = \frac{\text{Maximum counts} - \text{Minimum counts}}{\text{Maximum Counts} + \text{Minimum counts}} \times 100\%$$

ปัจจุบันเครื่องแกมมาคาเมราสมัยใหม่ของทุกบริษัท มีโปรแกรมการควบคุมคุณภาพเครื่องสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน ช่วยให้ตรวจสอบข้อมูลง่ายขึ้น สามารถแสดงผลข้อมูลการคำนวณและภาพที่เกี่ยวข้องในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบ ผลการทดสอบค่า Intrinsic Uniformity แสดงในรูปแบบที่ 1 และผลการทดสอบค่า Extrinsic Uniformity ค่า Energy Resolution และค่า Peak Position แสดงในรูปแบบที่ 2 รายละเอียดขั้นตอนการทดสอบเครื่องแกมมาคาเมรามีขั้นตอนอธิบายในเอกสารอ้างอิง 6 และ 7



**Figure 1** The image of weekly QC (intrinsic uniformity) by  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  point source: Left side: quantitative data and Right side: uniformity image of detector

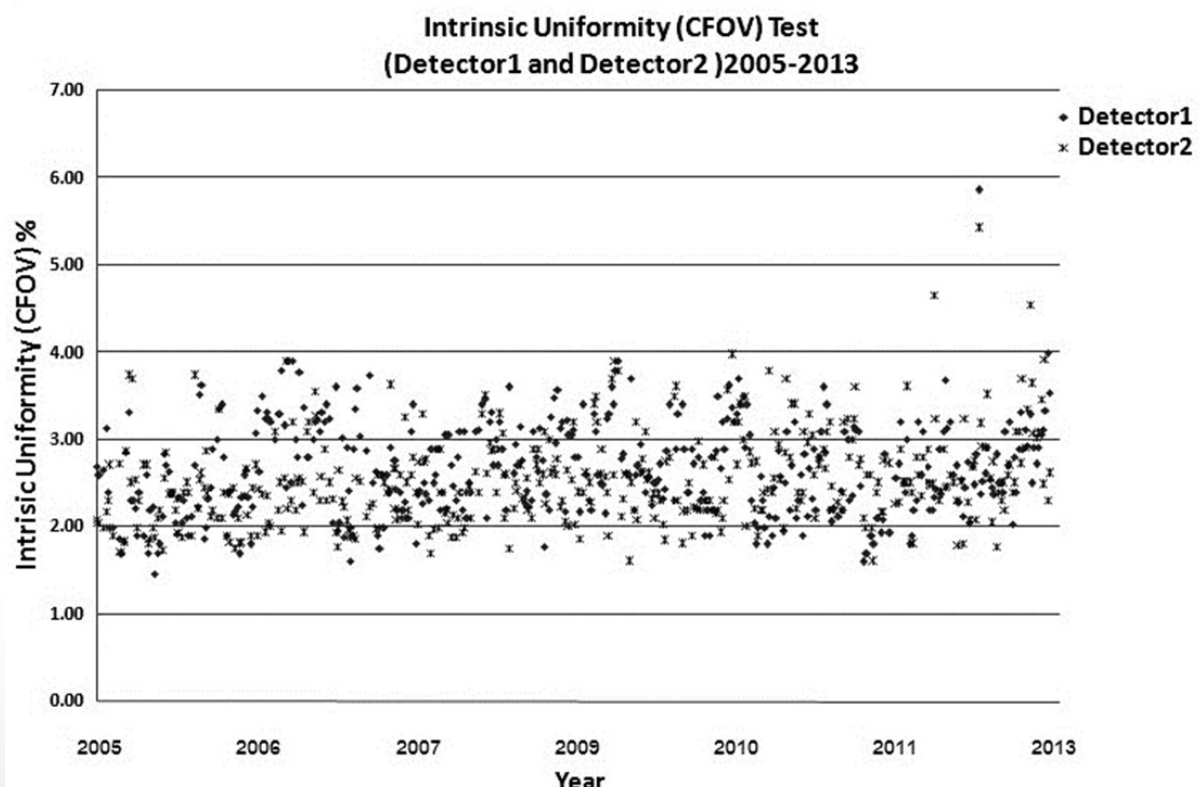


**Figure 2** The image of Daily QC (Extrinsic Uniformity) by  $^{57}\text{Co}$  sheet source: Left side: Integral Uniformity, Energy Resolution and Peak Position values and Right side: uniformity image of detector of both detectors

### ผลการศึกษา

1. การศึกษาข้อมูลการควบคุมคุณภาพเครื่องประจำสัปดาห์ระหว่างการใช้งานประกอบด้วยค่า Intrinsic Uniformity แบบ CFOV ค่า Energy Resolution และค่า Peak Position เก็บข้อมูลย้อนหลัง ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2548 ถึงเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2556 จำนวน 407 ค่า

1.1 การศึกษาค่า Integral Uniformity แบบ CFOV ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่เป็นประเด็นสำคัญมากที่สุดในการประเมินประสิทธิภาพของหัววัดรังสี แสดงเฉพาะค่า Integral Uniformity แบบ CFOV ของหัววัดที่ 1 และหัววัดที่ 2 จำนวน 407 ค่าแสดงในรูปที่ 3



**Figure 3** Integral Uniformity (CFOV) of Detector 1 and Detector 2 between January, 2005 and March, 2013, totally 407 values

การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดเพื่อตรวจสอบค่าของความแปรผันที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ยอมรับได้ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุม ( $\text{Mean} \pm 3\text{SD}$ ) ที่กำหนดไว้โดยเลือกใช้การวิเคราะห์แบบ Quality control จากโปรแกรม SPSS ดังนั้นหากค่าที่สังเกตอยู่ภายใต้ขอบเขตดังกล่าว แสดงว่า

ค่าที่ได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ในทางตรงข้ามซึ่งหากพบว่าเกินจากขอบเขตที่กำหนดไว้ แสดงว่าค่าที่ได้เกินกว่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ต้องหาสาเหตุของความแปรผันและดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้นกับเครื่องแกมมาแค้มเมรา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในตารางที่ 1

**Table 1** Summary all the quality control data analysis of weekly QC by SPSS version 18

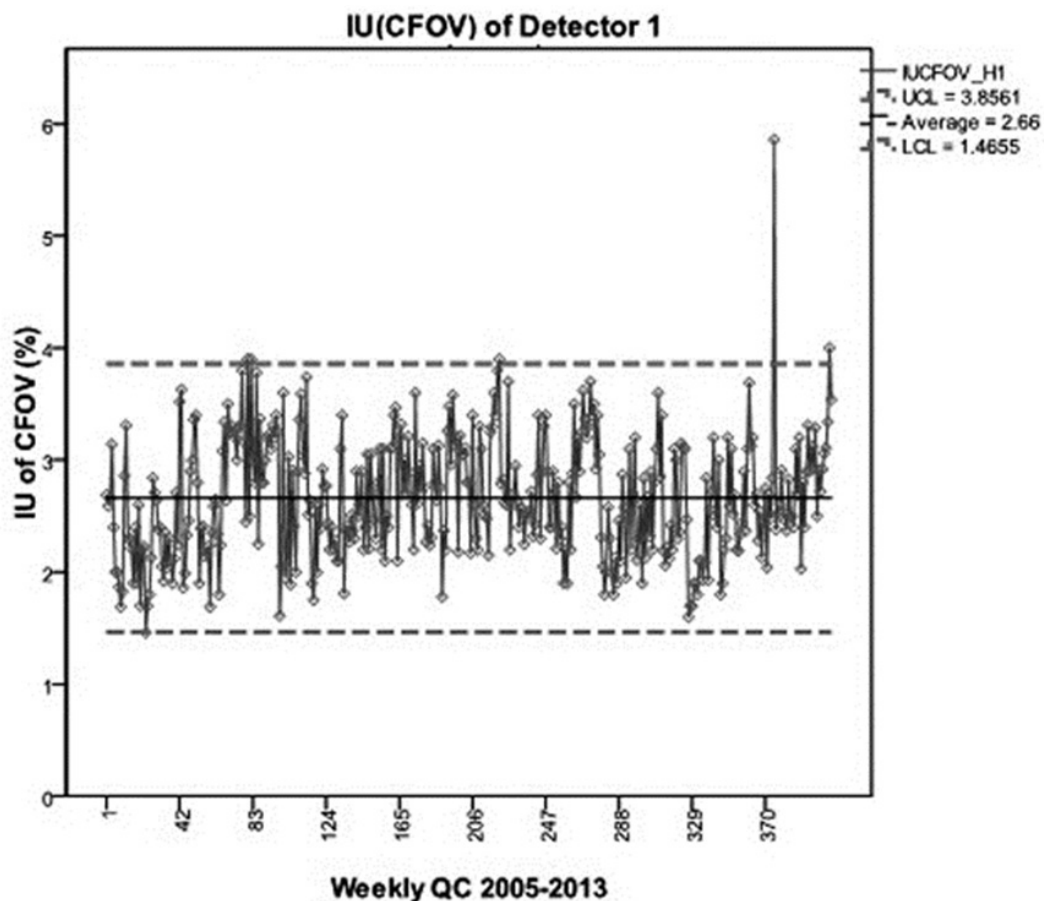
Quality Control Statistics					
Parameter	No. of Data	Mean	3SD	UCL <sup>1</sup>	LCL <sup>2</sup>
IU <sup>3</sup> (CFOV)_D1 <sup>4</sup>	407	2.66	1.19	3.86	1.46
IU(CFOV)_D2 <sup>5</sup>	407	2.54	1.27	3.81	1.27
Mean_ IU(CFOV)_D1	9	2.70	0.73	3.43	1.96
Mean_ IU(CFOV)_D2	9	2.60	0.31	2.91	2.29
IER <sup>6</sup> _D1	407	9.23	0.32	9.55	8.92
IER_D2	407	9.38	0.25	9.63	9.13
Mean_ IER_D1	9	9.23	0.13	9.36	9.10
Mean_ IER_D2	9	9.38	0.15	9.53	9.22
PP <sup>7</sup> _D1	407	139.31	0.76	140.0754	138.5536
PP_D2	407	139.31	0.61	139.9101	138.7051
Mean_ PP_D1	9	139.35	1.1316	140.4817	138.2185
Mean_ PP_D2	9	139.33	1.1327	140.4615	138.1961

<sup>1</sup>UCL = Upper Control Limit, <sup>2</sup>LCL = Lower Control Limit, <sup>3</sup>IU = Intrinsic Uniformity,

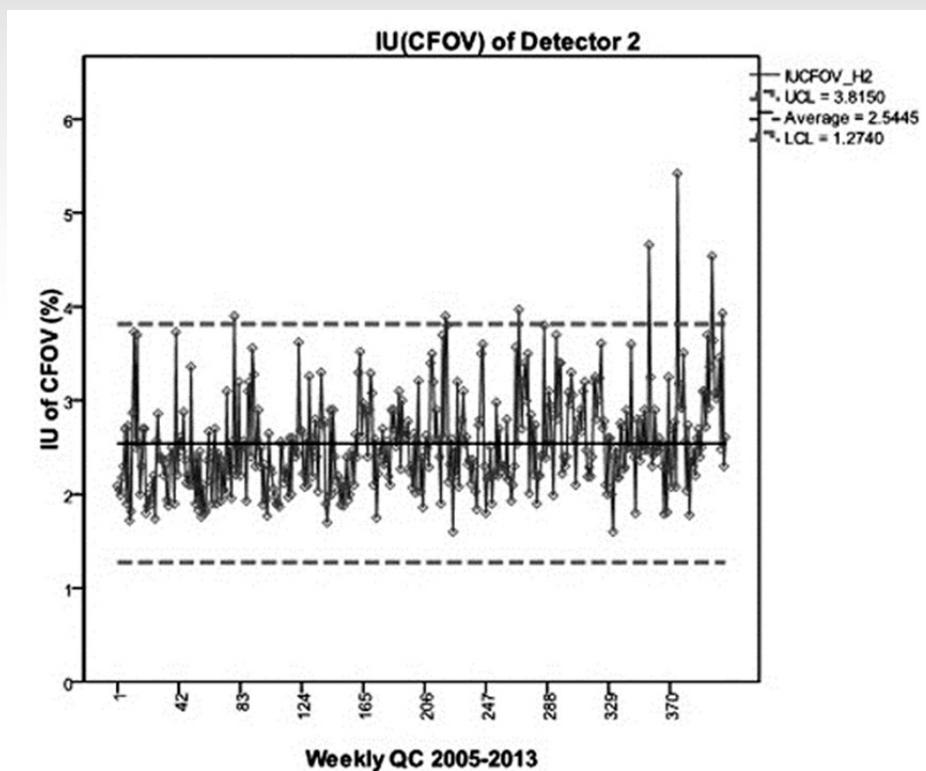
<sup>4</sup>D1 = Detector 1, <sup>5</sup>D2 = Detector 2, <sup>6</sup>IER = Intrinsic Energy Resolution, <sup>7</sup>PP = Peak Position

การศึกษาค่า Intrinsic Uniformity โดยแสดงผลในเทอมค่าเฉลี่ย  $\pm 3SD$  (ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.73%) พบว่าค่าเฉลี่ยของ Integral Uniformity แบบ CFOV สำหรับหัววัดที่ 1 มีค่า  $2.66 \pm 1.19\%$  แสดงในรูปที่ 4 โดยค่าที่ผิดปกติที่อยู่นอกขอบเขตการควบคุมนั้นเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 375 ซึ่งจากการทำการควบคุมคุณภาพประจำวันพบว่าการเกิด peak shift ของ  $^{57}\text{Co}$  จากค่ามาตรฐานที่ 122 keV เป็น 126 keV และภายในวันเดียวกันได้ทำ calibrate uniformity map ของเครื่องใหม่ ในขณะที่หัววัดที่ 2 พบว่าค่าของ Intrinsic Uniformity แบบ CFOV มีค่า  $2.54 \pm 1.27\%$  แสดงในรูปที่ 5 ค่าผิดปกติที่อยู่นอกขอบเขตการควบคุมที่เกิดขึ้นสัปดาห์ที่

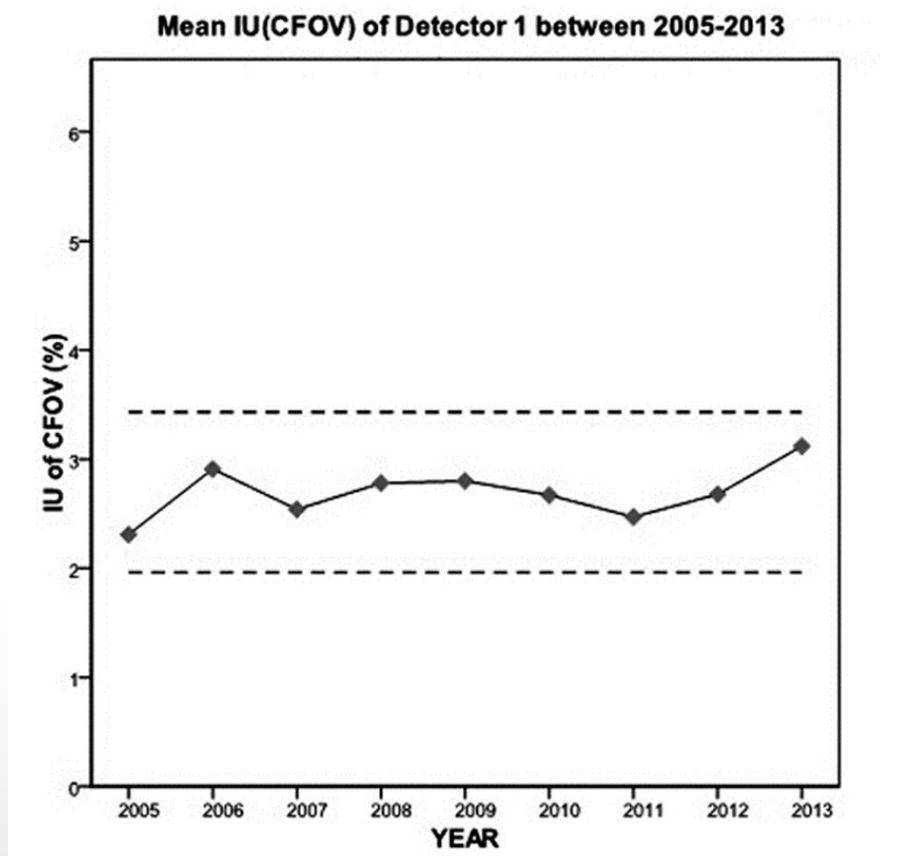
356 และ 397 ยังอยู่ภายใต้ค่ายอมรับมาตรฐานการใช้งาน  $\leq 5\%$  ยกเว้นค่าผิดปกติ  $> 5\%$  ที่เกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 375 นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ย Intrinsic Uniformity แบบ CFOV ในการทำการควบคุมคุณภาพประจำสัปดาห์ของแต่ละปีมีความแตกต่างกันในแต่ละหัววัดโดยหัววัดที่ 1 มีค่า  $3SD = 0.7344$  มีการกระจายตัวของข้อมูลมากกว่าหัววัดที่ 2 มีค่า  $3SD = 0.3093$  ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของหัววัดที่ 2 มีความเสถียรมากกว่าหัววัดที่ 1 ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องก็ตาม แต่อย่างไรก็ตามในค่าเฉลี่ย Intrinsic Uniformity แบบ CFOV ของทั้งสองหัววัดมีแนวโน้มสูงขึ้นไปในทิศทางเดียวกันแสดงในรูปที่ 6 และรูปที่ 7



**Figure 4** Determination of data variation of error and the cause of degraded image quality of Detector 1 by quality control chart analysis of weekly intrinsic uniformity (CFOV) values



**Figure 5** Determination of data variation of error and the cause of degraded image quality of Detector 1 by quality control chart analysis of weekly intrinsic uniformity (CFOV) values



**Figure 6** Quality control chart of mean weekly Intrinsic Uniformity (CFOV) values of Detector 1 per year

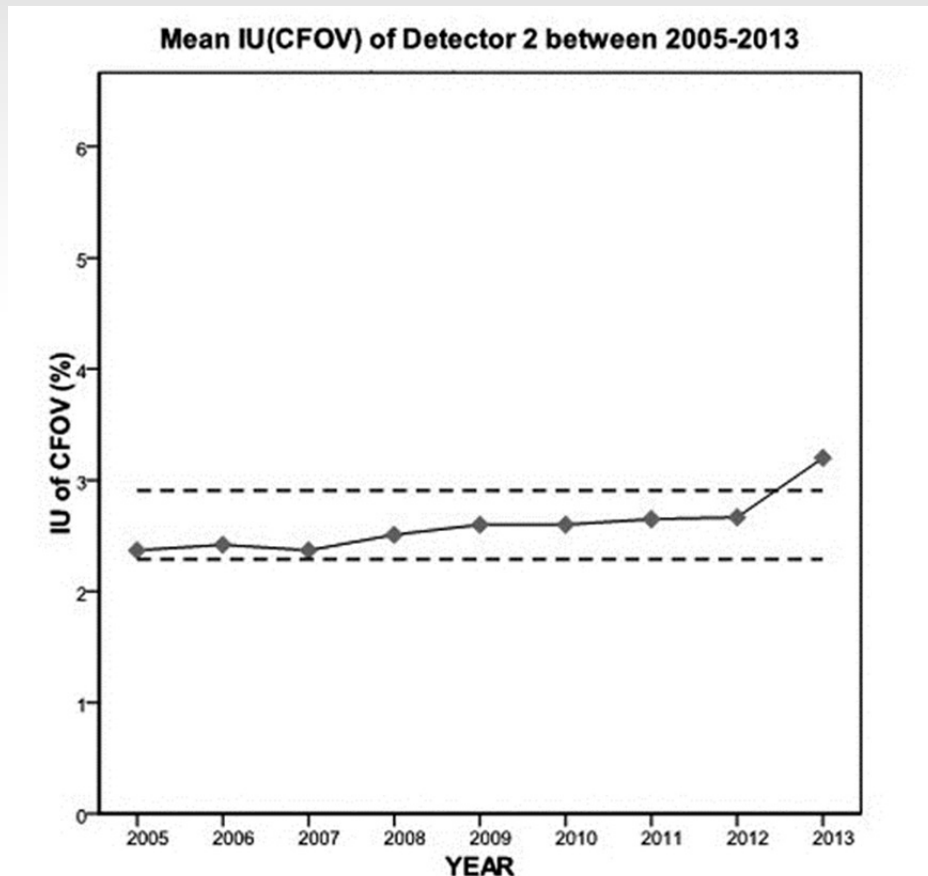


Figure 7 Quality control chart of mean weekly Intrinsic Uniformity (CFOV) values of Detector 2 per year

การศึกษาภาพถ่ายการทดสอบหัววัดที่ 1 จากข้อมูลในสไลด์ที่ค่า Intrinsic Uniformity แบบ CFOV สูงกว่าปกติสามารถมองเห็นความผิดปกติที่บริเวณขอบด้านขวามือของหัววัดรังสี แสดงในรูปที่ 8 ภายในพื้นที่วงกลมขวามือ ซึ่งตรงกับข้อมูลที่ได้วิเคราะห์พบว่าค่า Intrinsic Uniformity แบบ CFOV = 5.86% ซึ่งสูงกว่าค่าที่ยอมรับในการใช้เครื่องคือ

≤ 5.0% และทำการแก้ไขปรับแต่งหัววัดรังสีใหม่โดยวิศวกรบริษัทในวันที่ตรวจพบ หลังจากนั้นทำการทดสอบหัววัดที่มีปัญหาตามมาตรฐาน NEMA NU1-2001 ได้ค่า Intrinsic Uniformity แบบ CFOV = 1.83% ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ไม่พบส่วนผิดปกติใดๆ ในภาพ แสดงในรูปที่ 9 สามารถใช้เครื่องในการตรวจผู้ป่วยต่อไปได้ตามปกติ

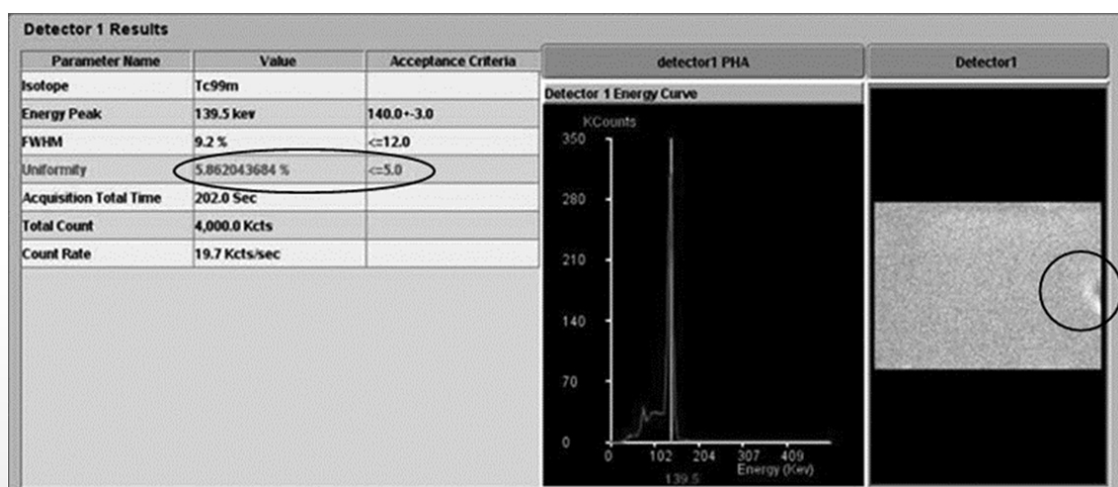
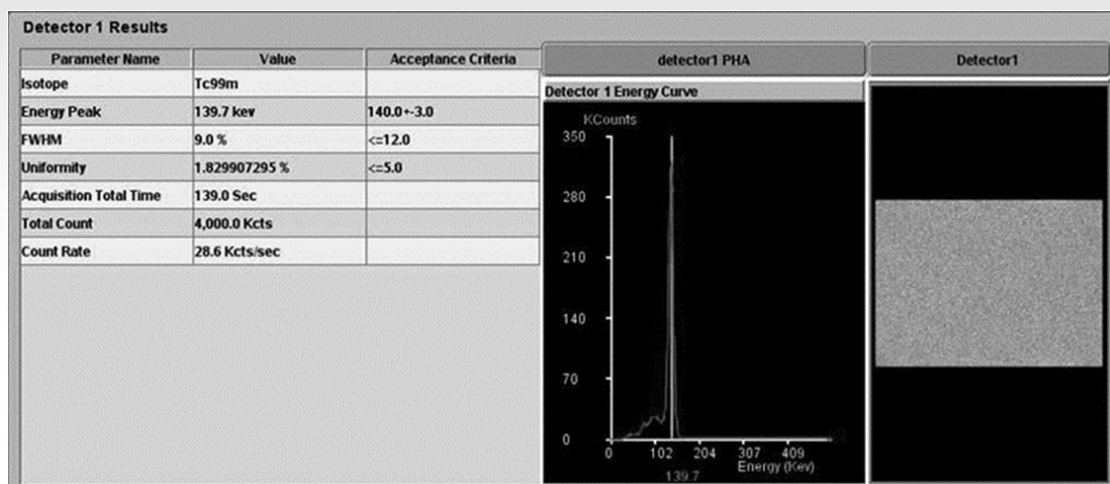


Figure 8 Data and abnormal uniformity image of the intrinsic uniformity (CFOV) test which unqualified with QC reference value

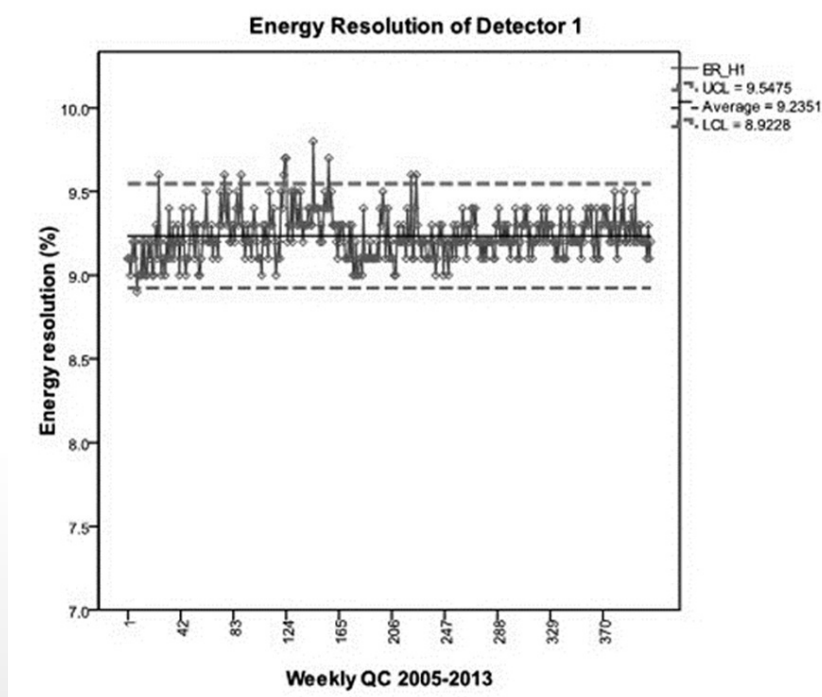


**Figure 9** Data and normal uniformity image of the intrinsic uniformity (CFOV) test which qualified with QC reference value

### 1.2 การศึกษาค่า Energy Resolution

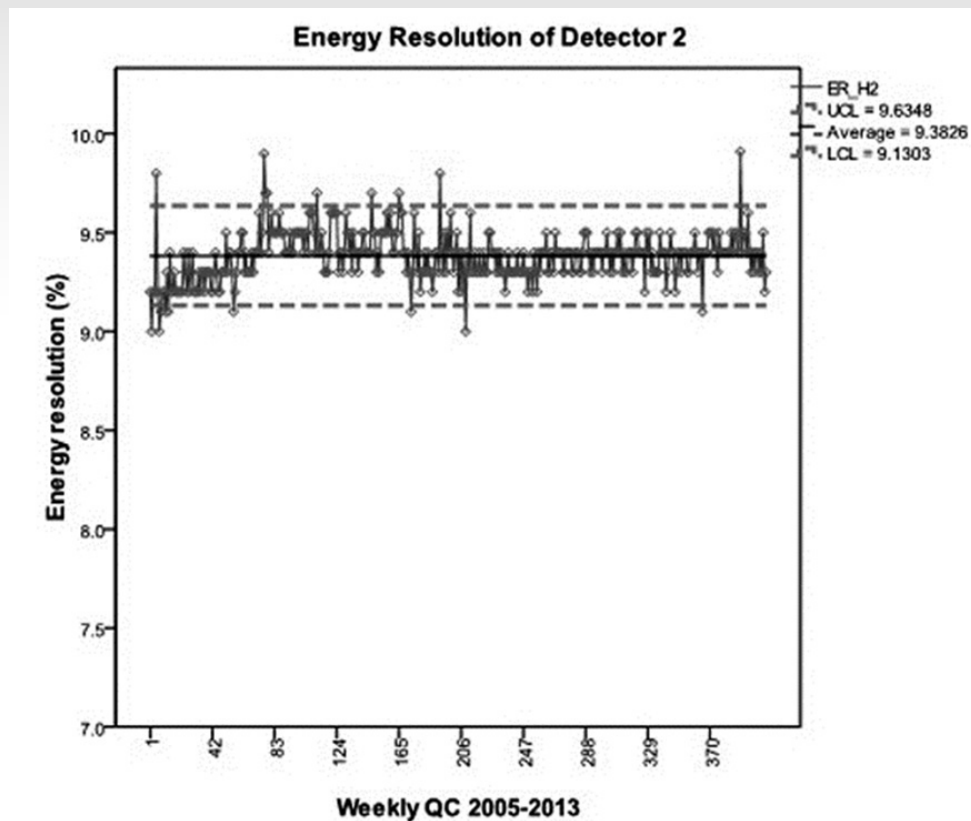
พบว่าค่าเฉลี่ย Energy Resolution ของหัววัดที่ 1 มีค่า  $9.23 \pm 0.32\%$  ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.73% แสดงในรูปที่ 10 โดยมีค่าที่สูงกว่าปกติจำนวนหนึ่งแต่อยู่ภายใต้ค่าข้อกำหนดทางเทคนิคของเครื่อง  $< 9.80\%$  ในขณะที่เกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ของเครื่องในการใช้งาน  $< 12\%$  ในขณะที่หัววัดที่ 2 มีค่า  $9.38 \pm 0.25\%$  แสดงในรูปที่ 11 โดยมีค่าที่สูงกว่าปกติจำนวน 8 ครั้งจากทั้งสิ้น 407 ครั้ง โดยมีการทดสอบในสัปดาห์ที่ 76 และสัปดาห์ที่ 390 เท่านั้น

ที่สูงมากกว่าค่าข้อกำหนดทางเทคนิคของเครื่อง แต่อย่างไรก็ดีค่าที่พบอยู่ภายใต้เกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ของเครื่องในการใช้งาน ในการศึกษาค่าแนวโน้มของค่าเฉลี่ยของค่า Energy Resolution พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลของหัววัดที่ 1 มีค่า  $3SD = 0.1299$  มีค่าน้อยกว่าของหัววัดที่ 2 ซึ่งมีค่า  $3SD = 0.1522$  แต่อย่างไรก็ตามในแต่ละปี ค่า Energy Resolution ของหัววัดทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดช่วงเวลาการใช้งานที่ผ่านมาแสดงในรูปที่ 12 และรูปที่ 13

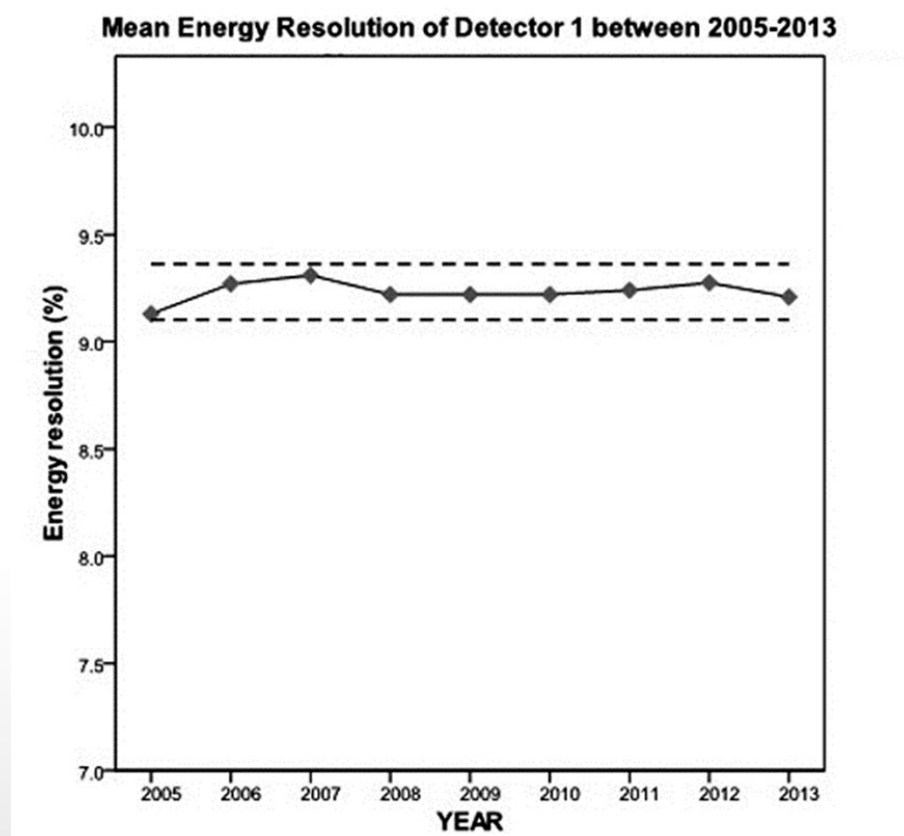


**Figure 10** Determination of data variation of error and the cause of degraded image quality of Detector 1 by quality control chart analysis of weekly Energy Resolution values

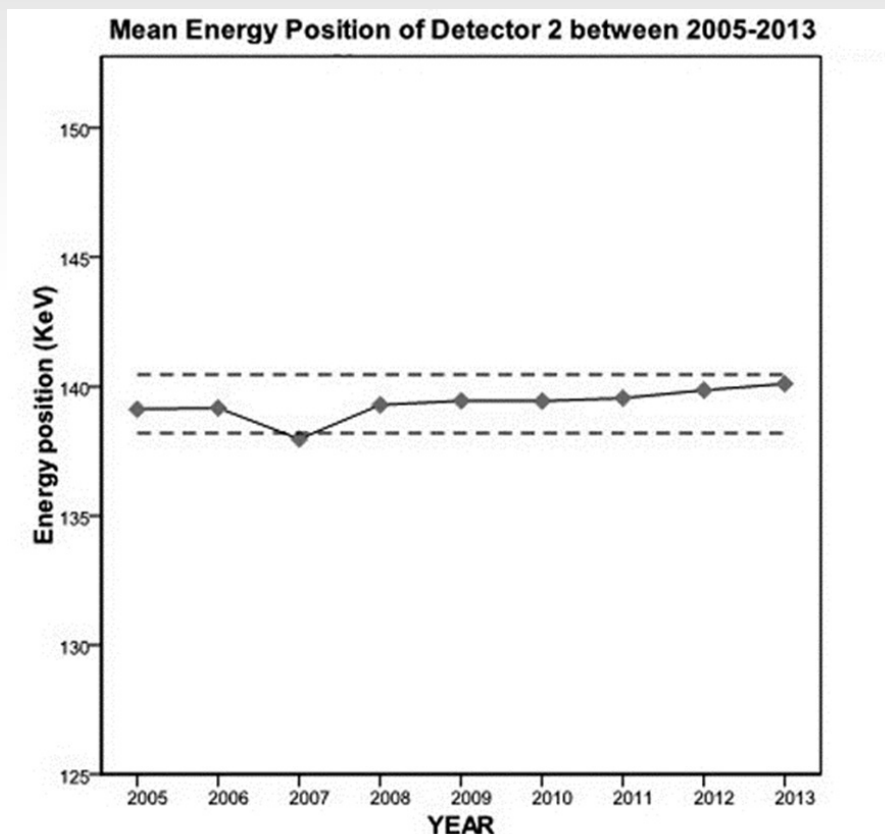




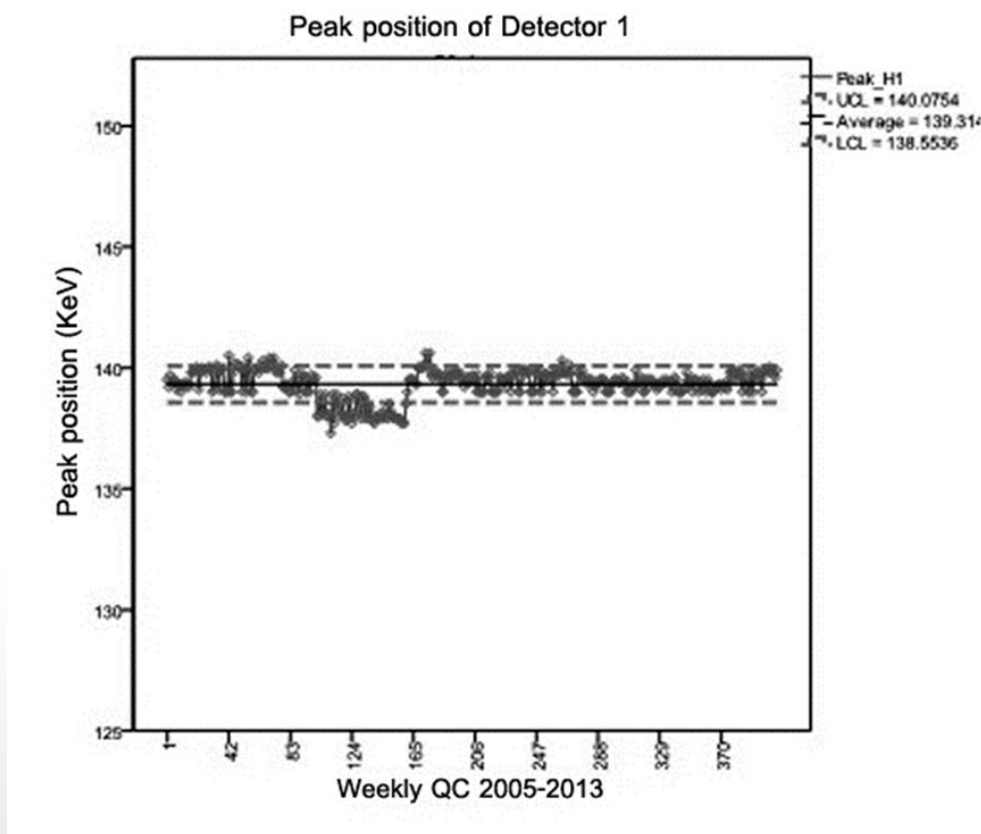
**Figure 11** Determination of data variation of error and the cause of degraded image quality of Detector 2 by quality control chart analysis of weekly Energy Resolution values



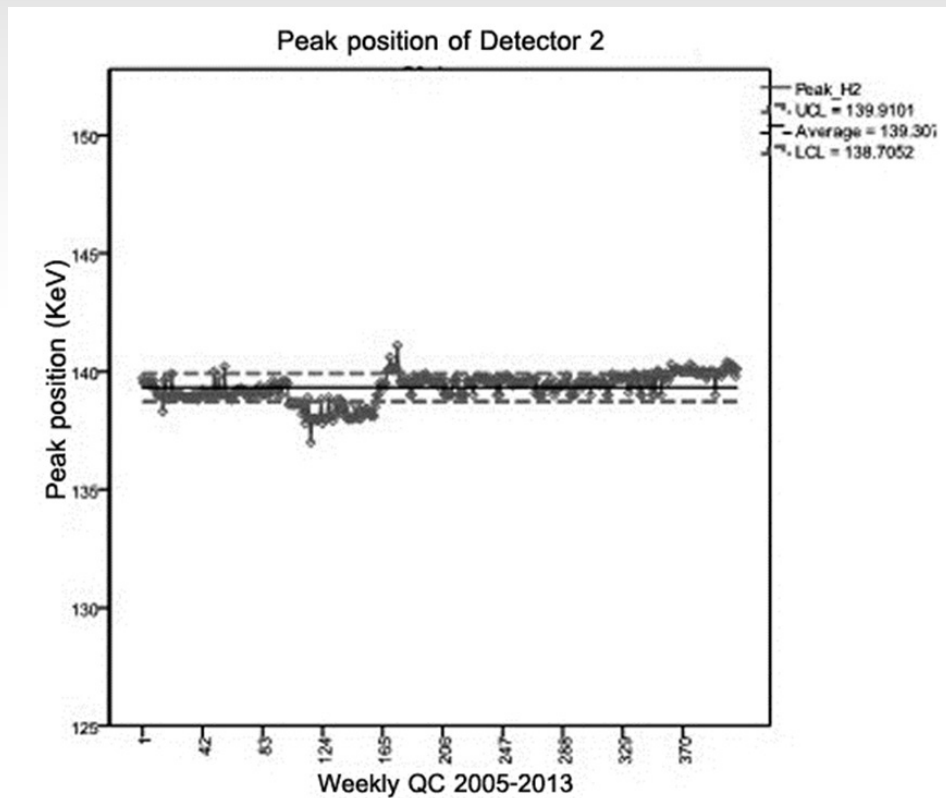
**Figure 12** Quality control chart analysis of mean weekly Energy Resolution values of Detector 1 per year



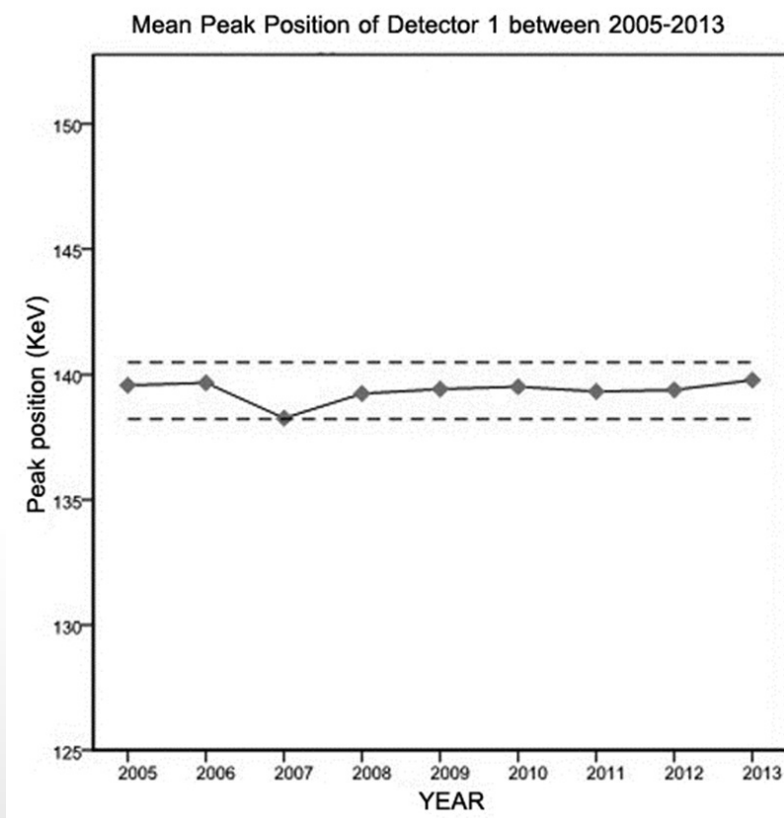
**Figure 13** Quality control chart analysis of mean weekly Energy Resolution values of Detector 2 per year



**Figure 14** Determination of data variation of error and the cause of degraded image quality of Detector 1 by quality control chart analysis of weekly Peak Position values



**Figure 15** Determination of data variation of error and the cause of degraded image quality of Detector 2 by quality control chart analysis of weekly Peak Position values



**Figure 16** Quality control chart analysis of mean Peak Position values of Detector 1 per year

### 1.3 การศึกษาค่า Peak Position

สำหรับหัววัดที่ 1 พบว่าค่าของระบบอยู่ที่  $139.31 \pm 0.76$  keV ในขณะที่หัววัดที่ 2 พบว่าค่าของระบบอยู่ที่  $139.30 \pm 0.61$  keV ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.73% แสดงในรูปที่ 14 และรูปที่ 15 โดยทุกค่าที่ได้จากหัววัดที่ 1 และหัววัดที่ 2 นั้นมีใกล้เคียงกับค่า Photo Peak ของ  $^{99m}\text{Tc} = 140$  keV และน้อยกว่า

$\pm 3$  keV นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยการควบคุมคุณภาพประจำสัปดาห์ของ Peak Position ของหัววัดทั้งสองในแต่ละปีนั้นมีการเปลี่ยนแปลงค่าอยู่ระหว่าง  $\pm 1\%$  เมื่อเทียบกับปีที่ติดตั้งและค่าเฉลี่ย Peak Position แต่ละปีของหัววัดที่ 2 มีค่า  $3\text{SD} = 1.1327$  สูงกว่าหัววัดที่ 1 ที่มีค่า  $3\text{SD} = 1.1316$  ในช่วงเวลาเดียวกันแสดงในรูปที่ 16 และรูปที่ 17

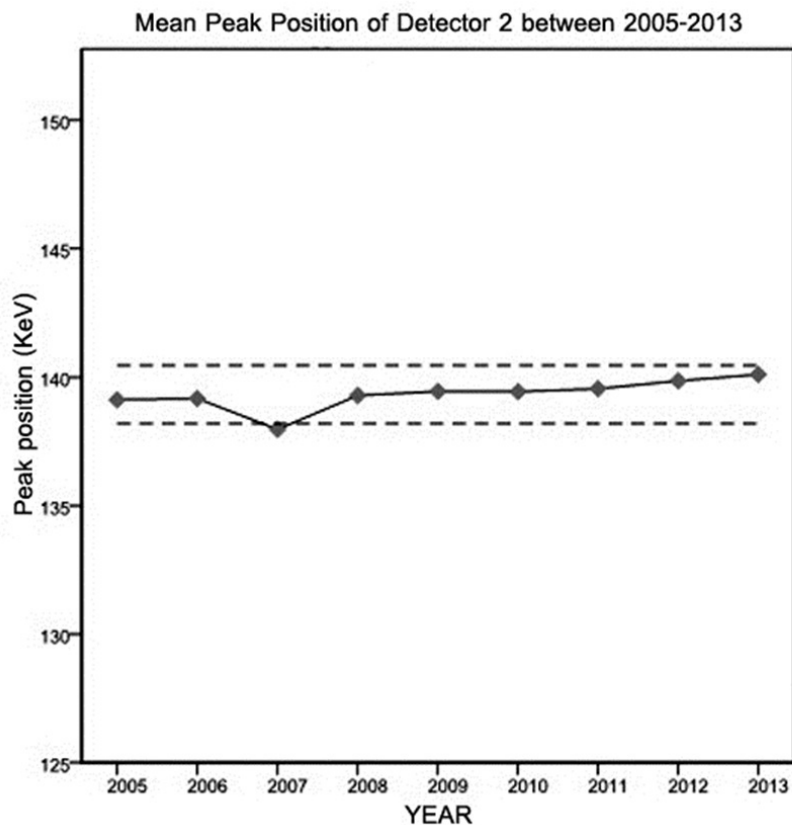


Figure 17 Quality control chart analysis of mean Peak Position values of Detector 2 per year

2. การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องจากเอกสารอ้างอิงของบริษัท (Reference Values) กับผลการทดสอบของนักวิจัย (Measured Values) ในปี พ.ศ. 2556 จำนวน 5 เงื่อนไขและ 14 ปัจจัยที่สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพเครื่องตามเกณฑ์มาตรฐาน NEMA NU1-2001<sup>12</sup> แสดงในตารางที่ 2

จากตารางการศึกษาข้อมูลทางเทคนิคโดยการทดสอบตามมาตรฐาน NEMA NU1-2001 ของเครื่องแกมมาคาเมราจำนวน 5 เงื่อนไข 14 ปัจจัย พบว่า เงื่อนไขที่ 1 ค่า Intrinsic Energy Resolution เป็นคุณสมบัติที่แสดงความสามารถของเครื่องในการแยกชนิดของพลังงานของรังสี พบว่าค่าที่ได้จากทั้งสองหัววัดมีค่า 9.1% และ 9.3% ตามลำดับ ซึ่งดีกว่าเกณฑ์ค่าอ้างอิงของเครื่องที่  $\leq 9.8\%$

เงื่อนไขที่ 2 ค่า Peak Position เป็นคุณสมบัติที่แสดงความสามารถของเครื่องในการบ่งบอกตำแหน่งของพลังงานรังสีที่ใช้ พบว่าค่าที่ได้จากการทำการทดสอบมีค่า 139.3 keV ทั้งสองหัววัดและอยู่ในช่วงเกณฑ์ค่าอ้างอิงมาตรฐานของเครื่อง  $140 \pm 3.0$  keV เงื่อนไขที่ 3 ค่า Intrinsic Spatial Resolution เป็นคุณสมบัติที่แสดงความสามารถของเครื่องในการแยกตำแหน่งสองตำแหน่งที่อยู่ใกล้กันมากที่สุด พบว่ามีค่าต่ำกว่าหรืออีกนัยหนึ่งค่าดีกว่าค่าอ้างอิงของเครื่องทั้ง 4 ปัจจัยสำหรับหัววัดที่ 1 และหัววัดที่ 2 เงื่อนไขที่ 4 ค่า Flood Field Uniformity เป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงความสามารถของเครื่องในการแสดงความสม่ำเสมอของหัววัดรังสีในการตรวจจับรังสี พบว่าทั้ง 4 ปัจจัย ของหัววัดที่ 1 และหัววัดที่ 2 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดในการใช้เครื่องและเงื่อนไขที่ 5 ค่า Intrinsic

Spatial Linearity เป็นคุณสมบัติที่แสดงความสามารถ (distortion) ของภาพ โดยตรวจวัดด้วย 4 ปัจจัยพบว่าหัววัดที่ 1 และหัววัดที่ 2 ทั้ง 4 ปัจจัยมีค่าที่ดีกว่าค่าอ้างอิงของเครื่อง

**Table 2** Comparison between the reference values and the measured values in March 2013

No	Specification	Parameter	Reference Values	Measured Values	
			D1 <sup>1</sup> , D2 <sup>2</sup>	D1 (n=1)	D2 (n=1)
1	Intrinsic Energy Resolution	%	≤9.8	9.1	9.3
2	Peak Position	keV	140±3.0	139.3	139.3
3	Intrinsic Spatial Resolution	CFOV: FWHM (mm)	≤4.50	4.15	4.13
		FWTM (mm)	≤8.50	7.88	7.86
		UFOV:FWHM (mm)	≤4.60	4.25	4.27
		FWTM (mm)	≤8.70	8.09	8.13
4	Flood Field Uniformity	CFOV: Differential (%)	≤2.10	1.85	1.82
		Integral (%)	≤3.00	2.53	2.50
		UFOV: Differential (%)	≤2.30	2.11	2.10
		Integral (%)	≤.60	2.95	2.92
5	Intrinsic Spatial Linearity	CFOV: Differential (mm)	≤0.10	0.03	0.03
		Absolute (mm)	≤0.40	0.15	0.17
		UFOV: Differential (mm)	≤0.10	0.04	0.06
		Absolute (mm)	≤0.40	0.27	0.32

<sup>1</sup>D1 =Detector 1 , <sup>2</sup>D2 = Detector 2

### สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาทบทวนวรรณกรรมพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า Intrinsic uniformity<sup>3</sup> ได้แก่ ความแรงของสารกัมมันตรังสีที่ใช้จำนวนของคานับวัดที่เก็บรวบรวมระยะห่างระหว่างสารกัมมันตรังสีหัววัดรังสี ปริมาตรของสารกัมมันตรังสีที่ใช้และขนาดของภาพที่บันทึกจากการวิเคราะห์ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้คือปัจจัยในเรื่องของความแรงรังสีและปริมาตรของสารกัมมันตรังสีที่ใช้ เนื่องจากปัจจัยทั้งสองขึ้นอยู่กับความชำนาญและเชี่ยวชาญของนักรังสีการแพทย์เป็นสำคัญ โดยไม่พบว่าถ้าความแรงของรังสีที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อค่า Integral Uniformity เป็นในรูปแบบเชิงเส้น

ค่า Energy Resolution สามารถหาได้จากการคำนวณค่าความกว้างของพีค (Full Width at Half Maximum:

FWHM) เทียบกับพลังงานของรังสีแกมมาของสารกัมมันตรังสีและค่า Spatial Resolution หาได้จากค่า FWHM เพียงอย่างเดียว โดยพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความกว้างของพีคประกอบด้วย สถิติของการเกิดประจุในหัววัดรังสี ความสมบูรณ์ของการรวบรวมประจุที่เกิดขึ้นและสัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบการวัดรังสี จากปัจจัยดังที่ได้กล่าวมาแล้วแต่เป็นสิ่งที่เกิดจากสมรรถภาพของเครื่องที่เปลี่ยนแปลงไป (Random errors)<sup>13,14</sup>

ดังนั้นจากการศึกษาข้อมูลการควบคุมคุณภาพเพื่อใช้ในการประเมินค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีของเครื่องแกมมาคาเมรา ที่มีอายุการใช้งานมาแล้ว 8 ปี และมีการซ่อมบำรุง การบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ดีตลอดเวลานั้น ถึงแม้จะพบว่าค่า Integral Uniformity ค่า Energy Resolution และค่า Peak Position ของทั้งสองหัววัดจากการทำการควบคุมคุณภาพประจำสัปดาห์มีการ

เปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นตลอดเวลา แต่ก็ยังคงมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ในการใช้เครื่องที่ระดับความเชื่อมั่น 99.73% นอกจากนี้ผลจากการทดสอบคุณภาพของเครื่องตามมาตรฐาน NEMA NU1-2001 เปรียบเทียบ 5 เดือนไข 14 ปัจจัย ระหว่างค่าจำเพาะอ้างอิงของ

บริษัทผู้ผลิต กับการควบคุมคุณภาพเครื่องแบบประจำวัน และประจำสัปดาห์ สามารถบ่งชี้ได้ว่าเครื่องแกมมาคามารามีประสิทธิภาพในการตรวจวินิจฉัยโรคด้วยการถ่ายภาพอย่างถูกต้อง

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ต้องขอขอบคุณคุณอดิสรณ์ ชโนศวรรย์ วิศวกรบริษัท ยีอี เมดิคอล ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือเพื่อทดสอบเครื่อง ขอขอบคุณ ศ.คลินิก นพ.สุธี ณ สงขลา ที่เป็นกำลังใจและแนะนำการทำวิจัยอย่างต่อเนื่อง ขอขอบคุณ รศ. มลลิต์ ตันทวิรุพห์ ในการตรวจแก้บทความภาษาอังกฤษและขอขอบคุณสาขาวิชาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

### เอกสารอ้างอิง

1. O'Connor MK. Quality Control of Scintillation Cameras (Planar and SPECT). Mayo Clinic, Rochester, MN, published on the website of the American Association of Physicists in Medicine.
2. IAEA Quality Control Atlas for Scintillation Gamma Systems Vienna: International Atomic Energy Agency. (2003).
3. Elkamhawy AA, Rothenbach JR, Damaraju S, Badruddin SM. Intrinsic uniformity and relative sensitivity quality control tests for single-head gamma cameras. J Nucl Med Technol. 2000; 28(4): 252-6.
4. Murphy PH. Acceptance testing and quality control of gamma cameras, including SPECT. Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine. 1987; 28(7): 1221-7.
5. Zanzonico P. Routine quality control of clinical nuclear medicine instrumentation: a brief review. Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine. 2008; 49(7): 1114-31.
6. National Electrical Manufacturers Association (NEMA). Performance Measurements of Scintillation Cameras; NEMA Standards Publication NU 1-2001.2001.
7. IAEA TECDOC-602. Quality Control of Nuclear Medicine Instruments.1991.
8. Ejeh JEA, Kayode S. The Impact of Daily Flood Uniformity Test on Quality of Images: A Case Report. Journal of Nuclear Medicine & Radiation Therapy. 2012; 3 (3): 1.
9. Busemann Sokole E, Plachinska A, Britten A, et al. Routine quality control recommendations for nuclear medicine instrumentation. European journal of nuclear medicine and molecular imaging. 2010; 37(3): 662-71.
10. Ejeh JE, Adedapo KS, Akinlade BI, Osifo BO. Gamma camera intrinsic uniformity in an unstable power supply environment. Hellenic journal of nuclear medicine. 2011; 14(2): 146-8.

11. Product Data - Millennium VG Variable-Geometry Dual Detector Gamma Camera 2/2003 H3000YA VG3 -  $\frac{3}{8}$ " Crystal Acquisition System H3000YB VG5- $\frac{5}{8}$ " Crystal Acquisition System. GE Medical System. Release 6.4 (2003)
12. Society of Nuclear Medicine performance and responsibility guidelines for NMT: revision 2003. Society of Nuclear Medicine Procedure Guidelines Manual. (Accessed March 15, 2007.) Available at: [http://interactive.snm.org/docs/pg\\_ch16\\_0803.pdf](http://interactive.snm.org/docs/pg_ch16_0803.pdf).
13. Knoll GF. Radiation detection and measurement New York John Wiley & Sons 1979.
14. Baechler S, Bochud, F., Verdun, F.R., et al. Feasibility of the gamma camera acceptance testing procedure introduced by the Swiss Federal Office of public health. Second European IRPA congress on radiation protection - Radiation protection: from knowledge to action, France. 2005.

## Effects of underwater lumbar traction with aquatic exercises for chronic low back pain clients

Supitchapong Tanakietpinyo<sup>1\*</sup> Prapas Pothongsunun<sup>2</sup> Samatchai Chamnongkich<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Movement and Exercise Sciences, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

<sup>2</sup> Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

\* Corresponding author (Email: pedpt2522@hotmail.com)

### Abstract

**Objective:** The purposes of this study were to evaluate the effects of underwater lumbar traction combining aquatic exercises (TRAC+EXE) and to compare with steady floating combining aquatic exercises in chronic low back pain clients (CLBP).

**Materials and Methods:** Sample group was forty volunteers with CLBP at least 3 months. All volunteers participated a daily 60 minute aquatic program for 2 weeks, 5 days a week (total 10 sessions). Measurement parameters were pain scale, pressure pain threshold (PPT), lower back active range of motion (AROM), flexibility, agility, and Thai-version Oswestry low back disability questionnaire that were tested at pre and post study.

**Results:** The results showed that TRAC+EXE group with compatible calculated force for each person had lower pain scale and increased in PPT, AROM, flexibility, and agility. Moreover, lower Oswestry low back disability scores was seen effectively with the significant level of 0.05.

**Conclusion:** 20 minute underwater lumbar traction combining 40 minute aquatic exercises could be an effectively alternative approach in physical therapy for the chronic low back pain clients.

**Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2013; 46(3): 232-249**

**Keywords:** chronic low back pain, lumbar traction, aging, aquatic exercise, underwater traction



## ผลของการดื่งกระดุกสันหลังส่วนเอวได้น้ำร่วมกับการออกกำลังกาย ในน้ำสำหรับผู้ที่มีการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง

สุพิชพงษ์ ธนาเกียรติภิญโญ<sup>1</sup> ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์<sup>2</sup> สมรรถชัย จำนงค์กิจ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวและการออกกำลังกาย คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<sup>2</sup> ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: pedpt2522@hotmail.com)

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการดื่งกระดุกสันหลังส่วนเอวได้น้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำเปรียบเทียบกับกลดยตัวในน้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง วัตถุประสงค์และวิธีการ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังนานกว่า 3 เดือน เข้าร่วมโปรแกรมในน้ำ 60 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ รวม 10 ครั้ง ประเมินผลตัวแปรด้านระดับความปวด ความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด ช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง ความยืดหยุ่น ความคล่องและคะแนนความบกพร่องจากการปวดหลังจากแบบสอบถามออสเวสทีริชฉบับภาษาไทย เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่มก่อนและหลังการศึกษา ผลการศึกษา พบว่าการรักษาด้วยการดื่งกระดุกสันหลังส่วนเอวได้น้ำที่มีการคำนวณน้ำหนักที่เหมาะสมกับการดื่งถ่วงร่างกายเพื่อการรักษา ร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำอุ่นสามารถลดอาการปวด เพิ่มระดับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง เพิ่มความยืดหยุ่น เพิ่มความคล่อง นอกจากนั้นยังลดคะแนนความบกพร่องจากการปวดหลังของแบบสอบถามออสเวสทีริชฉบับภาษาไทยในอาสาสมัครที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$  สรุปผลการศึกษา การดื่งกระดุกสันหลังส่วนเอวได้น้ำ 20 นาที ร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำ 40 นาที เป็นทางเลือกอีกรูปแบบหนึ่งของกายภาพบำบัดสำหรับผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง **วารสารเทคนิคการแพทย์ เชียงใหม่ 2556; 46(3): 232-249**

**คำห้ส:** ปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง การดื่งกระดุกสันหลังส่วนเอว ผู้สูงอายุ การออกกำลังกายในน้ำ การดื่งกระดุกสันหลังได้น้ำ

## บทนำ

อาการปวดหลังส่วนล่าง (low back pain; LBP) เป็นปัญหาด้านสุขภาพที่พบได้บ่อยในเวชปฏิบัติที่แม้จะไม่ทำให้เสียชีวิต แต่ก็เป็สาเหตุที่ทำให้เกิดการหยุดงานซึ่งส่งผลกระทบต่ออย่างมากต่อสภาพสังคมและเศรษฐกิจ<sup>1</sup> จากการศึกษาด้านระบาดวิทยาพบว่า ร้อยละ 70 ของประชากรทั่วไปเคยมีอาการปวดหลังส่วนล่างเกิดขึ้นอย่างน้อยหนึ่งครั้งในชีวิต<sup>2</sup> สำหรับในประเทศไทย มีการศึกษาเกี่ยวกับรายงานอุบัติการณ์ของอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังในภาพรวมของประเทศน้อย โดยพบรายงานการศึกษากว่สุขภาพในผู้สูงอายุและในผู้ป่วยที่มาใช้บริการในโรงพยาบาล โดยมีอุบัติการณ์ของการเกิดอาการปวดหลังเรื้อรังที่ร้อยละ 55 ถึงแม้การพยากรณ์โรคส่วนใหญ่ในผู้มีอาการปวดหลังส่วนล่างจะอยู่ในเกณฑ์ดีและอาการจะดีขึ้นภายใน 2 สัปดาห์ แต่จะพบว่าอาการปวดหลังมักจะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ได้อีก<sup>1-3</sup> ดังนั้นเทคนิควิธีการรักษาอาการปวดหลังส่วนล่างอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง

วิธีการรักษาทางกายภาพบำบัดเป็นหนึ่งในวิธีการรักษาที่เป็นที่ยอมรับและได้รับความนิยมในปัจจุบัน ซึ่งการรักษาด้วยวิธีการดึง (spinal traction) นั้น เป็นการรักษาอาการปวดหลังรูปแบบหนึ่งที่นักกายภาพบำบัดส่วนมากกระทำเพื่อรักษาผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง<sup>4-6</sup> โดยการรักษาด้วยการดึงสามารถประยุกต์ได้หลากหลายรูปแบบ แต่ยังมีรูปแบบการรักษาด้วยการดึงที่ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย เช่น การดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำ (underwater traction) ซึ่งเป็นการประยุกต์การให้แรงดึงโดยการให้ผู้ป่วยท้าวแขนบนที่จับในขณะที่ร่างกายของผู้ป่วยลอยอยู่ใต้น้ำ เนื่องจากการที่น้ำมีคุณสมบัติในการเป็นตัวกลางที่เหมาะสมสำหรับการออกกำลังกายและฟื้นฟูสภาพร่างกาย<sup>7-9</sup> โดยคุณสมบัติของน้ำที่สำคัญประกอบด้วยแรงดันได้น้ำ (hydrostatic pressure) และแรงลอยตัว (buoyancy) โดยแรงดันได้น้ำซึ่งเป็นแรงดันที่มีต่อพื้นผิวของร่างกายที่มีเท่ากันทุกทิศทาง ที่จะช่วยประคองข้อต่อและกล้ามเนื้อไว้ตลอดเวลาและด้านการเคลื่อนไหวของร่างกายในทุกทิศทางทำให้สามารถบริหารกล้ามเนื้อในร่างกายซึ่งมีจำนวนมากได้อย่างทั่วถึง ส่วนแรงลอยตัวซึ่งเป็นแรงที่ทำให้ร่างกายลอยอยู่ในน้ำจะช่วยให้ลดแรงเครียดที่กระทำต่อข้อต่อ กล้ามเนื้อหรือส่วนต่างๆ ของร่างกายที่อยู่ใต้น้ำ ทำให้เกิดแรงกระทำต่อข้อต่อต่างๆ น้อยลง กล้ามเนื้อมีความผ่อนคลายอย่างเต็มที่<sup>10</sup> ซึ่งทำให้แรงดึงที่ใช้ในการรักษาผู้ป่วยด้วยการดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำสามารถส่งแรงกระทำต่อโครงสร้างที่มีปัญหาได้ดีกว่าการให้แรงดึงเพื่อการรักษาที่ใช้ในทางคลินิกโดยทั่วไป ที่จะมีการสูญเสีย

แรงดึงจากการหดตัวของกล้ามเนื้อและแรงเสียดทานจากเตียงที่ใช้ในการรักษา<sup>11</sup> โดยการศึกษาทางคลินิกของการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำของ Konrad และคณะ<sup>7</sup> ในปี ค.ศ. 1992 พบว่าการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำสามารถส่งผลต่อการลดระดับความปวด ลดปริมาณการใช้ยาลดปวด และเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังในอาสาสมัครได้แต่เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำกับการรักษาในน้ำรูปแบบอื่นปรากฏว่าไม่ได้มีความแตกต่างกันถึงผลที่ได้ต่อการลดปวดในผู้ที่มีอาการปวดหลัง ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับการศึกษาของ Oláh และคณะ<sup>8</sup> ในปี ค.ศ. 2008 ที่ทำการศึกษาถึงผลของการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำ โดยพบว่าการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำสามารถลดอาการปวดและเพิ่มระดับคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยได้ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังเป็นเพียงการศึกษานำร่องเท่านั้น นอกจากนี้รูปแบบการดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำที่นำมาใช้นั้น เป็นวิธีการที่มีความซับซ้อนใช้เครื่องมือและอุปกรณ์จำนวนมากทำให้ยากต่อการนำไปประยุกต์ใช้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนารูปแบบการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำขึ้นมาใหม่ที่มีความเป็นไปได้ต่อการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการรักษาผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังในทางคลินิก โดยมีการออกแบบท่าทางการดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำโดยใช้การลอยตัวในห่วงยางและใช้เข็มขัดที่มีการใส่น้ำหนักเพื่อดึงกระดูกสันหลังใต้น้ำในแนวดิ่ง โดยมีแนวคิดที่ว่าหากร่างกายสามารถลอยตัวนิ่งในแนวดิ่งใต้น้ำได้เมื่อให้แรงกระทำจากภายนอกเข้าไปดึงกระดูกสันหลังในขณะที่ลอยตัวอยู่ใต้น้ำ น่าจะให้ผลทางการรักษาเช่นเดียวกับการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังที่ใช้โดยทั่วไป แทนการศึกษาเดิมที่ต้องมีการใช้อุปกรณ์แขวนพวงร่างกายที่บริเวณลำคอ ร่วมกับอุปกรณ์แขวนพวงที่รักแร้ทั้งสองข้างซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนในการใช้งาน การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวใต้น้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำเปรียบเทียบกับ การลอยตัวในน้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง

## วัสดุและวิธีการ

### อาสาสมัคร

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประกาศรับสมัครผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังที่มารับการรักษา ณ คลินิกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชญาณสังวร

เพื่อผู้สูงอายุ จังหวัดชลบุรี กรมการแพทย์ หรือผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังในชุมชนบริเวณใกล้เคียงโรงพยาบาลที่มีความสนใจเข้าร่วมโครงการ จำนวนทั้งหมด 40 คน ซึ่งคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ระดับ Power ร้อยละ 80 ซึ่งผลจากการคำนวณพบว่าจำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 40 ราย นั้นเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล โดยการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างนั้นจะใช้ผลจากการศึกษาที่พบของ Oláh และคณะ มาใช้แทนค่าในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป G-power โดยการทดสอบค่าที (t-test) ซึ่งจะทำให้ได้ค่า effect size ขนาดปานกลาง สำหรับนำมาใช้ในการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ในการศึกษานี้ผู้ที่ได้รับคัดเลือกเข้าร่วมการศึกษาจะต้องผ่านเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้ 1) มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังมานานมากกว่า 3 เดือน 2) มีอาการปวดหลังส่วนล่างร่วมกับมีหรือไม่มีอาการปวดร้าวไปที่ขา และมีหรือไม่มีอาการชาหรือความผิดปกติในด้านการรับรู้ความรู้สึก 3) ไม่มีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อส่วนใดของร่างกาย 4) มีความรุนแรงของอาการปวดในระดับต่ำถึงปานกลาง (ระดับความปวดที่ 20 ถึง 70 คะแนนจากมาตรวัดอาการปวดแบบ 100 คะแนน) 5) เป็นผู้ที่ไม่เคยได้รับการรักษาด้วยการออกกำลังกายในน้ำมาก่อนเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 6 เดือนก่อนทำการศึกษา และ 6) เป็นผู้ที่ไม่เคยได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดหรือการรักษาด้วยแพทย์ทางเลือกมาก่อนเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 6 สัปดาห์ก่อนทำการศึกษา ส่วนเกณฑ์การคัดออกมีดังนี้ 1) มีภาวะไข้ 2) มีกำหนดการผ่าตัดใน 3 เดือน 3) อยู่ในช่วงตั้งครรภ์หรือเพิ่งผ่านการคลอดบุตร 4) มีความผิดปกติของระบบไหลเวียนที่รยางค์ หรือมีอาการแสดงของโรคหัวใจและหลอดเลือดหรือระบบหายใจอย่างรุนแรง 5) มีภาวะการบาดเจ็บบริเวณกระดูกสันหลังหรือมีประวัติได้รับการผ่าตัดที่บริเวณกระดูกสันหลัง 6) มีภาวะความผิดปกติของกระดูกสันหลังเช่น มีภาวะอักเสบ ติดเชื้อ หรือ ภาวะกระดูกพรุนอย่างรุนแรง 7) มีอาการแสดงของภาวะทางจิต โดยมีเกณฑ์การให้ยุติการเข้าร่วมการศึกษา

ดังนี้ 1) อาสาสมัครมีเวลาเข้าร่วมตามโปรแกรมการรักษาได้ไม่ถึงร้อยละ 80 2) อาสาสมัครมีอาการปวดรุนแรงในระหว่างได้รับการรักษา 3) อาสาสมัครสามารถถอนตัวจากการศึกษา ด้วยความสมัครใจได้ทุกเวลา

### วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษานี้ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราช ญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ จ.ชลบุรี กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

### วัสดุที่ใช้ศึกษา

1. เครื่องมือวัดระดับความปวดโดยใช้มาตรวัดอาการปวด แบบ 100 คะแนน
2. เครื่องมือวัดระดับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (pressure algometer) สำหรับวัดระดับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (pressure pain thresholds: PPT) เครื่องหมายการค้า Commander Algometer® J-Tech Medical ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวกดเท่ากับ 1.0 เซนติเมตร หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm<sup>2</sup>) จากนั้นแปลงหน่วยเป็น กิโลปาสคาล ด้วยการนำค่าที่วัดได้คูณกับ 98.0665
3. นาฬิกาจับเวลา เครื่องหมายการค้า Casio ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น
4. สายวัด หน่วยเป็นเซนติเมตร
5. อุปกรณ์ทดสอบความยืดหยุ่นด้วย sit and reach test หน่วยเป็นเซนติเมตร
6. เทปขาว สำหรับจัดทำเป็นผังรูปหกเหลี่ยม
7. แบบสอบถามความบกพร่องจากการปวดหลังของออสเตรเลียฉบับภาษาไทย
8. ห่วงยางหรืออุปกรณ์ฟุ้งตัวในสระน้ำ
9. สายรัดเอวสำหรับใส่น้ำหนักถ่วง พร้อมตุ้มน้ำหนัก ดังรูปที่ 1



Figure 1 Traction suit and accessories

### ขั้นตอนการศึกษา

เมื่อผ่านการคัดกรองตามเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออกแล้วอาสาสมัครจะได้รับการสอบถามข้อมูลพื้นฐาน ลงลายมือชื่อในเอกสารแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย ได้รับการซักประวัติและตรวจร่างกายโดยแพทย์ก่อนที่จะเข้าร่วมการศึกษา ดังรูปที่ 2 โดยเมื่อเข้าร่วมการศึกษา อาสาสมัครทุกคนได้รับการบันทึกข้อมูลและทำการทดสอบค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วย

1. การประเมินระดับความปวด โดยการอุปมาให้เส้นตรงขนาด 100 มิลลิเมตร ในแนวราบ เป็นตัวแทนอาการปวดของอาสาสมัคร อาสาสมัครจะประมาณความรู้สึกของตนโดยขีดเครื่องหมายตัดกับเส้นตรงตำแหน่งที่คิดว่าเป็นความปวดของตน

2. การประเมินระดับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด โดยทำบนกลุ่มกล้ามเนื้อ Erector Spinae โดยมีระยะห่างวัดจากแนวกึ่งกลางของกระดูกสันหลังระดับเอวขึ้นที่ 3 ออกมาทางด้านข้างในแนวระนาบเป็นระยะทาง 5 เซนติเมตร ผู้ประเมินจะทำการวัดความไวต่อความรู้สึกเจ็บปวดโดยแรงกด 3 ครั้ง โดยเว้นระยะห่างในการวัดแต่ละครั้ง 30 วินาที กดอุปกรณ์ด้วยความเร็วคงที่ประมาณ 1 กิโลกรัมต่อวินาที โดยผู้ประเมินจะบอกอาสาสมัครว่า “กรุณาบอกทันทีเมื่อรู้สึกเจ็บปวด โดยการพูดว่า “เจ็บ” แล้วผม/ดิฉันจะหยุดกด

### ทันที

3. ประเมินช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแบบทำเอง โดยให้อาสาสมัครอยู่ในท่ายืนตรง เท้าทั้งสองข้างห่างกันประมาณความกว้างของสะโพกของอาสาสมัคร มือทั้งสองข้างปล่อยในท่าแนบลำตัว จากนั้นให้อาสาสมัครเคลื่อนไหวไปในทิศทางที่ทดสอบ ผู้ประเมินจะสังเกตไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติเกิดขึ้น วัดระยะทางจากปลายนิ้วกลางถึงพื้นในแนวดิ่ง

4. การประเมินความยืดหยุ่น ด้วย sit and reach test โดยนั่งบนพื้น เขยียดขาตรง สอดเท้าเข้าใต้ไม้วัด โดยเท้าทั้งสองตั้งฉากกับพื้นและชิดกัน ฝ่าเท้าจรดแนบกับที่ยันเท้า เขยียดแขนตรงขนานกับพื้น ค่อยๆ ก้มตัวไปข้างหน้าให้มืออยู่บนไม้วัด จนไม่สามารถก้มต่อไปได้

5. การประเมินความคล่อง โดยใช้แบบทดสอบความคล่องแคล่วรูปหกเหลี่ยม โดยประเมินจากการก้าวเท้าชิดผ่านเข้า-ออก ด้านในและนอกเส้น ให้ครบทั้ง 6 ด้าน โดยเริ่มจากทิศทางตามเข็มนาฬิกาจนครบทุกด้านและทวนเข็มนาฬิกาทันที ทำการทดสอบ 2 ครั้ง และเลือกเวลาที่ผู้ทดสอบทำได้เร็วที่สุด

6. คะแนนจากแบบสอบถามความบกพร่องจากการปวดหลังของออสเตรเลียฉบับภาษาไทย

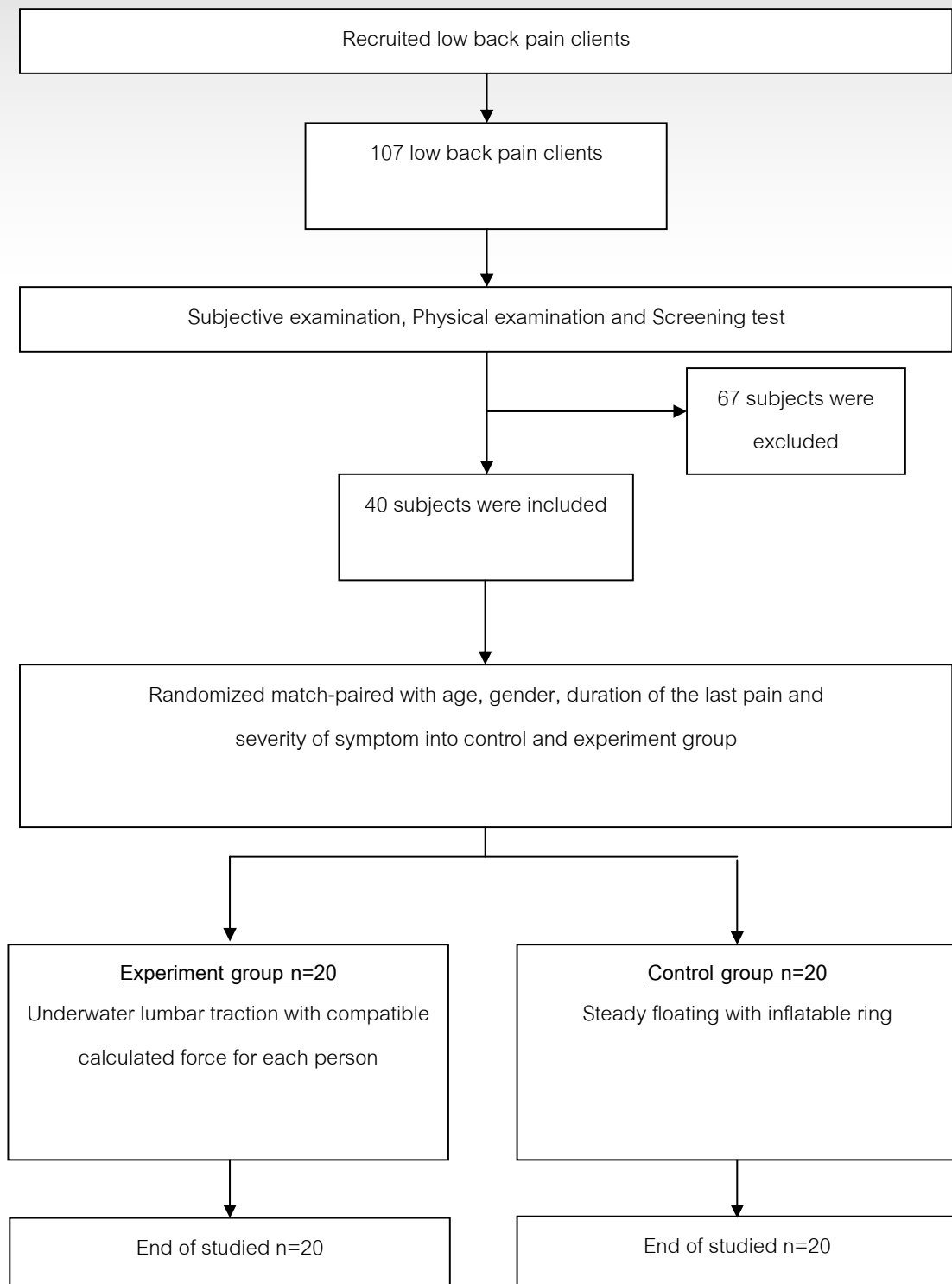


Figure 2 Procedures of the study

สำหรับการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวได้น้ำจะมีการคำนวณน้ำหนักดึงที่เหมาะสมสำหรับอาสาสมัครแต่ละราย โดยใช้น้ำหนักคงเหลือของร่างกายได้น้ำที่ร้อยละ 30-40 มาใช้คำนวณหาน้ำหนักในการถ่วงร่างกาย<sup>4-6,9-10,13</sup> อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มได้รับโปรแกรมในน้ำเป็นระยะเวลา 60 นาทีต่อครั้ง 5 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ โดยที่อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มได้รับโปรแกรม

การออกกำลังกายในน้ำรูปแบบเดียวกัน ในสระว่ายน้ำที่มีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ระดับ 33-34 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการศึกษา อาสาสมัครได้ทำการทดสอบตัวแปรต่างๆ ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นอีกครั้ง และในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 ของการศึกษา ตลอดระยะเวลาของการศึกษาอาสาสมัครจะได้รับการติดตามผลการศึกษาทางโทรศัพท์ โดยทำการสอบถามเฉพาะ ระดับความปวด และคะแนนจาก

แบบสอบถามความบกพร่องจากการปวดหลังของออสเวลที่รีฉบับภาษาไทย การทดสอบตัวแปรในการศึกษานี้ทำโดยนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ในการทำงานมาเป็นระยะเวลา 12 ปี และดำเนินการด้วยการปิดพรางผู้ประเมิน โดยจะไม่ทราบว่าคุณสาสมัครอยู่กลุ่มการทดลองใด

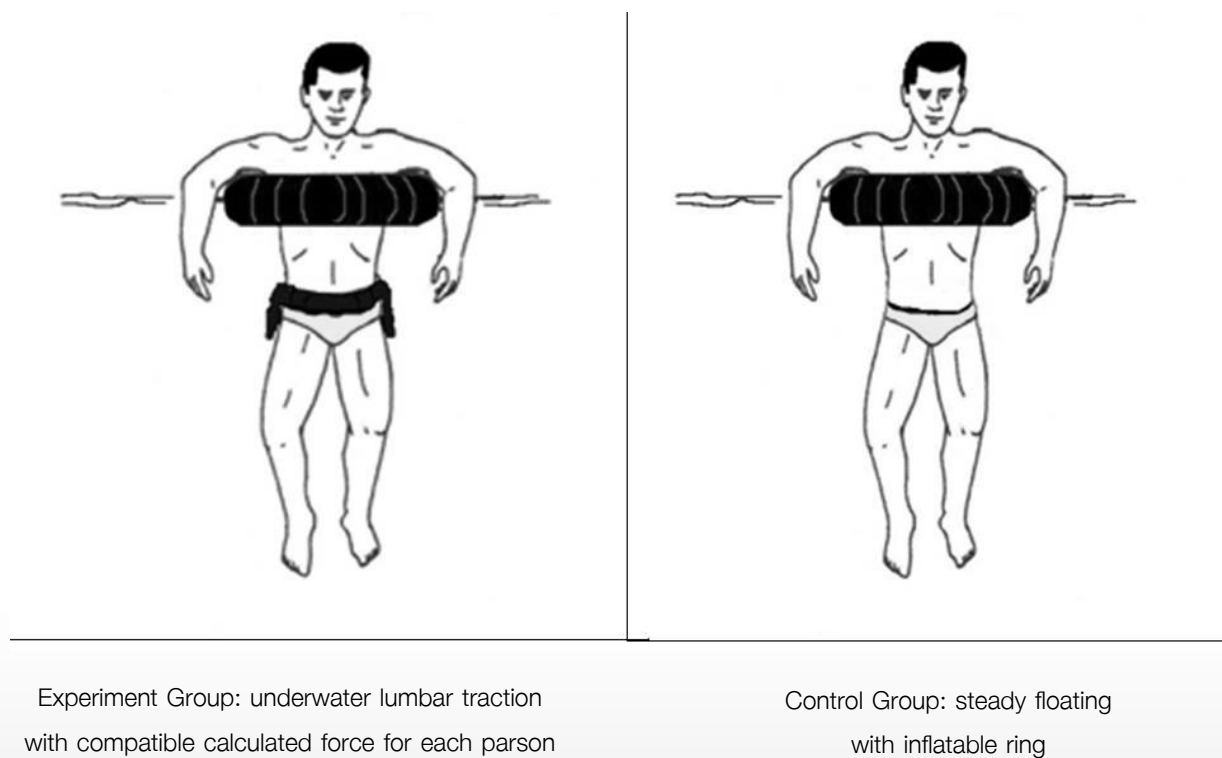
### การทดสอบหาความเชื่อมั่นภายในตัวผู้ประเมิน

ก่อนเก็บข้อมูลการศึกษาจริง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาความเชื่อมั่นของผู้ประเมินโดยใช้การประเมินระดับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (PPT) โดยทำการทดสอบในอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 10 รายที่ไม่ได้เป็นผู้เข้าร่วมศึกษา ทำการทดสอบจำนวน 2 วันนำผลการทดสอบที่ได้มาคำนวณหาความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมิน (Intra-Tester Reliability) ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในในกลุ่ม (ICC 3,1) ของการทดสอบหา PPT เท่ากับ 0.9507

### ขั้นตอนการฝึก

การฝึกจะกระทำเป็นกลุ่ม ๆ ละ 10 คนทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยเริ่มจากอาสาสมัครกลุ่มควบคุมทำการฝึกก่อนนาน

60 นาที หลังจากนั้นจะตามด้วยอาสาสมัครกลุ่มทดลองอีก 60 นาที สลับกันจนครบทุกกลุ่มในแต่ละวัน โดยโปรแกรมในน้ำประกอบด้วยการอบอุ่นร่างกายในสระน้ำ 15 นาที จากนั้นอาสาสมัครกลุ่มทดลองได้รับการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวได้น้ำเป็นเวลา 20 นาที โดยที่มีการคำนวณน้ำหนักดึงที่เหมาะสมสำหรับอาสาสมัครแต่ละคนโดยการใส่เข็มขัดที่มีอุปกรณ์ถ่วงน้ำหนักที่บริเวณเอว โดยทำในขณะที่อาสาสมัครอยู่ในสระน้ำ ส่วนอาสาสมัครกลุ่มควบคุมจะได้รับการฝึกลอยตัวในน้ำ 20 นาที ดังรูปที่ 3 จากนั้นอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำ 20 นาที โดยโปรแกรมมีรูปแบบและวิธีการที่แตกต่างกันในแต่ละวัน ซึ่งประกอบด้วยการยืดกล้ามเนื้อ (stretching exercise; SE) การฝึกควบคุมลำตัวแบบอยู่กับที่ (static trunk control; ST) การฝึกการเคลื่อนไหวของแขนและขา (active limb exercise; AL) การฝึกควบคุมลำตัวแบบเคลื่อนไหว (dynamic trunk control; DT) และการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกน (core strengthening exercise; CS) ดังตารางที่ 1 สิ้นสุดด้วยการเบาเครื่อง 5 นาที



**Figure 3** Treatment in experiment group and control group

Table 1 Training program in each day

Week/day	1	2	3	4	5
Week 1	SE: 10 min ST: 10 min	SE: 10 min ST: 10 min	SE: 5 min ST: 5 min AL: 10 min	SE: 5 min ST: 5 min AL: 10 min	AL: 20 min
Week 2	DT: 20 min	AL: 10 min DT: 10 min	AL: 5 min DT: 5 min CS: 10 min	AL: 5 min DT: 5 min CS: 10 min	AL: 5 min DT: 5 min CS: 10 min

Note: SE = Stretching Exercise, ST = Static Trunk Control, AL = Active Limb Exercise, DT = Dynamic Trunk Control, CS = Core Strengthening Exercise

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ (SPSS) โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way mixed effects repeated measures ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของตัวแปรโดยใช้การเปรียบเทียบด้วย Bonferroni correction ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 ( $p \leq 0.05$ )

### ผลการศึกษา

#### คุณลักษณะของอาสาสมัคร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าคุณลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครและค่าการวัดผลเบื้องต้นก่อนการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ( $p > 0.05$ ) ดังตารางที่ 2

Table 2 Subject's demographic data

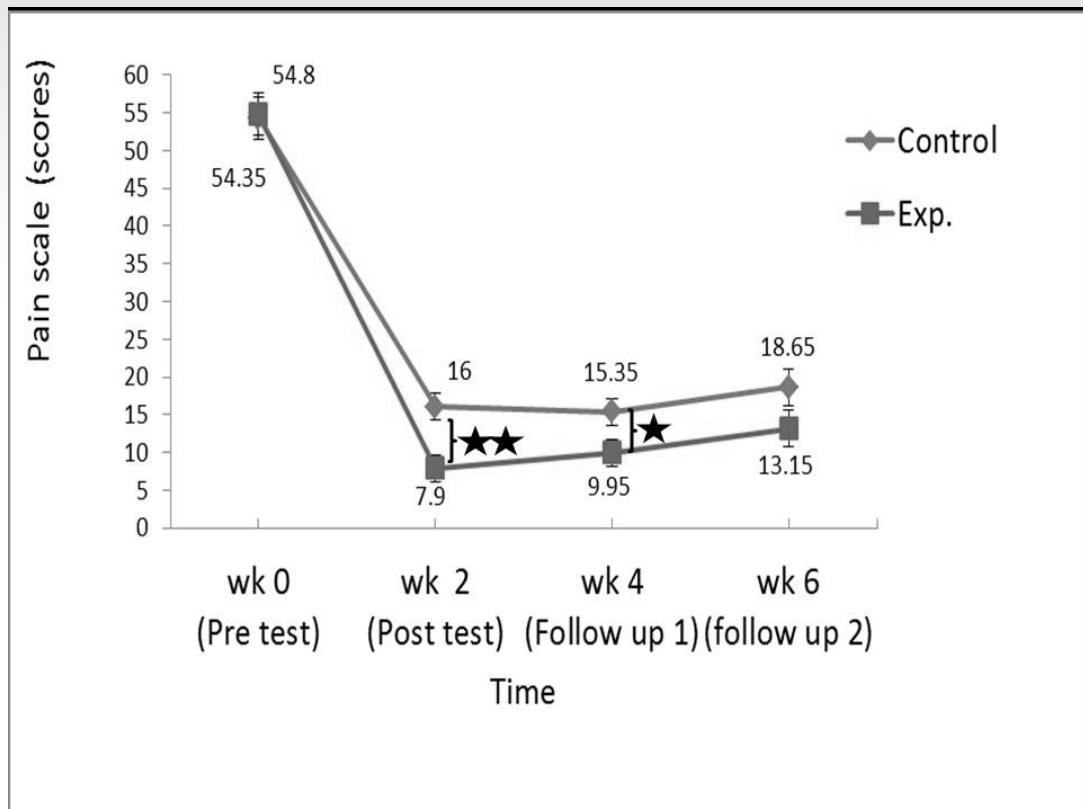
Data variable	Control group (n=20)	Experiment group (n=20)
Age (years)	48.30±8.46	48.30±8.42
Gender (male/female)	4/16	4/16
Weight (kilogram)	57.54±6.28	57.96±6.52
Height (centimeter)	157.50±6.65	157.05±6.95
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.18±2.04	23.50±2.18
Duration of the last pain (days)	5.75±1.20	5.85±1.18
Pain scale (scores)	54.35±12.41	54.8±12.83
Pressure pain threshold (kilopascal)	130.96±28.79	131.65±29.14
Lower back active range of motion (centimeter)		
- Flexion	15.98±4.71	16.45±4.08
- Extension	46.35±7.25	46.40±7.15
- Right lateral flexion	29.5±7.67	31.05±7.64
- Left lateral flexion	29.7±7.67	30.85±7.39
Lower body flexibility (centimeter)	8.27±2.67	8.98±2.42
Agility (second)	25.40±1.57	25.26±1.43
Thai-version Oswestry low back disability questionnaire (%)	42.1±11.51	44.0±11.39

**ประสิทธิภาพของการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวได้น้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำเปรียบเทียบกับระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองภายใต้ระยะเวลาที่ทำการวัดผลในแต่ละครั้ง**

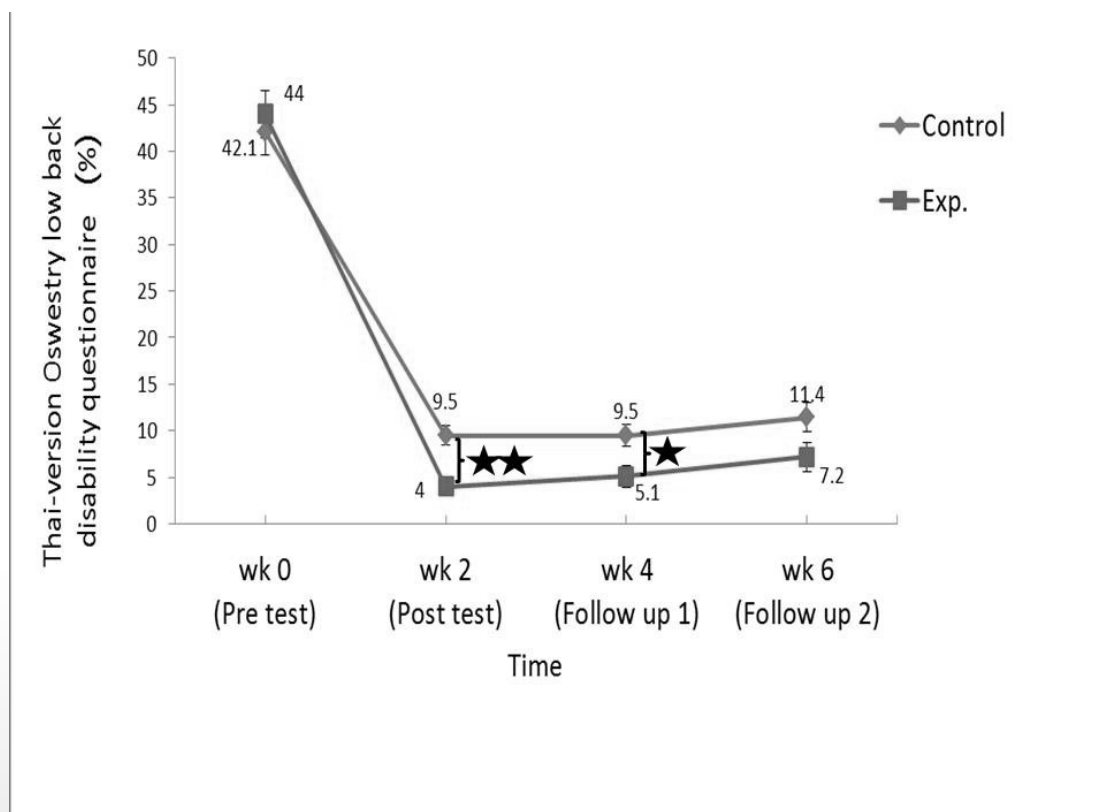
จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของอาสาสมัคร × ระยะเวลา ในตัวแปรระดับความปวด ด้วยมาตรวัดระดับความปวด ( $F_{2.07, 78.83} = 3.49, p < 0.05$ ) ดังรูปที่ 4 และคะแนนแบบสอบถามความบกพร่องจากการปวดหลังของอาสาสมัครที่รับภาษาไทย ( $F_{1.49, 56.89} = 3.62, p < 0.05$ ) ดังรูปที่ 5 ที่มีแนวโน้มเดียวกันคือในระยะเวลาหลังการศึกษา ระยะติดตามผลการศึกษาค้างที่หนึ่งและครั้งที่

สองพบว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีระดับคะแนนความปวดและคะแนนแบบสอบถามความบกพร่องจากการปวดหลังของอาสาสมัครที่รับภาษาไทยที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระยะก่อนการศึกษาย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) นอกจากนี้ยังพบว่าอาสาสมัครในกลุ่มทดลองมีระดับคะแนนความปวดและคะแนนแบบสอบถามความบกพร่องจากการปวดหลังของอาสาสมัครที่รับภาษาไทยที่น้อยกว่าอาสาสมัครในกลุ่มควบคุมเฉพาะในระยะเวลาหลังการศึกษา และระยะติดตามผลการศึกษาค้างที่หนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$  และ  $p < 0.05$  ตามลำดับ) ดังตารางที่ 3





**Figure 4** Mean and standard deviation of pain scale with different duration in both groups (\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ )



**Figure 5** Mean and standard deviation of Thai-version Oswestry low back disability questionnaire with different duration in both groups (\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ )

**Table 3** Result of effectiveness of the underwater lumbar traction combined with aquatic exercise in each experimental parameters

Data variable	Group	Duration					Main effect of group	Main effect of duration	Interaction effect of group x duration
		Week 0 (Pre test)	Week 2 (Post test)	Week 4 (Follow up 1)	Week 6 (Follow up 2)				
Pain scale (score)	Control	54.35±12.41	16.00±7.25	15.35±7.45	18.65±10.27		0.098	<0.001	<0.05
	Experiment	54.8±12.83	7.90±8.58	9.95±8.88	13.15±11.70				
Pressure pain threshold (kilopascal)	Control	130.96±28.79	196.08±33.42	-	-		0.098	<0.001	<0.001
	Experiment	131.65±29.14	226.04±31.96	-	-				
Flexion	Control	15.98±4.71	14.73±4.69	-	-		0.71	<0.001	<0.01
	Experiment	16.45±4.08	13.23±3.91	-	-				
Extension	Control	46.35±7.25	46.25±7.06	-	-		0.97	<0.001	<0.05
	Experiment	46.40±7.15	46.00±7.18	-	-				
Right lateral flexion (cm)	Control	29.5±7.67	26.45±6.77	-	-		0.64	<0.001	<0.05
	Experiment	31.05±7.64	27.10±7.55	-	-				
Left lateral flexion	Control	29.7±7.67	26.88±7.20	-	-		0.78	<0.001	<0.01
	Experiment	30.85±7.39	27.05±6.99	-	-				
Lower body flexibility (cm)	Control	8.27±2.67	9.40±2.91	-	-		0.05	<0.001	<0.01
	Experiment	8.98±2.42	11.92±2.08	-	-				
Agility (second)	Control	25.40±1.57	24.37±1.39	-	-		0.08	<0.001	<0.01
	Experiment	25.26±1.43	22.89±1.54	-	-				
Thai-Version Oswestry Low back disability Questionnaire (%)	Control	42.10±11.51	9.50±4.63	9.50±4.94	11.40±6.62		0.105	<0.001	<0.05
	Experiment	44.00±11.39	4.00±4.10	5.10±5.75	7.20±7.32				

**Note:** Variables are mean ± standard deviation*p* values in table show main effect of group, main effect of duration and interaction effect of group x duration

**ระดับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (กิโลปาสคาล)  
ความยืดหยุ่นของหลังส่วนล่าง (เซนติเมตร) และความ  
คล่อง (วินาที)**

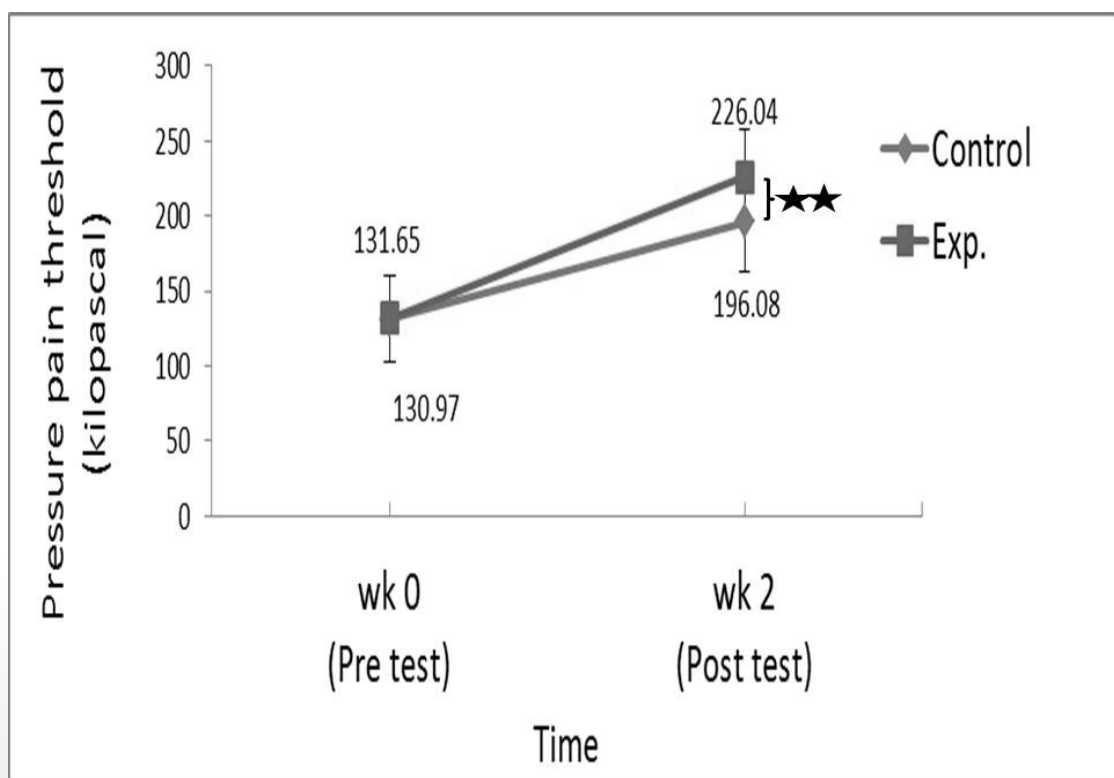
จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง  
กลุ่มของอาสาสมัคร  $\times$  ระยะเวลา ในตัวแปรระดับความรู้สึก  
เจ็บปวดด้วยแรงกด ( $F_{1,38} = 15.59, p < 0.01$ ) ดังรูปที่ 6 ความ  
ยืดหยุ่นของหลังส่วนล่าง ( $F_{1,38} = 69.51, p < 0.01$ ) ดังรูปที่ 7  
และความคล่อง ( $F_{1,38} = 59.49, p < 0.01$ ) ดังรูปที่ 8 ในแนวโน้ม  
เดียวกัน โดยในระยะเวลาหลังการศึกษาพบว่าอาสาสมัคร  
ทั้งสองกลุ่มมีระดับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด มีความ  
ยืดหยุ่นของหลังส่วนล่างและความคล่องที่มากกว่าเมื่อ  
เทียบกับระยะเวลาก่อนการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทาง  
สถิติ ( $p < 0.01$ ) และนอกจากนี้ในระยะเวลาหลังการศึกษา  
ยังพบว่าอาสาสมัครในกลุ่มทดลองจะมีระดับความรู้สึกเจ็บ  
ปวดด้วยแรงกด มีความยืดหยุ่นของหลังส่วนล่างและความ  
คล่องแคล่วที่มากกว่าอาสาสมัครในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัย  
สำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ดังตารางที่ 3

**ช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแบบทำเอง  
การก้มตัว การเอียงตัวไปทางขวาและการเอียงตัวไปทางซ้าย  
(เซนติเมตร)**

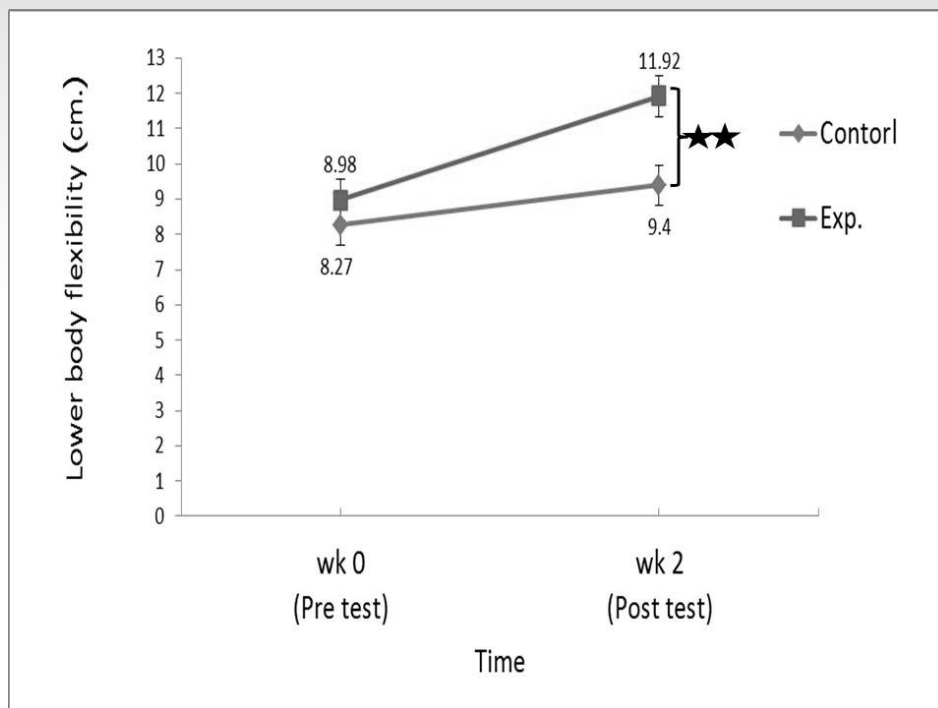
จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง  
กลุ่มของอาสาสมัคร  $\times$  ระยะเวลา ในการก้มตัว ( $F_{1,38} = 72.35, p < 0.01$ ) การเอียงตัวไปทางขวา ( $F_{1,38} = 6.23, p < 0.05$ )  
และการเอียงตัวไปทางซ้าย ( $F_{1,38} = 9.68, p < 0.01$ ) โดยใน  
ระยะหลังการศึกษาพบว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มสามารถ  
ก้มตัว เอียงตัวไปทางขวาและเอียงตัวไปทางซ้าย โดยมี  
ช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแบบทำเองที่มากกว่า  
ในระยะก่อนการศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ )  
แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาสาสมัครกลุ่มทดลองและกลุ่ม  
ควบคุมภายหลังการศึกษาในระยะเวลาหลังการศึกษา พบว่า  
ไม่มีความแตกต่างกัน ของช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูก  
สันหลังแบบทำเองในการก้มตัว การเอียงตัวไปทางขวาและ  
เอียงตัวไปทางซ้าย ดังตารางที่ 3

**การแอ่นตัว (เซนติเมตร)**

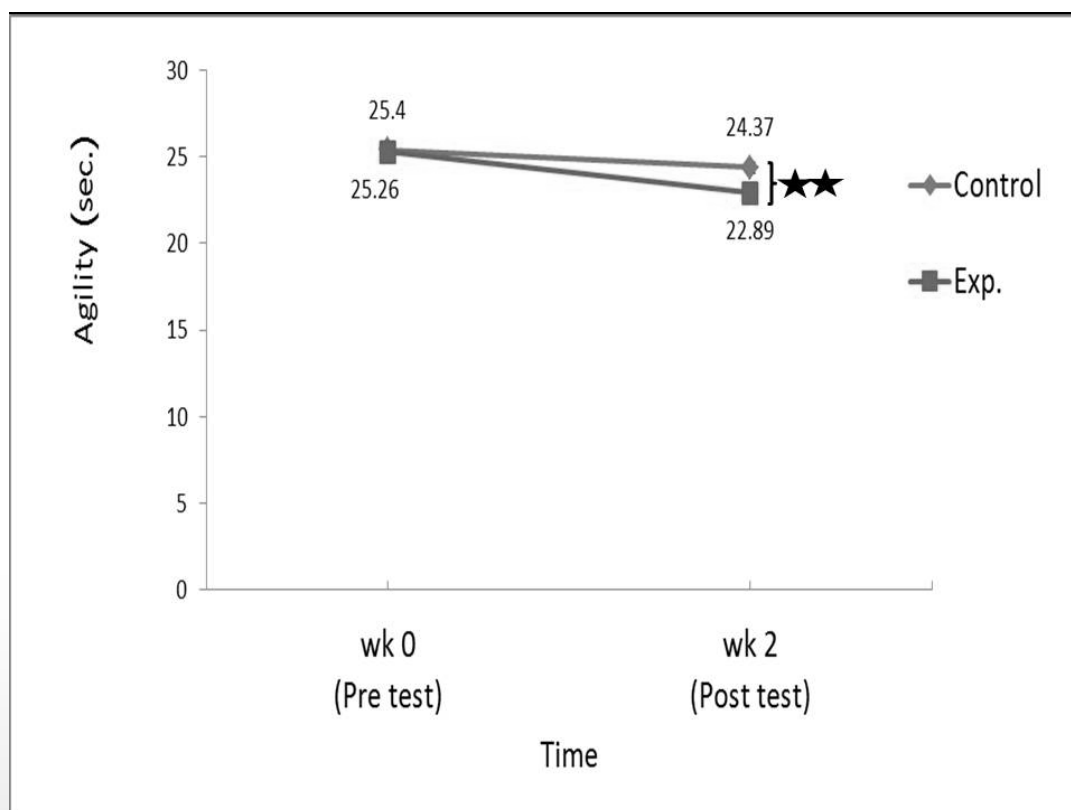
จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง  
กลุ่มของอาสาสมัคร  $\times$  ระยะเวลา ( $F_{1,38} = 6.71, p < 0.05$ )  
โดยพบว่ามีเพียงอาสาสมัครในกลุ่มทดลองเท่านั้นที่ในระยะ  
หลังการศึกษา มีช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแบบ  
ทำเองในการแอ่นตัวที่มากกว่าในระยะเวลาก่อนการศึกษา  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ดังตารางที่ 3



**Figure 6** Mean and standard deviation of pressure pain threshold  
with different duration in both groups (\*\*  $p < 0.01$ )



**Figure 7** Mean and standard deviation of lower body flexibility with different duration in both groups (\*\*  $p < 0.01$ )



**Figure 8** Mean and standard deviation of agility with different duration in both groups (\*\*  $p < 0.01$ )

## วิจารณ์ผลการศึกษา

ภายหลังการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวได้น้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของระดับความปวดหลังส่วนล่างจากมาตรวัดอาการปวด ความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด ช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแบบทำเอง ความยืดหยุ่น ความคล่องและคะแนนจากแบบสอบถามความบกพร่องจากการปวดหลังของออสเตรเลียที่รับภาษาไทยในทิศทางที่ดีขึ้น

ในทางคลินิกการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังสามารถส่งผลต่ออาการและอาการแสดงในผู้ที่มีอาการปวดบริเวณกระดูกสันหลังได้ จากผลทางชีวกลศาสตร์การดึงกระดูกสันหลังจะไปส่งผลให้เกิดการยืดกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการเกร็งและปวดของกล้ามเนื้อหลังแรงกดที่ข้อ Facet โดยการดึงแยกข้อ Facet ในผู้ที่มีปัญหา Facet arthropathy ทำให้ Intervertebral Foramen กว้างขึ้น เพื่อลดแรงกดต่อเส้นประสาททำให้เกิดการแยกห่างกันของกระดูกสันหลังแต่ละปล้อง ส่งผลให้เกิดแรงดันลบขึ้นภายในหมอนรองกระดูกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Nucleus Pulposus ที่เคลื่อนลอดออกมาภายนอก จากฉีกขาดภายในของ Annulus Fibrosus ซึ่งจะช่วยให้เกิดการคืนตัวของหมอนรองกระดูกและลดแรงกดบนหมอนรองกระดูกสันหลัง<sup>4-6,9-10</sup> สำหรับการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังได้น้ำนั้นพบว่าให้ผลทางการรักษาเช่นเดียวกับการรักษาด้วยการดึงทางคลินิกที่นักกายภาพบำบัดใช้รักษา<sup>11</sup> เพียงแต่การดึงกระดูกสันหลังได้น้ำ คุณสมบัติของน้ำจะช่วยลดแรงเครียดที่กระทำต่อข้อต่อ กล้ามเนื้อหรือส่วนต่างๆ ของร่างกายที่อยู่ได้น้ำทำให้เกิดแรงกระทำต่อข้อต่อต่างๆ น้อยลง กล้ามเนื้อมีความผ่อนคลายอย่างเต็มที่ แรงจากการถ่วงน้ำหนักเพื่อการรักษาจึงส่งผลต่อการยืดกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการเกร็งและปวดของกล้ามเนื้อได้มากกว่า<sup>8,11</sup> นอกจากนี้การใช้น้ำหนักในการถ่วงยังมีการใช้น้ำหนักน้อยกว่าการรักษาที่ใช้ในปัจจุบันเนื่องจากน้ำหนักตัวคงเหลือเมื่อร่างกายอยู่ได้น้ำจะมีปริมาตรน้อยกว่าเมื่ออยู่บนบก แต่เมื่อคิดเป็นสัดส่วนของน้ำหนักที่ใช้ในการดึงเพื่อการรักษาจะพบว่าจะอยู่ที่ร้อยละ 30-40 ซึ่งมีค่าไม่น้อยไปกว่าน้ำหนักที่ใช้ในการดึงร่างกายเพื่อการรักษาอาการปวดที่ใช้ในทางคลินิกในปัจจุบัน

การศึกษาที่ผ่านมาของ Borman และคณะ<sup>12</sup> ในปี ค.ศ. 2003 ที่ทำการศึกษาลงของผลของการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังร่วมกับการรักษาทางกายภาพบำบัด เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดเพียงอย่างเดียว ในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง พบว่าอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านระดับอาการปวดที่ดีขึ้น ซึ่ง

มีความสอดคล้องจากผลการศึกษาที่พบในการศึกษาคั้งนี้ที่พบว่าอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มการศึกษา มีการลดลงของระดับอาการปวดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในอาสาสมัครกลุ่มทดลองที่ได้รับการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังได้น้ำมีการลดลงของระดับความปวดที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอาสาสมัครกลุ่มควบคุม ส่วนการศึกษาของ Clarke และคณะ<sup>10</sup> ในปี ค.ศ. 2007 ที่ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง ที่มีการออกแบบการศึกษาแบบ RCT จำนวน 25 บทความ พบว่าการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังเพียงอย่างเดียวไม่สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรทางคลินิกซึ่งประกอบด้วยระดับอาการปวดและช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังได้เมื่อเปรียบเทียบกับการรักษาทางกายภาพบำบัดรูปแบบอื่น ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการออกแบบการวิจัยการศึกษาที่มีการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังได้น้ำเพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ ซึ่งสอดคล้องกับการออกแบบวิธีการศึกษาในครั้งนี้ ที่ทำการรักษาผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังด้วยการดึงกระดูกสันหลังได้น้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำ ในขณะที่การศึกษานี้ของ Konrad และคณะ<sup>7</sup> ในปี ค.ศ. 1992 และ Olah และคณะ<sup>8</sup> ในปี ค.ศ. 2008 ที่ทำการศึกษาลงของผลของการดึงกระดูกสันหลังได้น้ำในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเปรียบเทียบกับรักษารูปแบบอื่น พบว่าการดึงกระดูกสันหลังได้น้ำสามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเจ็บปวดและเพิ่มระดับคุณภาพชีวิตในอาสาสมัครทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง ซึ่งมีความสอดคล้องจากผลการศึกษาที่พบในการศึกษาคั้งนี้ที่พบว่าอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม การศึกษา มีการลดลงของระดับอาการปวดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลการศึกษาในครั้งนี้กลับพบว่าการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังได้น้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำสามารถเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแบบทำเองในอาสาสมัครได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาที่พบมาก่อนหน้าการศึกษาในครั้งนี้

สำหรับรายงานการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง พบการศึกษาของ Waller และคณะ<sup>14</sup> ในปี ค.ศ. 2009 ที่ทำการทบทวนวรรณกรรมที่มีการออกแบบการศึกษาแบบ RCT จำนวน 7 บทความ พบว่า การออกกำลังกายในน้ำสามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเจ็บปวดและ

เพิ่มระดับคุณภาพชีวิตในอาสาสมัครอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าการดึงกระดูกสันหลังได้นำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำที่มีรูปแบบจำเพาะสามารถส่งผลต่อช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังได้ ในขณะที่ผลการศึกษาของ Takeshima และคณะ<sup>16</sup> ในปี ค.ศ. 2002 ที่ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาในผู้หญิงสูงอายุ พบว่าหลังจากออกกำลังกายในน้ำร่างกายของอาสาสมัครกลุ่มทดลองมีความคล่องเพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อแขนและขามีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบในการศึกษาค้างนี้ที่พบว่าการดึงกระดูกสันหลังได้นำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำส่งผลต่อการลดระดับอาการปวดและเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแบบทำเองเพิ่มความยืดหยุ่นของหลังส่วนล่าง และความคล่องในอาสาสมัครได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวได้นำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำมาก่อน การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลของการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวได้นำอย่างง่ายซึ่งเป็นการลอยตัวได้นำร่วมกับการมีน้ำหนักตัวร่างกายในแนวตั้ง โดยมีแนวคิดที่ว่าหากร่างกายสามารถลอยตัวนิ่งในแนวตั้งได้นำได้เมื่อให้แรงกระทำจากภายนอกเข้าไปดึงกระดูกสันหลังในขณะที่ลอยตัวอยู่ได้นำ น่าจะให้ผลทางการรักษาเช่นเดียวกับการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังที่ใช้โดยทั่วไป ซึ่งวิธีการออกแบบการดึงกระดูกสันหลังได้นำในการศึกษาค้างนี้แตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมาของ Olah และคณะ<sup>5</sup> ในปี ค.ศ. 2008 ที่มีการใช้อุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนและไม่มีความชัดเจนของน้ำหนักที่ใช้ถ่วงร่างกาย นอกจากนี้คุณสมบัติของน้ำจะช่วยช่วยลดแรงเครียดที่กระทำต่อข้อต่อ กล้ามเนื้อหรือส่วนต่างๆ ของร่างกายที่อยู่ได้นำทำให้เกิดแรงกระทำต่อข้อต่อต่างๆ น้อยลง กล้ามเนื้อมีความผ่อนคลายอย่างเต็มที่ แรงจากการถ่วงน้ำหนักเพื่อการรักษาจึงน่าจะส่งผลต่อการยืดกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการเกร็งและปวดของกล้ามเนื้อได้มากกว่า โดยกระทำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำที่มีรูปแบบจำเพาะสำหรับผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง ซึ่งผลการศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่าการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวได้นำอย่างง่ายร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำที่มีรูปแบบจำเพาะสำหรับผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการประเมินอาการปวด นอกจากนี้ยัง

ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแบบทำเอง ความยืดหยุ่นของหลังส่วนล่างและความคล่องในอาสาสมัคร ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่พบในการศึกษาค้างนี้

จากการศึกษาทางชีวกลศาสตร์ของอาการปวดหลังส่วนล่าง พบว่าส่วนใหญ่จะเกิดจากการบาดเจ็บสะสมอย่างเรื้อรัง<sup>1,3</sup> จากการที่โครงสร้างบริเวณหลังส่วนล่างไม่สามารถรับสภาวะบาดเจ็บซ้ำๆ จนเกิดการเสียหายหรือสูญเสียหน้าที่ ทำให้เกิดการรบกวนระบบประสาท ระบบการป้องกันของร่างกายจะตอบสนองโดยเกิดการกระตุ้นทำงานของระบบประสาทนำความรู้สึกเจ็บปวด (nociception system) ทำให้เกิดภาวะอาการปวดเกิดขึ้น<sup>17,18</sup> เมื่อเกิดอาการปวดการตอบสนองของร่างกายทางระบบประสาทจะมีการสั่งการไปยังระบบกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นให้มีการหดตัวถี่มากขึ้น ทั้งการหดตัวภายใต้การควบคุมของจิตใจ (voluntary muscle holding) และการหดตัวนอกเหนือการควบคุมของจิตใจ (involuntary muscle holding) เพื่อป้องกันการเกิดการบาดเจ็บของโครงสร้างที่ต้องรับแรงกระทำใด ๆ จากภายนอกและภายในร่างกาย<sup>17,18</sup> ส่งผลให้มีการเคลื่อนไหวของโครงสร้างต่างๆ บริเวณหลังส่วนล่างลดลง และเมื่อกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นมีการหดตัวซ้ำๆ ต่อเนื่องก็จะทำให้กล้ามเนื้อมีอาการล้าจากความเค้นหรือความเครียด (stress/strain) ที่สะสมในกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น และส่งผลให้เกิดอาการปวดเกิดขึ้นซ้ำเป็นวงจรต่อเนื่อง<sup>17</sup> และเมื่อมีการบาดเจ็บซ้ำๆ ต่อโครงสร้างของหลังส่วนล่างจนเกิดการสูญเสียหน้าที่โครงสร้างของหลังส่วนล่างจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะที่ขาดความมั่นคง (instability) เนื่องจากกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นสูญเสียหน้าที่การทำงานในการแบกรับน้ำหนักและพยุงโครงสร้างร่างกายจากการที่มีอาการปวดเกิดขึ้นเรื้อรังและสุดท้ายจะส่งผลให้เกิดร่องรอยของการบาดเจ็บบนเนื้อเยื่อ (scar tissues) ที่มีการบาดเจ็บซ้ำๆ จนทำให้เกิดพังผืด (fibrosis) บนเนื้อเยื่อ ในระยะนี้โครงสร้างของหลังจะเข้าสู่ระยะที่มีความมั่นคง (stability) เนื่องจากพังผืดที่เกิดขึ้นจะไปจำกัดการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง ทำให้พบว่ามีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังจะมีการลดลงของช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังและมีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลดลง และส่งผลให้ความคล่องแคล่วในขณะทำการเคลื่อนไหวในทิศทางต่างๆ ลดลงในที่สุด<sup>17,18</sup> การดึงกระดูกสันหลังได้นำที่ไปส่งผลให้เกิดการยืดกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการเกร็งและปวดของกล้ามเนื้อ<sup>7,8</sup> จากน้ำหนักที่ถ่วงอยู่ได้นำในสภาวะไร้น้ำหนัก ทำให้กล้ามเนื้อและเส้นเอ็นเกิดการคลายความเค้น (stress relaxation) ได้อย่างรวดเร็ว

การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสรีรวิทยาที่เกิดขึ้น โดยจะไปมีผลต่อการปรับตัวของระบบประสาทในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการร่วมกัน<sup>9,19,20</sup> ซึ่งรีเซปเตอร์ในเอ็นกล้ามเนื้อที่เรียกว่า กอลจิ เทนดอน ออร์แกน (Golgi tendon organ: GTO) ซึ่งเป็นเซลล์ประสาทที่มีหน้าที่รับรู้เกี่ยวกับรีเฟล็กซ์ทั้งจากการยืดและการหดตัว การที่กล้ามเนื้อถูกทำให้ยืดออกจากแรงดึงกระดูกสันหลังร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำที่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดการกระตุ้นรีเฟล็กซ์การยืด (stretch reflex) ลดลง เนื่องจาก กอลจิ เทนดอน ออร์แกน ซึ่งอยู่ในเอ็นกล้ามเนื้อลดลง ดังนั้นเมื่อกล้ามเนื้อเกิดแรงดึงจะทำให้ กอลจิ เทนดอน ออร์แกน ถูกกระตุ้นและส่งสัญญาณประสาทตามเส้นใยประสาทรับความรู้สึกมาสื่อประสาทกับเซลล์ประสาทชนิดยับยั้ง (inhibitory interneurone) ทำให้เกิดการส่งสัญญาณประสาทไปยับยั้งเซลล์ประสาทชนิด alpha motor neurone มีผลทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวและลดการเกร็งตัวลง ทำให้อาการปวดลดลงได้และเมื่อกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นมีการคลายตัวเพิ่มมากขึ้นย่อมส่งผลต่อช่วงการเคลื่อนไหว ความยืดหยุ่นและความคล่องในอาสนาสมัครเช่นกัน และเมื่อพิจารณาจากการที่กล้ามเนื้อและเส้นเอ็นถูกแรงดึงยืดด้วยน้ำหนักที่ถ่วงร่างกายอยู่ใต้น้ำทำให้กล้ามเนื้อและเส้นเอ็นได้รับแรงกระทำจากภายนอกที่มีผลต่อการคลายตัวของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นได้มากกว่าอาสนาสมัครกลุ่มควบคุมที่มีแรงกระทำจากน้ำหนักตัวของอาสนาสมัครใต้น้ำเพียงอย่างเดียว ถึงแม้ว่าผลการศึกษาที่เกิดขึ้นอาสนาสมัครทั้ง 2 กลุ่มจะมีการลดลงของระดับความปวด ช่วงการเคลื่อนไหว ความยืดหยุ่นและความคล่องแคล่วที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการศึกษา แต่อาสนาสมัครกลุ่มทดลองมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางคลินิกที่ดีขึ้นมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอาสนาสมัครกลุ่มควบคุม

อีกปัจจัยหนึ่งคือรูปแบบการออกกำลังกายในน้ำที่มีความจำเพาะของโปรแกรมที่เน้นการฝึกความยืดหยุ่น การควบคุมการเคลื่อนไหว ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้ออกกลุ่มแกนกลางลำตัว<sup>16</sup> จึงไปมีผลให้เกิดการปรับเปลี่ยนด้านโครงสร้างและทางสรีรวิทยาของร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อโดยรอบกระดูกสันหลังเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเกิดขึ้น โดยการออกกำลังกายจะไปมีผลต่อการปรับตัวของระบบประสาทในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการร่วมกัน<sup>9,19,20</sup> และจากการออกแบบโปรแกรมการรักษาและการออกกำลังกายให้มีความต่อเนื่อง โดยทำการฝึก 5 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์รวม 10 ครั้ง การออกกำลังกายในน้ำจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้

เกิดการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อและเส้นเอ็นคลายตัวได้เพิ่มขึ้น การเกร็งตัวลดลงทำให้อาการปวดลดลงและยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง ความยืดหยุ่นและความคล่องในอาสนาสมัคร และการที่อาสนาสมัครทั้ง 2 กลุ่มได้รับการฝึกออกกำลังกายในน้ำรูปแบบเดียวกัน ทำให้ผลการศึกษาที่เกิดขึ้นอาสนาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม มีช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง ความยืดหยุ่นและความคล่องแคล่วที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการศึกษา แต่อาสนาสมัครกลุ่มทดลองมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นมากกว่าอาสนาสมัครกลุ่มควบคุมซึ่งอาจเป็นผลจากการที่อาสนาสมัครได้รับน้ำหนักที่เหมาะสมในการถ่วงร่างกายใต้น้ำเพื่อการรักษาเพิ่มขึ้น

### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ทางคลินิก

ผลการศึกษาที่เกิดขึ้นในอาสนาสมัครทั้ง 2 กลุ่มพบว่า มีการลดลงของระดับความปวด ช่วงการเคลื่อนไหว ความยืดหยุ่นและความคล่องแคล่วที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการศึกษา แต่อาสนาสมัครกลุ่มทดลองมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางคลินิกที่ดีขึ้นมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอาสนาสมัครกลุ่มควบคุม ดังนั้นการนำผลการศึกษาในครั้งนี้ไปใช้ทางคลินิกเพื่อใช้รักษาผู้ที่มีการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง นักกายภาพบำบัดที่ไม่มีอุปกรณ์ในการถ่วงน้ำหนักใต้น้ำอาจพิจารณาเลือกใช้เทคนิคการลอยตัวในน้ำ ร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำ เนื่องจากง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ ส่วนนักกายภาพบำบัดที่สามารถจัดหาอุปกรณ์ถ่วงร่างกายใต้น้ำได้ควรเลือกใช้เทคนิคการลอยตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ถ่วงร่างกายใต้น้ำที่ระดับเอว เนื่องจากจะให้ผลทางการรักษาที่มีประสิทธิภาพมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามการรักษาเป็นการเพียงเป็นการศึกษาแรกที่ทำการศึกษาผลของการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวใต้น้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำซึ่งยังต้องการผลการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปสำหรับการเป็นข้อมูลในการนำมาใช้รักษาผู้ที่มีการปวดหลังทางคลินิก

### ข้อจำกัดในการทาวิจัยครั้งนี้

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกที่ทำการศึกษาผลของการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวใต้น้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำ ผลการศึกษาที่เกิดขึ้นเป็นข้อมูลที่น่าจะใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบงานวิจัยที่เหมาะสมและพัฒนาารูปแบบการรักษาชนิดนี้ต่อไปในอนาคต และถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะเป็นผู้ควบคุมการฝึกออกกำลังกายในน้ำแก่

อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มด้วยตนเองแต่ก็ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของอาสาสมัครได้น้ำหนักได้รูปแบบการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องตามที่ผู้วิจัยต้องการได้ทุกทิศทางการเคลื่อนไหวรวมถึงไม่สามารถให้อาสาสมัครควบคุมร่างกายให้ลอยตัวอยู่นิ่งในแนวดิ่งได้ต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อแนวแรงของน้ำหนักที่ถ่วงร่างกายจะกระทำต่อโครงสร้างบริเวณหลังส่วนล่างทำให้อาจได้รับผลของการรักษาไม่เต็มประสิทธิภาพตามที่ผู้วิจัยได้คำนวณน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับการดึงร่างกายเพื่อการรักษาไว้

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาในอนาคตอาจมีการออกแบบการศึกษาและวิธีการศึกษาให้มีการติดตามผลการศึกษาในระยะยาวรวมถึงมีการทดสอบค่าตัวแปรอื่นๆ เพิ่มเติม หรือมีการเพิ่มระยะเวลาในการรักษาเพิ่มนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่พบในการศึกษานี้เพื่อประเมินประสิทธิผลของการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังได้น้ำหนักสำหรับการนำมาใช้ในทางคลินิกต่อไป และควรมีการออกแบบอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อช่วยให้อาสาสมัครลอยตัวอยู่นิ่งในแนวดิ่งได้อย่างต่อเนื่องโดยที่ไม่ได้มีการเพิ่มแรงพยุงเพื่อให้แนวแรงของน้ำหนักที่ถ่วงร่างกายกระทำต่อโครงสร้างบริเวณหลังส่วน

ล่างได้อย่างเต็มประสิทธิภาพตามที่ผู้วิจัยได้คำนวณน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับการดึงร่างกายเพื่อการรักษาไว้

### สรุปผลการศึกษา

ผลของการศึกษาในครั้งนี้ ทำให้ได้ข้อสรุปว่าการรักษาด้วยการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวได้น้ำหนักที่มีการคำนวณน้ำหนักที่เหมาะสมกับการดึงร่างกายเพื่อการรักษาร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำอุ่นด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีความหนักของการออกกำลังกายเหมาะสมมีรูปแบบการฝึกในแต่ละวันที่มุ่งเน้นให้เกิดผลของการฝึก เพื่อให้เกิดการปรับตัวของกล้ามเนื้อหลังและกลุ่มกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวสามารถช่วยลดอาการปวดหลังส่วนล่าง เพิ่มระดับขีดทนความรู้สึกลดปวดด้วยแรงกด เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแบบทำเอง เพิ่มความยืดหยุ่นของหลังส่วนล่าง เพิ่มความสามารถทางการเคลื่อนไหวและความคล่องตัว และลดคะแนนแบบสอบถามความบกพร่องจากการปวดหลังของอาสาสมัครที่จบภาษาไทยในอาสาสมัครที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการรักษานี้อาจเป็นการรักษาที่นักกายภาพบำบัดใช้ในการรักษาผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างหรือใช้เป็นรูปแบบการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการเกิดอาการปวดหลังส่วนล่างได้

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ในนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ จังหวัดชลบุรี กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ดำเนินโครงการวิจัยและขอขอบพระคุณอาสาสมัครทุกท่านที่สละเวลาเข้าร่วมโครงการวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

1. Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The Epidemiology of low back pain. Best Pract Res Clin Rheumatol 2010; 24: 769-81.
2. McIntosh G, Hall H. Low back pain (chronic). Clin Evid 2008; 10: 1-21.
3. Dagenais S, Caro J, Haldeman S. A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally. Spine J 2008; 8: 8-20.
4. Harte AA, Baxter GD, Gracey JH. The efficacy of traction for back pain: A systematic review of randomized controlled trials. Arch Phys Med Rehabil 2003; 84: 1542-53.
5. Harte AA, Gracey JH, Baxter GD. Current use of lumbar traction in the management of low back pain: Results of a survey of physiotherapists in the United Kingdom. Arch Phys Med Rehabil 2005; 86:1164-9.



6. Gay RE, Brault SJ. Evidence informed management of chronic low back pain with traction therapy. *Spine J* 2008; 8: 234-42.
7. Konrad K, Tatrai T, Hunka A, Vereckei E, Korondi I. Controlled trial of balneotherapy in treatment of low back pain. *Ann Rheum Dis* 1992; 51: 820-2.
8. Oláh M, Molnár L, Dobai J, Oláh C, Fehér J, Bender T. The effects of weightbath traction hydrotherapy as a component of complex physical therapy in disorders of the cervical and lumbar spine: A controlled pilot study with follow-up. *Rheumatol Int* 2008; 28: 749-56.
9. Carmeron M. Physical agents in rehabilitation from research to practice. 3<sup>rd</sup> Missouri. Saunders Elsevier; 2009.
10. Clarke JA, Van Tulder MW, Blomberg SEI, De Vet HCW, Van Der Heijden G, Brønfort G, Bouter LM. Traction for low back pain with or without sciatica. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; 2: Art. No.: CD003010.
11. Kurutz M, Lovas A. In vivo deformability of human lumbar spine segments in pure centric tension measured during traction bath therapy. *Acta Bioeng Biomech* 2003; 5: 67-95.
12. Borman P, Keskin D, Bodur H. The efficacy of lumbar traction in the management of patients with low back pain. *Rheumatol Int* 2003; 23: 82-6.
13. Becker EB. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM & R* 2009; 1: 859-72.
14. Waller B, Lambeck J, Daly D. Therapeutic aquatic exercise in the treatment of low back pain: A systematic review. *Clin Rehabil* 2009; 23: 3-14.
15. Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, Brechue WF, Okada A, Yamada T, et al. Water based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 33: 544-51.
16. Micheo W, Baerga L, Miranda G. Basic principles regarding strength, flexibility and stability exercises. *PM & R* 2012; 4: 805-11.
17. Adams M, Bogduk N, Burton K, Dolan P. The biomechanics of back pain. 1<sup>st</sup> London. Churchill Livingstone; 2004.
18. Wong DA, Transfeldt E. Macnab's backache. 4<sup>th</sup> Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
19. Sova R. Aquatics the complete reference guide for aquatic fitness professionals. 1<sup>st</sup> Wisconsin. Port Publications Inc; 2000.
20. Verhagen AP, Cardoso JR, Bierma-Zeinstra S. Aquatic exercise & balneotherapy in musculoskeletal conditions. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2012; 26: 335-43.

## Livestock-associated methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci in pig in Lamphun Province, Thailand, carrying Type-IX SCCmec element

Monica Rattanamuang Bordin Butr-Indr Usanee Anukool\*

Division of Clinical Microbiology, Department of Medical Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

\*Corresponding author (E-mail: [usanee.anukool@cmu.ac.th](mailto:usanee.anukool@cmu.ac.th))

### Abstract

Methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci (MRCNS) are important opportunistic pathogens of nosocomial infections. An increase in reports of MRCNS in livestock, especially pigs and the evidences of transmission between domestic animals and humans pose a significant public health concern worldwide. The aims of this study were to determine the diversity of the staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCCmec) elements among MRCNS isolates from pigs and to examine the species distribution and antibiotic resistance of these isolates. Sixteen isolates of pig MRCNS were recovered and identified at a species level and subsequently confirmed by PCR detection of staphylococcal 16S *rRNA*, *nuc* and *mecA* genes. These isolates consisted of six staphylococcal species. The most predominate species was *S. saprophyticus* (9 isolates), followed by *S. cohnii* (2 isolates) and *S. haemolyticus* (2 isolates). All isolates were resistant to at least three classes of 10 tested antibiotics – penicillin, erythromycin and clindamycin, but susceptible to vancomycin, gentamicin and tigecycline. However, some isolates were also resistant to other non-beta-lactam antibiotics. The most prevalent SCCmec type was type IX, which was detected in six isolates (37.5%). This is the first report of SCCmec type IX in MRCNS in pigs in Thailand. SCCmec type V was also detected in three isolates (18.8%). In addition, seven isolates (43.8%) were non-typeable and possibly possess a novel type of SCCmec. Therefore, MRCNS in pigs might be a potential source of diverse SCCmec elements that result to beta-lactam resistance among other staphylococci, especially *S. aureus*, an important human pathogen. ***Bull Chiang Mai Assoc Med Sci* 2013; 46(3): 250-259**

**Keywords:** SCCmec, methicillin resistance, coagulase-negative staphylococci, livestock-associated MRCNS

## Methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci ที่สัมพันธ์กับปศุสัตว์ในสุกรในจังหวัดลำพูน ประเทศไทย มี SCCmec type IX

มลลิกา รัตนเมือง บดินทร์ บุตรอินทร์ อุษณีย์ อนุกุล\*

แขนงวิชาจุลชีววิทยาคลินิก ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

\*ผู้รับผิดชอบบทความ (E-mail: usanee.anukool@cmu.ac.th)

### บทคัดย่อ

เชื้อ Methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci (MRCNS) เป็นเชื้อก่อโรคฉวยโอกาสสำคัญที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในโรงพยาบาล รายงานการพบเชื้อ MRCNS ในปศุสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสุกรที่เพิ่มสูงขึ้นและหลักฐานยืนยันการแพร่เชื้อ MRCNS ระหว่างสัตว์เลี้ยงกับมนุษย์ก่อให้เกิดความวิตกกังวลทางการสาธารณสุขทั่วโลก การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของ Staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCCmec) elements ของเชื้อ MRCNS ที่แยกได้จากสุกร และศึกษาการกระจายของสปีชีส์ตลอดจนการดื้อต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อเหล่านี้ เชื้อ MRCNS ทั้งหมด 16 ไอโซเลทที่แยกได้จากสุกรได้รับการพิสูจน์สปีชีส์และยืนยันผลด้วยการตรวจหา rRNA, *nuc* และ *mecA* ด้วยวิธี PCR เชื้อเหล่านี้ประกอบด้วย staphylococci ทั้งหมด 6 สปีชีส์ สปีชีส์ที่พบมากที่สุด คือ *S. saprophyticus* (9 ไอโซเลท) รองลงมาเป็น *S. cohnii* (2 ไอโซเลท) และ *S. haemolyticus* (2 ไอโซเลท) เชื้อทั้งหมดดื้อต่อยาปฏิชีวนะอย่างน้อยสามกลุ่มจากทั้งหมด 10 ชนิดที่ทำการทดสอบ ทุกไอโซเลทดื้อต่อยา penicillin, erythromycin และ clindamycin แต่ไวต่อยา vancomycin, gentamicin และ tigecycline อย่างไรก็ตาม ยังพบว่ามีเชื้อบางไอโซเลทดื้อต่อยาปฏิชีวนะอื่นๆ ที่ไม่อยู่ในกลุ่ม beta-lactam อีกด้วย SCCmec ที่ตรวจพบมากที่สุดเป็น SCCmec type IX โดยพบในเชื้อ 6 ไอโซเลท (37.5%) ซึ่งเป็นรายงานการพบ SCCmec type IX ครั้งแรกในเชื้อ MRCNS ที่แยกได้จากสุกรในประเทศไทย พบ SCCmec type V ในเชื้อ 3 ไอโซเลท (18.8%) นอกจากนี้ มีเชื้อ 7 ไอโซเลท (43.8%) ที่ไม่สามารถจำแนกชนิด SCCmec ได้ ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจจะเป็น SCCmec ชนิดใหม่ ดังนั้น เชื้อ MRCNS จากสุกรอาจเป็นแหล่งของ SCCmec elements ที่มีความหลากหลาย ซึ่งทำให้เกิดการดื้อต่อยากลุ่ม beta-lactam ในเชื้อ staphylococci โดยเฉพาะเชื้อก่อโรคสำคัญในคนอย่าง *S. aureus* วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2556; 46(3): 250-259

คำรหัส: SCCmec, methicillin resistance, coagulase-negative staphylococci, livestock-associated MRCNS

## Introduction

The *mecA* gene encoding penicillin-binding protein 2a (PBP 2a or PBP 2') is responsible for methicillin and beta-lactam antibiotics resistance. This gene is located on the staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCC*mec*), a mobile genetic element that is a vehicle for exchanging the resistance gene between staphylococcal species.<sup>1</sup> Generally, SCC*mec* consists of *mec* complex, *mecA* and its regulatory genes (*mecRI*) *ccr* complex, conferring mobility of SCC by *ccr* gene-encoding recombinases and joining (J) regions, insertion sites of plasmid and transposons.<sup>2</sup> The origin of the *mecA* gene is unknown, but a recent study demonstrated that the *mecA* gene originated from certain livestock-associated coagulase-negative staphylococci (CNS) species, such as *S. sciuri*.<sup>3</sup> However, Tsubakishita *et al.*, (2010) found that the *mecA* homologue (99 to 100% sequence homology with the *mecA* gene in MRSA strain N315) in *S. fleuretti* is located in proximity to genes required for growth of staphylococci. This suggested that *S. fleuretti*, a closely related species to *S. sciuri*, might be the origin of the *mecA* gene in MRSA.<sup>4</sup> To date, 11 different SCC*mec* types (I-XI) have been classified according to combination of *ccr* types and *mec* classes. In contrast to SCC*mec* types I-III that are usually detected in hospital-associated methicillin-resistant staphylococci (MRS) strains, SCC*mec* types IV and V are generally detected in community- and livestock-associated MRS strains.<sup>5</sup>

Since 2005, livestock-associated methicillin-resistant *S. aureus* (LA-MRSA) have been reported in several animal species. The clonal complex (CC) 398 belonging to SCC*mec* type IV is the most frequently detected LA-MRSA clone in pigs worldwide, especially in Europe.<sup>6, 7</sup> In contrast, CC9-SCC*mec*-V lineage predominates among LA-MRSA in Asia.<sup>8-10</sup> Recently, CC9-SCC*mec*-IX was detected in pigs and pork in Thailand.<sup>11-13</sup> Although methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci (MRCNS) in healthy animals has been reported many times, few studies of LA-MRCNS in pigs have been carried out.<sup>14</sup> Previous studies showed that SCC*mec* types of LA-MRCNS were heterogeneous. Zhang *et al.*, (2009) characterized

60 MRCNS isolates from eight animal species, including pigs. Twenty-four isolates were classified into SCC*mec* types I, III, IV and V, with type III predominating.<sup>15</sup> Tulinski *et al.*, (2011) isolated 44 MRS isolates from pigs and the surrounding farm environment. All 65 isolates of 10 different MRS species belonged to either SCC*mec* types III, IV, V, VI and a novel subtype of type IV, or were non-typeable. Among these, SCC*mec* type V predominated.<sup>16</sup> Altogether, the high prevalence of MRCNS and the detection of non-typeable isolates suggested potential role of MRCNS as a reservoir of diverse SCC*mec*.

During the past few years, MRCNS have become a significant public health problem. The prevalence of methicillin resistance has been reported to be higher in CNS than *S. aureus*, with global rates ranging from 75-90% during the 1990s.<sup>17</sup> Mortality from septicemia due to MRCNS was 25.7% in an ICU ward.<sup>18</sup> Nosocomial infection caused by MRCNS has been increasing. In general, MRCNS represents approximately 80% of nosocomial infections and 30-40% of isolates obtained from healthy carriers or the community.<sup>19, 20</sup> The most frequently isolated CNS species associated with nosocomial infections have been identified in *S. epidermidis*, *S. haemolyticus* and *S. saprophyticus*.<sup>21</sup> Among human isolates, SCC*mec* types have been described in several staphylococcal species, including type I, II and III.<sup>14</sup> Ruppe *et al.*, (2009) described a high diversity of SCC*mec* structures in MRCNS from outpatients, including types IV, V and III. Among these CA-MRCNS strains, type-IV and type-V SCC*mec* predominated and were associated with *S. epidermidis* and *S. haemolyticus*, respectively.<sup>22</sup> The capacity of MRCNS to cause human disease, together with their potential to spread from animals to humans through the food chain and direct contact, may pose public health risks. To date, however, epidemiological data of MRCNS in livestock is limited. The presence of MRCNS in pigs in Thailand is unknown. SCC*mec* typing can be useful for molecular characterization of MRS and enables understanding of the diversity and evolution of SCC*mec* in MRS. The aims of this study were to determine the diversity of SCC*mec* elements among

MRCNS isolated from pigs and to examine the species distribution and antibiotic resistance of these isolates.

## Materials and methods

### Sample collection and isolation of MRCNS

Nasal and rectal swabs were collected during January - February 2010 from 57 pigs among 4 smallholder farms (farm A, n=15 pigs; farm B, n=15 pigs; farm C, n=14 pigs and farm D, n=13 pigs – all farms are members of the Chiang Mai-Lamphun Pig Farmers Cooperative Ltd.) in Lamphun Province, Thailand. All 114 samples (57 nasal swabs and 57 rectal swabs) were transported in Cary-Blair medium (Oxoid) and processed in the laboratory within 24 h. The swabs were enriched in brain-heart infusion broth (BHI) containing 7% NaCl for 48 h and streaked on Mannitol salt agar (MSA) supplemented with 2, 4 µg/ml oxacillin. Presumptive MRCNS colonies were cultured on blood agar and incubated overnight at 35°C. They were subsequently identified by Gram's stain, catalase test, coagulase test and fermentation of glucose and mannitol. All isolates were subjected to the cefoxitin disk (30 µg) and oxacillin disk (1 µg) screening test for methicillin resistance recommended by the Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI).

### Detection of staphylococcal 16S rRNA, nuc and mecA genes

All MRCNS isolates were confirmed by PCR screening of staphylococcal ribosomal RNA gene (16S rRNA) and the gene conferring methicillin resistance (*mecA*). The absence of *Staphylococcus aureus*-specific thermonuclease gene (*nuc*) was used to identify CNS. The primers used in this study included 16S rRNA-F (5'-GCAAGCGTTATCCGGATTT-3'), 16S rRNA-R (5'-CTTAATGATGGCAACTAAGC-3'), NUC1 (5'-GCGATTGATGGTGATACGGTT-3'), NUC2 (5'-AGCCAAGCCTTGACGAAGTAAAGC-3'), MECA1 (5'-GCAATCGCTAAAGAACTAAG-3') and MECA2 (5'-GGGACCAACATAACCTAATA-3').<sup>23, 24</sup> *S. aureus* ATCC 25923, *S. aureus* ATCC 43300 (MRSA) and *S. epidermidis* ATCC 14990 were used as quality control

strains for all PCR performed in this study.

### Species identification

MRCNS were identified at a species level based on their physiological characteristics: novobiocin resistance, anaerobic growth, esculin hydrolysis, enzyme production (urease, ornithine decarboxylase (ODC), pyrrolidonyl arylamidase (PYR), alkaline phosphatase and β-galactosidase) and utilization of maltose, sucrose, raffinose, D-trehalose, D-mannitol, D-mannose, D-xylose and D-cellobiose.<sup>25</sup>

### Antibiotic susceptibility testing

Antimicrobial susceptibility testing was performed according to CLSI guidelines (Approved Standard M 100-S22, 2012). The antimicrobial disks used for antimicrobial resistance profiles of the MRCNS isolates included: penicillin (10 µg), clindamycin (2 µg), erythromycin (15 µg), fosfomycin (50 µg), trimethoprim-sulfamethoxazole (25 µg) vancomycin (30 µg), chloramphenicol (30 µg), gentamicin (10 µg), fusidic acid (10 µg) and tigecycline (15 µg). Minimal Inhibitory Concentration (MIC) of oxacillin was performed using an agar dilution method. *S. aureus* ATCC 25923, *S. aureus* ATCC 29213 and *S. aureus* ATCC 43300 (MRSA) were used as quality control strains for the disk diffusion test and MIC assay.

### SCCmec typing

The SCCmec types were determined by multiplex PCR as previously described by Kondo *et al.* (2007).<sup>26</sup> The method has two multiplex PCR (M-PCR) reactions: M-PCR 1 for amplification of *ccr* gene and M-PCR 2 for amplification *mec*. The combination of *ccr* types and *mec* classes were used to define the SCCmec types; the classification followed the guidelines proposed by the International Working Group on the Classification of SCC elements (<http://www.sccmec.org>). Control strains for SCCmec typing included four MRSA strains: epidemic MRSA (EMRSA)-8 (SCCmec type I), N315 (SCCmec type II), EMRSA-4 (SCCmec type III) and EMRSA-10 (SCCmec type IV).

## Results

### Species identification

A total of 16 MRCNS were isolated from the nasal and rectal swabs of pigs (13-15 pigs/farm) on three smallholder farms (Table 1). Most of the MRCNS isolates were recovered from the nasal swabs. Six staphylococcal

species were identified: *S. saprophyticus*, *S. cohnii*, *S. haemolyticus*, *S. kloosii*, *S. xylosus* and *S. caprae*. The most frequently identified species was *S. saprophyticus* (9 isolates) followed by *S. cohnii* (2 isolates) and *S. haemolyticus* (2 isolates).

Table 1 Species distribution of MRCNS isolates in pig farms

Farms	No. of pigs	No. of MRCNS isolates	Species (no. of isolates)
A	15	2	<i>S. saprophyticus</i> (2)
B	15	-	-
C	14	6	<i>S. saprophyticus</i> (5), <i>S. kloosii</i> (1)
D	13	8	<i>S. saprophyticus</i> (2), <i>S. haemolyticus</i> (2), <i>S. cohnii</i> (2), <i>S. xylosus</i> (1), <i>S. caprae</i> (1)
Total	57	16	

### Antimicrobial susceptibility testing

The MRCNS species showed similar antibiotic resistance patterns (Table 2). All isolates were susceptible to vancomycin, gentamicin and tigecycline and resistant to penicillin, erythromycin and clindamycin. Some of the

MRCNS isolates were also resistant to fusidic acid (69%), trimethoprim-sulfamethoxazole (44%), chloramphenicol (31%) and fosfomycin (12%). A board range of oxacillin MIC was observed, from 8 to 512 µg/ml. More than half (56%) of the isolates had MIC higher than 128 µg/ml (512 fold higher than the CLSI breakpoint).

Table 2 Antibiotic resistance of different MRCNS species

Species	Percentage (isolate number) of antibiotic resistance									
	P	E	DA	FOS	SXT	VA	C	CN	FD	TGC
<i>S. saprophyticus</i> (9)	100 (9)	100 (9)	100 (9)	22 (2)	44 (4)	0 (0)	44 (4)	0 (0)	89 (8)	0 (0)
<i>S. cohnii</i> (2)	100 (2)	100 (2)	100 (2)	0 (0)	50 (1)	0 (0)	50 (1)	0 (0)	100 (2)	0 (0)
<i>S. haemolyticus</i> (2)	100 (2)	100 (2)	100 (2)	0 (0)	50 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>S. kloosii</i> (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	0 (0)	100 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	100 (1)	0 (0)
<i>S. xylosus</i> (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>S. caprae</i> (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Total	100 (16)	100 (16)	100 (16)	12 (2)	44 (7)	0 (0)	31 (5)	0 (0)	69 (11)	0 (0)

\* P, penicillin; E, erythromycin; DA, clindamycin; FOS, fosfomycin; SXT, trimethoprim-sulfamethoxazole; VA, vancomycin; C, chloramphenicol; CN, gentamicin; FD, fusidic acid and TGC, tigecycline

### SCCmec typing

In this study, we found a high diversity of SCCmec elements among MRCNS isolates (Table 3). The most frequently found SCCmec type was SCCmec type IX, detected in six isolates of four species: *S. saprophyticus*

(3 isolates), *S. cohnii* (1 isolate), *S. caprae* (1 isolate) and *S. haemolyticus* (1 isolate). SCCmec type V was detected in three isolates of two species: *S. saprophyticus* (2 isolates) and *S. haemolyticus* (1 isolate). Seven out of 16 MRCNS isolates (43.8%) were non-typeable.

**Table 3** Diversity of SCCmec elements among LA-MRCNS isolates

SCCmec type	ccr type	mec class	Species	Isolates code*
IX	1	C2	<i>S. saprophyticus</i>	C2, C5, D3
			<i>S. cohnii</i>	D7
			<i>S. haemolyticus</i>	D5
			<i>S. caprae</i>	D4
V	5	C2	<i>S. saprophyticus</i>	A2, D8
			<i>S. haemolyticus</i>	D6
Non-typable	1 & 5	A & C2	<i>S. cohnii</i>	D1
	-	C2	<i>S. saprophyticus</i>	A1, C3, C4
			<i>S. kloosii</i>	C1
		A	<i>S. saprophyticus</i>	C6
	5	A	<i>S. xylosus</i>	D2

\* The code of MRCNS isolated from each farms (A, B, C, and D)

### Discussion

Six staphylococcal species were identified from 16 MRCNS isolated from three of four smallholder pig farms in Lamphun Province. Prevalence of MRCNS in Thai pig farms located in different geographic locations may vary widely. *S. saprophyticus* was the most frequently identified species, followed by *S. cohnii* and *S. haemolyticus*. These predominant species can cause infections in humans, especially *S. saprophyticus* and *S. haemolyticus*, which are frequently involved in clinical cases. *S. saprophyticus* is a common cause of urinary tract infections along with more severe complications including septicemia, pyelonephritis and endocarditis in humans.<sup>27</sup> Moreover, it is an animal-originated food contaminant found in 7.3% of rectal swabs from pigs.<sup>28</sup> *S. cohnii* is an opportunistic pathogen. They have been found colonizing on human skin in only small numbers. Colonization of *S. cohnii* in hospital environments has been previously reported, with almost all isolates identified as

methicillin-resistant staphylococci.<sup>29</sup> This species has also been found in healthy animals: cattle, fowl and pigs.<sup>30</sup> *S. haemolyticus* is the second most common cause of nosocomial CNS infections, including: blood stream, urinary tract, wound, bone, and joint infections. Most of these nosocomial pathogens exhibit multi-drugs resistance.<sup>31</sup> In addition to being found in several healthy animals: cattle, sheep, goats, pigs and turkeys, *S. haemolyticus* has been found in cows presenting with bovine mastitis.<sup>15, 32</sup> Tulinski *et al.*, found 10 staphylococcal species on seven pig farms in the Netherlands. Although the most common species found on these farms was *S. aureus*, the majority of isolates – *S. cohnii* (16%), *S. epidermidis* (11%) and *S. haemolyticus* (11%) – were CNS.<sup>16</sup>

Most of MRCNS isolates were resistant to at least three classes of antibiotics, suggesting MDR phenotypes. All 16 isolates were resistant to penicillin, erythromycin and clindamycin but susceptible to vancomycin, gentamicin

and tigecycline. Twelve isolates (75%) were also resistant to other non-beta-lactam antibiotics: fosfomycin, trimethoprim-sulfamethoxazole, chloramphenicol and fusidic acid. This study demonstrated the high prevalence of MRCNS with MDR phenotypes in healthy pigs on the farms surveyed. In this study, a broad range of oxacillin MIC, ranging from 8 to 512 µg/ml, was detected among the MRCNS isolates, with more than half higher than 128 µg/ml. Among the MRCNS isolates, different levels of expression of *mecA* may be the reason for the diverse MIC found. The homogeneous expression of *mecA* confers a high level of methicillin resistance among MRCNS, in contrast to heterogeneous gene expression.<sup>33, 34</sup>

SCCmec type IV and V are common among MRCNS isolated from livestock.<sup>15, 35</sup> To our knowledge, this is the first report of MRCNS harboring SCCmec type IX in pigs in Thailand. However, this SCCmec type has been previously reported in LA-MRSA associated with CC9 and CC398 strains. So far, these strains isolated from pigs and humans associated with livestock have been documented only in Thailand. Five MRSA isolates were also detected previously in one of the four farms investigated in this study; they were characterized as ST9-t337-IX. Only two SCCmec types were identified in MRCNS isolates, including SCCmec type IX (6 isolates) and type V (3 isolates). SCCmec type IX predominated in a variety of CNS species, including: *S. saprophyticus*, *S. cohnii*, *S. caprae*, and *S. haemolyticus*. Nevertheless, SCCmec type V was also found in *S. saprophyticus* and *S. haemolyticus*. Therefore, to date, type-IX SCCmec elements are geographically restricted to LA-MRSA and -MRCNS in Thailand. The *ccr* gene was not detected in most of the non-typeable isolates. The *ccr* gene might be an unrecognized type, deleted or contain a mutation, thus making it undetectable by PCR technique. In contrast, the class C2 *mec* was commonly detected in these isolates.

The class C2 *mec* has been identified in both SCCmec type V and IX. In addition, we found combinations of more than one SCCmec type in single MRCNS species which were found in *S. cohnii* containing type-1, type -5 *ccr*/class A, C2 *mec*. Thus, this isolate could be identified as SCCmec types V and IX. However, the class A *mec*, which was reported in SCCmec types II, III and VIII, was also found in this isolate. The co-existence of two SCCmec types has been found in clinical MRCNS isolates reported by Zong *et al.*<sup>36</sup> These included SCCmec types III+V, II+V, II+IV and IV+V.<sup>36</sup> Interestingly, we found the combination of *ccr* type and *mec* class, which has not been recognized before, type -5 *ccr*/class A *mec* in *S. xylosus*. These may be novel SCCmec types. However, they need to be characterized further.

## Conclusion

MRCNS strains in pigs with MDR phenotypes were associated with opportunistic pathogens, such as *S. saprophyticus* and *S. haemolyticus*. This is of concern in view of the spread of MDR staphylococci via the food chain and transmission from pigs to humans and subsequently to hospitals. The type-IX SCCmec element was distributed among diverse CNS species, suggesting the possibility of horizontal transfer between staphylococcal species, including *S. aureus*, an important human pathogen. Molecular typing methods such as SCCmec typing are important for insight into the evolution and epidemiology of MRCNS. Pig farms may provide an environment for MRCNS strains as potential reservoirs of diverse SCCmec elements and drug-resistant genes. Monitoring of prevalence and antibiotic resistance profile among MRCNS in livestock is necessary for preventing and controlling the spread of these strains to the community and hospitals.

## Acknowledgements

This work was financially supported by the Faculty of Associated Medical Sciences Chiang Mai University. The authors are grateful to the Chiang Mai-Lamphun Pig Farmers Cooperative, Ltd. for assistance with sample collection. We acknowledge Prof. E. M. H. Wellington for kindly providing the MRSA reference strains used in this study.



## Reference

1. Deurenberg RH, Stobberingh EE. The evolution of *Staphylococcus aureus*. Infect Genet Evol 2008; 8: 747-63
2. Turlej A, Hryniewicz W, Empel J. Staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCC*mec*) classification and typing methods: an overview. Pol J Microbiol 2010; 60: 95-103
3. Couto I, de Lencastre H, Severina E, Kloos W, Webster JA, Hubner RJ, et al. Ubiquitous presence of a *mecA* homologue in natural isolates of *Staphylococcus sciuri*. Microb Drug Resist 1996; 2: 377-91
4. Tsubakishita S, Kuwahara-Arai K, Sasaki T, Hiramatsu K. Origin and molecular evolution of the determinant of methicillin resistance in staphylococci. Antimicrob Agents Chemother 2010; 54: 4352-9
5. Arakere G, Nadig S, Swedberg G, Macaden R, Amarnath SK, Raghunath D. Genotyping of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains from two hospitals in Bangalore, South India. J Clin Microbiol 2005; 43: 3198-202
6. Graveland H, Wagenaar JA, Heesterbeek H, Mevius D, van Duijkeren E, Heederik D. Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* ST398 in veal calf farming: human MRSA carriage related with animal antimicrobial usage and farm hygiene. PLoS One 2010; 5: e10990
7. Smith TC, Pearson N. The emergence of *Staphylococcus aureus* ST398. Vector Borne Zoonotic Dis 2011; 11: 327-39
8. Wagenaar JA, Yue H, Pritchard J, Broekhuizen-Stins M, Huijsdens X, Mevius DJ, et al. Unexpected sequence types in livestock associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): MRSA ST9 and a single locus variant of ST9 in pig farming in China. Vet Microbiol 2009; 139: 405-9
9. Neela V, Mohd Zafrul A, Mariana NS, van Belkum A, Liew YK, Rad EG. Prevalence of ST9 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among pigs and pig handlers in Malaysia. J Clin Microbiol 2009; 47: 4138-40
10. Cui S, Li J, Hu C, Jin S, Li F, Guo Y, et al. Isolation and characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from swine and workers in China. J Antimicrob Chemother 2009; 64: 680-3
11. Anukool U, O'Neill CE, Buttr-Indr B, Hawkey PM, Gaze WH, Wellington EM. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pigs from Thailand. Int J Antimicrob Agents 2011; 38: 86-7
12. Larsen J, Imanishi M, Hinjoy S, Tharavichitkul P, Duangsong K, Davis MF, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST9 in pigs in Thailand. PLoS One 2012; 7: e31245
13. Vestergaard M, Cavaco LM, Sirichote P, Unahalekhaka A, Dangsakul W, Svendsen CA, et al. SCC*mec* type IX element in methicillin resistant *Staphylococcus aureus spa* type t337 (CC9) isolated from pigs and pork in Thailand. Front Microbiol 2012; 3: 103
14. Garza-Gonzalez E, Morfin-Otero R, Llaca-Diaz JM, Rodriguez-Noriega E. Staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCC*mec*) in methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci. A review and the experience in a tertiary-care setting. Epidemiol Infect 2010; 138:645-54
15. Zhang Y, Agidi S, LeJeune JT. Diversity of staphylococcal cassette chromosome in coagulase-negative staphylococci from animal sources. J Appl Microbiol 2009; 107: 1375-83

16. Tulinski P, Fluit AC, Wagenaar JA, Mevius D, van de Vijver L, Duim B. Methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci on pig farms as a reservoir of heterogeneous staphylococcal cassette chromosome *mec* elements. *Appl Environ Microbiol* 2012; 78: 299-304
17. Diekema DJ, Pfaller MA, Schmitz FJ, Smayevsky J, Bell J, Jones RN, et al. Survey of infections due to *Staphylococcus* species: frequency of occurrence and antimicrobial susceptibility of isolates collected in the United States, Canada, Latin America, Europe, and the Western Pacific region for the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program, 1997-1999. *Clin Infect Dis*. 2001; 32: 114-32
18. Wisplinghoff H, Bischoff T, Tallent SM, Seifert H, Wenzel RP, Edmond MB. Nosocomial bloodstream infections in US hospitals: analysis of 24,179 cases from a prospective nationwide surveillance study. *Clin Infect Dis* 2004; 39: 309-17
19. Huebner J, Goldmann DA. Coagulase-negative staphylococci: role as pathogens. *Annu Rev Med* 1999; 50: 223-36
20. de Mattos EM, Teixeira LA, Alves VM, Rezende e Resende CA, da Silva Coimbra MV, da Silva-Carvalho MC, et al. Isolation of methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci from patients undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD) and comparison of different molecular techniques for discriminating isolates of *Staphylococcus epidermidis*. *Diagn Microbiol Infect Dis* 2003; 45: 13-22
21. Piette A, Verschraegen G. Role of coagulase-negative staphylococci in human disease. *Vet Microbiol* 2009; 134: 45-54
22. Ruppe E, Barbier F, Mesli Y, Maiga A, Cojocar R, Benkhalfat M, et al. Diversity of staphylococcal cassette chromosome *mec* structures in methicillin-resistant *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus haemolyticus* strains among outpatients from four countries. *Antimicrob Agents Chemother* 2009; 53: 442-9
23. Al-Talib H, Yean CY, Al-Khateeb A, Hassan H, Singh KK, Al-Jashamy K, et al. A pentaplex PCR assay for the rapid detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and Pantone-Valentine Leucocidin. *BMC Microbiol* 2009; 9: 113
24. Fang H, Hedin G. Rapid screening and identification of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from clinical samples by selective-broth and real-time PCR assay. *J Clin Microbiol* 2003; 41: 2894-9
25. Iorio NL, Ferreira RB, Schuenck RP, Malvar KL, Brilhante AP, Nunes AP, et al. Simplified and reliable scheme for species-level identification of *Staphylococcus* clinical isolates. *J Clin Microbiol* 2007; 45: 2564-9
26. Kondo Y, Ito T, Ma XX, Watanabe S, Kreiswirth BN, Etienne J, et al. Combination of multiplex PCRs for staphylococcal cassette chromosome *mec* type assignment: rapid identification system for *mec*, *ccr*, and major differences in junkyard regions. *Antimicrob Agents Chemother* 2007; 51: 264-74
27. Wallmark G, Arremark I, Telander B. *Staphylococcus saprophyticus*: a frequent cause of acute urinary tract infection among female outpatients. *J Infect Dis* 1978; 138: 791-7
28. Hedman P, Ringertz O, Lindstrom M, Olsson K. The origin of *Staphylococcus saprophyticus* from cattle and pigs. *Scand J Infect Dis* 1993; 25: 57-60

29. Szewczyk EM, Rozalska M. *Staphylococcus cohnii*-resident of hospital environment: cell-surface features and resistance to antibiotics. Acta Microbiol Pol 2000; 49: 121-33
30. Skalka B. Occurrence of staphylococcal species in clinically healthy domestic animals. Vet Med 1991; 36: 9-19
31. Garza-Gonzalez E, Lopez D, Pezina C, Muruet W, Bocanegra-Garcia V, Munoz I, et al. Diversity of staphylococcal cassette chromosome *mec* structures in coagulase-negative staphylococci and relationship to drug resistance. J Med Microbiol 2010; 59: 323-9
32. Fessler AT, Billerbeck C, Kadlec K, Schwarz S. Identification and characterization of methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci from bovine mastitis. J Antimicrob Chemother 2010; 65: 1576-82
33. Swenson JM, Tenover FC. Results of disk diffusion testing with cefoxitin correlate with presence of *mecA* in *Staphylococcus* spp. J Clin Microbiol 2005; 43: 3818-23
34. Stepanovic S, Hauschild T, Dakic I, Al-Doori Z, Svabic-Vlahovic M, Ranin L, et al. Evaluation of phenotypic and molecular methods for detection of oxacillin resistance in members of the *Staphylococcus sciuri* group. J Clin Microbiol 2006; 44: 934-7
35. Malik S, Coombs GW, O'Brien FG, Peng H, Barton MD. Molecular typing of methicillin-resistant staphylococci isolated from cats and dogs. J Antimicrob Chemother 2006; 58: 428-31
36. Zong Z, Peng C, Lu X. Diversity of SCC*mec* elements in methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci clinical isolates. PLoS One 2011; 6: e20191

## Evaluation of estimated glomerular filtration rate (eGFR) by reference range of serum creatinine at Buddhachinaraj Phitsanuloke Hospital

Kanokwan Mohprasit\*

Department of Clinical Pathology, Buddhachinaraj Phitsanuloke Hospital  
Amphur Muang, Phitsanuloke

\*Corresponding author (E-mail: kmohprasit@gmail.com)

### Abstract

The Nephrology Society of Thailand has recommended to report routine serum creatinine (Cr) testing along with the estimated glomerular filtration rate (eGFR). This study was to compare eGFR between two equations, the reexpressed Modification of Diet in Renal Disease study (MDRD) and the CKD-EPI. Six hundred and seventy seven healthy subjects were enrolled in this study. The data of serum Cr, age, gender, and ethnic of study subjects were used to calculate eGFR. The serum Cr was measured by using the modified Jaffe compensation. The reference range of serum Cr was established by using the National Committee for Clinical Laboratory Standard (NCCLS document C28-A2) guideline. The eGFR obtained from the reexpressed MDRD equation was 69-131 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> in female and 68-115 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> in male while the eGFR obtained from the CKD-EPI equation was 72-119 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> in female and 70-112 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> in male. There was significantly different ( $p < 0.001$ ) of eGFRs obtained from two equations and especially, when eGFR > 60 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>. The reference range of serum Cr was 0.44-1.04 mg/dL in female and 0.75-1.25 mg/dL in male. **Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2013; 46(3): 260-272**

**Keywords:** Reference value, eGFR, Cobas C 501, reexpressed MDRD, CKD-EPI

## การประเมินค่า estimated glomerular filtration rate (eGFR) จากค่าอ้างอิง serum creatinine ในโรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก

กนกวรรณ เหมาะประสิทธิ์\*

กลุ่มงานพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก  
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

\*ผู้รับผิดชอบบทความ (E-mail: kmohprasit@gmail.com)

### บทคัดย่อ

สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทยได้แนะนำให้มีการรายงานผลตรวจวิเคราะห์ค่าซีรัมครีเอตินินควบคู่ไปกับค่าอัตราการกรองผ่านไตโดยประมาณซึ่งได้จากการคำนวณ การศึกษาได้เปรียบเทียบค่าอัตราการกรองผ่านไตระหว่างการคำนวณโดยใช้สมการ reexpressed MDRD และ CKD-EPI โดยเลือกใช้ข้อมูล ซีรัมครีเอตินิน อายุ เพศ และเชื้อชาติจากกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่ที่มีสุขภาพดี จำนวน 677 รายที่ได้รับตรวจสุขภาพประจำปีของโรงพยาบาลพุทธชินราช เพื่อใช้คำนวณค่าอัตราการกรองผ่านไตจากทั้งสองสมการ และกำหนดค่าอ้างอิงตามแนวทางของ NCCLS เอกสาร ฉบับที่ C28-A2 ผลการศึกษาพบว่า อัตราการกรองผ่านไตที่คำนวณด้วยสมการ reexpressed MDRD มีค่าอยู่ในช่วง 69-131 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ในเพศหญิง และ 68-115 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ในเพศชาย ขณะที่ อัตราการกรองผ่านไตที่คำนวณด้วยสมการ CKD-EPI มีค่าอยู่ในช่วง 72-119 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ในเพศหญิง และ 70-112 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ในเพศชาย ซึ่งค่าอัตราการกรองผ่านไตที่ได้จากทั้งสองสมการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) โดยเฉพาะเมื่อค่าอัตราการกรองผ่านไตมีค่ามากกว่า 60 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> และค่าอ้างอิงของซีรัมครีเอตินินมีค่า 0.44-1.04 mg/dL ในเพศหญิง และ 0.75-1.25 mg/dL ในเพศชาย *วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2556; 46(3): 260-272*

**คำห้ส:** ค่าอ้างอิง อัตราการกรองผ่านไตโดยประมาณ สมการ reexpressed MDRD สมการ CKD-EPI

## บทนำ

ค่าอัตราการกรองของ glomerulus (glomerular filtration rate; GFR) นั้นแสดงภาพรวมของการทำงานของไตได้ดีที่สุด การตรวจค่า GFR นั้นค่อนข้างยุ่งยากเนื่องจากต้องเก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมงและคำนวณเป็น creatinine clearance (CCr) หรือต้องส่งตรวจทาง radio-isotope ดังนั้น จึงไม่นิยมในทางปฏิบัติ ในอดีตแพทย์ใช้ค่า serum creatinine เป็นตัวบอกค่า GFR โดยอ้อม เนื่องจากค่า serum creatinine มีค่าผกผันกับค่า GFR อย่างไรก็ตาม การใช้ค่า serum creatinine มีข้อจำกัด ได้แก่ อัตราการสร้าง creatinine ของแต่ละคนแตกต่างกันตามอายุ เพศ เชื้อชาติ และสภาพโภชนาการ<sup>1</sup> ดังนั้น การใช้ค่า serum creatinine ประเมินการทำงานของไตจึงไม่ได้แสดงถึงค่า GFR ที่แท้จริงของผู้ป่วยแต่ละคนค่า serum creatinine ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับค่า GFR ในลักษณะ เส้นตรง การเปลี่ยนแปลงของค่า GFR ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะต้นๆ ทำให้ค่า serum creatinine เปลี่ยนแปลงน้อยมาก เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การวินิจฉัยโรคไตเรื้อรังล่าช้า แนวเวชปฏิบัติของสมาคมโรคไตได้วางแนวทางเพื่อลดปัญหาความยุ่งยากของการตรวจหาค่า GFR โดยให้ตรวจ estimated GFR (eGFR) แทน ซึ่งค่า eGFR หมายถึง ค่าประมาณอัตราการกรองของ glomerulus ที่คำนวณจากค่า serum creatinine และค่าตัวแปรต่างๆ เช่น สูตรคำนวณของ Cockcroft-Gault<sup>2</sup>, Modification of Diet in Renal Disease (MDRD)<sup>3</sup>, CKD-EPI<sup>4</sup> และ Mayo Quadratic<sup>5</sup> หรือกรณีเด็กใช้สูตรคำนวณของ Schwartz<sup>6</sup> ทั้งนี้สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติและกระทรวงสาธารณสุขร่วมกับสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทยได้กำหนดคำแนะนำเกี่ยวกับการรายงานผลค่า eGFR<sup>7</sup> ดังนี้

1. คำนวณค่า eGFR สำหรับผู้ใหญ่ใช้สูตรของ CKD-EPI ส่วนเด็กอายุน้อยกว่า 18 ปีใช้สูตรของ Schwartz และใช้ค่าระดับครีเอตินินในเลือดโดยใช้เทคนิค 2 ตำแหน่ง เพื่อการคำนวณแม่นยำมากขึ้น

2. การวัดค่าครีเอตินินวิธี Enzymatic โดยห้องปฏิบัติการควรมีระบบควบคุมมาตรฐานโดยการทำ Proficiency testing and External Quality Assessment (PT/QA) สำหรับค่าครีเอตินิน ซึ่งได้ปรับค่ามาตรฐานกับวิธี isotope dilution mass spectrometry (IDMS)

ซึ่งตามมาตรฐานใหม่นี้จำเป็นต้องมีการหาค่าอ้างอิง serum creatinine และ eGFR ใหม่ในอนาคตเพื่อเปรียบเทียบค่าที่ใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสมที่จะนำมาเป็นค่าที่ช่วยแพทย์วินิจฉัยได้อย่างถูกต้องต่อไป

ปัจจุบันนี้ผลตรวจ serum creatinine โรงพยาบาลพุทธชินราชพิษณุโลก รายงานในรูปแบบของค่า serum creatinine

คู่กับค่า eGFR โดยอัตโนมัติ ในการคำนวณ eGFR ใช้สูตรของ reexpressed MDRD (Modification of Diet in Renal Disease) ชนิด 4 ตัวแปร ได้แก่ อายุ เพศ เชื้อชาติและค่า serum creatinine ดังนี้

$$\text{estimated GFR (mL/min/1.73 m}^2\text{)} = 175 \times (\text{SCr})^{-1.154} \times (\text{Age})^{-0.203} \times (0.742 \text{ ในผู้หญิง})$$

โรงพยาบาลพุทธชินราชมีการตรวจสุขภาพประจำปีสำหรับเจ้าหน้าที่ทุกคน ซึ่งเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลส่วนใหญ่เป็นผู้มีสุขภาพดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำผลตรวจสุขภาพประจำปีนี้มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาค่าอ้างอิงของ serum creatinine ที่ใช้ในการประเมินการทำงานของไตด้วยค่า eGFR โดยวิธี Modification Jaffe compensated method ประเมินช่วงค่า eGFR จากค่าอ้างอิง serum creatinine เพื่อศึกษาภาวะความเสี่ยงในการเกิดภาวะไตวายเรื้อรังในกลุ่มเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลพุทธชินราช เพื่อที่จะได้คัดกรองและส่งต่อและให้คำปรึกษาในการดูแลตนเองและพฤติกรรมการใช้ชีวิตที่เหมาะสมต่อไป

## วัสดุและวิธีการ

**กลุ่มตัวอย่าง** ได้จากกลุ่มเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก ที่มาตรวจสุขภาพประจำปี พ.ศ. 2555 จำนวน 1547 คน เกณฑ์การคัดเลือกข้อมูลในการวิเคราะห์ครั้งนี้ไม่มีประวัติการวินิจฉัยโดยแพทย์ว่าเป็นโรคไต เบาหวาน, ความดันโลหิตสูง หัวใจ มะเร็งและมีข้อมูลผลตรวจวิเคราะห์ครบทั้ง serum creatinine, fasting blood sugar (FBS), total cholesterol, triglyceride โดยที่ค่า FBS < 126 mg/dL (ไม่เป็นเบาหวานตามเกณฑ์ของ WHO) ค่า total cholesterol < 220 mg/dL (medical decision level = 200 mg/dL และ CLIA allowable error = 10% หรือ 20 mg/dL), ค่า triglyceride < 200 mg/dL (medical decision level = 160 mg/dL และ CLIA allowable error = 25% หรือ 40 mg/dL) และ ค่า serum creatinine < 1.3 mg/dL (medical decision level = 1.0 mg/dL และ CLIA allowable error = 0.3 mg/dL) ผลการวิเคราะห์เป็นเลือดที่เก็บหลังการงดอาหาร 8-12 ชั่วโมง ข้ามคืน เจาะเลือดโดยใช้ clot activator tube แล้วนำมาปั่นแยกน้ำเหลืองและทำการตรวจวิเคราะห์ตามโปรแกรมตรวจสุขภาพ การตรวจวัด FBS, total cholesterol, triglyceride และ serum creatinine โดยใช้ชุดน้ำยาสำเร็จรูป ชุดสารมาตรฐานและสารควบคุมคุณภาพ PCCC1, PCCC2 ของบริษัท Roche Diagnostics ทำการตรวจด้วยเครื่องวิเคราะห์สารเคมีในเลือดอัตโนมัติ รุ่น Cobas C 501 ที่มีการควบคุม

มาตรฐานการตรวจตามคู่มือของบริษัทผู้ผลิต และทำ Proficiency testing and External Quality Assessment (PT/QA) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษามีผลการตรวจระดับ creatinine อายุ เพศและนำมาคำนวณค่า eGFR โดยใช้สูตร reexpressed MDRD และ สูตร CKD-EPI ดังนี้

#### สูตร reexpressed MDRD

$$\text{eGFR} = 175 \times \text{Serum Creatinine}^{-1.154} \times \text{Age}^{-0.203} \times [0.742 \text{ if Female}]$$

#### สูตร CKD-EPI formula

เพศหญิง: serum creatinine < 0.70 mg/dL

$$\text{eGFR} = 144 (\text{SCr}/0.7)^{-0.329} (0.993)^{\text{Age}}$$

เพศหญิง: serum creatinine > 0.70 mg/dL

$$\text{eGFR} = 144 (\text{SCr}/0.7)^{-1.209} (0.993)^{\text{Age}}$$

เพศชาย: serum creatinine < 0.90 mg/dL

$$\text{eGFR} = 141 (\text{SCr}/0.9)^{-0.411} (0.993)^{\text{Age}}$$

เพศชาย: serum creatinine > 0.90 mg/dL

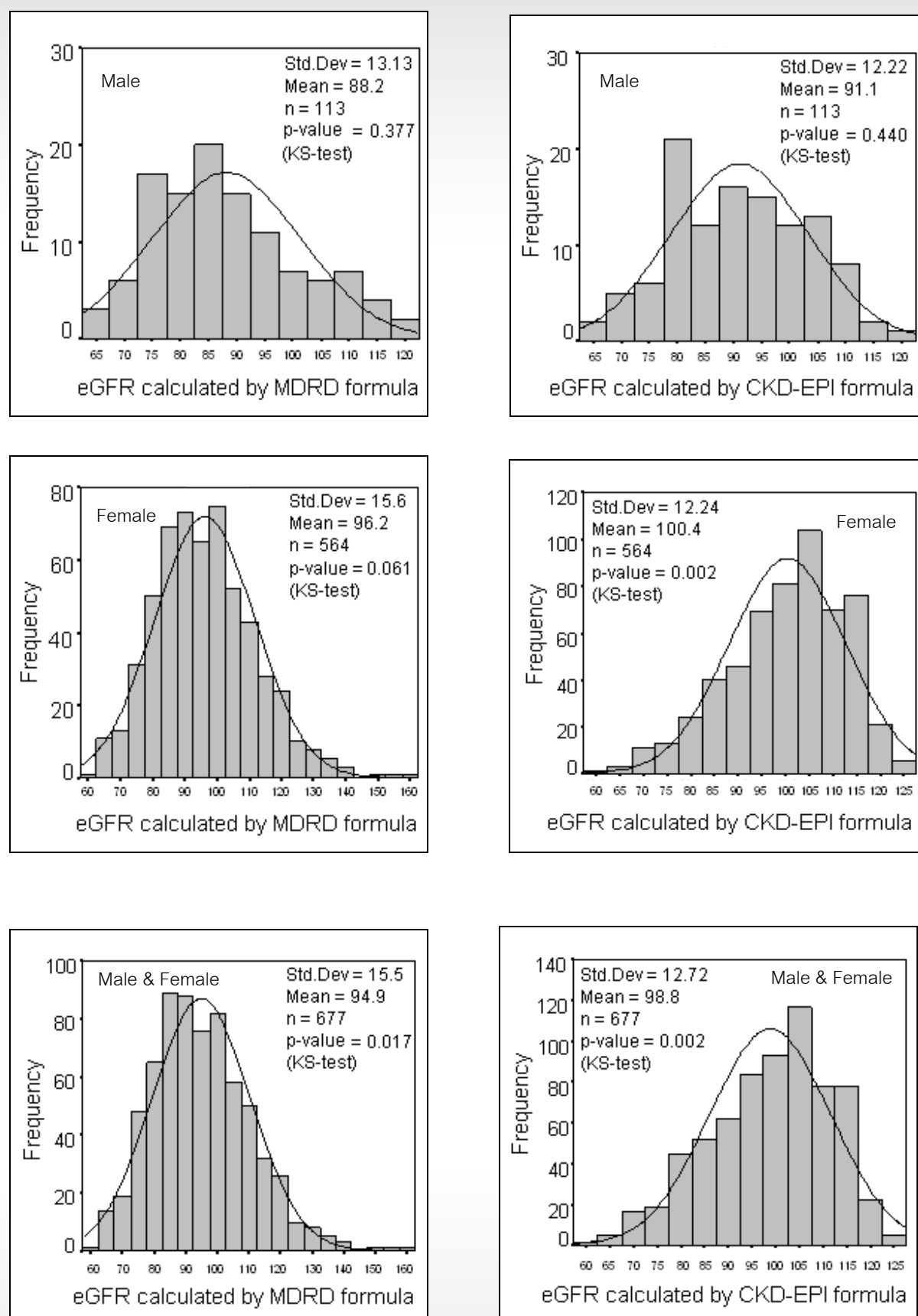
$$\text{eGFR} = 141 (\text{SCr}/0.9)^{-1.209} (0.993)^{\text{Age}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณค่าอ้างอิงของ serum creatinine เพื่อใช้ประเมินค่าการทำงานของไตโดยค่า eGFR จากการใช้สมการ reexpressed MDRD และ CKD-EPI equation ตามข้อกำหนดของ NCCLS C28-P/IFCC ครอบคลุมที่ 95% reference interval กรณีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบปกติ (ทดสอบด้วยสถิติ one sample Kolmogorov-Smirnov test for normal distribution) จะกำหนดค่าอ้างอิง โดยใช้สูตร  $\text{mean} \pm 2\text{SD}$  หากข้อมูลมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ จะกำหนดค่าอ้างอิง โดยใช้ตำแหน่ง 2.5<sup>th</sup> และ 97.5<sup>th</sup> percentile ของกลุ่มตัวอย่าง กรณีพบว่าค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างระหว่างเพศ จะกำหนดอ้างอิงแยกตามเพศ สถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างเพศ ได้แก่ เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลระหว่างเพศด้วยสถิติ Mann-Whitney test ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ หากการแจกแจงข้อมูลเป็นแบบปกติจะทดสอบความแตกต่างของค่าความแปรปรวนของข้อมูลระหว่างเพศด้วยสถิติ F-test และทดสอบความแตกต่างของข้อมูลระหว่างเพศด้วยสถิติ Student t-test การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า eGFR ที่คำนวณด้วยสูตร MDRD และ CKD-EPI ด้วยสถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test

#### ผลการศึกษา

เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลพุทธชินราชที่มาตรวจสุขภาพประจำปี พ.ศ. 2555 จำนวน 1547 คน เมื่อคัดเลือกผลตรวจสุขภาพประจำปีตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วได้ผู้มีสุขภาพดี 677 คน เป็นเพศหญิง 564 คน อายุระหว่าง 26 – 61 ปี และเพศชาย 113 คน อายุระหว่าง 31 – 60 ปี ข้อมูลผลตรวจ FBS, total cholesterol, triglyceride, creatinine และค่า eGFR แสดงในตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย FBS และ total cholesterol ของเพศหญิงไม่แตกต่างกับของเพศชาย ค่าเฉลี่ย triglyceride และ creatinine ของเพศชายสูงกว่าของเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.001$ ) การแจกแจงข้อมูลของค่า eGFR ที่คำนวณด้วยสูตร MDRD และ CKD-EPI ในเพศชายเป็นแบบปกติ ส่วนในเพศหญิงเป็นแบบไม่ปกติ ดังแสดงในรูปที่ 1 มีความแตกต่างของค่า eGFR ระหว่างเพศหญิงและเพศชาย ทั้งที่คำนวณด้วยสูตร reexpressed MDRD และ CKD-EPI ( $p < 0.001$ ) ค่า eGFR ที่คำนวณด้วยสูตร MDRD และ CKD-EPI มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

กรณีกำหนดค่าอ้างอิงโดยใช้ค่าตำแหน่ง 2.5<sup>th</sup> และ 97.5<sup>th</sup> percentile ของกลุ่มตัวอย่าง ถ้าคำนวณด้วยสูตร reexpressed MDRD ในเพศหญิงค่าอยู่ระหว่าง 69–131 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> เพศชายค่าอยู่ระหว่าง 68–115 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ถ้าคำนวณด้วยสูตร CKD-EPI ในเพศหญิงค่าอยู่ระหว่าง 72–119 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> เพศชายค่าอยู่ระหว่าง 70–112 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> (ข้อมูลแสดงในตารางที่ 2) กรณีกำหนดค่าอ้างอิงด้วยค่า  $\text{Mean} \pm 2\text{SD}$  ของกลุ่มตัวอย่าง ถ้าคำนวณด้วยสูตร reexpressed MDRD ในเพศหญิงค่าอยู่ระหว่าง 65–127 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> เพศชายค่าอยู่ระหว่าง 62–114 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ถ้าคำนวณด้วยสูตร CKD-EPI ในเพศหญิงค่าอยู่ระหว่าง 76–125 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> เพศชายค่าอยู่ระหว่าง 67–116 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> (ข้อมูลแสดงในตารางที่ 2) ซึ่งค่าอัตราการกรองผ่านไตที่ได้จากทั้งสองสมการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) โดยเฉพาะเมื่อค่าอัตราการกรองผ่านไตมีค่ามากกว่า 60 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> และค่าอ้างอิงของซีรัมครีเอตินินมีค่า 0.44–1.04 mg/dL ในเพศหญิง และ 0.75–1.25 mg/dL ในเพศชาย



**Figure 1** Distributions of eGFR obtained from the MDRD and the CKD-EPI



**Table 1** Demographic data of study subjects

	Female (n = 564)	Male (n = 113)	p-value
<b>Age (year)</b>			
min-max	26-61	31-30	0.013
mean	44 (7)	46 (8)	
median	44	46	
<b>Fasting Blood Glucose(mg/dL)</b>			
min-max	46 - 119	71 - 124	0.404
mean	87 (8)	92 (9)	
median	87	90	
<b>Total Cholesterol (mg/dL)</b>			
min-max	113 - 220	125 - 220	0.135
mean	190 (21)	191 (22)	
median	192	191	
<b>Triglyceride (mg/dL)</b>			
min-max	28 - 200	37 - 194	<0.001
mean	88 (34)	108 (37)	
median	80	101	
<b>Serum Creatinine (mg/dL)</b>			
min-max	0.44 - 1.04	0.75 - 1.25	<0.001
mean	0.72 (0.10)	0.99 (0.12)	
median	0.71	0.99	

**Table 2** Comparison of eGFRs between the MDRD and CKD-EPI equations

	MDRD (mL/min/1.73 m <sup>2</sup> )	CKD-EPI (mL/min/1.73 m <sup>2</sup> )	<i>p</i> -value
female (n = 564)			
min-max	58-162	59-127	< 0.001
mean	96 (16)	100 (12)	
median	95	102	
mean±2 (SD)	65-127	76-125	
2.5 <sup>th</sup> -97.5 <sup>th</sup> percentile range	69-131	72-119	
male (n = 113)			
min-max	65-122	66-118	< 0.001
mean	88 (13)	91 (12)	
median	86	91	
mean± 2(SD)	62-114	67-116	
2.5 <sup>th</sup> -97.5 <sup>th</sup> percentile range	68-115	70-112	

**Table 3** Data of serum creatinine, eGFR (MDRD) and eGFR (CKD-EPI) obtained from the annual health checkup at Buddhachinaraj Phitsanulok Hospital

Grouped age (n = 1547)	n	Age(year)	Serum Creatinine (mg/dL)	eGFR by MDRD (mL/min/1.73 m <sup>2</sup> )	eGFR by CKD-EPI (mL/min/1.73 m <sup>2</sup> )	Kappa <sup>b</sup>
aged ≤35 year	101	33.8±2.5 (25-35)	0.75±0.16 (0.46-1.28)	102.9±16.2 (68-170)	108.5±11.8 (72-134)	0.673 (p<0.01)
female ≤35 year	82	33.9±2.4 (25-35)	0.69±0.08 (0.46-0.88)	105.2±15.5 (78-170)	111.0±9.8 (55-134)	0.539 (p<0.001)
male ≤35 ปี	19	33.6±2.7 (26-35)	1.01±0.15 (0.77-1.28)	93.0±15.9 (68-123)	97.8±14.2 (72-118)	0.776 (p<0.001)
aged 36 – 60 year	1428	50.0±6.9 (33-60)	0.79±0.20 (0.44-5.16)	92.4±16.3 (9-162)	95.6±13.7 (9-128)	0.682 (p<0.001)
female	1129	46.7±6.8 (36-60)	0.73±0.17 (0.44-5.16)	93.7±16.1 (9-162)	97.2±13.0 (9-127)	0.641 (p<0.001)
male	299	47.8±7.3 (36-60)	1.00±0.17 (0.61-2.18)	87.5±16.1 (33-159)	89.3±14.2 (32-128)	0.784 (p<0.001)
aged >60 year	18	62.3±1.9 (61-66)	0.93±0.30 (0.58-1.84)	79.0±17.0 (39-111)	79.1±16.2 (39-98)	0.893 (p<0.001)
female >60 year	10	62.0±1.8 (61-66)	0.77±0.10 (0.58-0.93)	82.3±13.4 (65-111)	83.1±10.5 (67-98)	0.737 (p<0.016)
Male >60 year	8	62.7±2.0 (61-66)	1.14±0.35 (0.88-1.84)	74.9±20.8 (39-95)	74.1±21.1 (38-93)	1.00 (p<0.001)
Total	1547	46.3±7.6 (25-35)	0.79±0.20 (0.44-5.16)	92.9±16.6 (9-170)	96.2±14.1 (25-35)	0.691 (p<0.001)
female	1221	50.0±7.4 (25-66)	0.73±0.16 (0.44-5.16)	94.3 ±16.4 (9-5.16)	98.0±13.3 (9-134)	0.648 (p<0.001)
male	326	47.4±8.1 (26-66)	1.01±0.18 (0.61-2.18)	87.5±16.3 (33-159)	89.4±14.68 (3-128)	0.792 (p<0.001)

หมายเหตุ:

<sup>a</sup> mean ± SD (min – max)<sup>b</sup> Cohen's kappa statistic Analysis of consistency of eGFR calculated by reexpressed MDRD and CKD-EPI

**Table 4** Classifications of eGFR by the NKFCKD

eGFR value	Female (%)	Male (%)	Total (%)
Calculated by reexpressed MDRD			
≥ 90 mL/min	724 (46.80%)	134 (8.66%)	858 (55.46%)
60 – 89 mL/min	491 (31.74%)	183 (11.83%)	674 (43.57%)
30 – 59 mL/min	5 (0.32%)	9 (0.58%)	14 (0.90%)
15 – 29 mL/min	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
<15 mL/min	1 (0.06%)	0 (0.00%)	1 (0.06%)
Calculated by CKD-EPI			
≥ 90 mL/min	920 (59.47%)	168 (10.86%)	1088 (70.33%)
60 – 89 mL/min	295 (19.07%)	149 (9.63%)	444 (28.70%)
30 – 59 mL/min	5 (0.32%)	9 (0.58%)	14 (0.90%)
15 – 29 mL/min	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
<15 mL/min	1 (0.06%)	0 (0.00%)	1 (0.06%)

**Table 5** Interception of the NKFCKD renal disease stage classified by using the eGFR obtained from the MDRD and the CKD-EPI

eGFR by NKF CKD stage				
eGFR calculated by CKD-EPI (n)	eGFR calculated by MDRD (n)			
	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 5
Stage 1	858	0	0	0
Stage 2	230	443	1	0
Stage 3	0	1	13	0
Stage 5	0	0	0	1

จากตารางที่ 4 พบว่ามีเพศหญิง 1 รายที่ eGFR <15 (ทั้ง MDRD และ CKD-EPI) ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคไต และมีเพศชาย 1 รายที่ eGFR=33 (MDRD), 32 (CKD-EPI) ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคไต จากตารางที่ 5 ค่า eGFR ที่คำนวณด้วยสูตร reexpressed MDRD และ CKD-EPI เมื่อจัดแบ่งกลุ่มตาม NKFCKD พบว่าให้ผลเหมือนกัน 85% (1315/1547) จำนวนที่ไม่เหมือนกันโดยส่วนใหญ่ 14.87% (230/1547) ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม NKFCKD stage 1 โดย สูตร MDRD แต่อยู่ในกลุ่ม NKFCKD stage 2 ด้วยสูตร CKD-EPI ใช้สถิติ Cohen's kappa statistic วิเคราะห์ความสอดคล้องของการจัดกลุ่มค่า eGFR ที่คำนวณด้วยสูตร MDRD และ

CKD-EPI ตามเกณฑ์ NKFCKD พบว่า มีความสอดคล้องกันพอสมควร (kappa=0.691,  $p<0.001$ )

### วิจารณ์

การศึกษาเพื่อกำหนดค่าอ้างอิง serum creatinine ที่ใช้ในการประเมินค่าการทำงานของไตด้วยค่า eGFR นี้ ได้ศึกษาจากข้อมูลผลตรวจสุขภาพประจำปีของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลพุทธชินราช ปี พ.ศ. 2555 ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเป็นผู้มีสุขภาพดีจำนวน 677 คน แยกเป็นเพศหญิงจำนวน 564 คน และเพศชายจำนวน 113 คน จำนวนข้อมูลทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์ในเอกสาร NCCLS document

C28-A2: How to Define and Determine Reference Intervals in the Clinical Laboratory; Approved Guideline -Second Edition คือ ไม่น้อยกว่า 120 ราย กรณีที่ต้องกำหนดค่าอ้างอิงแยกตามเพศ จำนวนข้อมูลของกลุ่มเพศหญิงมีจำนวนเพียงพอตามเกณฑ์ แต่จำนวนข้อมูลของเพศชายต่ำกว่าเกณฑ์เล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ไม่น่าจะมีผลต่อการกำหนดค่าอ้างอิงในครั้งนี้มากนัก

ความแตกต่างของผลตรวจ creatinine ยังขึ้นกับหลักการตรวจวิเคราะห์ที่แตกต่างกันด้วย ดังเช่นรายงานการศึกษาของ Lalisa Limsirarat<sup>9</sup> ในปี 2553 พบว่าค่าอ้างอิงของ creatinine มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลักการและปฏิกิริยาที่ใช้ ปัจจุบันวิธีการตรวจหาค่า creatinine มีอยู่ 2 หลักการ ได้แก่ creatinine Jaffe's method และ creatinine enzymatic มีรายงานข้อมูลการศึกษาระบบกวนในการตรวจหา creatinine<sup>10</sup> ในเลือดเปรียบเทียบระหว่างหลักการ creatinine Jaffe's Method และ creatinine enzymatic ที่แสดงให้เห็นว่า การตรวจ creatinine enzymatic สามารถทนต่อสารกวนได้ดีกว่า creatinine Jaffe's method ความแตกต่างของ serum creatinine ของห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งเพียง 0.1-0.2 mg/dL มีผลทำให้ค่า eGFR ที่คำนวณได้มีความแตกต่างกันอย่างมาก นอกจากนี้เทคนิควิธีการตรวจค่า serum creatinine ก็ทำให้ค่าที่ได้มีความแตกต่างกันโดยในปัจจุบันวิธีการตรวจที่ยอมรับกันว่ามีความแม่นยำที่สุดคือวิธี isotope dilution mass spectrometry (IDMS) ในช่วงที่ยังใช้ Jaffe's reaction ในการตรวจวัดระดับ creatinine ใช้หลักการ Jaffe's uncompensated reaction โรงพยาบาลพุทธชินราชใช้ค่าอ้างอิง 0.9-1.8 mg/dL ที่อ้างอิงจากจากห้องปฏิบัติการของรัฐ แต่ต่อมาเปลี่ยนหลักการมาเป็น Jaffe compensated reaction (IDMS traceable) หรือ modified Jaffe's reaction ที่ใช้การหักค่าการรบกวนจากโปรตีนทำให้ค่า creatinine ที่ได้ต่ำลงประมาณ 0.2 mg/dL ซึ่งค่าที่ใช้อ้างอิงคือ เพศหญิง 0.50-0.90 mg/dL และเพศชาย 0.70-1.20 mg/dL<sup>11</sup> การศึกษานี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Wolfgang Junge และคณะ<sup>12</sup> ที่ใช้หลักการ Jaffe's compensated ปัจจุบันใช้วิธี creatinine enzymatic ใช้ค่าอ้างอิงเป็น 0.51-1.17 mg/dL จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน จะเห็นได้ว่าเมื่อหลักการและวิธีการเปลี่ยน ค่าอ้างอิงก็จะเปลี่ยนไปด้วย จึงมีความจำเป็นต้องทบทวนค่าอ้างอิงเป็นระยะๆ เพื่อให้ได้ค่าอ้างอิงที่แพทย์จะนำไปใช้กับผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จากข้อมูลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของ serum creatinine ของเพศชายและหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.013$ ) ซึ่งก็อาจเป็นเพราะผู้หญิงมีมวลกล้ามเนื้อ

น้อยกว่าผู้ชาย ตามข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ควรมีการกำหนดค่าอ้างอิงของ serum creatinine แยกเป็นของเพศหญิงและเพศชาย ดังนั้นในเพศหญิงค่าอยู่ในช่วง 0.44-1.04 mg/dL และเพศชายค่าอยู่ระหว่าง 0.75-1.25 mg/dL ในรายงานการศึกษาของ Lalisa Limsirarat<sup>9</sup> ในปี 2553 ก็กำหนดค่าอ้างอิงของ creatinine แยกระหว่างเพศชายและหญิงเป็น 0.72-1.16 และ 0.55- 0.96 mg/dL ตามลำดับ การประเมินค่าการทำงานของไตโดยค่า eGFR ในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ศึกษากรณีคำนวณด้วยสูตร MDRD และ CKD-EPI อยู่ระหว่าง 68-129 และ 72-119 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ตามลำดับ และพบว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างเพศหญิงและชาย ( $p < 0.001$ )

วิธีตรวจวัดระดับ creatinine ที่ห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลพุทธชินราชใช้ในขณะที่เก็บข้อมูล ยังไม่ได้ใช้วิธี creatinine enzymatic ตามคำแนะนำของสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทยเพื่อให้การคำนวณค่า eGFR มีความน่าเชื่อถือ อย่างไรก็ตาม วิธีที่ใช้อยู่ในขณะนั้น สารมาตรฐานที่ใช้ในระบบการวัดได้มีการเทียบค่ากับวิธี isotope dilution mass spectrometry (IDMS)<sup>10</sup> และมีการรายงานผลตรวจเป็นเทคนิค 2 ตำแหน่ง ซึ่งน่าจะเพียงพอ นอกจากนี้การศึกษาเพื่อกำหนดค่าอ้างอิงในกลุ่มประชากรในเขตพื้นที่บริการเองน่าจะทำให้การใช้ค่าอ้างอิงนี้ประเมินการทำงานของไตได้ดีจากผู้มีอาการคัดกรองโรคไตเรื้อรังในผู้ใหญ่โดยสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทยและสำนักหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ 13 ปี 2555 กล่าวว่า ควรใช้ค่าระดับ serum creatinine ที่วัดด้วยวิธี enzymatic method เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินค่า eGFR ในกรณีที่โรงพยาบาลไม่สามารถตรวจด้วยวิธีดังกล่าวได้ สามารถใช้ค่าระดับ serum creatinine ที่วัดด้วยวิธี modified compensated Jaffe's reaction ได้ การรายงานผลค่าระดับ serum creatinine ควรรายงานผลเป็นค่าเทคนิค 2 ตำแหน่งและคำนวณค่า eGFR ด้วยสูตร CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) จากการเปลี่ยนวิธีตรวจวัดให้ได้ตามคำแนะนำของสมาคมโรคไตควรจะมีการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์สาธารณสุขว่ามีความคุ้มค่าหรือไม่ เนื่องจากน้ำยาที่ใช้แบบ enzymatic method จะมีราคาสูงกว่าน้ำยาที่ใช้ในปัจจุบัน 3-4 เท่า หรือถ้าจำเป็นต้องเปลี่ยน ควรปรับระบบการจัดหาวัสดุสำหรับการตรวจ เพื่อให้สามารถซื้อน้ำยาตรวจได้ถูกลงกว่าปัจจุบัน เช่น มีนโยบายในการจัดซื้อน้ำยาตรวจ creatinine แบบรวมในระดับจังหวัด/เขตที่ใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน เพื่อจะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและน่าจะมีการทำ validation และ correlation ระหว่างวิธี modified compensated Jaffe's

reaction และวิธี creatinine enzymatic ในกลุ่มคนปกติและกลุ่มคนป่วยเป็นโรคไตเรื้อรังระยะต่างๆ และนำมาคำนวณด้วยสูตรต่างๆ ดังกล่าวเพื่อที่จะเลือกสมการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อจะใช้กับคนไทยและต้องรอการศึกษายืนยันความแม่นยำในประชากรจำนวนมากกว่านี้ นอกจากนี้หากใช้สมการ reexpressed MDRD สำหรับประชากรไทยจำเป็นต้องคูณปัจจัยเชื้อชาติโดยใช้ตัวเลข 1.129 ซึ่งพบว่าสามารถทำนายค่าการทำงานของไตได้ถูกต้องแม่นยำกว่าสมการอื่น<sup>13</sup> ปัจจุบันนักวิจัยของไทยได้ทำการวิจัยศึกษาการสร้างสมการ Thai eGFR<sup>14</sup> ซึ่งสมการ eGFR สำหรับวัดการทำงานของไตในประชากรไทยได้ใช้วิธีทางสถิติหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทางคลินิกและการทำงานของไตด้วยวิธีมาตรฐานและเชื่อมั่นว่าสมการนี้มีความถูกต้อง แม่นยำสามารถนำไปใช้ในเวชปฏิบัติได้ แต่เนื่องจาก สมการ Thai eGFR ถูกสร้างจากฐานประชากรโรคไตเรื้อรัง (CKD) ทุก stage โดยมีค่า serum creatinine เฉลี่ยเท่ากับ 2.2 mg/dL จึงมีคำแนะนำเพิ่มเติมจาก การสัมมนาระดมสมองของคณะกรรมการฝ่ายวิจัย สถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์<sup>15</sup> คือควรทำการตรวจสอบหาความแม่นยำของสมการ Thai eGFR equation ในกลุ่มประชากรต่างๆ เช่น กลุ่มประชากรปกติ กลุ่มประชากรเฉพาะบางกลุ่ม เช่น กลุ่มผู้ป่วยที่อ้วนมาก ผู้ป่วยโรคเอดส์ ผู้ป่วยอายุน้อยและผู้ป่วยเด็กด้วย ในปัจจุบันนี้มีการใช้สูตร reexpressed MDRD สมการ Thai eGFR และปัจจัยเชื้อชาติสำหรับประชากรไทยถูกนำไปใช้ในเวชปฏิบัติ ห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และโรงพยาบาลหลายแห่งทั่วประเทศได้นำสมการนี้ใช้รายงานการทำงานของไต และมีการใช้แพร่หลายมากขึ้น สำหรับข้อมูลทางระบาดวิทยาเบื้องต้นจากการศึกษา “Screening and Early Evaluation of Kidney Disease, SEEK.”<sup>16</sup> ที่ใช้ห้องปฏิบัติการซึ่งได้ทำการ standardization ด้วยวิธี IDMS method ในคนไทยพบว่าประมาณ 8.7% ของประชากรเป็นโรคไตเรื้อรังตั้งแต่ระยะที่ 3 ( $GFR < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ ) ขึ้นไป ในการศึกษาความชุกของโรคไตเรื้อรังในผู้มาตรวจสุขภาพประจำปี ที่โรงพยาบาลมหาราชานครราชสีมา<sup>17</sup> โดยความชุกของโรคไตเรื้อรัง คิดเป็นร้อยละ 14.2 และ 22.7 เมื่อใช้สูตรของ reexpressed MDRD และ Cockcroft-Gault ตามลำดับ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่มีการตรวจโปรตีนในปัสสาวะในแง่ของการตรวจคัดกรองเบื้องต้น ควรมีการตรวจโปรตีนในปัสสาวะร่วมด้วยเพราะหลักฐานการมีพยาธิสภาพที่ไตแบบ

เรื้อรังนั้น ถ้าตรวจปัสสาวะอาจพบความผิดปกติได้หลากหลายชนิด ได้แก่มีการเปลี่ยนแปลงของการขับปัสสาวะ เช่น ปัสสาวะตอนกลางคืนหรือปัสสาวะบ่อยลง ปัสสาวะสะดุดหรือมีก้อนนิ่วปนออกมา พบเม็ดเลือดแดงหรือโปรตีนรั่วในปัสสาวะ หรือพบค่าต่างๆ เป็นระยะเวลาสามเดือนขึ้นไป ในเรื่องการตรวจปัสสาวะนั้น ควรดูตะกอนปัสสาวะด้วยไม่ใช่เพียงแคโปรตีนเท่านั้น เพื่อยืนยันว่าไม่มีรอยโรคที่แท้จริง และสอดคล้องกับค่าครีเอตินินในเลือดและ eGFR ที่คำนวณได้ในจังหวัดพิษณุโลกยังไม่มีการศึกษาในเรื่องความชุกของโรคไตเรื้อรังในประชากร ซึ่งน่าจะมีการศึกษาในประชากรทั่วไปครอบคลุมประชากรทุกอาชีพทั้งกลุ่มข้าราชการและผู้ใช้แรงงานเพื่อทราบถึงความชุกที่แท้จริง และมีการหาสูตรคำนวณอัตราการกรองของไต (GFR) ที่เหมาะสมต่อไปในอนาคต และควรมีการรายงานผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเป็นค่า eGFR เพื่อให้มีการตระหนักถึงโรคตั้งแต่ระยะเริ่มต้น

## สรุป

ค่าอ้างอิง serum creatinine ที่ได้จากกลุ่มเจ้าหน้าที่ที่มีสุขภาพดีจากการตรวจสุขภาพประจำปี ที่โรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลกในปี พ.ศ. 2555 ควรกำหนดโดยใช้ค่าอ้างอิงที่ค่า 2.5<sup>th</sup> Percentile และ 97.5<sup>th</sup> Percentile โดยแยกระหว่างเพศหญิงและเพศชาย อัตราการกรองผ่านไตที่คำนวณด้วยสมการ reexpressed MDRD มีค่าอยู่ในช่วง 69-131 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ในเพศหญิง และ 68-115 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ในเพศชาย ขณะที่ อัตราการกรองผ่านไตที่คำนวณด้วยสมการ CKD-EPI มีค่าอยู่ในช่วง 72-119 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ในเพศหญิง และ 70-112 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ในเพศชาย ซึ่งค่าอัตราการกรองผ่านไตที่ได้จากทั้งสองสมการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) โดยเฉพาะเมื่อค่าอัตราการกรองผ่านไตมีค่ามากกว่า 60 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> และค่าอ้างอิงของซีรัมครีเอตินินมีค่า 0.44-1.04 mg/dL ในเพศหญิง และ 0.75-1.25 mg/dL ในเพศชาย จากผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถปรับปรุงใช้ค่า serum creatinine เป็นค่าอ้างอิงในการรายงานผล eGFR ในกลุ่มที่ยังคงใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธี Modification Jaffe compensated โดยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Cobas C501 ได้และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการประเมินค่าการทำงานของไตด้วย eGFR โดยใช้ สูตร reexpressed MDRD และสูตร CKD-EPI ตามกลุ่มอายุและเพศ ( $p < 0.001$ )

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบคุณ ผศ.วิสุทธิ กังวานตระกูล และ ผศ.ดร. วันวิสาข์ ตริบุพชาติกุล ที่ให้คำปรึกษา  
แนะนำในการทำวิจัยและขอขอบคุณหัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์โรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลกที่  
ได้อนุญาตให้ใช้ข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์

**เอกสารอ้างอิง**

1. Perrone RD, Madias NE, Levey AS. Serum creatinine as an index of renal function: new insights into old concepts. Clin Chem 1992; 38(10): 1933-53.
2. Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. Nephron 1976; 16(1): 31-41.
3. Levey AS, Bosch JP, Lewis JB, Greene T, Rogers N, Roth D. A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. Modification of Diet in Renal Disease Study Group. Ann Intern Med 1999; 130(6): 461-70.
4. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, Zhang YL, Castro AF, Feldman HI, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. Ann Intern Med 2009; 150(9): 604-12.
5. Rule AD, Larson TS, Bergstralh EJ, Slezak JM, Jacobsen SJ, Cosio FG. Using serum creatinine to estimate glomerular filtration rate: accuracy in good health and in chronic kidney disease. Ann Intern Med 2004; 141(12): 929-37.
6. Schwartz GJ, Haycock GB, Edelmann CM Jr, Spitzer A. A simple estimate of glomerular filtration rate in children derived from body length and plasma creatinine. Pediatrics 1976; 58(2): 259-63.
7. Agreement from the main National Health Insurance, The Ministry of Public Health and the Association of Kidney Disease, issued by the association; 232.2555 (2012) to standardized the measurement of blood creatinine level to evaluate renal glomerular filtration rate by the estimated values; eGFR that is suitable for Thai patients. September 13, 2012 's Seek-new blood in standard dimensions to evaluate renal glomerular (in Thai).
8. NCCLS document C28-A2: How to Define and Determine Reference Intervals in the Clinical Laboratory; Approved Guideline-Second Edition.
9. Limsilatorat L. Reference intervals of 6 biochemical parameters in blood of healthy adults at Police General Hospital. Med Tech J 2009; 43: 93-8 (in Thai).
10. Levey AS, Coresh J, Greene T, Marsh J, Stevens LA, Kusek JW, Van Lente F. Expressing the modification of diet in renal disease study equation for estimating glomerular filtration rate with standardized serum creatinine values. Clin Chem 2007; 53(4): 766-72.
11. Mazzachi BC, Peake MJ, Ehrhardt V. Reference range and method comparison studies for enzymatic and Jaffé creatinine assays in plasma and serum and early morning urine. Clin Lab 2000; 46(1-2): 53-5.

12. Junge W, Wilke B, Halabi A, Klein G. Determination of reference intervals for serum creatinine, creatinine excretion and creatinine clearance with an enzymatic and a modified Jaffé method. Clin Chim Acta 2004; 344(1-2): 137-48.
13. Ingsatit A, Jiemjariyaporn T. Guideline for screening early stage CKD patients by Thai National Kidney Association and Bureau of national health insurance; estimated glomerular filtration rate eGFR. 2555; p.11 (in Thai).
14. Praditpornsilpa K, Townamchai N, Chaiwatanarat T, et al. The need for robust validation for MDRD-based Glomerular Filtration Rate Estimation in various CKD Populations. Neprol Dial Transplant 2011; 26(9): 2780-5. (in Thai).
15. Sittapreecha W, Tunksahar K, et al. Summary of the results of the brainstorming seminar Commission research center of the Institute of kidney disease Chronic kidney disease research directions in Thai Friday July 8, 2011 at the Imperial Queen Park Hotel (in Thai).
16. Ongartyut L, Paipitchayawong W, Siriwong T et al. Screening and Early Evaluation of Kidney Disease Thai-SEEK project; Prevalence and Risk Factors of Chronic Kidney Disease in the Thai Adult Population (in Thai).
17. Jenkriangkrai S. The Prevalence of Chronic Kidney Disease in Periodic Health Checkup at Maharat Nakhonratchasima Hospital. Med Bull 2008; 32(Suppl): S158-65 (in Thai).



# Relationship of platelet glycoprotein Ia C807T/G873A gene polymorphisms to severity of coronary artery stenosis in Thai patients with coronary artery disease

Songpol Howhan<sup>1,2</sup> Nantarat Komanasin<sup>2,3\*</sup> Nongnuch Settasatian<sup>2,4</sup> Chatri Settasatian<sup>2,5</sup>  
Upa Kukongwiriyapan<sup>2,6</sup> Pongsak Intharapetch<sup>2,7</sup> Kasem Tantipanichtheerakul<sup>2,7</sup> Vichai Senthong<sup>2,7</sup>  
Paisal Mongkolwongroj<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Postgraduate student in Medical Science, Faculty of Associated Medical Sciences

<sup>2</sup>Cardiovascular Research Group

<sup>3</sup>Department of Clinical Microscopy

<sup>4</sup>Department of Clinical Chemistry, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

<sup>5</sup>Department of Pathology

<sup>6</sup>Department of Physiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

<sup>7</sup>Queen Sirikit Heart Center of the Northeast Hospital, Khon Kaen University

\*Corresponding author: (Email: nankom@kku.ac.th)

## Abstract

Individuals who have more numbers of healed plaque rupture and hypercoagulable state such as high platelet activity may have an impact on a rapid progression of vascular stenosis. The C807T/G873A polymorphisms in the glycoprotein (GP) Ia gene are associated with a variable expression of the receptor on platelet membrane which involved in platelet adhesion to the injured vessel. This study therefore aimed to determine the relationship between platelet GPIa C807T/G873A gene polymorphisms and the severity of vascular stenosis in Thai patients. A total of 212 subjects who clinically suspected for coronary artery disease (CAD) underwent coronary angiography at the Cardiac Catheterization Unit, Queen Sirikit Heart Center of the Northeast Hospital, Khon Kaen University were recruited in the study. The polymorphisms were determined by multiplex allele specific polymerase chain reaction whilst the severity of CAD was evaluated by Gensini scoring system and the number of major coronary artery with stenosis greater than 50%. The results showed that genotype frequencies of CC/GG, CT/GA and TT/AA were 56.6, 37.3 and 6.1%, respectively. In addition, association of the polymorphisms with the severity of CAD evaluated by using either Gensini score or the number of vascular stenosis was not demonstrated. In conclusion, the results of this study suggest that determination of GPIa C807T/G873A polymorphisms may not be enough for prediction of the severity of vascular stenosis in Thai patients with CAD. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2013; 46(3): 273-284*

**Keywords:** Coronary artery disease, polymorphism, glycoprotein Ia

## ความสัมพันธ์ระหว่างโพลีมอร์ฟิซึม C807T/G873A ของจีนโกไลโคโปรตีน Ia ของเกล็ดเลือดกับการตีบของหลอดเลือดหัวใจในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดง कोरोนารีชาวไทย

ทรงพล ห้าวหาญ<sup>1,2</sup>    นันทรัตน์ โสมมานะสิน<sup>2,3\*</sup>    นงนุช เศรษฐเสถียร<sup>2,4</sup>    ชาดรี เศรษฐเสถียร<sup>2,5</sup>  
 ยุพา คู่คงวิริยพันธุ์<sup>6</sup>    พงษ์ศักดิ์ อินทรเพชร<sup>2,7</sup>    เกษม ดันติพานิชธีระกุล<sup>2,7</sup>    วิชัย เส้นทอง<sup>2,7</sup>  
 ไพศาล มงคลวงศ์โรจน์<sup>3</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์

<sup>2</sup>กลุ่มวิจัยหัวใจและหลอดเลือด

<sup>3</sup>กลุ่มวิชาจุลทรรศน์คลินิก

<sup>4</sup>กลุ่มวิชาเคมีคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<sup>5</sup>ภาควิชาพยาธิวิทยา

<sup>6</sup>ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<sup>7</sup>ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาควิชาวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\*ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: nankom@kku.ac.th)

### บทคัดย่อ

ผู้ที่มีการแตกของ atherosclerotic plaque เกิดขึ้นบ่อยครั้งร่วมกับการมีภาวะเลือดมีการแข็งตัวง่ายกว่าปกติ เช่น เกล็ดเลือดทำหน้าที่มากกว่าปกติ อาจมีผลทำให้หลอดเลือดหัวใจตีบแคบได้เร็วขึ้น ซึ่งโพลีมอร์ฟิซึมชนิด C807T/G873A ของจีนโกไลโคโปรตีน Ia ของเกล็ดเลือดมีผลต่อการแสดงออกของโกลโคโปรตีน Ia/Ia ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกาะติดของเกล็ดเลือดกับหลอดเลือดที่มีการฉีกขาด ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโพลีมอร์ฟิซึม C807T/G873A ของจีนโกไลโคโปรตีน Ia ของเกล็ดเลือดกับการตีบแคบของหลอดเลือดหัวใจ ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดง कोरोนารีชาวไทย โดยทำการศึกษาในอาสาสมัคร 212 ราย ที่มีอาการเข้าข่ายโรคหลอดเลือดแดง कोरोนารีและเข้ารับการบันทึกภาพหลอดเลือดหัวใจด้วยรังสี (coronary angiography) ที่ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาควิชาวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยตรวจหาโพลีมอร์ฟิซึมด้วยวิธี multiplex allele specific polymerase chain reaction ประเมินความรุนแรงการตีบของหลอดเลือดโดยใช้ค่า Gensini score และจำนวนของหลอดเลือดหัวใจหลักที่มีการตีบมากกว่าร้อยละ 50 สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ได้จากแบบสอบถาม ผลการตรวจร่างกาย และผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่าความถี่ของจีโนไทป์ CC/GG, CT/GA และ TT/AA เท่ากับร้อยละ 56.6, 37.3 และ 6.1 ตามลำดับ โดยความถี่ของจีโนไทป์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผู้ที่มีความรุนแรงการตีบของหลอดเลือดแตกต่างกันทั้งจากการประเมินด้วย Gensini score และจำนวนหลอดเลือดหัวใจที่ตีบ จากผลการศึกษานี้อาจแสดงให้เห็นว่าการตรวจหาโพลีมอร์ฟิซึม C807T/G873A ของจีนโกไลโคโปรตีน Ia ของเกล็ดเลือดเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำนายความรุนแรงการตีบของหลอดเลือดในผู้ป่วยไทยที่เป็นโรคหลอดเลือดแดง कोरोนารีได้ *วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2556; 46(3): 273-284*

**คำรหัส:** โรคหลอดเลือดหัวใจ โพลีมอร์ฟิซึม โกลโคโปรตีน Ia

## บทนำ

โรคหลอดเลือดแดงโคโรนารี (coronary artery disease; CAD) เป็นโรคที่เป็นสาเหตุการตายที่สำคัญของประชากรทั่วโลก<sup>1</sup> และเป็นสาเหตุการตายลำดับต้นๆ ในประชากรไทย<sup>2</sup> CAD เป็นโรคที่เกิดจากหลายปัจจัยร่วมกันทั้งที่เป็นและไม่เป็นพันธุกรรม ได้แก่ อายุ เพศ ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ภาวะอ้วน กลุ่มอาการเมแทบอลิก (metabolic syndromes) และการสูบบุหรี่ โดยปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดพยาธิสภาพที่ผนังหลอดเลือด ทำให้มีการอักเสบเกิดขึ้นและนำไปสู่การสะสมของไขมันและเซลล์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบในผนังหลอดเลือด ทำให้เกิดภาวะผนังหลอดเลือดแดงแข็ง หรือที่เรียกว่า atherosclerosis<sup>3</sup> ซึ่งเกล็ดเลือดเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการเกิด atherosclerosis และ atherothrombosis โดยมีการเกาะติด เกาะกลุ่ม และหลั่งสารของเกล็ดเลือดเกิดขึ้น บทบาทดังกล่าวเกี่ยวข้องกับไกลโคโปรตีน (glycoprotein; GP) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับต่อตัวกระตุ้นต่างๆ โดย GPIa/IIa (integrin  $\alpha_2\beta_1$ ) เป็นตัวรับของคอลลาเจน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเกาะติดของเกล็ดเลือดกับคอลลาเจนในผนังของหลอดเลือดที่มีการฉีกขาด มีโครงสร้างเป็น heterodimer ประกอบด้วย  $\alpha_2$  subunit (GPIa) และ  $\beta_1$  subunit (GPIIa) มีรายงานว่าโพลีมอร์ฟิซึมชนิด C807T/G873A ของยีน GPIa ของเกล็ดเลือด เป็นปัจจัยทางพันธุกรรมอย่างหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับภาวะแทรกซ้อนของ CAD<sup>4,5</sup> โดยโพลีมอร์ฟิซึมดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับปริมาณของ GPIa/IIa บนผิวของเกล็ดเลือด พบว่าผู้ที่มียัลลีล 807T/873A จะมีปริมาณของ GPIa/IIa มากกว่าผู้ที่มียัลลีล 807C/873G<sup>6</sup> ซึ่งปริมาณของ GPIa/IIa ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกล็ดเลือดจับกับคอลลาเจนได้มากขึ้น ดังนั้นอัลลีล 807T/873A จึงมีความสัมพันธ์กับภาวะหลอดเลือดอุดตันจากลิ่มเลือด (thrombosis) และการตีบแคบของหลอดเลือด ดังที่ได้มีการศึกษามาแล้วในกลุ่มผู้ป่วย acute coronary syndrome (ACS)<sup>5,7</sup> ซึ่งจัดเป็นกลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลันจากการแตกของ atherosclerotic plaque แล้วเกิดกระบวนการสร้างลิ่มเลือดขึ้นมาอุดตันภายในหลอดเลือดหัวใจ โดย Zhao และคณะ<sup>5</sup> พบว่าผู้ป่วย unstable angina pectoris ที่มีจีโนไทป์ TC ตอบสนองต่อการกระตุ้นด้วยคอลลาเจนได้เร็วกว่าผู้ป่วยที่มีจีโนไทป์ CC จึงอาจกล่าวได้ว่า โพลีมอร์ฟิซึม GPIa C807T/G873A อาจมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับพยาธิกำเนิดของ unstable angina pectoris ซึ่งในการศึกษาที่ผ่านมา ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของโพลีมอร์ฟิซึมนี้กับผู้ป่วย CAD ที่ยังไม่มีอาการของ ACS

stable angina pectoris จัดเป็น CAD ที่ยังไม่แสดงอาการของ ACS การดำเนินโรคอาจไม่ได้เกิดจากการสะสมของไขมันและเซลล์อักเสบต่าง ๆ ในผนังหลอดเลือดเท่านั้น แต่อาจเกิดจากภาวะที่มีการแตกของ atherosclerotic plaque โดยที่ผู้ป่วยไม่แสดงอาการ (silent plaque rupture) โดยหลังจากเกิดการแตกของ plaque แล้วจะเกิดลิ่มเลือดอยู่บน plaque ต่อมาจะมีการละลายลิ่มเลือดและตามด้วยการซ่อมแซมโดยการแบ่งตัวของเซลล์กล้ามเนื้อเรียบและเคลื่อนที่ขึ้นมาเพื่อสร้างส่วนที่หุ้ม plaque ไว้ (fibrous cap) จากการซ่อมแซมดังกล่าวมีผลต่อการเพิ่มขนาดของ plaque และการตีบของหลอดเลือด<sup>8,9</sup> โดยปัจจัยเสี่ยงต่างๆ เช่น ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และกลุ่มอาการเมแทบอลิก มีผลทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการแตกของ plaque ดังนั้นการเกิดอาการแทรกซ้อนของ CAD หรือมีการตีบของหลอดเลือดเพิ่มมากขึ้นนั้น อาจมีหลายปัจจัยร่วมกันทั้งที่มาจากสิ่งแวดล้อมและปัจจัยทางพันธุกรรม โดยผู้ที่มีการแตกของ plaque บ่อยครั้งประกอบกับมีภาวะเลือดมีการแข็งตัวง่ายกว่าปกติ (hypercoagulable state) โดยเฉพาะเกล็ดเลือดที่ทำงานมากผิดปกติจะมีบทบาทสำคัญทั้งในกระบวนการเกิด atherosclerosis การเกิดลิ่มเลือดเมื่อเกิดการแตกของ plaque ซึ่งอาจจะมีผลต่อการตีบแคบของหลอดเลือดหัวใจได้ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโพลีมอร์ฟิซึม C807T/G873A ของยีน GPIa ของเกล็ดเลือดกับการตีบของหลอดเลือดหัวใจในผู้ป่วยที่มีการตีบของหลอดเลือดจาก atherosclerotic plaque ที่ยังไม่แสดงอาการของ ACS ซึ่งอาจเป็นตัวบ่งชี้เพื่อทำนายความรุนแรงของโรคในผู้ป่วยที่ยังไม่แสดงอาการได้

## วัสดุและวิธีการศึกษา

### 1. กลุ่มตัวอย่าง

เป็นผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและส่งเสริมสุขภาพ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ด้วยอาการเจ็บหน้าอกที่เข้าข่ายโรคหลอดเลือดหัวใจและได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ผู้ชำนาญการโรคหัวใจว่ามีการตีบของหลอดเลือดหัวใจ จาก atherosclerotic plaque จากผลการบันทึกภาพหลอดเลือดหัวใจด้วยรังสีเพื่อประเมินการตีบของหลอดเลือดหัวใจ (coronary angiography) จำนวน 212 ราย ประกอบด้วยเพศชาย 143 ราย และเพศหญิง 69 ราย มีอายุเฉลี่ย 61.9 ปี ซึ่งอาสาสมัครทุกรายต้องไม่มีอาการของโรคหัวใจ โรคหัวใจวาย โรคตับ โรคไต โรคมะเร็ง หรือภาวะอักเสบอื่นๆ

ความรุนแรงของการตีบของหลอดเลือดหัวใจ ประเมินโดยค่า Gensini score ซึ่งคำนวณจากร้อยละการตีบของหลอดเลือดและตำแหน่งที่เกิดพยาธิสภาพ<sup>10</sup> ซึ่งการศึกษาครั้งนี้แบ่งอาสาสมัครจากค่า Gensini score ออกเป็นสองกลุ่มได้แก่ กลุ่มที่มีค่า Gensini score  $\geq 30$  และกลุ่มที่มีค่า Gensini score  $< 30$  ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความรุนแรงของการตีบของหลอดเลือดหัวใจรุนแรงและไม่รุนแรงตามลำดับ<sup>11</sup> และเนื่องจากการพิจารณาความรุนแรงของการตีบของหลอดเลือดหัวใจ สามารถประเมินได้จากจำนวนของหลอดเลือดหัวใจหลักสี่เส้น (left main, left anterior descending, left circumflex และ right coronary artery) ที่ตีบมากกว่าร้อยละ 50 งานวิจัยนี้จึงได้แบ่งกลุ่มอาสาสมัครตามจำนวนหลอดเลือดหัวใจที่ตีบด้วย

งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองด้านจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE510414 โดยอาสาสมัครทุกรายได้รับการชี้แจงเกี่ยวกับรายละเอียดของโครงการวิจัยจากคณะผู้วิจัยและลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจ

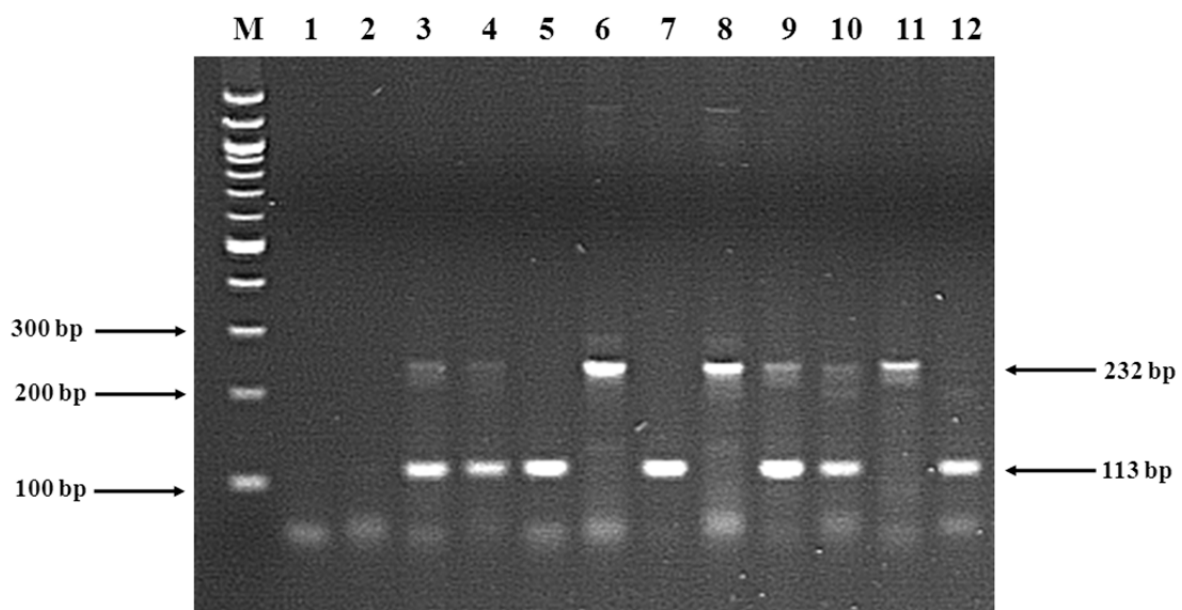
## 2. การตรวจหาโพลีมอร์ฟิซึม C807T/G873A ของจีน GPIa

เตรียมตัวอย่างดีเอ็นเอของอาสาสมัครจากเซลล์เม็ดเลือดขาวโดยใช้ชุดน้ำยาสกัดดีเอ็นเอสำเร็จรูป Flexi Gene DNA kits (QIAGEN, Germany) ปรับความเข้มข้นของดีเอ็นเอทุกรายเป็น 100 ng/ $\mu$ L เพื่อใช้สำหรับตรวจหาโพลีมอร์ฟิซึม C807T/G873A ของจีน GPIa ของเกล็ดเลือดด้วยวิธี multiplex allele specific polymerase chain reaction (ASPCR) โดยแบ่งการตรวจออกเป็น 2 ปฏิกริยา<sup>12</sup> ซึ่งปฏิกริยาที่ 1 เป็นการตรวจหาอัลลีล 807T หรือ 873G ใช้ primer (Pacific science, Thailand) และสารต่างๆ ดังนี้ คือ forward primer ที่จำเพาะกับอัลลีล 807T (5' ATG GTG GGG ACC TCA CAA ACA CAT AT 3') 187 ng, forward primer ที่จำเพาะกับอัลลีล 873G (5' GGT GGG CGA CGA AGT GCT AGG 3') 125 ng, common reverse primer สำหรับอัลลีล 807C และ 807T (5' GAT TTA ACT TTC CCA GCT GCC TTC 3') 125 ng และ common reverse primer สำหรับอัลลีล 873G และ 873A (5' CTC AGT ATA TTG TCA TGG TTG CAT TG 3') 125 ng ดีเอ็นเอ 100 ng, dNTPs ความเข้มข้น 200  $\mu$ M (Promega, USA), 1X PCR buffer (20 mM Tris-HCL pH 8.4, 50 mM KCl),  $MgCl_2$  เข้มข้น 2 mM (Invitrogen, Brazil) และ Taq polymerase 0.5 unit (Invitrogen, Brazil) ส่วนปฏิกริยาที่ 2 เป็นการตรวจหาอัลลีล

807C หรือ 873A โดยใช้ primer และสารต่างๆ เหมือนกับปฏิกริยาที่ 1 ยกเว้น forward primer ที่จำเพาะกับอัลลีล 807C (5' GTG GGG ACC TCA CAA ACA CATGC 3') 125 ng และ forward primer ที่จำเพาะกับอัลลีล 873A (5' GGT GGG CGA CGA AGT GCT AGA 3') 187 ng โดยส่วนผสมในปฏิกริยา PCR มีปริมาตรรวม 25  $\mu$ L จากนั้นเพิ่มชิ้นส่วนดีเอ็นเอ โดยใช้เครื่อง thermal cycler (Gene Technologies, England) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้คือ initial denaturation ที่ 94 °C เป็นเวลา 4 นาที 30 วินาที หลังจากนั้นทำ PCR 35 รอบ ซึ่งประกอบด้วย denaturation ที่ 94 °C 20 วินาที annealing ที่ 59 °C 30 วินาที และ extension ที่ 72 °C 30 วินาที โดยในขั้นตอนสุดท้ายเป็น final extension ที่ 72 °C เป็นระยะเวลา 4 นาที 30 วินาที ซึ่งในแต่ละครั้งของการทำ PCR จะทำ no template control โดยการเติมน้ำกลั่นแทนดีเอ็นเอ จากนั้นตรวจสอบขนาดของผลผลิต PCR ที่ได้ด้วยวิธี gel electrophoresis โดยใช้ agarose gel (ISCBio-Express, USA) ที่มีความเข้มข้น 2.0% ซึ่งมีส่วนผสมของ ethidium bromide (Promega, USA) ความเข้มข้น 0.4  $\mu$ g/mL ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ที่ 100 mV เป็นเวลา 60 นาที และตรวจสอบผลที่ได้ด้วย UV transilluminator (Dolphin-DOC; Wealtec, USA) แปลผลจีโนไทป์จากขนาดของแถบดีเอ็นเอ โดยจะพบแถบดีเอ็นเอขนาด 232 และ 113 bp สำหรับอัลลีล 807C/807T และ 873G/873A ตามลำดับ ซึ่งผู้ที่มีจีโนไทป์แบบ 807CC/873GG จะพบแถบดีเอ็นเอขนาด 113 bp และ 232 bp ในปฏิกริยาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนผู้ที่มีจีโนไทป์แบบ 807CT/873GA จะพบแถบดีเอ็นเอขนาด 113 bp และ 232 bp ในทั้งสองปฏิกริยา และผู้ที่มีจีโนไทป์แบบ 807TT/873AA จะพบแถบดีเอ็นเอขนาด 232 bp และ 113 bp ในปฏิกริยาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (รูปที่ 1)

## 3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version<sup>17</sup> (SPSS Inc., USA) ทดสอบว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบปกติหรือไม่ด้วยสถิติ Kolmogorov-Smirnov test หากข้อมูลมีการกระจายไม่เป็นแบบปกติ ( $p < 0.05$ ) จะแปลงข้อมูลเป็นค่า  $\log^{10}$  จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เป็นค่าต่อเนื่องระหว่างสองกลุ่มด้วยสถิติ Student's t-test หากกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมากกว่าสองกลุ่มวิเคราะห์ด้วยสถิติ one-way analysis of variance (ANOVA) สำหรับข้อมูลเชิงกลุ่ม วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Chi-square โดยมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อ  $p < 0.05$



**Figure 1** Agarose gel electrophoresis of the platelet GPIa C807T/G873A gene polymorphisms using ASPCR. Two PCR reactions using forward primer specific for 807T/873G and 807C/873A alleles in reaction 1 and 2, respectively. The 232 and 113 bp fragments are the PCR products of 807C/807T and 873G/873A alleles respectively. M = 100 bp ladder, lane 1, 3, 5, 7, 9, 11 = reaction 1 (specific primer for 807T and 873G allele) lane 2, 4, 6, 8, 10, 12, = reaction 2 (specific primer for 807C and 873A alleles), lane 1 and 2 = no template control, lane 5+6 and 7+8 = 807CC/873GG homozygote, lane 3+4 and 9+10 = 807CT/873GA heterozygote, lane 11+12 = 807TT/873AA homozygote

### ผลการศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครได้สรุปไว้ในตารางที่ 1 โดยกลุ่มอาสาสมัครที่มีค่า Gensini score  $\geq 30$  มีสัดส่วนผู้สูบบุหรี่มากกว่ากลุ่มที่มีค่า Gensini score  $< 30$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีระดับ HDL-C ต่ำกว่ากลุ่มที่มีค่า Gensini score  $< 30$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการตรวจโพลีมอร์ฟิซึม C807T/G873A ของจีน GPIa ของเกล็ดเลือด พบว่าความถี่ของจีโนไทป์ 807CC/873GG, 807CT/873GA และ 807TT/873AA ในอาสาสมัครทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 56.6, 37.3 และ 6.1 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตาม Hardy-Weinberg equilibrium ( $p > 0.05$ ) เมื่อแบ่งกลุ่มอาสาสมัครเป็น 2 กลุ่มจากค่า Gensini score ได้แก่กลุ่มที่มี Gensini score  $\geq 30$  และกลุ่มที่มี Gensini score  $< 30$  พบว่าความถี่จีโนไทป์ของ 807CC/873GG, 807CT/873GA และ 807TT/873AA ระหว่างอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่า Gensini score ในแต่ละจีโนไทป์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 3 และเมื่อแบ่งกลุ่มอาสาสมัครตามจำนวนหลอดเลือดที่ตีบมากกว่า

ร้อยละ 50 พบว่าความถี่จีโนไทป์ระหว่างกลุ่มอาสาสมัครทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 4)

### วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

GPIa เป็นไกลโคโปรตีนที่จัดอยู่ในกลุ่ม  $\beta 1$  integrin โดยเป็นตัวรับของคอลลาเจน ซึ่งทำให้เกิดการเกาะติดของเกล็ดเลือดกับผนังหลอดเลือดที่มีการฉีกขาด มีรายงานว่าโพลีมอร์ฟิซึมของจีน GPIa ชนิด C807T และ G873A มีความสัมพันธ์กับปริมาณ GPIa ที่เพิ่มขึ้นบนเมมเบรนของเกล็ดเลือด ทำให้สามารถจับกับคอลลาเจนได้มากขึ้น โดยโพลีมอร์ฟิซึมทั้งสองนี้จะถ่ายทอดไปด้วยกันเสมอ (complete linkage disequilibrium)<sup>13</sup> นอกจากนี้ยังมีโพลีมอร์ฟิซึมที่มีการถ่ายทอดไปด้วยกันอีกหนึ่งชนิด คือ *Bgl II* restriction fragment length polymorphism กล่าวคือ *Bgl II* (+) จะถ่ายทอดไปกับอัลลีล 807T และ 873A ในขณะที่ *Bgl II* (-) จะถ่ายทอดไปกับอัลลีล 807C และ 873G<sup>14</sup> ในงานวิจัยนี้ได้ตรวจโพลีมอร์ฟิซึม GPIa C807T และ G873A เพราะเมื่อตรวจด้วยเทคนิค ASPCR โดยใช้ forward primer ที่จำเพาะกับอัลลีลที่พบบ่อยของ C807T (อัลลีล 807C) กับ forward

primer ที่จำเพาะกับอัลลีลที่มีการเปลี่ยนแปลงของ G873A (อัลลีล 873A) ในปฏิกิริยาเดียวกัน สามารถใช้เป็นตัวควบคุมปฏิกิริยา PCR (internal control) ได้ โดยไม่ต้องใช้จีนควบคุม (housekeeping gene) เช่น  $\beta$ -actin

กลุ่มผู้ป่วยในการศึกษานี้คือ ผู้ที่มี atherosclerotic plaque ภายในหลอดเลือดหัวใจ แต่ยังไม่แสดงอาการของ ACS ซึ่งในผู้ป่วยเหล่านี้อาจมีการแตกของ plaque แต่ไม่แสดงอาการ<sup>15</sup> ในกรณีนี้จะมีการซ่อมแซมหลอดเลือดเกิดขึ้น ประกอบกับมีภาวะเลือดมีการแข็งตัวง่ายกว่าปกติ เช่น ในกรณีที่หลอดเลือดมีการทำหน้าที่มากกว่าปกติอาจจะส่งผลต่อการดำเนินของการตีบแคบของหลอดเลือดหัวใจ และทำให้หลอดเลือดมีการตีบแคบมากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้ตรวจหาโพลีมอร์ฟิซึม C807T/G873A ของจีน GPIa ของเกล็ดเลือดในผู้ป่วย พบว่ามีความถี่ของจีโนไทป์ 807CC/873GG, 807CT/873GA และ 807TT/873AA เท่ากับร้อยละ 56.6, 37.3 และ 6.1 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับความถี่จีโนไทป์ในคนปกติของไทย ซึ่งทำการศึกษาโดยนันทรัตน์ โสมานะสิน และคณะ ซึ่งมีความถี่จีโนไทป์ เท่ากับร้อยละ 58.3, 33.0 และ 8.7 ตามลำดับ (ข้อมูลยังไม่ตีพิมพ์) นอกจากนี้ยังใกล้เคียงกับความถี่จีโนไทป์ที่พบในคนปกติชาวเกาหลี<sup>12</sup> และผู้ป่วย unstable angina pectoris ชาวจีน<sup>5</sup> แต่แตกต่างจากคนปกติที่เป็นชาวคอเคเซียน อินเดีย ฮิสแปนิก (Hispanic)<sup>12</sup> และกรีก<sup>16</sup> ดังแสดงในตารางที่ 5 จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเชื้อชาติเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความถี่จีโนไทป์ของโพลีมอร์ฟิซึมนี้

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโพลีมอร์ฟิซึมนี้กับความรุนแรงของการตีบของหลอดเลือดในผู้ป่วย โดยพิจารณาจากค่า Gensini score พบว่าความถี่จีโนไทป์ในกลุ่มผู้ป่วยที่มี Gensini score  $\geq 30$  และ  $< 30$  ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเนื่องจากการพิจารณาความรุนแรงของการตีบของหลอดเลือดหัวใจสามารถพิจารณาจากจำนวนหลอดเลือดหัวใจที่ตีบ งานวิจัยนี้จึงได้แบ่งกลุ่มอาสาสมัครตามจำนวนหลอดเลือดหัวใจที่ตีบ พบว่าความถี่จีโนไทป์ในกลุ่มอาสาสมัครแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะเห็นได้ว่าแม้ว่าจะใช้เกณฑ์การพิจารณาความรุนแรงของการตีบของหลอดเลือดที่แตกต่างกัน ก็ยังไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างโพลีมอร์ฟิซึมกับความรุนแรงของโรค ซึ่งอาจแสดงให้เห็นว่าโพลีมอร์ฟิซึม C807T/

G873A ของจีน GPIa เพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถที่จะใช้ทำนายความรุนแรงการตีบของหลอดเลือดในผู้ป่วยได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดและแตกของ plaque นอกเหนือจาก GPIa/IIa บนเมมเบรนของเกล็ดเลือด ซึ่งมีงานวิจัยที่รายงานความสัมพันธ์ของกระบวนการดังกล่าวกับโพลีมอร์ฟิซึมอื่นๆ ของจีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการห้ามเลือด ได้แก่ โพลีมอร์ฟิซึมของตัวรับบนเมมเบรนของเกล็ดเลือด ได้แก่ GPIIb Leu33Pro<sup>17</sup>, GPIb Thr145Met และ variable number of tandem repeat (VNTR)<sup>18</sup> โพลีมอร์ฟิซึมของปัจจัยการแข็งตัวของเลือด ได้แก่ factor V Arg506Gln<sup>19</sup>, prothrombin G20210A<sup>20</sup> และ fibrinogen Bcl I<sup>21</sup> เป็นต้น สำหรับโพลีมอร์ฟิซึมที่เกี่ยวข้องกับการละลายลิ่มเลือด เช่น plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1) 4G/5G<sup>22</sup> และ thrombin activatable fibrinolysis inhibitor (TAFI) Thr325Ile<sup>23</sup> เป็นต้น ดังนั้นหากมีการศึกษาโพลีมอร์ฟิซึมของจีนที่เกี่ยวข้องหลายๆ จีน แล้ววิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง haplotype กับความตีบของหลอดเลือด อาจเป็นตัวบ่งชี้การทำนายพัฒนาการของโรคในผู้ป่วยที่ยังไม่แสดงอาการได้

ผลการศึกษานี้อาจแสดงให้เห็นว่าการตรวจหาโพลีมอร์ฟิซึม C807T/G873A ของจีน GPIa ของเกล็ดเลือดเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการประเมินความรุนแรงของการตีบของหลอดเลือดในผู้ป่วย ควรมีการศึกษาโพลีมอร์ฟิซึมของจีนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการห้ามเลือดที่มีผลทำให้เลือดมีการแข็งตัวง่ายกว่าปกติ แล้วศึกษาเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง haplotype กับความรุนแรงของการตีบของหลอดเลือด อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนของผู้ป่วยที่มีการตีบของหลอดเลือดจำนวน 0 และ 4 เส้นซึ่งมีเพียง 24 และ 14 ราย ทำให้พบความถี่ของอัลลีล 807T/873A ค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อวิเคราะห์โดยรวมกลุ่มผู้ป่วยเป็นผู้ที่มีหลอดเลือดตีบ 2, 3 และ 4 เส้นเป็นกลุ่มเดียวกันก็ยังไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างโพลีมอร์ฟิซึมกับความรุนแรงของการตีบของหลอดเลือด

**Table 1** Demographic data and characteristics of the study subjects

Parameters	Gensini score $\geq 30$ (n=117)	Gensini score $< 30$ (n=95)	p-value
Age (years)	62.0 $\pm$ 9.1	61.6 $\pm$ 8.7	0.755 <sup>c</sup>
Gender (Male:Female)	79:38	64:31	0.981 <sup>b</sup>
Diabetes mellitus, n (%)	43 (36.8)	32 (33.7)	0.642 <sup>b</sup>
Hypertension, n (%)	103 (88.0)	75 (78.9)	0.073 <sup>b</sup>
Dyslipidemia, n (%)	113 (96.6)	89 (93.7)	0.322 <sup>b</sup>
Smoking, n (%)	51 (43.6)	26 (27.7)	0.017 <sup>b</sup>
Obesity, n (%)	53 (45.3)	42 (44.7)	0.929 <sup>b</sup>
Metabolic syndrome, n (%)	73 (72.3)	52 (64.2)	0.243 <sup>b</sup>
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.9 $\pm$ 3.3	24.8 $\pm$ 4.2	0.784 <sup>c</sup>
SBP (mmHg)	129.9 $\pm$ 17.9	132.8 $\pm$ 17.7	0.250 <sup>c</sup>
DBP (mmHg)	73.3 $\pm$ 12.5	75.1 $\pm$ 10.2	0.268 <sup>c</sup>
TC (mg/dL)	181.3 $\pm$ 55.0	176.9 $\pm$ 43.8	0.528 <sup>c</sup>
TG <sup>a</sup> (mg/dL)	173.3 $\pm$ 1.7	157.9 $\pm$ 1.7	0.268 <sup>c</sup>
LDL-C (mg/dL)	104.3 $\pm$ 44.0	101.2 $\pm$ 35.0	0.568 <sup>c</sup>
HDL-C <sup>a</sup> (mg/dL)	36.6 $\pm$ 1.3	39.8 $\pm$ 1.3	0.021 <sup>c</sup>
FBS <sup>a</sup> (mg/dL)	107.4 $\pm$ 1.4	113.7 $\pm$ 1.4	0.763 <sup>c</sup>
hs-CRP <sup>a</sup> (mg/L)	2.0 $\pm$ 3.6	1.7 $\pm$ 4.2	0.344 <sup>c</sup>

Continuous values are expressed as mean $\pm$ SD, a: Values are shown as geometric mean $\pm$ SD

<sup>b</sup> and <sup>c</sup>: Statistical comparison by Chi-square and Student's t-test respectively

BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, LDL-C: low density lipoprotein-cholesterol, HDL-C: high density lipoprotein-cholesterol, FBS: fasting blood sugar, hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein

**Table 2** Genotype distributions of the platelet GPIa C807T/G873A gene polymorphisms in subjects with Gensini score  $\geq 30$  and  $< 30$ 

Polymorphisms	Gensini score $\geq 30$ (n=117)	Gensini score $< 30$ (n=95)	p-value <sup>a</sup>
<b>Genotype, n (%)</b>			
807CC/873GG	68 (58.1)	52 (54.7)	0.453
807CT/873GA	44 (37.6)	35 (36.8)	
807TT/873AA	5 (4.3)	8 (8.4)	
807T/873A carrier (807CT/873GA+807TT/873AA)	49 (41.9)	43 (45.3)	0.621
<b>Allele frequencies (%)</b>			
807C/873G allele	76.9	73.2	0.193
807T/873A allele	23.1	26.8	

<sup>a</sup>: Statistical comparison by Chi-square**Table 3** Gensini score in subjects with each genotype of the platelet GPIa C807T/G873A gene polymorphisms

Genotypes	Gensini score	p-value
807CC/873GG, (n=120)	22.4 $\pm$ 33.4	0.314 <sup>a</sup>
807CT/873GA, (n=79)	28.2 $\pm$ 30.8	
807TT/873AA, (n=13)	19.25 $\pm$ 51.3	
807T/873A carriers, (n=92) (807CT/873GA+807TT/873AA)	26.7 $\pm$ 34.1	0.272 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>: compared among each genotype by one-way analysis of variance (ANOVA)<sup>b</sup>: compared between 807T/873A carrier (807CT/873GA+807TT/873AA) and 807CC/873GG genotype by Student's t-test



**Table 4** Genotype distributions of the platelet GPIa C807T/G873A gene polymorphisms in subjects which were subdivided by number of stenosed vessels

Number of vascular stenosis	807CC/873GG (n=120)	807CT/873GA (n=79)	807TT/873AA (n=13)	p-value <sup>a</sup>
0 vessel, n (%)	17 (68.0)	5 (20.0)	3 (12.0)	0.741
1 vessel, n (%)	28 (51.9)	23 (42.6)	3 (5.6)	
2 vessel, n (%)	40 (61.5)	22 (33.8)	3 (4.6)	
3 vessel, n (%)	28 (50.0)	23 (42.6)	4 (7.4)	
4 vessel, n (%)	7 (50.0)	6 (42.9)	1 (7.1)	

<sup>a</sup>: Statistical comparison by Chi-square**Table 5** The genotype and allele frequencies of the platelet GPIa C807T/G873A gene polymorphisms in each ethnic group

Populations (n)	807CC/873GG (%)	807CT/873GA (%)	807TT/873AA (%)	References
Caucasians (2957) <sup>a</sup>	36	49	15	12
Hispanics (92) <sup>a</sup>	26	47	27	12
Asian Indians (95) <sup>a</sup>	38	47	15	12
Koreans (103) <sup>a</sup>	50	40	10	12
Greece (232) <sup>a</sup>	37	55	8	16
Chinese (34) <sup>b</sup>	55	45	0	5
Thai (112) <sup>a</sup>	53	40	7	(unpublished data)
Thai (212)	57	37	6	Present study

<sup>a</sup>: frequency in normal population<sup>b</sup>: frequency in patients with unstable angina pectoris

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่เข้าร่วมโครงการ เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างเลือดและวิเคราะห์สารชีวเคมีในเลือด และขอขอบคุณคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนครุภัณฑ์ อุปกรณ์และสถานที่ในการดำเนินการวิจัย ทุนอุดหนุนทั่วไปมหาวิทยาลัยขอนแก่นสำหรับงบประมาณในการทำวิจัย และทุนการศึกษาจากกลุ่มวิจัยหัวใจและหลอดเลือด มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## เอกสารอ้างอิง

1. Roger VL, Go AS, Lloyd-Jones DM, Benjamin EJ, Berry JD, Borden WB, et al. Heart disease and stroke statistics--2012 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2012; 125(1): e2-220
2. Kiatchoosakun S, Sutra S, Thepsuthammarat K. Coronary artery disease in the Thai population: data from health situation analysis 2010. *J Med Assoc Thai* 2012; 95 Suppl 7: S149-55
3. Hansson GK. Inflammation, atherosclerosis, and coronary artery disease. *N Engl J Med* 2005; 352(16): 1685-95
4. Ogawa N, Imai Y, Morita H, Nagai R. Genome-wide association study of coronary artery disease. *Int J Hypertens* 2010; 2010: doi:10.4061/2010/790539
5. Zhao YH, Xu Y, Gu YY, Li Y, Zhang JY, Su X. Functional effect of platelet membrane glycoprotein Ia gene polymorphism in the pathogenesis of unstable angina pectoris. *J Int Med Res* 2011; 39(2): 541-8
6. Kunicki TJ, Kritzik M, Annis DS, Nugent DJ. Hereditary variation in platelet integrin alpha 2 beta 1 density is associated with two silent polymorphisms in the alpha 2 gene coding sequence. *Blood* 1997; 89(6): 1939-43
7. Roest M, Banga JD, Grobbee DE, de Groot PG, Sixma JJ, Tempelman MJ, et al. Homozygosity for 807 T polymorphism in alpha(2) subunit of platelet alpha(2)beta(1) is associated with increased risk of cardiovascular mortality in high-risk women. *Circulation* 2000; 102(14): 1645-50
8. Schwartz SM, Virmani R, Rosenfeld ME. The good smooth muscle cells in atherosclerosis. *Curr Atheroscler Rep* 2000; 2(5): 422-9
9. Mann J, Davies MJ. Mechanisms of progression in native coronary artery disease: role of healed plaque disruption. *Heart* 1999; 82(3): 265-8
10. Ling S, Shu-zheng L. Association between non-alcoholic fatty liver disease and coronary artery disease severity. *Chin Med J* 2011; 124(6): 867-72
11. Rassoul F, Richter V, Hentschel B, Geisel J, Herrmann W, Kuntze T. Plasma homocysteine levels & 677C-->T methylenetetrahydrofolate reductase gene polymorphism in patients with coronary artery disease of different severity. *Indian J Med Res* 2008; 127(2): 154-8
12. Dinan DM, Friedman KD, Hessner MJ. Allelic distribution of the glycoprotein Ia (alpha2-integrin) C807T/G873A dimorphisms among caucasian venous thrombosis patients and six racial groups. *Br J Haematol* 1999; 107(3): 563-5
13. Casorelli I, De Stefano V, Leone AM, Chiusolo P, Burzotta F, Paciaroni K, et al. The C807T/G873A polymorphism in the platelet glycoprotein Ia gene and the risk of acute coronary syndrome in the Italian population. *Br J Haematol* 2001; 114(1): 150-4
14. Matsubara Y, Murata M, Maruyama T, Handa M, Yamagata N, Watanabe G, et al. Association between diabetic retinopathy and genetic variations in alpha2beta1 integrin, a platelet receptor for collagen. *Blood* 2000; 95(5): 1560-4

15. Burke AP, Kolodgie FD, Farb A, Weber DK, Malcom GT, Smialek J, et al. Healed plaque ruptures and sudden coronary death: evidence that subclinical rupture has a role in plaque progression. *Circulation* 2001; 103(7): 934-40
16. Antoniadou C, Tousoulis D, Vasiliadou C, Stefanadi E, Marinou K, Stefanadis C. Genetic polymorphisms of platelet glycoprotein Ia and the risk for premature myocardial infarction: effects on the release of sCD40L during the acute phase of premature myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47(10): 1959-66
17. Grove EL, Orntoft TF, Lassen JF, Jensen HK, Kristensen SD. The platelet polymorphism PIA2 is a genetic risk factor for myocardial infarction. *J Intern Med* 2004; 255(6): 637-44
18. Jussi M, Markus P, Antti P, Pekka K. Platelet glycoprotein Iba HPA-2 Met/VNTR B haplotype as a genetic predictor of myocardial infarction and sudden cardiac death. *Circulation* 1998; 104(8): 876-80
19. Rosendaal FR, Siscovick DS, Schwartz SM, Beverly RK, Psaty BM, Longstreth WT Jr, et al. Factor V Leiden (resistance to activated protein C) increases the risk of myocardial infarction in young women. *Blood* 1997; 89(8): 2817-21
20. Franco RF, Trip MD, ten Cate H, van den Ende A, Prins MH, Kastelein JJ, et al. The 20210 G-->A mutation in the 3'-untranslated region of the prothrombin gene and the risk for arterial thrombotic disease. *Br J Haematol* 1999; 104(1): 50-4
21. Zito F, Di Castelnuovo A, Amore C, D'Orazio A, Donati MB, Iacoviello L. Bcl I polymorphism in the fibrinogen beta-chain gene is associated with the risk of familial myocardial infarction by increasing plasma fibrinogen levels. A case-control study in a sample of GISSI-2 patients. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997; 17(12): 3489-94
22. Isordia-Salas I, Leanos-Miranda A, Sainz IM, Reyes-Maldonado E, Borrayo-Sanchez G. Association of the plasminogen activator inhibitor-1 gene 4G/5G polymorphism with ST elevation acute myocardial infarction in young patients. *Rev Esp Cardiol* 2009; 62(4): 365-72
23. Kamal HM, Ahmed AS, Fawzy MS, Mohamed FA, Elbaz AA. Plasma thrombin-activatable fibrinolysis inhibitor levels and Thr325Ile polymorphism as a risk marker of myocardial infarction in Egyptian patients. *Acta Cardiol* 2011; 66(4): 483-8



## The effects of handwriting activities for the elementary students, grade 1

*Kornkanok Penglong  
Sarinya Sriphetcharawut*

The purpose of this study was to investigate the effects of handwriting activities on Thai alphabet handwriting abilities of elementary students, Grade 1. Pre and post – test data were collected using the Thai Alphabet Handwriting Assessment. The samples were seven first grade students from Wat Suan Dok School, Chiangmai Province, and had an average age of 6 years and 7 months. The samples participated in Handwriting Activity Program for 12 sessions with 45 minutes each. Data were analyzed by means of descriptive statistics and

Wilcoxon Signed – Ranks Test. The results showed that there was no difference in the pre and post total test scores of Thai alphabet handwriting performance of students in Grade 1. In addition, there were no differences in the pre and post test scores of Alignment subtest, Size subtest, and Straightness subtest of the Thai Alphabet Handwriting Assessment, except, there was statistically significant difference between the pre and post test scores of Letter Formation Subtest ( $\alpha = 0.05$ ).

## The relationship between quality of life and stress of mothers of adolescents with autism

*Jaruwan Oopkhaw  
Sarinya Sriphetcharawut*

The objective of this study was to investigate the relationship between quality of life and stress of mothers of adolescents with autism (aged 12 -20 years old.). The samples were 20 mothers of adolescents with autism who had been receiving occupational therapy services at Occupational Therapy Clinic, Associated Medical Sciences Clinical Service Center, Chiang Mai University, and Rajanagarindra Institute of Child Development, during January 13<sup>th</sup> – February 17<sup>th</sup>, 2013. Data were collected by using General Demographic Questions for Mothers, the WHOQOL-BREF-THAI and Parent's Stress Assessment (Jirawan, 2002). The results revealed that the quality of life scores in physical domain were at moderate level ( $\bar{x}=25.55$ ,  $SD = 4.67$ ) as well as the social domain scores ( $\bar{x}=10.90$ ,  $SD = 1.44$ ). The psychological

domain scores were at high level ( $\bar{x} = 23.00$ ,  $SD = 3.50$ ) as well as the environmental domain scores ( $\bar{x}= 29.60$ ,  $SD = 4.64$ ). Total quality of life scores were at high level ( $\bar{x}= 95.15$ ,  $SD = 13.49$ ). Most of mothers have low level of stress ( $\bar{x}= 38.60$ ,  $SD = 10.60$ ). The statistical results from Kendall Rank-Order Correlation **Coefficient:** T, found that there was a significant negative correlation between quality of life and stress level ( $r = -0.701$ ,  $p<0.01$ ) at  $\alpha = 0.05$ . There were also the significant negative correlations between each domain of quality of life and stress level: physical domain and stress ( $r = -0.558$ ,  $p<0.01$ ), mental domain and stress ( $r = -0.701$ ,  $p<0.01$ ), environmental domain and stress ( $r = -0.643$ ,  $p<0.01$ ) and social domain and stress ( $r = -0.380$ ,  $p<0.05$ ).

## Development of the Form Constancy Activity Kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3

*Thikumporn Manee  
Supaporn Chinchai*

This study was a developmental research aimed at constructing the form constancy activity kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3. The research procedures began with the process of creating the form constancy activity kit. The next phase was conducted through the expert opinion method. Five professionals who had expertise in child development and visual perception examined the content validity of the form constancy activity kit. Comments and suggestions obtained from experts were used in producing the form constancy activity kit and its manual for the pilot use. The last phase was the process of pilot use which studied in 15 students with visual perceptual problems recruited purposefully from school-aged children in elementary education level, year 1-3 of the Anuban Chiangmai School. Students' responses and

behaviors during using this activity kit were recorded. The results of this study were the form constancy activity kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3 which demonstrated good content validity and appropriate use for students at elementary educational level, year 1-3. The form constancy activity kit included 5 well-designed and motivating activity sets: Where is Little Malee's Home?, Hide and Seek, Funny Zoo, Funny Alphabets, and Alphabets Box Matching; and the manual with detailed instructions illustrating the objectives, descriptions, and materials for each activity, which made this activity kit easy and fun to use. Therefore, this activity kit was practical for improving form constancy skills in the elementary student level, year 1-3 and could be used as the prototype activity to enhance the performance of form constancy abilities in these school-aged children.

## Development of the Figure Ground Activity Kit for school-aged children in elementary education level, years 1-3

*Nonthaphan Khueanpet  
Supaporn Chinchai*

This study was a developmental research aimed at constructing the figure ground activity kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3. The research procedures began with the process of creating the figure ground activity kit. The next phase was conducted through the expert opinion method. Five professionals who had expertise in child development and visual perception examined the content validity of the figure ground activity kit. Comments and suggestions obtained from experts were used in producing the figure ground activity kit and its manual for the pilot use. The last phase was the process of pilot use which studied in 15 students with visual perceptual problems recruited purposefully from school-aged children in elementary education level, year 1-3 of the Anuban Chiangmai School. Students' responses and behaviors during

using this activity kit were recorded. The results of this study were the figure ground activity kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3 which demonstrated good content validity and appropriate use for students at elementary educational level, year 1-3. The figure ground activity kit included 4 well-designed and motivating activity sets: Look for pictures missing, Finding objects, Finding the same pictures, and Matching pictures; and the manual with detailed instructions illustrating the objectives, descriptions, and materials for each activity, which made this activity kit easy and fun to use. Therefore, this activity kit was practical for improving figure ground skills in the elementary student level, year 1-3 and could be used as the prototype activity to enhance the performance of figure ground abilities in these school-aged children.

## A survey of play used in pediatric occupational therapy practice

*Benchamaporn Wihok  
Sarinya Sriphetcharawut*

The purpose of this study was to examine how pediatric occupational therapists used play in their practice. The survey questionnaires were sent by electronic mails and in person to 102 occupational therapists and 85 pediatric occupational therapists completed mail questionnaires designed to ascertain how they used play in their practice. Data were analyzed by using descriptive statistics. Eighty percent of respondents were female (80%) and the mean age was 30 years 11 months. Most of respondents were working in regional hospitals (28.24%) and occupational therapy clinics (23.53%), and used play in their practice (98.81%). Play had been used in all stages of occupational therapy process (100%), and the sensorimotor play patterns (79.76%) as well as gross and sensorimotor toys (76.19%) were most used. The three most commonly used frames of reference with

play were sensory integration, neurodevelopmental, and visual perception. Pediatric occupational therapists in this study answered that they predominantly used play within their current practice with children in 5 groups: autism, attention deficit and hyperactive disorder, learning disability, behavioral problems, and physical impairments, respectively. Play was often used as a modality to enhance development, bring out playfulness, and improve behaviors of the pediatric clients. Moreover, the most important factors in using play within occupational therapy practice were a child and his family. The results of this study provided information on the current use of play within pediatric occupational therapy and revealed that play was widely used as therapeutic medium among Thai occupational therapists who practice with children.

## Stroke risk level and stress of retirees

*Phimchanok Nitikarnsakul  
Peeraya Munkhetvit*

The current study aimed to examine stroke risk level and stress of one hundred retirees, males and females. The participants were conveniently recruited from Trang and Chiangmai province. Research instruments were 1) the Stroke Risks Take Test which was developed by the British Columbia Centre for Stroke and Cerebrovascular Disease. The original Stroke Risks Take Test was translated into Thai by Chalermopol Puntachot in 2003. The Thai version test was investigated for content validity and reliability, and 2) the Suanprung Stress Test-60 (SPST-60), which was developed by

Dr. Suwat Mahudnirankun and colleagues, Department of Mental Health, Suanprung Hospital, Chiang Mai. Data obtained from this study were analyzed using description statistics and Pearson correlation coefficient. The result showed that most participants, 68 percent, had low level of stroke risk. The mean total score was 19.51. The result of stress scores in the participants showed that the total scores of all stress symptoms were moderate. The mean score was 25.31. After relationship analysis, it was revealed that the stroke risk level was positively low correlated with symptoms of stress.

## Capability of caregivers for looking after the stroke survivors living in community

*Wipada Prompot  
Peeraya Munkhetvit*

The purpose of this study was to investigate capability of caregivers for looking after stroke survivors living in the community. The participants were 30 caregivers of stroke survivors who lived in the community in Chiang Mai and Chiang Mai province. Research instrument in this study was the Capability of Caregivers for Looking After Stroke Survivors Test which was developed by the researcher. It comprised 4 areas; 1) complications prevention and rehabilitation 2) transfer and mobility 3) activities of daily living and 4) community participation. Data was analyzed using descriptive statistics. The results of the study revealed that most of the participants were able to look after the stroke survivors in the area of complications prevention and rehabilitation and activities

of daily living. Most participants were not necessarily looking after the stroke survivors in the area of transfer and mobility and community participation. However, when further analyzed in the subtest scores, it was found that, the participants were still not able to help the stroke survivors in some aspects such as pulling arms while moving the stroke survivors, transferring from bed to wheel chair and from wheel chair to bed, from wheel chair to chair and from chair to wheelchair, and from wheel chair to toilet and from toilet to wheel chair. Occupational therapist might need to pay attention more in these areas for educating caregivers in order to better help stroke survivors.

## Development of the Position in Space Activity Kit for school-aged in elementary education level, year 1-3

*Pakapol Pitchawong  
Supaporn Chinchai*

This study was a developmental research aimed at constructing position in space activity kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3. The research procedures began with the process of creating the position in space activity kit. The next phase was conducted through the expert opinion method. Five professionals who had expertise in child development and visual perception examined the content validity of the position in space activity kit. Comments and suggestions obtained from experts were used in producing the position in space activity kit and its manual for the pilot use. The last phase was the process of pilot use which studied in 15 students with visual perceptual problems recruited purposefully from school-aged children in elementary education level, year 1-3 of the Anuban Chiangmai School. Students' responses and behaviors

during using this activity kit were recorded. The results of this study were the position in space activity kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3 which demonstrated good content validity and appropriate use for students at elementary educational level year 1-3. The position in space activity kit included 3 well-designed and motivating activity sets: Where's animals?, Can you discrimination? and Can you see it? ; and the manual with detailed instructions illustrating the objectives, descriptions, and materials for each activity, which made this activity kit easy and fun to use. Therefore, this activity kit was practical for improving position in space skills in the elementary student level 1-3 and could be used as the prototype activity to enhance the performance of position in space abilities in these school-aged children.



## Development of the Visual Closure Activity Kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3

*Laorrat Khamnong  
Sarinya Sriphetcharawut*

This study was a developmental research aimed at constructing visual closure activity kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3. The research procedures began with the process of creating the visual closure activity kit. The next phase was conducted through the expert opinion method. Five professionals who had expertise in child development and visual perception examined the content validity of the visual closure activity kit. Comments and suggestions obtained from experts were used in producing the visual closure activity kit and its manual for the pilot use. The last phase was the process of pilot use which studied in 15 students with visual perceptual problems recruited purposefully from school-aged children in elementary education level, year 1-3 of the Anuban Chiangmai School. Students' responses and behaviors during u

sing this activity kit were recorded. The results of this study were the visual closure activity kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3 which demonstrated good content validity and appropriate use for students at elementary educational level year 1-3. The visual closure activity kit included 4 well-designed and motivating activity sets: Finding Animals, Matching Shadows of Objects, Matching Words, and Matching Pictures; and the manual with detailed instructions illustrating the objectives, descriptions, and materials for each activity, which made this activity kit easy and fun to use. Therefore, this activity kit was practical for improving visual closure skills in the elementary student level 1-3 and could be used as the prototype activity kit to enhance the performance of visual closure abilities in these school-aged children.

## Development of the Spatial Relation Activity Kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3

*Supakit Tipubon  
Sarinya Sriphetcharawut*

This study was a developmental research aimed at constructing the spatial relation activity kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3. The research procedures began with the process of developing the spatial relation activity kit. The next phase was conducted through the expert opinion method. Five professionals who had expertise in child development and visual perception examined the content validity of the visual closure activity kit. Comments and suggestions obtained from experts were used in producing the visual closure activity kit and its manual for the pilot use. The last phase was the process of pilot use which studied in 15 students with visual perceptual problems recruited purposefully from school-aged children in elementary education level, year 1-3 of the Anuban Chiangmai School. Students' responses and behaviors during using

this activity kit were recorded. The results of this study were the spatial relation activity kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3 which demonstrated good content validity and appropriate use for students at elementary educational level year 1-3. The visual closure activity kit included 4 well-designed and motivating activity sets: Pattern Blocks, Pattern Pegboards, Finding Your Way Home, and Putting Alphabets in the Blocks; and the manual with detailed instructions illustrating the objectives, descriptions, and materials for each activity, which made this activity kit easy and fun to use. Therefore, this activity kit was practical for improving visual closure skills in the elementary student level 1-3 and could be used as the prototype activity kit to enhance the performance of visual closure abilities in these school-aged children.

## Time management capability of third year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

*Kanokwan Buranaphatthana  
Ubon Pirunsarn*

The purpose of this study was to survey time manage capability of third year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Science, Chiang Mai University. The sample in this study consisted of 77 students: 20 males, 56 females and 1 unidentified gender. The time management questionnaire was used to collect information of personal data and capability to managing time with a 5 rating scale. The questionnaire comprised 6 aspects. The results showed that time management capabilities of third year physical therapy students in overall and each of six aspects were at the moderate level. Details are as follows: the analysis of problem related to time usage (2.99), the formation of goal setting (3.24),

the planning of time usage (3.34), the implementation of projected plans (3.12), the assessment of time usage (3.39), the improvement of time usage plan and revision of wasted time activity (2.89). When considering results in details, it was found that students had learning problems resulting from improper use of time, spending time on unexpected activities and failed to follow the plan. Students were less likely to consult faculty advisor on personal goal setting or to review what was learned each day to prepare for examination. The results of this study indicate that students should be encouraged to realize the benefit of time management in order to be a quality graduate of the society.

## Survey of the prevalence of urinary incontinence in women Tambon YuWa, San Pa Tong District, Chiang Mai Province

*Kamonnut Tijarut  
Korakot Hensangvilai  
Ubon Pirunsarn*

This study was to survey the frequency and type of urinary incontinence in 136 woman aged 25-80 years who live in Moo 12, Ban Don Ton, Tambon YuWa, San Pa Tong District, Chiang Mai (with a total 205 female population) by using survey of urinary incontinence. We collaborated with 12 public health volunteers who were trained to use the questionnaire. Data were analyzed using descriptive statistics. The results found that 43.4% of population who did the survey had urinary incontinence problem, which can be categorized as follows: 32.3% was in premenopausal (aged lower than 45 years), 43.7%

was in menopausal (aged 45-60 years), 52.9% was in postmenopausal (aged over 60 years). Incontinence can be divided into stress, urge and mixed incontinence. The percentages of stress, urge and mixed incontinence were 81.4%, 11.8% and 6.8% respectively. Advancing age and high body mass index could be the risk factors associated to urinary incontinence problems. The prevalence of urinary incontinence among women in community is high. This report would raise a need policy for prevention and suggestion of pelvic floor muscle exercise to community.

## Effects of four-week 3D aerobic exercise program on increasing the lower back-leg exibility in the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

*Kamolrat Jalernsiriwongtana  
Araya Yankai*

The aims of this study were to investigate effects of 3D aerobic exercise on increasing the lower back-leg flexibility after four weeks program in the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> year of physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, and to evaluate general physical activity among these students. Participants were 27 students (25 males, 2 females). General information of participants was analyzed using descriptive statistic. Wilcoxon Signed Ranks Test was calculated for

differences between the lower back-leg flexibility before and after the 3D aerobic exercise program. The results showed that the participants had significantly increases in both distance and level of the lower back-leg flexibility after exercise program ( $p < 0.05$ ). This study suggests that four-week 3D aerobic exercise program could provide specific components on skeletal muscles flexibility. Thereby, this exercise program would be valuable for student's health promotion.

## The effect of carrying backpack styles on posture in junior high school students with back pain

*Kannikar Funprom  
Nuanlaor Thawinchai*

The purpose of this study was to compare postures between without carrying backpack and during carrying backpack with two straps and one strap in 30 junior high school students with moderate to severe back pain using Reedco's posture score. One way repeated measures ANOVA and LSD were used for data analyses. The result showed that there was statistically significant

difference between with and without carrying backpack ( $F = 45.69, p \leq 0.01$ ) which found that the Reedco's posture score during carrying backpack with one strap was lower than that during carrying backpack with two straps. Therefore, both types of school bag induced changes in posture particularly one strap styles.

## Survey for satisfaction of using the pottery hot pack

*Kesinee Moonoei  
Aatit Paungmali*

Hot pack is the most frequently used physical therapy modalities, due to the heat from hot pack can promote physiological changes e.g., increase blood flow, decrease pain and muscle spasm. Most of the standard hot pack was imported, high cost and required hydrocollator as a heated resource. These conditions make the standard hot pack inconvenient for household usage. Therefore, the pottery hot pack was developed for its effective management and for household accessibility. This study aimed to evaluate the satisfaction of using the pottery hot pack. The survey was done in the persons with musculoskeletal pain ( $n = 30$ ). The descriptive

statistics showed that most of volunteers preferred item "easy to use" by 4.60 from 5.00 scores, the minimal score was the item "beautiful" by 3.73 from 5.00 score. Furthermore, analysis by paired t-test showed that pain intensity as evaluated by visual analogue scale (VAS) reduced significantly ( $p < 0.0001$ ). In overall, the pottery hot pack is satisfy and considerably effective for therapeutic usage. The highlights of this product are "keep warm for a long time" and "easy to use". However, the "beautiful item" should be developed to meet the user's satisfaction.

## Transversus abdominis muscle thickness change in functional exercises

*Kesinee Saleesongsom  
Patraporn Silitertpisan*

Transversus abdominis (TrA) is a deep muscle that provides lumbopelvic stability (LPS). Exercise programs to improve LPS must be able to stimulate the TrA muscles function without compensation from other muscles. This study aimed to compare the change of TrA muscles thickness in 4 different functional positions. The functional positions were 1) supine lying with the right leg straight raising in  $45^\circ$  (F1), 2) quadruped position with the left leg straight raising parallel to the ground (F2), 3) sitting on a Swiss ball with hip flexion  $45^\circ$  (F3) and 4) squat standing with hip flexion  $45^\circ$  (F4). The TrA muscle thickness was investigated using ultrasound imaging (USI). Thirty-nine healthy subjects (15 males, 24 females) (mean aged  $21.90 \pm 0.08$  years old) were recruited for the study. The USI was obtained in the right TrA muscle at rest and during contracting twice for each position. The measurement

of the TrA muscles thickness was performed using Image J program (version 1.46). Repeated measures ANCOVA was used to analyze difference in thickness of TrA muscle between exercise positions. The LPS level and gender were entered as the covariates. The result showed that the TrA and IO muscle thickness at rest in the quadruped position was significantly greater than other positions ( $p < 0.001$ ). The greatest of the TrA and IO thickness and their contraction ratio were found during muscle contraction when sitting on a Swiss ball (F3). The results of this study will be useful information to improve exercise programs for increasing LPS. However, core stability exercise during sitting on a Swiss ball should be performed without compensation of other muscles.

## The relationship between pulse duration and force of quadriceps contraction stimulating with biphasic pulsed current

Khajonsak Pongpanit  
Jonjin Ratanapinunchai

**Introduction:** At present, there are a few evidence to clarify the optimal pulse duration of biphasic pulsed current (BPC) for maximize stimulated muscle force. Furthermore, there was no previous study determined the relationship between pulse duration and sub-maximal stimulated muscle force.

**Purpose:** To study the relationship between pulse duration and force of quadriceps contraction when stimulating with constant BPC amplitude.

**Method:** Thirty healthy volunteers, 18-30 years old were evaluated the maximum voluntary isometric contraction (MVIC) of quadriceps. Current amplitude which produced 20% of MVIC in each subject was pre-determined. The random order of pulse duration 100, 300, 500, 700 and 900  $\mu$ s were used. Stimulating quadriceps force and VAS of stimulating perception were recorded.

**Results:** Correlation coefficient between pulse duration and force of quadriceps contraction was 0.76. The force of quadriceps contraction were  $0.1678 \pm 0.1435$ ,  $1.5098 \pm 2.0580$ ,  $3.1995 \pm 3.0100$ ,  $4.0924 \pm 3.4512$  and  $6.7709 \pm 4.7537$  kilogram for 100, 300, 500, 700, 900  $\mu$ s, respectively. Furthermore, the average level of stimulating perception from minimum to maximum pulse duration were  $0.83 \pm 0.91$ ,  $2.73 \pm 1.72$ ,  $4.02 \pm 2.15$ ,  $4.71 \pm 2.26$  and  $5.86 \pm 2.59$  centimeters, respectively.

**Conclusion:** Pulse duration and force of quadriceps contraction are positive correlation. Pulse duration at 900  $\mu$ s produced the maximum force of contraction with moderate level of VAS. This pulse duration elicited 1.7–40 higher muscle force compared with other pulse duration. Therefore, BPC of 900  $\mu$ s seems to be the optimal pulse duration to use in clinic. However, applying this study should be done in patients to confirm this result.

## Correlations between the activities-specific balance confidence scale and physiological profile assessment in the elderly

Jirawan Punta  
Sureeporn Uthakhpun

Falls are a common health problem in the elderly, which have been demonstrated to be associated with physiological impairments. Falls often cause fear of falling in the elderly. Previous studies have demonstrated relationships of fear of falling and impairments in some physiological domains. However, there is no comprehensive study investigating relationships between balance confidence in doing specific activity and physiological impairments in the elderly. Thus, the purposes of this study were to examine the relationships between Activities-specific Balance Confidence (ABC) and Physiological Profile Assessment (PPA) scores in the Thai elderly. Sixty participants aged 65 years old or over (mean age =  $73.79 \pm 6.13$  years) were recruited in the study. Participants completed the ABC questionnaire and were assessed with the Physiological profile assessment (PPA). The PPA included vision (contrast

sensitivity and depth perception), reaction time (hand and foot), balance (standing with eye open and closed on a firm and soft surface, maximal balance range in anterior and posterior directions, coordinated stability), proprioception and muscle strength of knee flexors and extensors. The results revealed that the ABC scores were weakly correlated with contrast sensitivity, depth perception, maximal balance range in anterior direction and coordinate stability ( $r$  ranged from 0.29-0.39,  $p < 0.05$ ). There were no correlations between the ABC scores and reaction time, muscle strength and proprioception ( $p > 0.05$ ). The results of this study suggest that balance and vision deficits are related to fear of falling in the elderly. This information may be helpful in planning program to increase person's confidence in doing daily activities and reduce dependence in the Thai elderly.

## Time management capability of third year physical therapy students, Chiang Mai University

*Juthaporn Sattayadit  
Ubon Pirunsarn*

The purpose of this study was to survey time management capability of second year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University. The sample in this study consisted of 84 students: 22 males, 62 females. The time management questionnaire was used to collect data and consisted of 58 items of 6 aspects: the analysis of problem related to time usage, the formation of goal setting, the planning of time usage, the implementation of projected plans, the assessment of time usage, the improvement of time usage plan and revision of wasted time activity. Questionnaire has a five-level rating scale (Likert). The results showed that time management capabilities of second year physical therapy students for each of six aspects were at the moderate level. Details are as follows: the formation of goal setting (3.17), the analysis of problem related to time usage (3.12), planning of time

usage (3.12), the implementation of projected plans (2.98), assessment of time usage (2.89), improvement of time usage plan and revision of wasted time activity (2.78). When considering results in details, it was found that students had the habit of procrastination, difficulty learning from improper use of time, lacking of daily lesson review and resulting in short of time to prepare for examination. Therefore, students should assess themselves on previous time management capability, then setting a clear personal goal, and taking advice from mentor teachers or parents to schedule time management. This can minimize the time spend for useless activity and maximize the time doing other things that are useful. The plan should be followed strictly. The results of this study showed that students should be educated and encouraged to recognize the importance of good time management to benefit themselves, others and society.

## Effect of exercise program on increasing knee extensors strength in the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> year of physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

*Jutamas Ruanpang  
Araya Yankai*

The purpose of this study was to evaluate the effect of the three-dimensional aerobic exercise program on increasing the physical fitness in term of knee extensors strength in the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> year of physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University ( $n = 24$ , 2 males, 22 females). Before and after the exercise program, all volunteers were examined for knee extensors strength. The results showed that value of knee extensors strength per body weight interpreted from the standard norms for Thai people which is divided into 5 levels in the volunteers before participating in exercise program were not statistic different. Before exercise program, most of volunteers were in moderate level of knee extensors strength (33.30%), followed by fair, very poor and poor level respectively. After exercise program, most of volunteers were in poor level of knee extensors strength (37.50%), followed by moderate, fair,

very poor and good level respectively. In addition, by using the Wilcoxon signed ranks tests to compare the levels of knee extensors strength before and after exercise program, it was found that the level of knee extensors strength was not significant different ( $p = 0.72$ ). Data of physical activity questionnaires showed that volunteers spent most of physical activities in sedentary lifestyle more than standing and walking activities and most of volunteers were not engaged in exercise. Accordance to moderate level of knee extensors strength measured before exercise program in most volunteers, continuing exercise program is emphasizing. Future study should focus on improving specific exercise protocol to increase knee extensors strength. Also, in-depth analysis of physical activity factors affecting the knee extensors strength is needed.

## Transversus abdominis thickness and function between passed and failed groups in lumbopelvic stability test

*Jutarat Meesungnoen  
Patraporn Sitilertpisan*

The purpose of this study was to compare the asymmetry and function of transversus abdominis muscle (TrA) between passed and failed the level 3rd lumbopelvic stability test (LPST). The level 3rd of LPST is the reference level for healthy people. Thirty healthy females, mean age of  $21.84 \pm 0.37$  years old were recruited in study. Subjects were tested LPST and divided into the passed ( $n = 13$ ) and failed ( $n = 17$ ) groups. The size asymmetry and muscle function of TrA (percentage change to resting) were assessed by ultrasound imaging at mid axillary line between 12<sup>th</sup> rib and iliac crease at rest and during abdominal drawing-in maneuver (ADIM) both left and right sides (four images). The TrA muscle thickness of each image was measured 3 times by Image

J program and the average was used for analysis. The study found that size asymmetry of TrA muscles at rest between the passed and failed groups were not different ( $p=0.14$ ). The TrA muscle size asymmetry during ADIM in the passed group was significantly lesser than the failed group ( $p<0.001$ ). In addition, the passed group had significantly greater percentage change of TrA muscles function on both sides than the failed group ( $p<0.001$ ). These results demonstrated the symmetry of TrA muscle thickness during contraction and the percentage change of TrA muscles function associated with the ability to pass the LPST. This would be useful information for improving a specific lumbopelvic stability exercise program.

## Muscle strength in amphetamine dependence

*Chatcharin Chaiwong  
Peanchai Khamwong*

The purpose of this study was to evaluate physical fitness in term of muscle strength in amphetamine dependence at Thanyarak hospital, Chiang Mai. Participants were 69 males, aged 18-23 years. Leg extension and hand grip were used for measuring muscle strength. Data was analyzed by descriptive statistic. The results showed that mean of leg extension strength per body

weight was  $1.72 \pm 0.95$  and mean of hand grip strength per body weight was  $0.66 \pm 0.11$ . The participants had very low level of legs strength (58%) and very low level of hand grip strength (40.6%). Therefore, this study could be useful for the promotion of muscular strength in amphetamine dependence.

## Prevalence of urinary incontinence in women Tambon Ban Wan, Hang Dong District, Chiang Mai Province

*Chompuneck Chantapayoon  
Korakot Hensangvilai  
Ubon Pirunsan*

The purpose of the study was to survey the frequency and type of urinary incontinence in 62 women aged 25-80 years old who live in Ban Rai, Moo 1 Tambon Ban Wan, Hang Dong District, Chiang Mai. Urinary incontinence condition was measured by using the urinary incontinence questionnaire. This study was collaborated with the public volunteers who have knowledge and well known the population's health. Data were analyzed by using descriptive analysis. The results showed that the average age and body mass index were  $53.05 \pm 14$  years old and  $23.34 \pm 4.24 \text{ kg/m}^2$ , respectively. The result

showed that 30.65% of all subjects were the urinary incontinence. When classified into types of urinary incontinence, 22.58% of all subjects were stress urinary incontinence, 14.52% was mix urinary incontinence, 9.68% was urge urinary incontinence. Most subjects were menopausal. The results of questionnaire revealed that most subjects were increasing age and body mass index and had less knowledge and understanding in urinary incontinence. Therefore, medical staffs should concern about the urinary incontinence problem and promote the prevention of urinary incontinence in woman.

## Contraction ratio of deep abdominal muscles during lumbopelvic stability test in healthy subjects using ultrasound imaging

*Titikorn Chunchai  
Patraporn Sitilertpisan*

Transversus abdominis (TrA) is a deep muscle that enhances motor control and provides lumbopelvic stability (LPS). Previous studies have reported that deep muscles activated prior to the limb movement. However, there is no report on TrA and internal oblique (IO) muscles work when increasing difficulty of task in controlling LPS in a healthy person. Thus the purpose of this study was to determine the contraction ratio of deep abdominal muscles (TrA and IO) during performed lumbopelvic stability test (LPST) in healthy subjects using ultrasound imaging (USI). Thirty healthy subjects (15 males and 15 females) aged  $21.83 \pm 0.46$  years participated. Ultrasound imaging (USI) was measured at the right side at mid axillary line between 12<sup>th</sup> rib and iliac crease. Images were taken for 2 trials during each level of LPST (7 levels). The

thickness of the TrA muscles was measured by Image J program. Each image was taken three times and average used for analysis. Repeated measures ANOVA was used to analyze ratio of the TrA and IO thickness in 7 levels of LPST and using LPST as covariate in the analysis. The results showed that TrA contraction ratio significantly reduced in level 6 and 7 ( $p < 0.05$ ). However, IO contraction ratio presented no difference in all the levels of LPST. In this study, TrA contraction ratio may not be sufficient to maintain the control of LPS in progressive difficulty of task during LPST. Moreover, individual ability of LPST and TrA contraction ratio may be relevant and it should be considered in further studies to evaluate the TrA muscle function.



## The relationship between pulse duration and force of quadriceps contraction stimulating with monophasic pulsed current

*Thitima Boonton  
Jonjin Ratanapinunchai*

**Objectives:** To determine the relationship between pulse duration (100, 300, 500, 700, 900 and 1000  $\mu$ s) of monophasic pulsed current and stimulated quadriceps force and to evaluate the optimal pulse duration which maximize stimulated quadriceps force when stimulating with constant amplitude.

**Method:** Thirty healthy volunteers, 18-30 years old were evaluated the maximum voluntary isometric contraction (MVIC) of quadriceps. Current amplitude which produced 20% of MVIC in each subject was pre-determined. The random order of pulse duration, that is 100, 300, 500, 700, 900 and 10300  $\mu$ s were used. Stimulated quadriceps force was recorded using a force transducer and discomfort perception during stimulation was determined using a visual analog scale (VAS).

**Results:** Spearman correlation coefficient ( $r$ ) between pulse duration and stimulation force of quadriceps contraction is equal to 0.76. Each pulse duration significantly produced different level of stimulated force ( $p<0.01$ ). Pulse duration 1000  $\mu$ s could elicit the highest force which was  $5.37\pm2.23$  kg, and with a highest level of VAS ( $5.04\pm2.22$  cm). This VAS score is significantly different from other pulse duration ( $p<0.01$ ). However, the highest VAS is within a moderate level.

**Conclusion:** The optimal pulse duration to strengthening muscle contraction is 1000  $\mu$ s because this value of pulse duration can induce the highest stimulated force with moderate discomfort perception. However, there should be further study in clinical trials to confirm the present study.

## Muscle exibility in the amphetamine dependence

*Nattawadee Wannasiri  
Peanchai Khamwong*

The aims of this study were to evaluate physical fitness in term of lower back-leg and shoulder girder flexibility in amphetamine dependence at Thanyarak hospital, Chiang Mai. Participants were 69 male age 18-29 years. Each participant was evaluated for flexibility using the V sit and reach test and shoulder girdle flexibility test. General information of participants and flexibility were

analyzed using descriptive statistic. The results showed that the participants had low level of lower back-leg flexibility and high level of shoulder girder flexibility. Therefore, an education on lower back-leg flexibility and appropriate exercise program should be implemented in amphetamine dependence.

## Awareness about effect of behavior in carrying school bag in junior high school students, Muang Lamphun

*Thanakorn Koonphaen  
Nuanlaor Thawinchai*

Behavior in carrying school bag is one of the possible causes of physical changes in children, especially weight of their school bag. If it weighs more than 15% of body weight, it will affect posture and musculoskeletal system such as chin out, backpain etc. These effects can be prevented by self-awareness. This study aimed to study awareness regarding behavior in carrying school bag in junior high school students lived in Muang District, Lamphun using questionnaire. The results revealed that from 223 questionnaires (74.3%), there were 60.1 percent used school bag specified by their school and most bags were backpack(90.1%).

In addition, the results found that 87.4 percent of students had backpain from carrying their school backpack. The results regarding the awareness found that the mean score of knowledge of appropriate carrying behavior was  $5.43 \pm 1.73$  and 85 percent thought that the impacts of carrying bag behavior were the most issue that they should know ( $4.22 \pm 0.72$ ). In conclusion, this study suggested that back pain might be due to the improper knowledge. Therefore if students gain more knowledge about the impact of the carrying behavior, it would prevent changes of physical body caused by a backpack.

## Caregiver's awareness regarding school bags in junior high school students

*Phunyanuch Noknuam,  
Nuanlaor Thawinchai*

The purpose of this study was to study the caregiver's awareness regarding school bags in junior high school students using questionnaire. Two hundred and twenty questionnaires were sent back (73.33%). The results showed that most responses had mean age of  $42.65 \pm 8.21$  years, were female (68.2%) and had a relationship as a mother (59.5%), were in high school level (24.1%) and an employed worker (40.0%). When asking about types of school bag and carrying behavior, the results revealed that most bags were backpack required by school (84.1%), they had often seen their child

carrying with two straps (48.6%) and detected what they were carrying (72.3%). However, they did not weigh the bag (88.2%). The results regarding the awareness were found that the mean score of knowledge of proper carrying behavior was  $7.85 \pm 1.63$  and the average score of opinion regarding carrying behavior was  $4.1 \pm 3.15$  (agree to take care of their child's bag). In conclusion, this study showed that the caregivers had some awareness. However, some knowledge may be required to prevent problems from wrong carrying behavior.

## A comparison of the thickness of the lower trapezius muscle between the dominant and non-dominant arms in healthy subjects

*Nipaporn Wannaprom  
Sureeporn Uthaikhupt*

Lower trapezius muscle is a muscle that helps to increase stability and to control movements of the scapula. Dysfunctions of the lower trapezius muscle have been demonstrated to be associated with shoulder and neck pathologies. Previous studies have demonstrated differences in the percentage of the lower trapezius muscle activities between the dominant and non-dominant arms. However, there is no study of the thickness of the lower trapezius muscles between the dominant and non-dominant arm in healthy adults. The purpose of this study was to compare the thickness of the lower trapezius muscle between the dominant and non-dominant arms in healthy subjects at rest and during contraction using ultrasound imaging. Thirty healthy subjects (mean age  $20.17 \pm 1.64$  years old) were recruited for the study. The

thickness of the lower trapezius muscles of the dominant and non-dominant arms was measured by ultrasound imaging at the level of T8, two times on each side under two conditions: at rest and submaximal contraction. The thickness of the lower trapezius muscle of each image was measured three times by Image J software. The results showed that the lower trapezius muscle of the dominant arm was significantly thicker than that of the non-dominant arm in both conditions at rest and during contraction ( $p < 0.001$ ). The results of this study suggest that arm dominance has an effect on the thickness of the lower trapezius muscle. This should be taken into consideration in future research determining the lower trapezius muscle.

## Effect of exercise program on increasing the cardiovascular endurance performance of the 2<sup>nd</sup>- 4<sup>th</sup> year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

*Nilawan Romlamduan  
Araya Yankai*

The purpose of this study was to evaluate the effect of the three-dimensional aerobic exercise program on increasing the physical fitness in term of cardiovascular endurance in the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University ( $n = 26$ , 2 males, 24 females). Before and after the exercise program, all volunteers were examined for an average maximum oxygen consumption ( $VO_2$  max), then the average  $VO_2$  max were interpreted as the level of physical fitness in term of cardiovascular endurance, which ranged in five levels. The questionnaires were also used to evaluate volunteers' physical activity. By comparing the average  $VO_2$  max before and after the exercise program, it was found that there were statistic differences in the average  $VO_2$  max of all volunteers, of all males and all females ( $p < 0.05$ ). Moreover, volunteers were in different levels of cardiovascular endurance between before and after the exercise program. Before exercise program, most of volunteers were in moderate level of cardiovascular endurance, followed by fair and

good levels, respectively. After exercise programs, most of volunteers were in moderate level of cardiovascular endurance, followed by fair and good, fair and very good levels, respectively. In addition, when compared the levels of cardiovascular endurance before and after exercise program, it was found that the level of cardiovascular endurance increased after exercise program significantly ( $p < 0.05$ ). Data of physical activity questionnaires showed that volunteers spent most of physical activities in sedentary lifestyle more than standing and walking activities. Most volunteers were not engaged in exercise which resulted in having the moderate level of cardiovascular endurance at before participation in the three-dimensional aerobic exercise program. This study concludes that continuing three-dimensional aerobic exercise program should be promoted in volunteers and other students. Moreover, this study suggests that in-depth analysis of correlation between physical activity and its effects on the level of maximum oxygen consumption is needed.

## Opinions of freshmen on cheer meeting activity

*Pongpichet Saktananurak  
Ubon Pirunsarn*

Cheer meeting activity is one of many activities held for freshmen by various institutes to teach freshmen to sing university and faculty songs. Cheer meeting and freshmen welcome activities are issues in the current debate of their appropriateness. The aim of this study was to explore the opinions of first year Associated Medical Sciences students on cheer meeting activity using two types of questionnaires. Open-ended questionnaire was used to survey singing activity, recreational activity and

discipline activity. Close-ended questionnaire was used to assess overall satisfaction of cheer meeting. The results showed that cheer meeting was an activity which promotes teachers and seniors respect and strengthen student unity. Freshmen were encouraged to dress according to the university regulations. However, cheer meeting activity would affect both mental and physical health such as stress, anxiety, muscle aches and fatigue.

## Body composition in the amphetamine dependence

*Pornrat Siraloetmukul  
Peanchai Khamwong*

The aim of study was to investigate the body composition of Amphetamine dependence. Participants were 69 males aged 18-29 years. Each participant was tested by using the body composition analyzer (Inbody 220) for determining weight, body mass index, percent body fat and skeletal muscle mass. Descriptive statistics was used to explain the general information and body composition. The result shows the participants have body composition below the standard level. This mean the average body mass index is  $23.20 \pm 3.82 \text{ kg/m}^2$ , in

other words comparing with standard average they were in line for overweight, percent body fat is  $19.03 \pm 6.63\%$ , determining that the physical fitness was very low and skeletal muscle mass was  $29.21 \pm 3.87 \text{ kg}$ , indicating that the physical fitness was the same as percent body fat. Thereby amphetamine dependence ought to educate their body compositions that have changed. Moreover they should involve in appropriate exercise in the order to rehabilitate their body composition.

## Correlation between functional mobility and falls in older adults

*Patthanachai Wongsabut  
Somporn Sungkarat*

Older adults often fall while performing functional movements especially during walking or changing positions. These functional movements such as sit to stand, walking, turning, stairs ascent and decent are basic movements required for independent living. Thus, they cannot avoid. Therefore, this study aimed to determine the correlation between functional mobility and falls in older adults. Five functional mobility tests including the ability to walk and change position (Timed Up and Go test: TUG), to stand on one foot (Single Leg Stand Test: SLST), to change from sitting to standing (Sit-to-Stand with five repetitions test: STS-5), to step up-down (Alternate Step Test: AST) and to walk for a distance of 10 meters (Timed 10-Meter Walk Test: 10-MWT) were correlated with the number of falls. Ninety-nine older adults aged 65 years and over participated. Pearson Product Moment Correlation was conducted to determine the correlation between functional mobility and number of falls. To control for possible confounding

factors, gender, age and number of medications were used as covariates. Results showed that the functional mobility tests positively correlated with number of falls were TUG ( $r = 0.298, p=0.01$ ), AST ( $r = 0.214, p = 0.04$ ) and 10-MWT ( $r = 0.378, p = 0.01$ ), all of which were significantly correlated at a low level. STS-5 and SLST were not correlated with number of falls. In conclusion, the ability to walk for a distance of 10 meters (10-MWT), the ability to walk and change position (TUG) and the ability to step up-down (AST) are related to the number of falls in older adults. The highest correlation was observed for 10-MWT. Therefore, 10-MWT can be evaluated in the clinic to gain baseline information about the ability to walk in older adults. It also can be used to monitor falls as well as to evaluate changes after receiving balance and gait related exercise programs. However, a weak relationship between 10-MWT and falls indicates that other factors are also associated with falls in older adults.

## Effects of standard hot pack application on electrical stimulation threshold in normal subjects

*Phirachporn Sungpankhao  
Aatit Paungmali*

The purpose of this study was to examine the effect of hot pack between pre- and post-applications on the electrical sensory threshold, motor threshold and electrical pain threshold in normal subjects. There were thirty subjects (15 males and 15 females) with an average age of  $21.4 \pm 0.81$  years. All subjects were randomly applied the hot pack over either left or right rectus femoris muscle. Outcome measures were electrical sensory threshold, minimal contraction, sub

maximal contraction and electrical pain threshold for pre- and post-applications. The results demonstrated that the electrical sensory threshold increased significantly ( $p < 0.05$ ), the motor threshold (minimal contraction, sub maximal. contraction) demonstrated no change ( $p > 0.05$ ), and the electrical pain threshold decreased significantly ( $p < 0.05$ ). In conclusion, hot pack application has effect on the electrical sensory threshold and electrical pain threshold, but no effects on motor threshold.

## Comparisons of performance on functional tests between faller and non-faller elderly

*Pianghatai Wanchai  
Somporn Sungkarat*

This study aimed to compare performance on functional tests between faller and non-faller elderly by evaluating their ability to move and change position (Timed Up and Go test: TUG), to stand on one foot (Single Leg Stand Test: SLST), to change from sitting to standing (Sit-to-Stand with five repetitions test: STS-5), to step up-down (Alternate Step Test: AST) and to walk for a distance of 10 meters (Timed 10-Meter Walk Test: 10-MWT). Sixty volunteer elderlies aged 65 years and over (30 persons with no history of falls and 30 persons with history of two or more falls in the past one year) participated. Independent student t-test was conducted to compare mean values between the two groups. Results showed that the TUG and 10-MWT were significantly different between the faller and

non-faller groups. Specifically, the faller group spent longer time to perform TUG test ( $12.09 \pm 2.93$  seconds) than the non-faller group ( $10.68 \pm 1.97$  seconds);  $p = 0.034$  and longer time to perform 10-MWT ( $6.99 \pm 3.14$  seconds) than the non-faller group ( $5.63 \pm 1.08$  seconds);  $p = 0.031$ . There were no significant differences between the two groups on other functional tests ( $p > 0.05$ ). This study can be concluded that performance on TUG and 10-MWT were significantly poorer for elderly with history of falls as compared to those without history of falls while performance on SLST, STS-5 and AST were not different between the two groups. Therefore, TUG and 10-MWT may be used to discriminate elderly fallers from non-fallers and to assess the risk of falls in the elderly.

## Time management capability of the first year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

*Panupong Srimuedee  
Ubon Pirunsarn*

The purpose of this study was to survey time manage capability of first year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University. The sample in this study consisted of 73 students: 14 males, 59 females. The time management questionnaire was used to collect information of personal data and capability to managing time with a 5 rating scale. The questionnaire comprised 6 aspects. The results showed that time management capabilities of first year physical therapy students in overall and each of the six aspects were at the moderate level. Details are as follows: planning of time usage (3.24), analysis of

problem related to time usage (3.23), formation of goal setting (3.20), implementation of projected plans (3.05), assessment of time usage (2.96), improvement of time usage plan and revision of wasted time activity (2.90). Moreover, results showed that students had learning problems resulting from improper use of time. Students were unable to complete the class material revision prior to the examination, unable to manage the time for exercise. They believed that goal achievement required enormous energy devotement. Finally, students did not make a daily review of what they have learned to prepare for the examination.

## A comparison of size of the lower trapezius muscle between healthy male and female subjects

*Panuwat Kummaung  
Sureeporn Uthaikhup*

Lower trapezius muscle is an important muscle that helps to control movements of the scapula. Ultrasound is commonly used to measure muscle size. However, there have been no previous studies of gender differences in the lower trapezius muscle size measured by ultrasound imaging. The aim of this study was to compare the thickness of the lower trapezius muscle between male and female subjects using ultrasound imaging. Thirty healthy subjects (15 males mean age  $20.73 \pm 1.91$  years and 15 females mean age  $19.80 \pm 1.27$  years) were recruited into the study. The lower trapezius muscle thickness was measured at the level of T8 on the dominant arm under two conditions: at rest and during

submaximal contraction. Each condition was performed two times. The thickness of the lower trapezius muscle of each image was measured three times by imaging analysis software. The results demonstrated that the lower trapezius muscle in male subjects was significantly thicker than that in female subjects both at rest and during submaximal contraction after controlling for body mass index ( $p < 0.05$ ). The results of this study indicate that gender has an influence on the size of the lower trapezius muscle. Thus, gender factor should be taken into account in future research conducted to investigate lower trapezius muscles.

## Survey of the prevalence of urinary incontinence in women Tambon Nong Hoi, Muang District, Chiang Mai Province

*Mallika Apinyametakul  
Korakot Hensangvilai  
Ubon Pirunsan*

The aim of this study was to determine the prevalence and types of urinary incontinence in women aged between 25-80 years old, Tambon Nong Hoi, Muang District, Chiang Mai Province. The research tool was the questionnaires. There were 233 female respondents. However, there were 164 questionnaires which were completed by them. We collaborated with 20 public health care volunteers who have previous experience in this area. The study found that the women with a mean age of  $46.37 \pm 1.30$  years old. It showed that 31.5% of the respondents had urinary incontinence. There were

about 67.60% that commonly had urinary incontinence after they had a menopause. According to the type of urinary incontinence, 74.51% of the respondents were stress urinary incontinence, 9.8% were urge urinary incontinence, and 15.69% were mixed urinary incontinence. The prevalence had been increased according to the age and the body mass index (BMI). Therefore, it was confirmed that a large amount of women had urinary incontinence. To prevent urinary incontinence, education and promotion on pelvic floor exercise should be emphasized to the community.

## Relationship between gait speed and quality of life of elderly people

Rodjaret Peeraban,  
Somporn Sungkarat

Gait speed is considered as the human's 6th vital sign. Walking can be used as an indicator of health status. Declined gait speed has been associated with an increased risk of falls. Loss of the ability to walk is one factor indicating the dependence in performing daily activities which is related to quality of life. The aim of this study was to determine the relationship between gait speed and quality of life of the elderly. Gait speed was assessed using Ten-Meter Walk Test (10-MWT) and quality of life was assessed using SF 36. Sixty-six elderly persons aged 65 years and over participated. Pearson Product Moment Correlation was conducted to determine the relationship between 10-MWT and SF 36. Results showed that both comfortable and maximum gait speed were significantly correlated with the total score of SF 36 ( $r = 0.303, p = 0.016$ ; and  $r = 0.384, p = 0.002$ , respectively). Dimensional analyses of SF-36 and gait

speed showed that both comfortable and maximum gait speed were significantly correlated with role limitations due to physical problem ( $r = 0.249, p = 0.049$ ; and  $r = 0.284, p = 0.024$ ), bodily pain ( $r = 0.278, p = 0.027$ ; and  $r = 0.352, p = 0.005$ ), and general health perception ( $r = 0.282, p = 0.025$ ; and  $r = 0.348, p = 0.005$ ). The vitality dimension was correlated with maximum ( $r = 0.345, p = 0.006$ ) but not comfortable gait speed. All correlation coefficients showed weak relationship, indicating the contributions of other factors on quality of life. In conclusion, gait speed is correlated with quality of life. Slow walking speed is correlated with poor quality of life while fast walking speed is correlated with good quality of life. Therefore, walking ability especially walking speed should be included in an exercise protocol or health promotion program for elderly.

## Effects of electrode position and carrier frequency of interferential current on stimulated quadriceps force

Visuta Chaloeichon  
Jonjin Ratanapinunchai

**Introduction:** At present there is no research evidence to inform the optimal electrode position and carrier frequency of interferential current (IFC) that appropriate for muscle stimulation. **Purpose:** To compare effects of electrode position (crossed vs. parallel current path) and carrier frequency (2500 vs. 4000 Hz) of IFC on stimulated quadriceps force. **Method:** Thirty healthy volunteer subjects of both genders (mean age  $20.67 \pm 1.45$  years old) were recruited for the study. The maximal amplitude of IFC was pre-determined for each subject using the carrier frequency of 2500 Hz. Four protocols of stimulation (2500 cross, 2500 parallel, 4000 cross, 4000 parallel) were used. Each subject was exposed to all protocols in a randomly allocated order. The peak torque of quadriceps were recorded using the POWER LAB 4/20 ADI. In addition, each individual reported discomfort related to the current using visual analog scale (VAS). **Results:** Significantly greater force of knee extensors was demonstrated when using a 2500 Hz carrier frequency versus 4000 Hz in both electrode positions,

that is, cross ( $11.19 \pm 5.42$  vs  $1.09 \pm 1.50$  kg,  $p < 0.01$ ) and parallel ( $10.95 \pm 6.03$  vs  $1.16 \pm 1.08$  kg,  $p < 0.01$ ). However, electrode position (cross or parallel) had no significant difference of knee extensors torque when using both carrier frequencies, that is, 2500 Hz ( $11.19 \pm 5.42$  vs  $10.95 \pm 6.03$  kg,  $p < 0.673$ ) and 4000 Hz ( $1.09 \pm 1.50$  vs  $1.16 \pm 1.08$  kg,  $p < 0.934$ ). Nevertheless, carrier frequency 2500 Hz is more uncomfortable than carrier frequency 4000 Hz. Mean VAS of carrier frequency 2500 Hz (cross =  $6.19 \pm 2.41$  and parallel =  $6.64 \pm 1.96$  cm.) is significantly higher than carrier frequency 4000 Hz (cross =  $2.73 \pm 1.59$  and parallel =  $2.52 \pm 1.58$  cm.). **Conclusion:** The carrier frequency 2500 Hz of IFC is viable frequency options for eliciting muscle force. Even though carrier frequency of 2500 Hz is perceived as more uncomfortable than carrier frequency 4000 Hz, those feeling is considered to be in an average level since it doesn't make any aches or pains. However, further study in patients is suggested to confirm the results of the present study.



## Equation for predicting normal scapular position in sample group 12–20 years old

*Jinnicha Wongthip  
Busaba Chuatrakoon*

Scapular position is importance to shoulder movement and mechanism of injury. Scapular bone was connected with the thoracic by muscles. There was a few evidence to support the distance between scapula and thoracic spine. Since the scapular position are based on individual body size and stature, therefore using the defined distance may restrict its used in clinic. The aim of this study was to investigate the value of scapular position using the Kibler clinical method, which is the superior Kibler (SK) and the inferior Kibler (IK) in volunteer aged between 12-20 years with normal shoulder joints. The measured variables in this study were weight, height, body mass index (BMI), length of dominant arm (DA) and non-dominant arm (NDA). Measurement of SK and IK of the dominant arm (DSK, DIK) and the non-dominant arm (NDSK,

NDIK) were performed using a Palpation Meter (PALM®) while subjects stand with hands on hips. There are 456 subjects (males 226, females 230, right arm dominant 435 and left arm dominant 21). For overall subjects, the average weight was 54.8 kg., height was 164.1 cm. and BMI was 20.34 kg/m<sup>2</sup>. Mean SW, CW, DA, NDA, DSK, NDSK, DIK and NDIK from total 456 subjects were 39.0, 27.8, 75.9, 75.8, 6.4, 6.2, 7.6, 7.2 cm, respectively.

Furthermore, the parameters affected prediction of DSK and NDSK were gender, age, weight, height, shoulder width and chest width, whereas parameters affected prediction of DIK and NDIK were gender, age, weight, height and chest width. The equation from this study can predict about 40%. The presented results may be used as a guideline for exercise prescription to facilitate appropriate muscle co-activation and scapular position to reduce the risk of injury.

## Reliability of distance predicted equations of scapular position and thoracic spine in horizontal plane

*Sothida Nantakool  
Busaba Chuatrakoon*

The study of equations used internal factors including weight, height, body mass index (BMI), dominant arm, shoulder width, chest width, dominant arm length and non-dominant arm length to predict distance of scapular position and thoracic spine. Thus, the purpose of this study was to evaluate scapular position and thoracic spine in horizontal plane between equations and real measurements. There were 30 subjects (16 males, 14 females) aged range 12-20 years with normal shoulder joints. All parameters; dominant Superior Kibler (DSK),

non-dominant Superior Kibler (NDSK), dominant Inferior Kibler (DIK), non-dominant Inferior kibler (NDIK) were measured by Palpation Meter with Kibler clinical method. All parameters from calculation and real measurement were compared by Paired samples t-test statistically. The results found that there were no significant differences of all DSK, NDSK, DIK, NDIK ( $p>0.05$ ) between both methods. Thus, the equations can be used to predict distance between scapular position and thoracic spine in subjects aged range 12-20 years.

## Long-term effectiveness of weight hot pack on tissue blood flow and pressure pain threshold

*Adisak Phisapan  
Aatit Paungmali*

The purpose of this study was to evaluate an effectiveness of the weight hot pack, which was developed from homemade hot pack that consisted of pottery and sand. This study evaluated tissue blood flow and pressure pain threshold from pre- to post-applications. Volunteers with latent trigger points on both upper trapezius were studied. Twenty volunteers (10 males and 10 females), mean age of  $22.15 \pm 1.04$  years old were randomized in to the treatment condition (heated hot pack) and control condition (unheated hot pack). The trigger points of upper trapezius muscle were applied with the conditional hot pack for 20 minutes. Tissue

blood flow and pressure pain threshold were evaluated from pre- to post-applications at 0, 15, and 60 minutes. Wilcoxon Signed Ranks test showed that the heated condition increased tissue blood flow and pressure pain threshold significantly greater than that of the unheated condition ( $p < 0.001$ ), and the effects were sustained for at least 60 minutes post-application. In conclusion, this study shows that application of weight hot pack can promote tissue blood flow and reduce pain intensity over the trigger point area for at least 60 minutes after application.

## Cardiovascular endurance in amphetamine dependence

*Sofia Saleah  
Peanchai Khamwong*

The purpose of this study was to evaluate the physical fitness in term of cardiovascular endurance in amphetamine dependence at Thanyarak hospital, Chiang Mai. Participants were 66 males, aged 18-29 years. Queen's College step test was used to estimate maximum oxygen consumption ( $VO_2 \text{ max}$ ) in participants. General information of participants and maximum oxygen

consumption ( $VO_2 \text{ max}$ ) were analyzed using descriptive statistic. The results showed that the participants had average of maximum oxygen consumption ( $VO_2 \text{ max}$ ) which was  $50.49 \pm 6.47 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , comparing with standard value of ACSM. Therefore, an appropriate exercise program should be implemented to amphetamine dependent to improve cardiovascular endurance.

## Saundok grid alignment test tool

*Tepratee Panomroengsuk  
Jittiporn Kianprasit*

The radiographic grid is a device, which used to absorb the scatter rays in order to improve image quality. On the other hand, a grid cutoff from misalignment can result in an under exposed image. So, the patient must take another radiograph and receive more radiation. The alignment of the grid can be detected with grid alignment test tool. The standard grid alignment test tool can detect only in a range of 4 inch of the grid and must be moved to the other areas of grid for detecting the misalignment that is out of range which can give a false result. Furthermore there is no scale to measure if the grid center might be moved to sideways of the grid. Saundok Grid Alignment Test Tool is designed and constructed. It divided into 2 parts: The first part is made from lead and has 7 holes with the sliding cover in each hole for exposing radiation on the difference areas of grid lines for the length of 6 inch. The second part is

the sliding scale showing the distance which grid center moves to sideways on the radiograph. These two parts are locked together. The device has a size of 8.5x18 cm and weight of 0.5 kilogram. The constructed tool and the standard one are used to measure the grid alignment of 20 grids. The results show the optical density difference between the radiographs of both test tools, in the same position of the grid, being no more than  $\pm 0.1\text{OD}$ . All of the grid alignment tests from both tools are in good agreement; only 5 grids have the good alignment. The result of satisfaction from the figure and the use of both devices by 44 fourth year radiologic technology students, they were satisfied in figure and using of the constructed tool more than the standard test tool in the highest level all criteria. Therefore, the constructed test tool is appropriate to use.

## Creating the webpage for education about quality of radiograph

*Pimwalun Junlachetsophon  
Jittiporn Kianprasit*

Nowadays, the Internet is an intermediary that has been defined broadly because of its easy access, whether in the fields of research information or entertainment. Anyone can use it to study by themselves. This is why the researcher interested in creating a webpage to disseminate information on quality of radiograph, which is a basic knowledge to obtain from diagnostic image quality. Compositions of these web pages are all about the elements of radiographic quality such as density, contrast, sharpness, distortion. Also, including the others factors that have affected to it. Furthermore, animated image contents can help the reader to understand the context of the web easier and allows them to re-read the web as much as they need. The methods were divided into 4 steps. The first step was the collecting of the contents of quality of radiograph from text, document and website. The second step was the creation and

decoration of the webpage using Adobe Dreamweaver CS4 and helping accessory programs. The third step was the evaluation of knowledge from studying the webpage and the satisfactory of the outcome of this webpage by 30 fourth year radiologic technology students. The last step was to upload the webpage on a website after it passed all the criteria. The study shows that the assessment passed the criterion, the post-test average score (18.10) is more than the pre-test average score (11.87) with statistical significance ( $p < 0.05$ ). Efficiency is 90.50:93.33 (post-test average score is 90.50%, amount of assessor who passing post-test is 93.33%) and passes the standard criteria 80:80 which is classified as in good efficiency. Satisfaction of this media is found to be very good in all aspect. Therefore, these web pages are available to upload to the internet.

## Design and construction of an education model of focused radiographic grid

*Luckika Pantiya  
Jittiporn Kianprasit*

In order to use a grid properly, it must be studied. The grid is not transparent therefore it is hard to study the grid structure and alignment. To remedy this problem, the author created an education model of focused radiographic grid. It had 2 components: Firstly, focused grid that had the grid lines made from balsa wood and air gap between them. Secondly, a structural model of education equipment from Miss Kanitha Kamplian's term paper, the design and construction of an education model of parallel radiographic grid. The evaluation from using this model by 4<sup>th</sup> year radiologic technology students; they gain the knowledge, understand

and able to use the radiographic grid properly. The score after studying (18.5 points) is more than score before studying (12.27 points) with statistical significant ( $p < 0.05$ ). The efficiency of this is 92.50:93.33, which represent the total average of score after studying was 92.5% and the numbers of student who passed the test every criteria is 93.33%. It showed that the model has passed the efficiency standard 80:80 and evaluated in good level. Satisfaction of the device features was found to be very good in all aspect. Therefore, this model can be used as teaching aid in the parallel radiographic grid subject.

## Circular AEC density control function test tool for conventional x-ray equipment

*Anyamanee Wongsafu  
Jittiporn Kianprasit  
Kietpong Jirapong*

The Automatic Exposure Control (AEC) system used in radiographic unit to regulate density on the radiograph, it helps to reduce film repeating and over exposure of the patient. AEC has 11 density scale (-5 to +5). It changes the radiation exposure of 15-30 % for each selection or according to the specification of radiographic unit. The system is tested with the tool by moving the splits film and the film cassette. These reasons result in difficult and wasting of time on the testing. The author designed and constructed this tool to test AEC density control function of the radiographic unit. It is divided into two parts, a base plat and an exposure rotated circular plate. The base is made from stainless steel with the size of 23.2x28.2x1.3 cm, weight of 0.8 kg and above 8 cm from the center of the base along the side has a pivot of 11 sector holes with locks to an exposure rotated circular plate. The exposure rotated circular plate has a 1 sector hole for an exposure area

and 11 slots around the plate for locking. It is made from lead and stainless steel in order to be radiopaque and having a stable structure. The constructed tool and the Sasipa's one are used to test the density control of the AEC system. The results show that the optical density differences between the radiographs of both tools have the same level of density, being no more than  $\pm 0.1\text{OD}$ . The result of satisfaction from the figure and the use of both tools by 25 fourth year radiologic technology students, they were satisfied in the figure and the use of the constructed tool more than Sasipa's one in the highest level of all criterias because of how convenient to test, to store, ease of use, and reducing setting up time. In addition, locking of exposure rotated circular plate can reduce the problem that the lead sheet covering the exposure area. Therefore, the constructed tool is appropriate to use.

## ดรรชนีชื่อเรื่อง

### สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์

- เปปไทด์ต้านจุลชีพ: โปรตีนจากธรรมชาติกับการประยุกต์ใช้ เพื่อการรักษาโรคติดเชื้อในอนาคต, 1
- การใช้ MCV หรือ MCH ร่วมกับเทคนิค PCR เพื่อวินิจฉัยพาหะธาลัสซีเมียชนิดที่พบบ่อยในภาคเหนือของประเทศไทย, 22
- การศึกษาปริมาณรังสีที่ลำไส้ตรงได้รับการใส่แร่ อัตราการแผ่ปริมาณรังสีสูงจากการคำนวณโดยกำหนดจุดอ้างอิงลำไส้ตรงแบบหลายจุด และการกำหนดตามมาตรฐาน ICRU ฉบับที่ 38 ในกลุ่มผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูกที่ได้รับการรักษา ณ โรงพยาบาลมะเร็งลำปาง, 33
- การตรวจหา HBV profile ในระยะ occult HBV infection ในผู้บริจาคโลหิตของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 72
- การประยุกต์ใช้เทคนิค SDS-PAGE เพื่อตรวจหาปริมาณโปรตีน Extracellular Recombinant Single-chain Variable Fragment Anti-HIV-1 p17 จากโปรตีนรวม, 107
- Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ที่สัมพันธ์กับชุมชนและปศุสัตว์: ภัยเงียบของการสาธารณสุขไทย, 187
- Methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci ที่สัมพันธ์กับปศุสัตว์ในสุกรในจังหวัดลำพูน ประเทศไทยมี SCCmec type IX, 250
- การประเมินค่า estimated Glomerular Filtration Rate (eGFR) จากค่าอ้างอิง serum creatinine ในโรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก, 260
- ความสัมพันธ์ระหว่างโพลีมอร์ฟิซึม C807T/G873A ของยีนไกลโคโปรตีน Ia ของเกล็ดเลือดกับการตีบของหลอดเลือดหัวใจในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงโคโรนารีชาวไทย, 273

### สาขาวิชากิจกรรมบำบัด

- การสำรวจระดับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมองของพนักงานขับรถโดยสารรับจ้างของสหกรณ์นครลพนาเดินรถ จำกัด จังหวัดเชียงใหม่, 40

### สาขาวิชากายภาพบำบัด

- การเปรียบเทียบตำแหน่งของกระดูกสะบักขณะพักและช่วงการเคลื่อนไหวรวมของข้อไหล่ระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนที่มีและไม่มีข้อไหล่เจ็บ, 49
- ความสัมพันธ์ของการประเมินการทรงตัวด้วยนินเท็นโดวีร่วมกับวีบาลานซ์บอร์ด กับการทดสอบการยืนบนขาข้างเดียว, 59
- ผลการฝึกการทรงตัวโดยใช้โปรแกรม Wii Fit ร่วมกับ Nintendo Wii และ Wii Balance Board ในคนอ้วนเพศหญิง, 66
- ผลของการออกกำลังกายด้วยเกมเดินของเครื่องนินเท็นโดวีต่อดัชนีมวลกายและระบบหัวใจและหลอดเลือดในคนอ้วนเพศหญิง, 122
- การเคลื่อนที่ของลำตัวขณะทดสอบลุกจากนั่งขึ้นยืนในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น, 131
- การเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที และเวลาปฏิบัติภารกิจตอบสนองระหว่างผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีภาวะโลหิตจางและไม่มีการภาวะโลหิตจางผลของการดึงกระดูกสันหลังส่วนเอวได้น้ำร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำสำหรับผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง, 207

### สาขาวิชารังสีเทคนิค

- เทคโนโลยีการสร้างภาพทางการแพทย์เพท-เอ็มอาร์, 81
- การศึกษาข้อมูลการควบคุมคุณภาพภายใต้ NEMA NU1-2001 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแกมมาคาเมรา, 215

## Subject index

### Medical Technology

- Antimicrobial peptides: The natural proteins and the future application for treatment of infectious diseases, 1
- Diagnosis of thalassemia carriers commonly found in northern Thailand via a combination of MCV or MCH and PCR-based methods, 22
- The study of a rectal dose in cervical carcinoma: High dose rate brachytherapy calculated based on the ICRU Report, 38
- Recommendation and Multiple Points Calculation in Lampang Cancer Hospital, 33
- HBV profile of the occult HBV infection in blood donors at Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital, 72
- The application of quantitative SDS-PAGE method for measurement of extracellular recombinant scFv anti-p17 in crude protein, 107
- Community- and livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: a silent threat to Thai public health, 187
- Livestock-associated methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci in pig in Lamphun Province, Thailand, carrying Type-IX SCCmec element, 250
- Evaluation of estimated glomerular filtration rate (eGFR) by reference range of serum creatinine at Buddhachinaraj Phitsanuloke Hospital, 260
- Relationship of platelet glycoprotein Ia C807T/G873A gene polymorphisms to severity of coronary artery stenosis in Thai patients with coronary artery disease, 273

### Occupational Therapy

- The Survey of Stroke Risk Level in Taxi Drivers of Nakorn Lanna Transport Cooperation, Chiang Mai Province, 40

### Physical Therapy

- Comparison of resting scapular position and range of combined shoulder elevation between junior swimmer players with and without shoulder pain, 49
- The relationship of balance assessment by Nintendo Wii with Wii balance board and single leg balance test, 59
- The effect of balance training by program Wii fit with Nintendo βWii and Wii balance board in female obese people, 66
- The effect of exercise with dance game of Nintendo Wii toward body mass index and cardiovascular system in obese women, 122
- Trunk displacement during the sit-to-stand tests in young adults, 131
- Comparison of six minute walk distance and reaction time between anemic COPD and non-anemic COPD, 207
- Effects of Underwater Lumbar Traction with Aquatic Exercises for Chronic Low Back Pain Clients, 232

### Radiologic Technology

- PET-MR medical imaging technology, 81
- Studies of Quality Control Data under NEMA NU-2001 to Evaluate the Performance of Gamma Camera, 215

## Abstract

### Medical Technology

- Expression level of CD127 in ANA positive and negative, 143
- Detection of IgG and IgM antibody titer to A and B antigens, 143
- The preparation of internal quality control material for one tube OF test, 144
- Soft matrix induced neuronal gene expression in fibroblasts, 144
- Study of factors effecting the G6PD deficiency screening test by conventional methemoglobin reduction test, fluorescent spot test and modified methemoglobin reduction test, 145
- Phytochemical and antioxidant activity of *Cryptolepis buchanani* Roem. & Schult, 145
- Expression of P-glycoprotein, CD147 and survivin in mMultidrug resistance K562/Adr cells, 146
- Effect of Lychee peel extract on osteoblast differentiation and bone formation, 146
- Tissue crossmatching by three color flow cytometry, 147
- Evaluation of antibody responses in dogs with rabies vaccination in rabies control areas in Chiang Mai, 147
- Percentage of CCR5+ CD4 T lymphocytes and CCR5+ monocytes by flow cytometry and initial study of CCR5 promoter polymorphism by PCR-RFLP in HIV-infected patients, 148
- Screening and identification of alloantibodies in blood samples of risk group from Community Medical Service Project, 148
- Effects of purple rice extracts on phagocytic activity, nitric oxide and cytokine production in RAW264.7 macrophage cell line, 149
- Red blood cell antibody identification by flow cytometry, 149
- The Optimization of filter paper type fecal occult blood test based on Gum guaiac assay, 150
- Calcium, phosphorus and  $\beta$ -CrossLaps in subjects who consumed water with fluoride higher than the permissible level, 150
- Effect of polysaccharides from *Spirogyra* spp. on PT, APTT and TT assays, 151
- Deltamethrin susceptibility and the sodium channel gene mutation associated with knockdown resistance in the population of *Aedes aegypti* from Chiang Mai and Phayao Provinces, 151
- Screening for glycosaminoglycans in flower, fruit and seed of medicinal plants, 152
- Prevalence of cardiovascular risk factors in Mae Ka sub-district, Chiang Mai, 152
- In vitro antioxidant capacity and antimicrobial in Thai traditional herbs, 153
- Screening for common thalassemia in Thailand using Hemolysis Area (HA) calculated from the novel AMS-RBC-FRAG-TEST (ARFT) system, 153
- Study of gamma/delta T-lymphocyte numbers following HIV-1 infection, 154
- Survey of hepatitis B virus (HBV) immunity and HBV carrier state in the Faculty of Associated Medical Sciences Students, Academic year 2555, 154
- Study of CCR5-delta32 mutation in HIV-1 infected infants in Thailand between 2007 and 2012, 155
- Urinary fluoride in subjects who consumed water with fluoride higher than the permissible level and fluoride toxicity to bone and teeth, 155
- Antioxidant and antimicrobial activities of *Aspidistra elatior* extracts, 156
- The effect of monoclonal antibody specific to human liver HSPG clone 1E4-1C2-1D9 on HL-60 cell differentiation, 156
- Development of DNA extraction method for direct detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in hemoculture by PCR, 157

## Abstract

### Medical Technology

Inhibitory effect of passion fruit extracts on cholesterol biosynthesis in HepG2 cells, 157

Detection of glycosaminoglycans in root, stem, and leaf of medicinal plants, 158

The DNA repairing with Taq DNA polymerase and T4 DNA ligase, 158

Inhibitory effect of *Moringaoleifera* Lam. leaves extract on the biosynthesis of cholesterol in HepG2 cells, 159

Study of CCR5-m303 mutation in HIV-1 infected infants in Thailand between 2007 and 2012, 160

Study of suitable duration and temperature for storage of EDTA blood used for thalassemia screening, red blood cell morphology and automated full blood count, 160

Production of immunochromatographic assay for the analyzing HIV-1 protease activity, 161

Effects of partial purified fractions of kaffir lime leaf extracts on cell cytotoxicity and Wilms' tumor 1 protein expression in HL60 cell line, 161

Anti-inflammatory and anti-oxidant activities of passion fruit juice in vitro and in elderly people, 162

A comparative study of percentage of regulatory T cell using 3 marker combinations in normal and HIV infected patients, 162

Effect of the water extract of *Averrhoacarambola* and *Ocimum basilicum* on cholesterol biosynthesis in human hepatocellular carcinoma cell line (HepG2), 163

Study of *Mycobacterium* spp. contamination on Thai banknotes and Thai coins, 164

The effect of apoptotic induction on human promyelocytic leukemic HL60 and monocytic U937 cell line by goniothalamin, 165

Development of multiplex PCR for rapid detection of *Streptococcus suis* serotype 2 and serotype 14 in hemoculture, 165

Antimicrobial activity testing of ethanol extracted medicinal plants against several pathogenic microorganisms, 166

Optimization of immunomagnetic agglutination using anti-Ag85 monoclonal antibody coated magnetite for detection of *Mycobacterium* spp., 166

Study of HIV-1 subtypes distribution in northern and upper central regions of Thailand, 167

Detection of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemases producing and New Delhi metallo-beta lactamase producing in *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli* isolated from patients in Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital, 168

The use of RBC histogram from automated full blood count to indicate abnormal RBC morphology, 168

Investigation of *Salmonella* contamination in trading eggs in Muang District, Chiang Mai Province, 169

Screening for HbE carriers by the size-reduced AMS-HbE Tube Test, 169

Expression of antioxidant proteins during differentiation of ADSCs on soft photocurable hydrogel, 170

Antimicrobial activity testing of several water extracted herbs, 170

Effects of partial purified fractions of Kaffir lime leaf extracts on cell cytotoxicity and Wilms' tumor 1 protein expression in K562 cell line, 171

Cytotoxic effect of *Astraeus hygrometricus* extract on PBMCs, human skin fibroblast, liver cancer, breast cancer, cholangiocarcinoma and leukemic cell line, 171

Effect of exercise on renal function in healthy volunteers by measurement of blood urea nitrogen and creatinine in serum, 172

Cytotoxic effects of *Nelumbo nucifera* rhizome aqueous extract on breast adenocarcinoma cell, hepatocellular carcinoma cell, monocytic leukemic cell, cholangiocarcinoma cell, fibroblast cell and peripheral blood mononuclear cell (PBMCs), 172

Effects of Vetiver grass extracts on cell cytotoxicity and Wilms' tumor 1 protein expression in Molt4 cell line, 173

Expression of non-glycosylated HIV-1 gp120 V3 Loop in Rosetta-gamiB (DE3) pLacI strain of *Escherichia coli*, 173



## Abstract

### Medical Technology

- Distribution of Mia antigen of MNS blood group in Northern Thais, 174
- Effects of oligosaccharide derived from crude polysaccharide from *Spirogyra* spp. digested by pectinase on PT, APTT and TT assays, 174
- Determination of Osteocalcin, total P1NP and ALP for the assessment of fluoride intake in water higher than the permissible level and skeletal fluorosis, 175
- Expression of uPA in multivalent CD147Ex phage-induced U937 cells, 176
- Seroprevalence of *Bartonella henselae* in Northern Thai uveitis patients, 176
- Determination of CD4-specific DARPin binding to CD4 molecule on HeLa cells using flow cytometry and confocal microscopy, 177
- Immunostimulatory activity of purple rice extracts on cell proliferation and cytokine production in human peripheral blood mononuclear cells, 177
- The study of mutagenicity, antimutagenicity and antioxidant activity of *Hodgsonia heteroclita* extracts, 178
- Optimization of detection virulent genes in *Vibrio vulnificus* by multiplex PCR, 178
- Construction of CD4-TCR-zeta chain molecule on HeLa cell surface expression, 179
- A sodium channel gene mutation in the deltamethrin-resistant strains of *Aedes aegypti*, 179
- Anemia in patients co-inherited with thalassemia and glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) deficiency, 180
- Cause of anemia in the population from Mae Ka Subdistrict, San Pa Tong District, Chiang Mai Province, 180
- Expression of MDR1 and survivin mRNA in adriamycin-resistant leukemic cell line K562/Adr, 181
- Study of anti-cancer activity of Hing-Hai, Thai medical plant formula in colon cancer cell lines, HT-29, 181
- A study of bloodstain detection by phenolphthalein (Kastle-Meyer color) test, 182
- Determination of absolute Treg's number from percentage of Treg and absolute number of CD4+ T cells in normal and HIV infected persons, 182
- Hematological and plasma bilirubin changes in HIV-infected patients with G-6-PD deficiency after receiving highly active antiretroviral therapy (HAART), 183
- In vitro and in vivo antioxidant activity of passion fruit, 183
- Effect of exercise on lipid profiles in healthy volunteers, 184
- In vitro cytotoxicity of crude extracts from fresh fruiting bodies of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer on human cancer cell lines, 184
- Detection of LCR and  $\gamma$  gene deletions in  $\beta^0$ -thalassemia/HbE disease with a low level of HbF, 185

### Occupational Therapy

- Effect of exercise on blood glucose and serum uric acid in healthy volunteers, 185
- The effects of handwriting activities for the elementary students, grade 1, 285
- The relationship between quality of life and stress of mothers of adolescents with autism, 285
- Development of the Form Constancy Activity Kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3, 286
- Development of the Figure Ground Activity Kit for school-aged children in elementary education level, years 1-3, 286
- A survey of play used in pediatric occupational therapy practice, 287
- Stroke risk level and stress of retirees, 287

## Abstract

### Occupational Therapy

Capability of caregivers for looking after the stroke survivors living in community, 288

Development of the position in Space Activity Kit for school-aged in elementary education level, year 1-3, 288

Development of the Visual Closure Activity Kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3, 289

Development of the Spatial Relation Activity Kit for school-aged children in elementary education level, year 1-3, 289

### Physical Therapy

Time management capability of third year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, 290

Survey of the prevalence of urinary incontinence in women Tambon Yuwa, San Pa Tong District, Chiang Mai Province, 290

Effects of four-week 3D aerobic exercise program on increasing the lower back-leg flexibility in the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, 291

The effect of carrying backpack styles on posture in junior high school students with back pain, 291

Survey for satisfaction of using the pottery hot pack, 292

Transversus abdominis muscle thickness change in functional exercises, 292

The relationship between pulse duration and force of quadriceps contraction stimulating with biphasic pulsed current, 293

Correlations between the activities-specific balance confidence scale and physiological profile assessment in the elderly, 293

Time management capability of third year physical therapy students, Chiang Mai University, 294

Effect of exercise program on increasing knee extensors strength in the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> year of physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, 294

Transversus abdominis thickness and function between passed and failed groups in lumbopelvic stability test, 295

Muscle strength in amphetamine dependence, 295

Prevalence of urinary incontinence in women Tambon Ban Wan, Hang Dong District, Chiang Mai Province, 296

Contraction ratio of deep abdominal muscles during lumbopelvic stability test in healthy subjects using ultrasound imaging, 296

The relationship between pulse duration and force of quadriceps contraction stimulating with monophasic pulsed current, 297

Muscle flexibility in the amphetamine dependence, 297

Awareness about effect of behavior in carrying school bag in junior high school students, Muang Lamphun, 298

Caregiver's awareness regarding school bags in junior high school students, 298

A comparison of the thickness of the lower trapezius muscle between the dominant and non-dominant arms in healthy subjects, 299

Effect of exercise program on increasing the cardiovascular endurance performance of the 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, 299

Opinions of freshmen on cheer meeting activity, 300

Body composition in the amphetamine dependence, 300

Correlation between functional mobility and falls in older adults, 301

Effects of standard hot pack application on electrical stimulation threshold in normal subjects, 301

## Abstract

### Physical Therapy

Comparisons of performance on functional tests between faller and non-faller elderly, 302

Time management capability of first year physical therapy students, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, 302

A comparison of size of the lower trapezius muscle between healthy, male and female subjects, 303

Survey of the Prevalence of urinary incontinence in women Tambon Nong Hoi, Muang District, Chiang Mai Province, 303

Relationship between gait speed and quality of life of elderly people, 304

Effects of electrode position and carrier frequency of interferential current on stimulated quadriceps force, 304

Equation for predicting normal scapular position in sample group 12 – 20 years old, 305

Reliability of distance predicted equations of scapular position and thoracic, spine in horizontal plane, 305

Long-term effectiveness of weight hot pack on tissue blood flow and pressure pain threshold, 306

Cardiovascular endurance in amphetamine dependence, 306

### Radiologic Technology

Saundok grid alignment test tool, 307

Creating the webpage for education about quality of radiograph, 307

Design and construction of an education model of focused radiographic grid, 308

Circular AEC density control function test tool for conventional x-ray equipment, 308

## ครรชนผู้แต่ง

- กฤตยา บุญนุช, 215  
 กรรณภรณ์ อินทชัย, 107  
 กนกวรรณ เหมาะประสิทธิ์, 260  
 เกษม ดันติพานิชธีระกุล, 273  
 ขนิษฐา วงศ์ลังกา, 59  
 คณิศร ยิ่งปากน้ำ, 66  
 จุฑารัตน์ ดวงจันทร์ด้อย, 40  
 จงจินตน์ รัตนากินันท์ชัย, 49  
 จำเนียรพันธ์ เรือนศรี, 33  
 จัตุรสุดา ขายเพชร, 207  
 ชัญญานุช ภูทิม, 107  
 ชัชชัย ตะยาภิวัฒนา, 107  
 ชาตรี เศรษฐเสถียร, 273  
 ฌัญญพัชร จันทะมูล, 215  
 ณัฐปกรณ์ เดชสุภา, 81  
 เดียนา วิเชียรสร้าง, 59  
 ดุริยา ฟองมูล, 33  
 ทศน์วรรณ อาซากิจ, 33  
 ทรงพล หัวหาญ, 273  
 ธนศักดิ์ ตาตุ, 22  
 ธนัญญา ศรีณยานุรักษ์, 59  
 นิภาพรณ ลีตระกูล, 72  
 นพรัตน์ พงษ์สวัสดิ์, 215  
 นันทรัตน์ โสมมานะสิน, 215  
 นงนุช เศรษฐเสถียร, 273  
 บัณฑิต ชันธุ์สุวรรณ, 66  
 บดินทร์ บุตรอินทร์, 107, 250  
 ประมุข พงษ์สุวรรณ, 122  
 ประฤทธิ์ ปริษมาตย์, 207  
 ประภาส โพธิ์ทองสุนันท์, 232  
 ปิรยา มั่นเขตวิทย์, 40  
 เพ็ญภา สุปิ่นชมภู, 66  
 พณรุช เมธานนท์, 122  
 ไพโรจตร ตานัน, 72  
 พรสินทร์ วงศ์โคคุ้ม, 207  
 พจณีย์ กาญจนพิบูลย์, 215  
 พรพิศ บุญก่อน, 215  
 ไพศาล มงคลวงศ์โรจน์, 273  
 พงษ์ศักดิ์ อินทรเพชร, 273  
 พาริดา ปัตนวงศ์, 207  
 ภัสสร ไทยธานี, 207  
 มลลิกา รัตนเมือง, 250  
 ยุพา คู่คงวิชัยพันธุ์, 273  
 รัฐพล นุ่มหอม, 122  
 รุจพร ชนะชัย, 215  
 ลัดดา ฟองสถิตย์กุล, 72  
 วิภาศิริ ศรีสุวรรณ, 22  
 วิทยา เมธิยาคม, 49  
 วัชรระ กลินฤกษ์, 107  
 วิชัย เส้นทอง, 273  
 สรศักดิ์ อินทรสุต, 1  
 สุวิทย์ อริยชัยกุล, 49  
 สรายุธ มงคล, 59, 66, 122  
 สุจินดา บุญเพ็ง, 66  
 สมเกียรติ ลลิตวงศา, 33  
 สันติ พุฒิพิริยะ, 122  
 สายนที ปรรณนาผล, 131  
 สุพิชชพงศ์ ธนาเกียรติปัญญา, 232  
 สมรรตชัย จำนงค์กิจ, 232, 131  
 อิศราภรณ์ จันนัยนา, 49  
 อัยชนะห์ แอลมาบุญ, 59  
 เอกราช วงษ์สายะ, 131  
 อังกร สุทธสุวรรณ, 207  
 อุษณีย์ อนุกุล, 187, 250

## Author index

### A

Aatit Paungmali, 292, 301, 306  
 Adisak Phisapan, 306  
 Aisah Al-mabruk, 59  
 Anitha Chimyam, 182  
 Artit Wongsu, 184  
 Araya Yankai, 291, 294, 299  
 Anyamanee Wongsafu, 308  
 Arsarn Rimkeeree, 146, 308  
 Aungkoon Suthasuwana, 207  
 Auttapon Panya, 183

### B

Benchamaporn Wihok, 287  
 Bordin Butr-Indr, 107, 250  
 Bundit Khunsuwan, 66  
 Bunrod Mankakate, 185  
 Busaba Chuatrakoon, 305

### C

Chadchai Sriphakdee, 143  
 Chakkapan Ounwichit, 153  
 Chanyanuch Putim, 107  
 Chanakan Kanthatham, 154  
 Charatsri Thongsaitarn, 151  
 Chatchai Tayapiwatana, 107, 161, 173, 177, 179  
 Chatsuda Chaypech, 207  
 Chatri Settasatian, 273  
 Chatcharin Chaiwong, 295  
 Chintana Phawong, 171, 184  
 Chompuneck Chantapayoon, 296  
 Churdsak Jaikang, 145, 153, 156, 162, 182

### D

Daranee Nak-opat, 156  
 Diana Wichiansang, 59  
 Duriya Fongmoon, 33

### E

Eakarach Wonsaya, 131

### F

Fahsai Kantawong, 144, 146, 170  
 Farida Pattanawong, 207

### I

Issaraporn Channaiyana, 49

### J

Janejira Jaratsittisin, 153  
 Jarinya Jomtiang, 151  
 Jariya Chimchai, 152  
 Jaruwan Oopkhaw, 285  
 Jinnicha Wongthip, 305  
 Jittiporn Kianprasit, 307  
 Jintana Yanola, 151, 179, 180  
 Jirawan Punta, 293  
 Jonjin Ratanapinunchai, 49, 293, 297, 304  
 Jumneanphan Reunsri, 33  
 Jutarat Duangjuntui, 40  
 Juthaporn Sattayadit, 294  
 Jutamas Ruanpang, 294  
 Jutarat Meesungnoen, 295

### K

Kamonwan Punjaroen,  
 Kamonnut Tijarut, 290  
 Kamolrat Jalernsiriwongtana, 291  
 Kanisorn Youngpaknam, 66  
 Kannaporn Intachai, 107  
 Kaneungnuch Kamlha, 150  
 Kanokwan Mohprasit, 260  
 Kanokwan Buranaphatthana, 290  
 Kanyamas Choocheep, 152, 153  
 Kannikar Funprom, 291  
 Kasem Tantipanichtheerakul, 273  
 Kesinee Moonoei, 292  
 Kesinee Saleesongsom, 292  
 Kietpong Jirapong, 308  
 Kittaya Boonnut, 215  
 Khanitta Wonglungka, 59  
 Khanittha Taneyhill, 149, 177  
 Khajonsak Pongpanit, 293  
 Kotchakorn Intamul, 148

## Author index

Krongkarn Tao-pa-in, 149  
 Konlawat Phoemkhun, 249  
 Kunpida Achinoopunyawat, 150  
 Kornkanok Penglong, 285  
 Korakot Hensangvilai, 290, 296

### L

Ladda Fongsatitkul, 72  
 Laongdao Thongnak, 174  
 Laorrat Khamnong, 289  
 Luckika Pantiya, 308  
 Mallika Apinyametakul, 303  
 Manussanun Kongpanna, 145  
 Mongkol Chotayaporn, 145, 158, 182  
 Monlica Rattanamuang, 250  
 Mullika Wanmakok, 170

### N

Narawadee Mekapath, 297, 160  
 Nattapat Jantamool, 215  
 Nantarat Komanasin, 273  
 Nathupakorn Dechsupa, 81  
 Natnaree Keardthep, 155  
 Nattha Intarasopa, 154  
 Nattawadee Wannasiri,  
 Nattawut Sangsungnern, 155  
 Natedao Kongyai, 154, 169, 176  
 Nipapan Leetrakool, 72  
 Nipaporn Wannaprom, 299  
 Nilawan Romlamduan, 250, 299  
 Nongnuch Settasatian, 273  
 Nopparat Pongsawad, 215  
 Nonthaphan Khueanpet, 286  
 Nuanlaor Thawinchai, 291, 298  
 Nutjeera Intasai, 151, 174, 176

### O

Onusa Kharawanich, 182

### P

Panuwat Kummaung, 160  
 Pakapol Pitchawong, 288  
 Panupong Srimuedee, 302  
 Panwadee Techawong, 162  
 Panwipa Buranasing, 164  
 Panuwat Kummaung, 303  
 Parichart Puangjakta, 147  
 Paisan Moomthong, 169  
 Paisal Mongkolwongroj, 273  
 Panthong Singboottra Myers, 143, 162  
 Patiwat Kongdang, 162  
 Pattanis Homhual, 164  
 Patthanachai Wongsabut, 301  
 Patraporn Sitlerpisan, 295, 296  
 Passorn Thaithanee, 207  
 Pawaret Panyajai, 161  
 Peanchai Khamwong, 295, 297, 300, 306  
 Peeraya Munkhetvit, 40, 287, 288  
 Pennapa Promrungsri, 168  
 Pennapa Supinchompu, 66  
 Phatcharaporn Lingloey, 165  
 Phatcharee Changpra, 166  
 Phattharawee Muneekaew, 169  
 Phennapha Klangsinsirikul, 143, 147, 148, 153  
 Phimchanok Nitikamsakul, 287  
 Phirachporn Sungpankhao, 301  
 Phonnawut Methanon, 122  
 Phunyanuch Noknuam, 298  
 Phuthita Chumruksa, 168  
 Pianghatai Wanchai, 302  
 Pichetsut Suya, 166  
 Pinyaphat Khamphikham, 185  
 Pimwalun Junlachetsophon, 307  
 Pipatpong Papong, 167  
 Piyawan Bunpo, 184, 185  
 Ponrut Phunpae, 164  
 Pongpichet Saktananurak, 300  
 Pongsak Intharapetch, 273

## Author index

Pornpis Boonkorn, 215  
 Pornpimon Puengyam, 163  
 Pornrat Siraloetmukul, 300  
 Pornsin Wongkokum, 207  
 Pornthep Kengkarnchang, 215, 162  
 Ploingarm Petsophonsakul,  
 Praijitr Tanan, 72  
 Prakaidao Khueanlom, 161  
 Pramook Pongsuwan, 122  
 Praphan Luangsook, 176, 178  
 Prapas Pothongsunun, 232  
 Prarit Preechamard, 207  
 Prasit Tharavichitkul, 165, 168  
 Preeyanat Vongchan, 156, 174, 181  
 Pungpaka Larkumpeng, 144

### R

Rattana khunkhet, 146  
 Ratana Banjerdpongchai, 165  
 Ratchanee Somnabut, 171  
 Rattikarn Thoomkot, 172  
 Rawiwan Wongpoomchai, 145, 178  
 Rawiprapa Nilsakul, 145  
 Rodjaret Peeraban, 304  
 Roongsiri Chotpadiwetkul, 150, 155, 175  
 Rujaporn Chanachai, 215  
 Rujinan Chaikhampan, 173  
 Rungkarn Sangkaruk, 173  
 Rutchanee Korn Polsil, 172  
 Ruttapol Numhom, 122

### S

Sakchai Dettrairat, 143, 148, 162  
 Sainatee Pratanaphon, 131, 146  
 Sakorn Pornprasert, 180, 182, 185  
 Samatchai Chamnongkich, 131, 232  
 Sarayoot Mongkol, 59, 66, 122, 207  
 Salaila Katiwong, 178  
 Salinla Pintawana, 179  
 Sarinya Sriphetcharawut, 285, 287, 289  
 Sasinapa Meechang, 178

Sawitree Chiampanichayakul, 181  
 Sasiwimon Utama, 179  
 Siratcha Phanthong, 180  
 Sofia Saleah, 306  
 Somkiat Lalitwongsa, 33  
 Somporn Sungkarat, 301, 302, 304  
 Somsak Channoi, 145, 158, 182  
 Songpol Howhan, 273  
 Songyot Anuchapreeda, 161, 173  
 Soodjai Pawichai, 156  
 Sorasak Intorasoot, 1, 166, 170  
 Sothida Nantakool, 305  
 Sujinda Bunpeng, 66  
 Sujinda Songtrai, 181  
 Sujitra Inthapaen, 180  
 Sunti Putthipiriya, 122  
 Supitchapong Tanakietpinyo, 232  
 Supaporn Chinchai, 286, 288  
 Supakit Tipub, 289  
 Supawatchara Singhatong, 145, 150, 153, 155, 156,  
 162, 175, 183  
 Sureeporn Uthaihpun, 299, 303  
 Sutisa Tienkanted, 181  
 Suwit Ariyachaikul, 49

### T

Tanawatchai Suriya, 157  
 Tanawan Samleerat, 155, 160, 167  
 Tanyarat Jomgeow, 144, 150, 168  
 Tepratee Panomroengsuk, 307  
 Thanakorn Koonphaen, 298  
 Thanusak Tatu, 22  
 Thanattha Saranyanurak, 59  
 Thanet Kajonkaietkun, 147  
 Thanisorn Glammeng, 174  
 Thepparit Thavillarp, 156  
 Titikorn Chunchai, 296  
 Thanapa Charoenphong, 157  
 Thitima Boonton, 297  
 Thippawan Khansom, 144

## Author index

Thunda Chenphanatsak, 158

Theerapong Jaikham, 159

Thipsukon Rinjoy, 174

Thikumporn Manee, 286

Thunyaluk Moonpa, 158

Tribikram Thapa, 122

Tussawan Arsakit, 33

### U

Ubon Pirunsarn, 290, 294, 296,300, 302, 303

Unchalee Chaisri, 184

Upa Kukongwiriyan, 273

Usanee Anukool,187, 250

### V

Vichai Senthong, 273

Visuta Chaloeichon, 304

### W

Wannita Chaiyupatum, 175

Wararat Piammahamongkol, 143

Warayut Suphasorn, 176

Wasana Sirirungsri, 154, 176

Wasinee Wongkumool, 177

Watchara Kasinrer, 107

Warinda Prommachote, 176

Warunee Kunachiwa, 148

Wibhasiri Srisuwan, 22

Wikanda Jaila, 177

Wilaiwan Petsophosakul, 147

Wipada Prompot, 288

Witaya Mathiyakom, 49

### Y

Yuttapong Tamakaew, 171



## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความประจำปี 2556

รศ. ดร. จิราภรณ์	โตเจริญชัย	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร. รุจพร	ชนะชัย	มหาวิทยาลัยมหิดล
อาจารย์สิทธิรักษ์	รอยตระกูล	สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
รศ. ดร. จ่านงค์	นพรัตน์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อ.ดร. อรวรรณ	เวอร์เนอร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร. ภัทรพร	สิทธิเลิศพิศาล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร. ดลรวี	ลีลารุ่งระยับ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร. วีรวัฒน์	ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์	มหาวิทยาลัยมหิดล
อาจารย์จิตต์รัตน์	ตันเสนีย์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผศ.ดร. ศิริลักษณ์	ธีระภูธร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. ไสพส	สุวรรณยืน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ. สุพจน์	เอื้ออภิสัทธวงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ. ธาวิกา	ธรรมวิจิตร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ. สมชาย	รัตนทองคำ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร. ยอดชาย	บุญประกอบ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร. ศิริลักษณ์	ธีระภูธร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
อ. ดร. รัตนา	ลาวัง	มหาวิทยาลัยมหิดล
อ. ดร. สุวิทย์	แซ่ไคว้	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ. ดร. รัชดา	เครสซี่	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อ. ดร. ปิยะวรรณ	บุญโพธิ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ. ดร. สาคร	พรประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



## Engineered for Automation

### *The cobas® 4800 System*

The **cobas® 4800 System** fully integrated sample preparation combined with real-time PCR technology for amplification and detection, plus software that suitably integrates both components.

- **Streamlined workflow**
- **Handy cobas® 4800 software**
- **Results can be customized**

© 2009 Roche Molecular Systems, Inc. All rights reserved.



**cobas x 480 Instrument**



**cobas z 480 Analyzer**

Roche Diagnostics (Thailand) Ltd.  
18th Floor, Rasa Tower 1  
555 Phaholyothin Road, Chatuchak  
Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand  
Tel: +662 791 2200  
Fax: +662 937 0850

## คำแนะนำผู้เขียน

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ เป็นวารสารทางวิชาการของคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ยินดีพิจารณาบทความที่มีคุณภาพด้านเทคนิคการแพทย์ รังสีเทคนิค กิจกรรมบำบัด กายภาพบำบัด และด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยผ่านระบบการตรวจประเมิน และได้รับการยอมรับจากผู้ทรงคุณวุฒิผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นๆ อย่างน้อย 2 ท่านบทความที่เสนอขอรับการพิจารณาต้องไม่เคยตีพิมพ์ หรืออยู่ในระหว่างการเสนอต่อวารสารอื่นใด บทความที่ตีพิมพ์ในวารสารนี้แล้ว ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประเภทของบทความที่ลงตีพิมพ์ แบ่งเป็น 8 ประเภท คือ

1. บทบรรณาธิการ (EDITORIAL) เป็นบทความซึ่งวิเคราะห์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ ที่มีความสำคัญในวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ รังสีเทคนิค กิจกรรมบำบัด กายภาพบำบัด หรือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง หรืออาจเป็นบทความซึ่งมีข้อเสนอแนะทางวิชาการโดยตรงแต่เป็นความคิดเห็นเพื่อประโยชน์ของการยกระดับวิชาชีพให้สูงขึ้น
2. นิพนธ์ต้นฉบับ (RESEARCH ARTICLE) เป็นรายงานผลงานวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้องโดยที่บทความนั้นยังไม่เคยตีพิมพ์ หรืออยู่ในระหว่างการตีพิมพ์ในวารสารอื่นใด
3. รายงานเทคนิคทางห้องปฏิบัติการ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด และรังสีเทคนิค (SHORT TECHNICAL REPORT) เป็นรายงานการประยุกต์ใช้เทคนิคการตรวจในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด และรังสีเทคนิค โดยแสดงรายละเอียดทั้งวิธีการและผลการใช้เทคนิคนั้น เปรียบเทียบกับวิธีเดิม รวมถึงการวิจารณ์และสรุปผล
4. นิพนธ์ปริทัศน์ (REVIEW ARTICLE) เป็นบทความที่รวบรวมเอาผลงานในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเคยลงตีพิมพ์แล้วนำมาวิเคราะห์ วิจารณ์เปรียบเทียบเพื่อให้เกิดความกระจ่างในเรื่องนั้นยิ่งขึ้น
5. บทความทั่วไป (GENERAL ARTICLE) เป็นบทความที่มีวิชาการเฉพาะด้านรวมอยู่ด้วยค่อนข้างน้อย เขียนเพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถอ่านเข้าใจตลอด
6. บันทึก (NOTE) เป็นบทความหรือรายงานผลการวิจัยคล้ายข้อ 1 และข้อ 2 แต่มีความกะทัดรัดกว่าทั้งในเนื้อหาและรายละเอียด
7. ปกิณกะ (MISCELLANY) เป็นบทความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ เช่น การวิจารณ์ผลเวชศาสตร์ชันสูตร การตอบปัญหาทางด้านเวชศาสตร์ชันสูตร เป็นต้น
8. จดหมายถึงบรรณาธิการ (LETTER TO THE EDITOR) เป็นบทความทางวิชาการหรืออื่นๆ ที่เป็นบันทึกสั้นๆ ในรูปของจดหมายถึงบรรณาธิการ เพื่อแสดงความคิดเห็นและประสบการณ์ในทางวิชาการ
9. ย่อเอกสาร (ABSTRACT) เป็นเรื่องย่อของบทความที่น่าสนใจและได้รับการตีพิมพ์แล้วในวารสารต่างๆ

### คำแนะนำสำหรับการเตรียมต้นฉบับ

1. ภาษาที่ใช้มี 2 ภาษาคือ ภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ (Cordia New 14) ต้นฉบับภาษาไทย ควรใช้ถ้อยคำและศัพท์ภาษาไทยให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยใช้พจนานุกรมศัพท์แพทย์อังกฤษ-ไทยฉบับราชบัณฑิตยสถานเป็นบรรทัดฐาน คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่บัญญัติเป็นภาษาไทยแล้วแต่ยังไม่เป็นที่ทราบกันอย่างแพร่หลายหรือแปลแล้วเข้าใจยาก ให้ใส่ภาษาเดิมกำกับไว้ในวงเล็บหรืออนุโลมให้ใช้ภาษาอังกฤษได้
2. ต้นฉบับ ใช้กระดาษสีขาวขนาด 8.5x11 นิ้ว พิมพ์หน้าเดียว เว้นระยะระหว่างบรรทัด 2 ช่วง (2 spaces) ใช้โปรแกรม และตัวพิมพ์มาตรฐาน มีเลขที่หน้ากำกับทุกหน้า
3. ชื่อเรื่อง ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นข้อความสั้นๆ และสื่อความหมาย บ่งชี้ให้เห็นสาระสำคัญของเนื้อหาในบทความ ไม่ควรใช้คำย่อนอกจากคำย่อนั้นเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไป
4. ชื่อผู้แต่ง ให้ใส่ชื่อตัวและชื่อสกุลเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ กรณีที่ผู้แต่งหลายคนให้เรียงตามลำดับความสำคัญในงานนั้นๆ และให้ชื่อและสถานที่ติดต่อพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร หรือ E-mail address ของผู้รับผิดชอบบทความเพื่อการติดต่อได้สะดวก กรณีที่มีผู้วิจัยมากกว่าหนึ่งคน ให้ลำดับด้วยตัวเลขยกไว้ท้ายนามสกุล
5. นิพนธ์ต้นฉบับให้มีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (abstract) ความยาวไม่เกิน 400 คำ โดยแบ่งเป็น 5 หัวข้อดังนี้ วัตถุประสงค์ ตัวอย่างทดสอบ วิธีการ ทดสอบและสรุป ทั้งนี้ให้มีคำรหัส (keyword) ไม่เกิน 3-5 คำ โดยลำดับเนื้อหา ดังนี้ บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (abstract) บทคัดย่อภาษาไทย บทนำ (introduction) วัสดุและวิธีการ (materials and methods) วิจารณ์ผลการศึกษา (discussion) สรุปผลการศึกษา (conclusion) กิตติกรรมประกาศ (acknowledgement) และเอกสารอ้างอิง (reference)
6. การจัดลำดับเนื้อเรื่องสำหรับนิพนธ์ต้นฉบับให้เรียงลำดับตามหัวข้อ ดังนี้ :-
  - บทนำ (Introduction) ซึ่งรวมถึงวัตถุประสงค์หรือสมมติฐานในการศึกษา
  - วัสดุและวิธีการ (Materials and Methods)
  - ผล (Results)
  - วิจารณ์ผล (Discussion)
  - กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)
  - เอกสารอ้างอิง (References)

7. กรณีที่งานวิจัยนั้นได้รับทุนวิจัยให้ระบุแหล่งที่มาของทุนวิจัยนั้นด้วย
8. การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่อง ให้อ้างอิงเรียงตามลำดับเลขที่ของเอกสารอ้างอิงซึ่งอยู่ท้ายเรื่อง โดยใส่ตัวเลขแบบยกต่อท้ายข้อความนั้น ๆ
9. การเตรียมตาราง แผนภูมิ รูปภาพประกอบ
  - ตาราง แผนภูมิ รูปภาพประกอบ ให้แยกไว้ต่างหาก โดยใช้กระดาษ 1 แผ่น ต่อ 1 ตาราง หรือ 1 แผนภูมิหรือ 1 รูปภาพ บันทึกโดยใช้ นามสกุล .jpg หรือ .tif โดยให้ความละเอียดเพียงพอ
  - คำอธิบายรูป (Figure legend) ให้พิมพ์แยกไว้ต่างหาก คำอธิบายภายในรูปให้ใช้ภาษาอังกฤษ
  - ชื่อตารางและคำอธิบายในตารางให้ใช้ภาษาอังกฤษ
10. การส่งบทความต้นฉบับ ให้ส่งต้นฉบับจำนวน 2 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล (CD) ที่ระบุโปรแกรมที่ใช้พิมพ์มาด้วย  
**บรรณาธิการวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**  
**เลขที่ 110 ถนนอินทวิโรจ ต่าบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่**  
**โทรศัพท์ : (053) 945080 ต่อ 17**  
**โทรสาร : (053) 946042**  
**E-mail : preyanat@chiangmai.ac.th หรือ preyanat.v@cmu.ac.th**

#### **สำเนาพิมพ์ (Reprint)**

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนี้ ผู้เขียนบทความจะได้รับสำเนาพิมพ์ (Reprint) จำนวน 2 ชุด

#### **การเขียนเอกสารอ้างอิง**

1. การเขียนเอกสารอ้างอิง ให้ใช้ระบบแวนคูเวอร์ (Vancouver) เท่านั้น
2. เอกสารอ้างอิง ที่เป็นภาษาไทยให้แปลเป็นภาษาอังกฤษ และต่อท้ายด้วย (in Thai)

#### **ตัวอย่างการเขียนเอกสารอ้างอิง**

- Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. N Engl J Med 2002 Jul 25; 347(4): 284-7
- Rose ME, Huerbin MB, Melick J, Marion DW, Palmer AM, Schiding JK, et al. Regulation of interstitial excitatory amino acid concentrations after cortical contusion injury. Brain Res 2002; 935(1-2): 40-6
- Geraud G, Spierings EL, Keywood C. Tolerability and safety of frovatriptan with short- and long-term use for treatment of migraine and in comparison with sumatriptan. Headache 2002; 42 Suppl 2: S93-9
- Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. Am J Nurs 2002 Jun [cited 2002 Aug 12];102(6):[about 1 p.]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htmArticle>
- Forooghian F, Yeh S, Faia LJ, Nussenblatt RB. Uveitic foveal atrophy: clinical features and associations. Arch Ophthalmol. 2009 Feb; 127(2): 179-86. PubMed PMID: 19204236; PubMed Central PMCID: PMC2653214
- Who's Certified [Internet]. Evanston (IL): The American Board of Medical Specialists. c2000 - [cited 2001 Mar 8]. Available from: <http://www.abms.org/newsearch.asp>
- Cancer-Pain.org [Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources, Inc.; c2000-01 [updated 2002 May 16; cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.cancer-pain.org/>.
- Borkowski MM. Infant sleep and feeding: a telephone survey of Hispanic Americans [dissertation]. Mount Pleasant (MI): Central Michigan University; 2002
- Jaran On-Takrai. Production of monoclonal antibody specific to recombinant gp41 of HIV-1 subtype E [Term paper]. Faculty of Associated Medical Sciences: Chiang Mai University; 2001 (in Thai).
- Harnden P, Joffe JK, Jones WG, editors. Germ cell tumours V. Proceedings of the 5<sup>th</sup> Germ Cell Tumour Conference; 2001 Sep 13-15; Leeds, UK. New York: Springer, 2002.
- Portney JG, Watkins MP. Foundation of clinical research applications to practice. 2<sup>nd</sup> United States of America. Julie Alexandar; 2000.

ข้อคิดเห็นใดๆ ในบทความหรือเรื่องที่ตีพิมพ์ในวารสารนี้  
เป็นข้อคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียนมิได้เกิดจากบรรณาธิการ หรือผู้จัดทำ แต่อย่างใด



## ใบสมัครสมาชิก วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่

ที่.....

วันที่.....

ถึง **บรรณาธิการวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่**  
ข้าพเจ้ายินดีขอรับเป็นสมาชิกวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่

**โปรดจัดส่งวารสารถึงข้าพเจ้าดังนี้**

นาม.....

สำนักงาน.....

บ้านเลขที่..... ถนน .....

ตำบล..... อำเภอ .....

จังหวัด.....

ข้าพเจ้าได้ส่งเงิน จำนวน..... บาท (.....)

สำหรับเป็นค่าบำรุงสมาชิก ( ) รายปี ( ) ตลอดชีพ ส่งจ่ายในนามเหรียญกฐิตวารสารเทคนิคการแพทย์ เชียงใหม่  
ปณ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มาพร้อมกับแบบฟอร์มนี้แล้ว

ลงชื่อ  
(.....)

หมายเหตุ	ค่าบำรุงสมาชิกรายปี	800	บาท
	ค่าบำรุงสมาชิกตลอดชีพ	1,000	บาท





# Gibthai Products

## LABORATORY PRODUCTS DIVISION



**GONDO**  
Benchtop pH Meter  
combines with Stirrer



**Metertech**  
AccuReader - Absorbance  
Microplate Reader



**KUDOS®**  
High Frequency  
Ultrasonic Cleaner



**DATHAN Scientific**  
YOUR PARTNER IN LABORATORY  
Autoclave



**MECASYS**  
Best solutions  
for accurate measurement and analysis  
OPTIZEN 3220UV bio  
NanoBiometer



**3N HOLDING**  
Diaphragm Vacuum pump



**Amerex Instruments, Inc.**  
Benchtop & Upright  
Incubator Shaker



**Dometic**  
Created by Electrolux  
Blood Bank Refrigerators



**Winpact**  
Scientific  
Cell Cultivation, Fermentation  
System and Software



**Julabo**  
Shaking Water Bath



**METTLER TOLEDO**  
Electronic Balance Classic  
Light AL and PL line



**TORREY PINES SCIENTIFIC**  
Hot Plate Stirrer,  
9 Positions



**ESCO**  
Biohazard Class II  
Safety Cabinet



**SL SHIMADZU**  
Incubator & Oven



**LabTech**  
Personal Microcentrifuge



**Tuttnauer**  
Your Sterilization & Infection Control Partners  
Laboratory Bench Top  
and Vertical Sterilizers



**GPERGN**  
Bulk Tray Type  
Freeze Dryer



**VIVO**  
iTherm Refrigerated &  
Heating Circulators



**GRAM**  
Biostorage you can depend on  
BioCOMPACT II  
Fridges & Freezers



**SIGMA**  
Laborcentrifugen  
Laboratory Table  
top Centrifuge



**sartorius stedim**  
biotech  
AriumPro-Ultrapure  
Water System



**sartorius stedim**  
biotech  
Combisart® Multi-Branch  
Manifold, with funnels and lids



**sartorius stedim**  
biotech  
BIOSTAT® B plus  
Laboratory Bioreactor



**Haier**  
Inspired living  
Blood Bank/Pharmacy Refrigerators,  
Deep Freezer



**Centurion Scientific Ltd.**  
Multi Purpose &  
Versatile Centrifuge

## LIFE SCIENCE PRODUCTS DIVISION



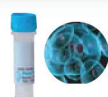
**ADVANCE**  
MUPID EXU  
Gel Electrophoresis



**UVP**  
GelDoc-IT TS Stand  
Alone Bioimaging System



**bioSan**  
Medical-Biological  
Research & Technologies  
Boxes of Biosafety -  
UV cabinet



**PEPROTECH**  
Not Just Cytokines!  
Cytokines, ELISA Kits,  
Recombinant Proteins  
And Antibodies



**SPL SPL LIFE SCIENCES**  
Culture Flasks &  
Plasticwares



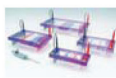
**ESCO**  
Swift MaxPro®  
Thermal Cycler



**Biotix**  
Neptune Filter Tip  
& Tube



**BIOHIT**  
Proline Plus Pipettors,  
Fully Autoclavable



**CS Cleaver Scientific Ltd.**  
Multi Sub  
Electrophoresis System



**ambion RNA**  
by life technologies  
Ambion® products represent  
years of RNA expertise



**invitrogen**  
by life technologies  
Countess® Automated  
Cell Counter



**gibco cell culture**  
by life technologies  
GIBCO® - The Most Trusted  
Brand for Cell Culture Products



**molecular probes**  
by life technologies  
Qubit® Quantitation  
System



**NanoEnTek**  
Revolutionary Wave for Human Welfare  
JuLi™ Smart Fluorescent  
Cell Analyzer



**AMRESCO**  
Ultra Pure Reagents  
for Life Science Research



**BRADY**  
BMP™21 Portable  
Label Printer



**INTEGRA**  
VacuSafe Comfort -  
The aspiration system for  
safe disposal of liquids



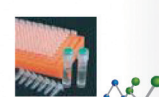
**MALCOM**  
Micro UV-VIS Fluorescence  
Spectrophotometer



**major science**  
Elite Dry Bath Incubator



**RBC Bioscience**  
MagCore HF16 Nucleic  
Acid Purification System



**NANOHELIX**  
Reliable Partner for DNA Technologies  
DNA/RNA Amplification  
Enzymes & Kits

## HEALTH & HYGIENE PRODUCTS DIVISION



**ORECK**  
Air purifier



**fusion Chef**  
by Julabo  
Premium Sous Vide  
Culinary Equipment



**BIOZONE SCIENTIFIC**  
PowerZone Air Purifier -  
for odor, virus and bacterial control



### GIBTHAI CO., LTD.

**Head Office**  
3N HOLDING HOUSE, 44/6 Suthisarnvithai Road,  
Samsenok, Huay Kwang, Bangkok 10320, Thailand  
Tel : (66) 0 2274 8331  
Fax : (66) 0 2274 8336,  
(66) 0 2274 8580  
Customer Hotline : (66) 0 2274 7480  
E-mail : info@gibthai.com  
Website : www.gibthai.com

### Northern Branch

Hill Side 3, 1 soi 8  
Nimmanhamin Rd., Suthop,  
Muang, Chiangmai 50200  
Tel : (66) 0 5321 9818-9,  
(66) 0 5321 9896  
Fax : (66) 0 5321 9866  
E-Mail : gthchiangmai@gibthai.com

### Southern Branch

43/54 Punnakarn Road, KohHong,  
Hatyai, Songkla 90110  
Tel : (66) 0 7420 1934-6  
Fax : (66) 0 7420 1364  
E-Mail : gththai@gibthai.com

### บริษัท กิบทไทย จำกัด

#### สำนักงานใหญ่

อาคาร กรีนฮิล โฮเทล ชั้น 44/6 ถนนสุขุมวิทซอย  
ถนนนิมมานเหมินท์ ตำบลสุเทพ  
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200  
โทร : (66) 0 2274 8331  
แฟกซ์ : (66) 0 2274 8336,  
(66) 0 2274 8580  
Customer Hotline : (66) 0 2274 7480  
E-mail : info@gibthai.com  
Website : www.gibthai.com

#### สาขากาฬเหนือ

อาคารชุดอัสสโตร์ 3 ชั้น 1 ซอย 8  
ถนนนิมมานเหมินท์ ตำบลสุเทพ  
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200  
โทร : (66) 0 5321 9818-9,  
(66) 0 5321 9896  
แฟกซ์ : (66) 0 5321 9866  
E-Mail : gthchiangmai@gibthai.com

#### สาขากาฬใต้

43/54 ถนนพุนนาค ถนนท่า  
อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110  
โทร : (66) 0 7420 1934-6  
แฟกซ์ : (66) 0 7420 1364  
E-Mail : gththai@gibthai.com



SIEMENS

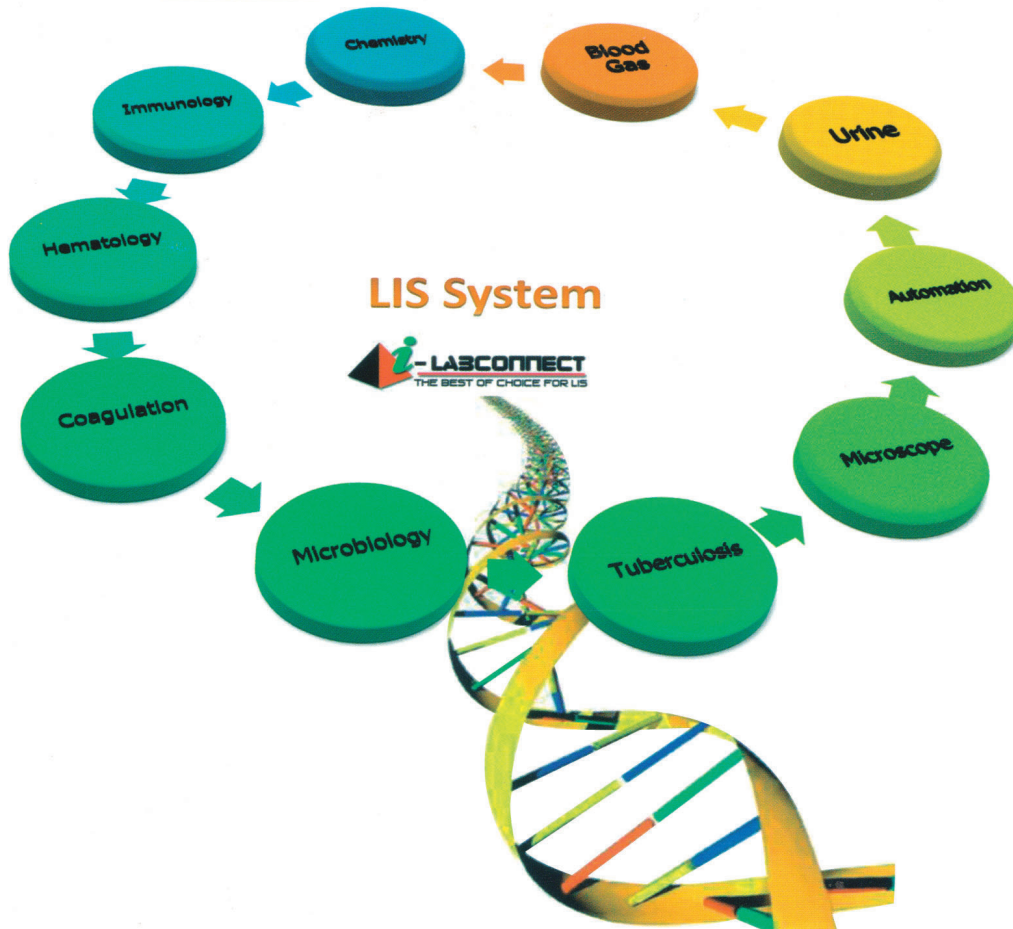
BioSystems

NIHON KOHDEN

DIRUI

OLYMPUS

cellestis



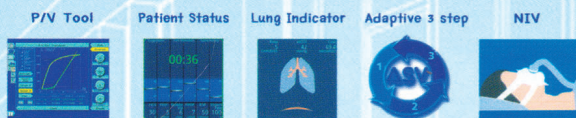
HAMILTON MEDICAL

NIHON KOHDEN



HAMILTON-G5 HAMILTON-C1 HAMILTON-C2

ASV : Toward Automatic Ventilation

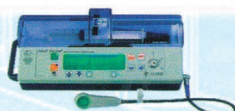


P/V Tool Patient Status Lung Indicator Adaptive 3 step NIV

ALARIS<sup>®</sup> MEDICAL SYSTEMS



Alaris<sup>®</sup> GW volumetric pump



PCAM<sup>®</sup> INFUSION SYSTEM

Site - Oriented  
Emergency or ICU/CCU NICU Post ICU Ward



cardiolife



Central Monitor CNS 9701



ECG 1550



Life Scope<sup>TR</sup>



Telemetry System



PVM-2701

AND

Automatic Blood Pressure Monitor



TM-2655

DETECTO

Mechanical Physician Scales



6129



E for L  
INTERNATIONAL CO., LTD.  
www.eforl.co.th

บริษัท อี ฟอร์ แอล อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด  
432, 434, 436, 438 ถนนวิภาวดี แขวงบางเขน เขตบางพลัด กทม. 10700  
Tel. (02)883-0871-9 Fax. (02)433-8695 E-mail : eforl@loxinfo.co.th