



# วารสาร เทคนิคการแพทย์ เชียงใหม่

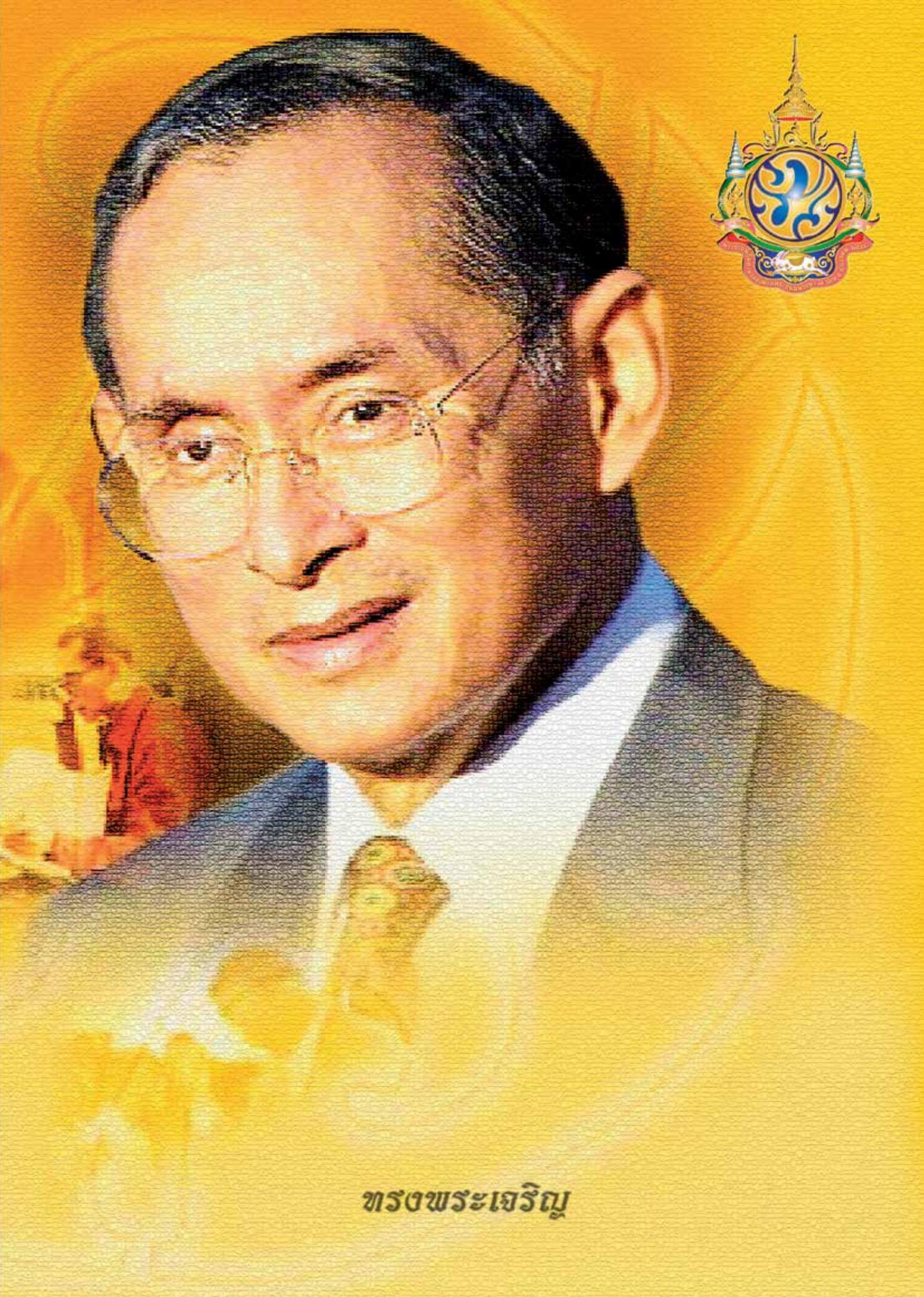
• เทคนิคการแพทย์ • กายภาพบำบัด • กิจกรรมบำบัด • รังสีเทคนิค

ปีที่ 49 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2559

ISSN : XXXX-XXXX

BULLETIN OF CHIANG MAI ASSOCIATED MEDICAL SCIENCES





ທຣຽງພຣະເຈຣີນູ



## Content

- 1** ความท้าทายของนักเทคนิคการแพทย์ในการเข้าสู่การบริการสุขภาพในศตวรรษที่ 21  
Challenging trends of Medical Technologist toward health caring in the 21<sup>st</sup> century  
วีระพงศ์ รัชชชญาสิทธิกุล ไชติรส (ดาวสุโข) พลับพลึง เลิศยศ ตีร์รัตนไพบูลย์ กุลชาติ จังภักทรพงศา  
Virapong Prachayasittikul Chotiros (Daosukho) Plabplueng Lertyot Treeratanapiboon Kulachart Jangpatarapongsa  
กมลรัตน์ โพธิ์ปิ่น พรลดา นุชน้อย วราภรณ์ จันทร์อ่อน  
Kamonrat Phopin Pornlada Nuchnoi Waraporn Chan-On
- 10** การบูรณาการกิจกรรมบำบัดและการสั่งจิตใต้สำนึกสำหรับคนไทยผู้มีประสบการณ์สุขภาพจิต  
Integration of occupational therapy and neuro-linguistic programming for Thais with mental health experiences  
ศุภลักษณ์ เข้มทอง บรานนี วี  
Supalak Khemthong Barney Wee
- 17** ความบกพร่องของกลยุทธ์การประมวลผลข้อมูลขณะทำกิจกรรมการเล่นในเด็กไทยที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้  
Information processing strategy dysfunctions during the play activities in Thai children with learning disabilities  
Sutinun Juntorn Sarinya Sripetcharawut Suchitporn Lerslip Peeraya Munketvit  
สุรินันท์ จันทร์ สรินยา ศรีเพชรราช สุจิตพร เลอศิลป์ พีรยา มั่นเขตวิทย์
- 36** การเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลของฮีแมกกลูตินินและนิวรามินิดาส ในไข้หวัดใหญ่ชนิดเอ H1N1 2009 ที่ระบาดในประเทศไทย ระหว่างปี 2009-2011  
Molecular change of hemagglutinin and neuraminidase of 2009 pandemic influenza virus H1N1 in Thailand, 2009-2011  
ไตรวิทย์ รัตน์โรจน์พงศ์ ปฎิมาพร วงษ์พรหมพิทักษ์ พิษณุ ภูรักษา หทัยรัตน์ เลิศสำราญ  
Triwit Rattanarojpong Patimaporn Wongprompitak Phisanu Pooruk Hatairait Lerdsamran  
จินตนา พาวงค์ บุญรัตน์ ทศนีย์ไตรเทพ สมคิด คงอยู่ โสภณ เอี่ยมศิริถาวร  
Chintana Phawong Boonrat Tassaneetrithep Somkid Kongyu Sophon Iamsirithaworn  
ไพไลพันธ์ พุทธิวัฒน์  
Pilaipan Puthavathana
- 53** ผลของสารสกัดหยาบเอทานอลจากใบมะรุม (*Moringa oleifera* Lam.) ต่อการยับยั้งการแสดงออกของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1  
ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562  
Inhibitory effects of crude ethanolic leave extract from *Moringa oleifera* Lam. on Wilms' tumor 1 protein expression in K562  
leukemic cell line  
สุวรรณา เสมศรี ทรงยศ อнуชปรีดา วิชาญ จันวิทยานุชิต  
Suwanna Semsri Songyot Anuchapreeda Wicham Janwitayanuchit
- 65** ผลการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อค่าไขมันในเลือดของประชากร ตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่  
Effect of lifestyle modification on blood lipid levels in Maeka Sub-district population, Sanpatong District, Chiang Mai Province  
กันยามาส ชูชีพ จักรพันธ์ กันทา เสาวลักษณ์ เอี่ยมสะอาด ขนิษฐา ทานีฮิล  
Kanyamas Choocheep Jakkrapan Kanta Saowalag Iamsa-ard Khanittha Taneyhill
- 77** ฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรไทยต่อการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด และกระบวนการแข็งตัวของเลือดในหลอดทดลอง  
Inhibitory effect of various Thai natural plants ethanolic extracts on platelet aggregation and blood coagulation *in vitro*  
สุวิทย์ ด้วงมะโน สุรางคณา วงศ์งาม ปองหทัย ลาดจันทร์ดี  
Suwit Duangmano Surangkana Wonkngam Ponghathai Ladchantha  
วิศรา ปะละน่าน อรกมล วงศ์ทะกัณฑ์  
Warissara Palanan Ornkamon Wongtagan

## Content

- 90 ผลทันทีของรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อที่ต่างกันต่ออาการกระดูกข้อเท้าขึ้นและความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในเพศหญิงวัยทำงานที่สวมรองเท้าส้นสูง  
The immediate effect of different calf muscle stretching techniques on ankle dorsiflexion range of motion and dynamic balance in women workers wearing high-heeled shoes  
วีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา  
Weerasak Tapanya
- 100 ผลของการเต้นคัฟเวอร์ต่อสมรรถภาพทางกายของวัยรุ่น  
The effect of cover dance on physical fitness in adolescents  
เอกราช วงศ์ชายะ บุญมา โชติสกุลเลิศ สุภาวดี ฟองเขียว  
Eakarach Wongsaya Boonma Chotisakunlerd Supawadee Fongkeaw
- 106 ผลของสารประกอบแม่เหล็ก IronQ ต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์เอนโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์ในระดับหลอดทดลอง  
The effects of a magnetic IronQ complex on endothelial progenitor cells expansion *in vitro*  
จิราภรณ์ กันทะพันธ์ ณัฐปกรณ์ เดชสุภา  
Jiraporn Kantapan Nathupakorn Dechsupa
- 114 การประยุกต์ใช้ตัวรับภาพในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟีสำหรับวัดปริมาณรังสี  
Application of detectors in computed radiography systems for radiation dosimetry  
ธัญรัตน์ ชูศิลป์  
Thunyarat Chusin
- 123 ผลของการฝึกไทชิที่บ้านต่อการทรงตัว ในผู้สูงอายุที่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย  
Effects of home-based Tai Chi training on balance in older adults with mild cognitive impairment  
วรรณิษา แสนพันธ์ สมพร สังขรัตน์ ศิริพันธ์ บริพันธ์กุล กนกวรรณ วัชรศักดิ์ ศิลป์  
Wannisa Saenphan Somporn Sungkarat Sirinun Boripuntakul Kanokwan Watcharasaksilp
- 134 ผลทันทีและผลระยะสั้นของการรักษาด้วยวิธีแอคทีฟ รีลีส แบบดัดแปลง ในผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักงม  
Immediate and short term effect of modified active release technique (mART) in patients with scapulocostal syndrome  
ณัฐวุฒิ วรรณพงษ์ ยอดชาย บุญประกอบ อุไรวรรณ ชัชวาลย์ สาวิตรี วันเพ็ญ สุภาภรณ์ ผดุงกิจ  
Nattawut Wannapong Yodchai Boonprakob Uraiwan Chatchawan Sawitri Wanpen Supaporn Phadungkit
- 146 ผลของการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหวต่อสมรรถนะทางกายในนักกีฬาเรือยาวชาย  
Effect of dynamic core stability exercise on physical performance in male dragon boat paddlers  
ณัฐวรรณ สมอคำ ภัทรพร สิทธิเลิศพิศาล  
Natthawat Samokham Pataraporn Silitertpisan
- 155 จุดกดเจ็บไก: รักษาได้หรือเพียงทุเลาอาการ  
Trigger point: Curable or palliative symptoms  
ยอดชาย บุญประกอบ สุภาภรณ์ ผดุงกิจ เศรษฐพงษ์ นองหารพิทักษ์  
Yodchai Boonprakob Supaporn Phadungkit Settapong Nonghampitak  
ธนาภรณ์ ศรีเจษฎารักษ์ วันชัยพร สุขเสถียร โชคชริน นาแข็งฤทธิ์  
Thanaporn Srijessadarak Wanatchaporn Supasatean Chokcharin Nakhengrit



# BULLETIN OF CHIANG MAI ASSOCIATED MEDICAL SCIENCES

## Focus and scope

The Bulletin of Chiang Mai Associated Medical Sciences (Bull Chiang Mai Assoc Med Sci) is the official peer-reviewed journal of the Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University. Manuscripts (original articles, general articles, short technical reports, notes, and letter to editor) in areas of Medical Technology, Physical Therapy, Occupational Therapy, Radiologic Technology, and related fields are welcomed. Bull Chiang Mai Assoc Med Sci is published 3 times a year in January, May and September.

The goal of Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 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, Physical Therapy, Occupational Therapy, and Radiologic Technology.

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 of the Publisher.

## Objectives

The Journal of Associated Medical Sciences aims to publish integrating research papers in areas of Medical Technology, Physical Therapy, Occupational Therapy, Radiologic Technology, Communication Disorders and related under peer-reviewed via double-blinded process by at least two internal and external reviewers.

## Types of manuscript

Manuscripts may be submitted in the form of original articles, general articles, short technical reports, notes, or letters to editor where, as an approximate guide to length:

- Review articles would not normally exceed 20 journal pages of printed text, inclusive of tables, figures, and references
- Original articles would not normally exceed 15 journal pages, similarly all-inclusive.
- Short communications including technical reports, notes, and letter to editor would not normally exceed 5 journal pages

## Peer review process

All manuscripts must be peer-reviewed via double-blinded process by at least 2 internal and external reviewers in the areas of Medical Technology, Physical Therapy, Occupational Therapy, Radiologic Technology, Communication Disorders and related.

## Publication frequency

Bulletin Chiang Mai Associated Medical Sciences publishes 3 times a year

Volume 1: January-April

Volume 2: May-August

Volume 3: September-December

## Editor

Associate Professor Dr. Preeyanat Vongchan

## Associate Editor

Associate Professor Dr. Thanusak Tatu

## Editorial Board

Professor Dr. Sakorn Pornprasert	Chiang Mai University
Associate Prof. Dr. Suchart Kothan	Chiang Mai University
Assistant Prof. Dr. Supaporn Chinchai	Chiang Mai University
Lecturer Araya Yanakai	Chiang Mai University
Associate Prof. Dr. Supan Fuchaoen	Khon Kaen University
Associate Prof. Goonnapa Fucharoen	Khon Kaen University
Associate Prof. Dr. Ganjana Lertmemongkolchai	Khon Kaen University
Professor Eimorn Mairiang, M.D	Khon Kaen University
Assistant Prof. Nantaya Udompanich	Khon Kaen University

Assistant Prof. Dr. Yodchai Boonprakob	Khon Kaen University
Associate Prof. Dr. Somchai Rattanathongkom	Khon Kaen University
Associate Prof. Dr. Vinit Ungpinitpong	Khon Kaen University
Professor Dr. Suthat Foocharoen, M.D.	Mahidol University
Associate Prof. Dr. Roongtiwa Vachalathiti	Mahidol University
Assistant Prof. Dr. Wattana Jalayondeja	Mahidol University
Assistant Prof. Dr. Raweewan Leksakulchai	Mahidol University
Assistant Prof. Dr. Supalak Khemthong	Mahidol University
Associate Prof. Dr. Jiraporn Tocharoenchai	Mahidol University
Associate Prof. Dr. Rujaporn Chanachai	Mahidol University
Associate Prof. Dr. Prawit Janwantanakul	Chulalongkorn University
Assistant Prof. Dr. Rotsalai Kanlayanaphotporn	Chulalongkorn University
Professor Dr. Kesara Na Bangchang	Thammasart University
Assistant Prof. Dr. Kanda Chaipinyo	Srinakharinwirot University
Assistant Prof. Dr. Rumpa Boonsinsukh	Srinakharinwirot University
Assistant Prof. Dr. Pornratchanee Weerapong	Huachiew Chalermprakiat University
Associate Prof. Therdchai Jivacate, M.D	Protheses Foundation of H.R.H The Princess Mother
Professor Dr. Navapun Charuruks, M.D.	Bumrungrad International Hospital
Somchai Jeadsermanant	Charoenkrung Pracharak Hospital, Bangkok
Tasanee Sakuldamrongpanich	Thai Red Cross, Bangkok
Pornsawan Posawang	Sirindhorn National Medical Rehabilitation Center, Nonthaburi
Professor Dr. Srijit Das	Faculty of Medicine, Universiti Kebangsaan Malaysia.
Professor Dr. Witaya Mathiyakom	Department of Biological Sciences University of Southern California, USA
Professor Dr. Jourdain Gonzague	Department of Immunology and Infectious Diseases, Harvard school of Public Health, USA
Dr. Timothy R. Cressey	Department of Immunology and Infectious Diseases, Harvard school of Public Health, USA
Associate Professor Dr. Valerie Wright-St Clair	Auckland University of Technology, New Zealand
Dr. Nicole Ngo-Glang-Huang	Laboratory Director, Institut Pasteur, Paris XI University, France
Professor Dr. Clare Hocking	Department of Occupational Science and Therapy, School of Rehabilitation and Occupation Studies Faculty of Health & Environmental Sciences, AUT University New Zealand
Professor Dr. Cecilia Li-Tsang	Department of Rehabilitation Science, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong
Professor Dr. David Man	Department of Rehabilitation Sciences, Hong Kong Poly Technic University, Hong Kong

#### Business manager

Mrs. Jariya Garthong

#### Treasurer

Mrs. Angsumalee Srithiruen

#### Registra Staff

Mr. Thanakorn Karnluksanee

Mr. Manut Manokhum

#### Webpage Administrative Staff

Mr. Nopporn Phuangsombat

Mr. Anurak Bunpun

Mr. Tapapol Comnoi

#### Journal Impact Factor

The journal's 2014 Impact Factor is 0.077

#### Journal website

Homepage <http://journal.ams.cmu.ac.th/index.php/j>

#### Journal ISSN:

0125-5347

#### Editorial Office

Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

110 Inthawaroros Road, Suthep, Muang, Chiang Mai, 50200

Phone 053 935072 Facsimile 053 936042

#### Disclaimer

Personal views expressed by the contributors in their articles are not necessarily those of the Bulletin Chiang Mai Associate Medical Sciences, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University.



## วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่

### ความครอบคลุมของวารสาร

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่เป็นวารสารวิชาการดำเนินงานโดยคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เผยแพร่บทความที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการแพทย์ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด รังสีเทคนิคและสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นเวทีนำเสนอและแบ่งปันองค์ความรู้ทางวิชาการสำหรับนักวิจัย นักวิชาการ และนักวิชาชีพ ประกอบด้วย บทความทั่วไป บทความปริทัศน์ นิพนธ์ต้นฉบับ และ จดหมายถึงบรรณาธิการ วารสารเทคนิค บทความทุกบทจะได้รับการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นจากภายในและภายนอก อย่างน้อย 2 คน วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ ตีพิมพ์เผยแพร่ ปีละ 3 ฉบับ ในเดือนมกราคม พฤษภาคม และกันยายน

### วัตถุประสงค์

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่เป็นวารสารที่จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย ความรู้และความก้าวหน้าทางวิชาการที่มีคุณภาพในด้านเทคนิคการแพทย์ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด รังสีเทคนิคและสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง ด้วยระบบการตรวจประเมินคุณภาพบทความทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายในและภายนอกผู้มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นอย่างน้อย 2 คน

### ชนิดของบทความ

บทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด รังสีเทคนิค และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง ในลักษณะต่างๆ ได้แก่ นิพนธ์ต้นฉบับ บทความทั่วไป รายงานเทคนิคและบันทึกสั้น รวมถึงจดหมายถึงบรรณาธิการ โดยจำกัดความยาวดังนี้

- บทความทั่วไป ความยาวไม่เกิน 20 หน้าพิมพ์ รวมเนื้อความ ตาราง รูปประกอบและเอกสารอ้างอิง
- นิพนธ์ต้นฉบับ ความยาวไม่เกิน 15 หน้าพิมพ์ รวมเนื้อความ ตาราง รูปประกอบและเอกสารอ้างอิง
- รายงานเทคนิค บันทึกสั้นและจดหมายถึงบรรณาธิการ ความยาวไม่เกิน 5 หน้าพิมพ์

### การพิจารณาบทความ

บทความที่ขอรับการพิจารณากับวารสารเทคนิคการแพทย์ ต้องได้รับการประเมินและพิจารณาเนื้อหาทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 2 คน ที่เห็นพ้อง โดยเป็นผู้ทรงคุณวุฒิภายในและภายนอกที่เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด รังสีเทคนิค และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

### กำหนดการตีพิมพ์

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ มีกำหนดการตีพิมพ์ 4 เดือนต่อ 1 ฉบับ ทั้งหมด 3 ฉบับต่อปี ดังนี้

ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน

ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม

ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม

### บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. ปรียานาถ วงศ์จันทร์

### รองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. ธนศักดิ์ ตาตุ

### กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร. สาคร พรประเสริฐ

รองศาสตราจารย์ ดร. สุชาติ โกกัณฑ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาพร ชินชัย

อาจารย์ อารยา ญาณกาย

รองศาสตราจารย์ ดร. สุพรรณ พุเจริญ

รองศาสตราจารย์ กุลนภา พุเจริญ

รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา เลิศมีมงคลชัย

ศาสตราจารย์ พญ. เอมอร ไม้เรียง

ศศ.นันทยา อุดมพาณิชย์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยอดชาย บุญประกอบ  
รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย รัตน์ทองคำ  
รองศาสตราจารย์ ดร. วินิจ อึ้งพินิจพงษ์  
ศาสตราจารย์ ดร. นพ. สุทัศน์ ฟูเจริญ  
รองศาสตราจารย์ ดร. รุ่งทิวา วัฒนละฐิติ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรธนะ ชลายนเดชะ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระวีวรรณ เล็กสกุลไชย  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภลักษณ์ เข้มทอง  
รองศาสตราจารย์ ดร. จิราภรณ์ โตเจริญชัย  
รองศาสตราจารย์ ดร. รุจพร ชนะชัย  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประวีตร เจนวรรณะกุล  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รสลัย กัลยาณพจน์พร  
ศาสตราจารย์ ดร. เกศรา ณ บางช้าง  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กานดา ชัยภิญโญ  
รองศาสตราจารย์ ดร. รัมภา บุญสินสุข  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรชัชวีร์ วีระพงษ์  
รองศาสตราจารย์ นพ. เทอดชัย ชีวะเกตุ  
ศาสตราจารย์ พญ. นวพรรณ จารุรักษ์  
คุณสมชัย เจ็ดเสริมอนันต์  
คุณทัศนีย์ สกุลดำรงค์พานิช  
คุณพรสวรรค์ โพธิสว่าง  
Professor Dr. Srijit Das  
Professor Dr. Witaya Mathiyakom  
Professor Dr. Jourdain Gonzague  
Dr. Timothy R. Cressey  
Associate Professor Dr. Valerie Wright-St Clair  
Dr. Nicole Ngo-Glang-Huang  
Professor Dr. Clare Hocking  
Professor Dr. Cecilia Li-Tsang  
Professor Dr. David Man

มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
มหาวิทยาลัยมหิดล  
มหาวิทยาลัยมหิดล  
มหาวิทยาลัยมหิดล  
มหาวิทยาลัยมหิดล  
มหาวิทยาลัยมหิดล  
มหาวิทยาลัยมหิดล  
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ  
มูลนิธิทียมในสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เชียงใหม่  
โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ กรุงเทพมหานคร  
โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์  
สภากาชาดไทย  
ศูนย์ฟื้นฟูสมรรถภาพแห่งชาติสิรินธร นนทบุรี  
Faculty of Medicine, Universiti Kebangsaan Malaysia.  
Department of Biological Sciences University of Southern California, USA  
Department of Immunology and Infectious Diseases, Harvard school of Public Health, USA  
Department of Immunology and Infectious Diseases, Harvard school of Public Health, USA  
Auckland University of Technology, New Zealand  
Laboratory Director, Institut Pasteur, Paris XI University, France  
Department of Occupational Science and Therapy, School of Rehabilitation and Occupation  
Studies Faculty of Health & Environmental Sciences, AUT University New Zealand  
Department of Rehabilitation Science, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong  
Department of Rehabilitation Sciences, Hong Kong Poly Technic University, Hong Kong

## ผู้จัดทำ

นางจริยา กาทอง

## ฝ่ายบัญชีและการเงิน

นางอังศุมาลี ศรีทีเรื่อน

## ฝ่ายทะเบียน

นายธนกร การลักษณ์

นายมะนัด มะโนคำ

## สารสนเทศ

นายณนพร พวงสมบัติ

นายอนุรักษ์ บุญปั้น

นายรูปพล คำน้อย

## Journal Impact Factor

อ้างอิงศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (ประจำปี 2557) 0.077

## ฝ่ายศิลปกรรม

รูปพล คำน้อย

## เว็บไซต์ของวารสาร

Homepage [http://: www.ams.cmu.ac.th/journal](http://www.ams.cmu.ac.th/journal)

## รหัสวารสาร

0125-5347

## ดำเนินงานจัดทำโดย

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เลขที่ 110 ถนนอินทวิโรตธ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์ 053 935072 โทรสาร 053 936042

## ความรับผิดชอบบทความ

ข้อมูล วรรณคดี และข้อความใดๆ ที่ปรากฏในวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ เป็นของผู้เขียน หรือเจ้าของต้นฉบับเดิมโดยเฉพาะ  
วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วย

## บทบรรณาธิการ

สวัสดิ์ปีใหม่ใจเต็มเปี่ยม  
งานใดกอบรมอบสุขทุกคืนวัน  
สวัสดิ์ปีวอกบอกรเริ่มต้น  
สรรพรวิชานำนุ่มพร้อมวิจัย  
สวัสดิ์ปีลิงพบสิ่งเลิศ  
กายวาจาใจกอบ่อแห่งงาม  
สวัสดิ์มีชัยในเรื่องชอบ  
เห็นอะไรตรงตริกนึกแต่ธรรม  
สวัสดิ์มีโชคทันโลกวุ่น  
นำชีวิตวิไลได้พึงพิง

พลังเยี่ยมในจิตคิดสร้างสรรค์  
ไร้ก็ดกั้นทางสว่างกระจ่างไว  
พาคิดค้นปัญหามาแก้ไข  
ประโยชน์ใหญ่ผู้รับผลตาม  
ยังเหตุเกิดมียั้งทั้งที่สาม  
มีครั้นคร้ามความดีเต็มที่ทำ  
ความรู้รอบรับไว้ใช้อุปถัมภ์  
ยอดยิ่งย้าปัญญาหาความจริง  
มองแต่คุณคราใดไม่เกรงกริ่ง  
พราวเพริศพรั่งจำเริญเพลินด้วยเทอญ

ประพันธ์โดย.....อาจารย์สุรภา เดชะ

## Invited article

# ความท้าทายของนักเทคนิคการแพทย์ในการเข้าสู่การบริการสุขภาพในศตวรรษที่ 21

## Challenging trends of Medical Technologist toward health caring in the 21<sup>st</sup> century

■ วีระพงศ์ ปรัชชญาสิทธิกุล\* โชติรส (ดาวสุโข) พลับพลึง เลิศยศ ตวีรัตน์ไพบูลย์  
Virapong Prachayasittikul\* Chotiros (Daosukho) Plabplueng Lertyot Treeratanapiboon  
กุลชาติ จังกัทรพงศา กมลรัตน์ โพธิ์ปิ่น พรลดา นุชน้อย วราภรณ์ จันทร์อ่อน  
Kulachart Jangpatarapongsa Kamonrat Phopin Pomlada Nuchnoi Waraporn Chan-On

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ  
Faculty of Medical Technology, Mahidol University, Bangkok, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: virapong.pra@mahidol.ac.th)

\* Corresponding author (Email: virapong.pra@mahidol.ac.th)

Received January 2016

Accepted as revised January 2016

### Abstract

In the digital era, a broad application of technologies considerably impacts routine life style that affects health status of global population. Concepts and strategies of health care system as well as roles of medical professionals have to be inevitably refashioned for prompt response to unceasing changes of social demands. A paradigm in medical technology has been shifted toward health promotion and prevention of diseases. The new concept emphasizes the significant role of medical technologist as a detective of human disorders, who initially notices imbalance or abnormality in the molecular levels through the laboratory results, thereby they should be the ones who bring awareness of individual healthcare to the community. In Thailand, the first community medical technology (community MT) project, which brought medical service to be accessible and affordable for more than 150 communities in Bangkok and surrounding provinces, has been launched by the Faculty of Medical Technology, Mahidol University since the year 1995. A success story of community MT is demonstrated by the honorable award of Prince Mahidol Award Conference (PMAC). The proactive role of medical technologists is also extended to educational sections in order to cultivate a new culture for the young generation. Currently, community-based learning is included as a compulsory course in the bachelor program in Medical Technology.

It is notable that an expectation regarding the potentials of medical technologists around the world has become beyond laboratory skills regarding dynamic changes of health status and social demands. From educational viewpoint, the curriculum should be remodeled to produce a new generation of medical technologists with high expertise and ethics to serve the society in the next 5-10 years. Additional skills such as data management skill, community practice, communication skill, interprofessional skill and collaborative practice should be included in the learning system. A capability to gain insights into highly advanced technologies and to apply them to the profession as well as an ability to develop novel innovations for diagnostic and therapeutic applications need to be cultivated.

The moral and ethics, creativity and research skill should also be reinforced. A heart-based workforce and a capability to launch for new things should be emphasized through the form of transformative education. Regarding the era of standardization, the medical technology profession serve as a key person who plays crucial roles in an achievement of high standard healthcare system. The proactive role in community also takes part in successful control and treatment of diseases. The expectation with respect to standard skills of the new generation medical technologist has evoked us, as “medical technologists” and “teachers who nurture the new generation”, to address and support our professions toward successful mission of producing high potential and high moral offspring to fulfil the betterment of society.

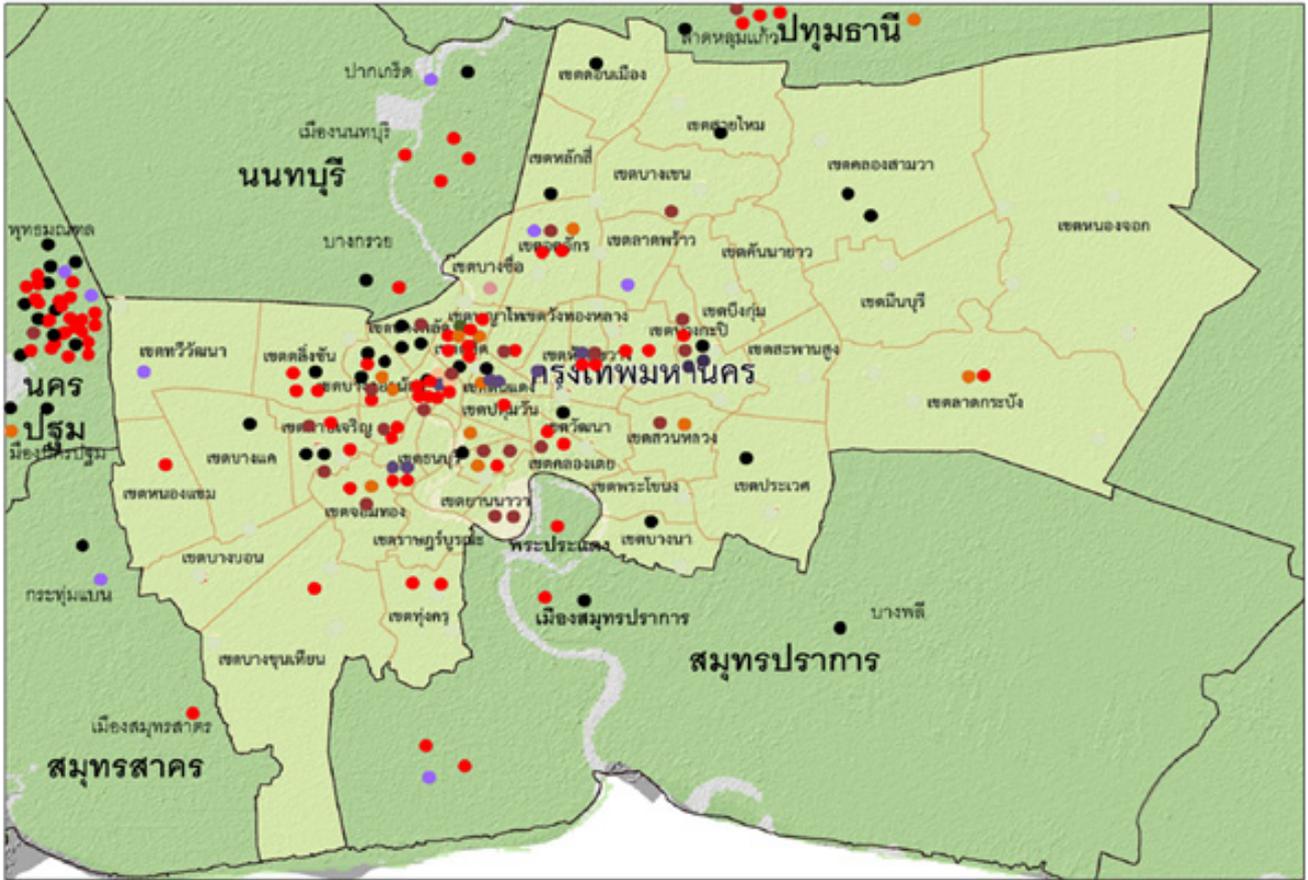
*Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 1-9. Doi: 10.14456/jams.2016.13*

จากสถานการณ์ปัจจุบันที่ความต้องการของสังคมได้เปลี่ยนไป เป็นยุคที่อุตสาหกรรมเข้ามามีบทบาทแทนยุคเกษตรกรรม สังคมก้าวเข้าสู่ “ยุคดิจิทัล (The Digital Age)” เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันตลอดจนแนวคิดและระบบบริการทางสุขภาพของโลกเป็นอย่างมาก จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเทคนิคการแพทย์จะต้องมีการปรับตัว ปรับศักยภาพ และบริบทของการทำงานใหม่ เพื่อให้ก้าวทันต่อกระแสการเปลี่ยนแปลงและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของสังคม ซึ่งแน่นอนว่าจะต้องเป็นการต่อยอดจากบริบทเดิมที่มุ่งเน้นการพัฒนาและการบริการสุขภาพบนฐานการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

เป็นระยะเวลากว่า 60 ปี ที่ประเทศไทยได้ริเริ่มให้มีการผลิตบุคลากรทางเทคนิคการแพทย์ขึ้น หลังจากที่เมื่อปี พ.ศ. 2453 Flexner ได้จัดประกายการบูรณาการวิทยาศาสตร์สมัยใหม่เข้าสู่หลักสูตรการศึกษาแพทย์<sup>1</sup> หลังจากนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคนิคการแพทย์ จึงได้เกิดขึ้นในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2498 ภายใต้การนำของศาสตราจารย์นายแพทย์วิบูล วิราวุธวัตต์ มีบัณฑิตสำเร็จการศึกษารุ่นแรกจากคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์ (มหิดล) ในปี พ.ศ. 2501 นับเป็นบัณฑิตรุ่นแรกในวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ของเอเชีย และเป็นความสำเร็จที่ประเทศไทยได้มีสาขาวิชาชีพนี้เกิดขึ้น

ในระยะแรกของการประกอบวิชาชีพเทคนิคการแพทย์เป็นการดำเนินการภายใต้พระราชบัญญัติการประกอบโรคศิลปะของกระทรวงสาธารณสุข การเกิดขึ้นของวิชาชีพและการดำเนินการดังกล่าวส่งผลให้การแพทย์ของไทยเจริญรุดหน้าอยู่บนรากฐานแห่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากกว่าหลายๆ ประเทศในเอเชียอาคเนย์ โดยนักเทคนิคการแพทย์มุ่งปฏิบัติงานอย่างเข้มแข็ง

ในโรงพยาบาลและห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ในสถาบันสุขภาพต่างๆ ในการตรวจวิเคราะห์เพื่อเป็นข้อมูลในการวินิจฉัย พยากรณ์ และการติดตามผลการรักษาของผู้ป่วย จนปัจจุบันมีมหาวิทยาลัย/สถาบันทั้งภาครัฐและเอกชน ที่เปิดสอนหลักสูตรปริญญาตรีสาขาเทคนิคการแพทย์ มากกว่า 10 แห่ง มีหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาเทคนิคการแพทย์) ปริญญาโท (สาขาเทคนิคการแพทย์) เกิดขึ้น จนกระทั่งเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 จึงได้มีราชกิจจานุเบกษาประกาศพระราชบัญญัติการประกอบวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ขึ้น อันที่จริงบริบทการประกอบวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ในประเทศไทย ได้เริ่มปรับเปลี่ยนตามความต้องการและทิศทางการดูแลสุขภาพของโลกในทิศทางของการสร้างเสริมสุขภาพ แทนการซ่อมแซมรักษา มาเป็นเวลาสักกระยะหนึ่งแล้ว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 นำโดยคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาสตราจารย์ ดร. วีระพงศ์ ปรัชชญาสิทธิกุล คณบดี (ในขณะนั้น) มีแนวคิดที่ **“นักเทคนิคการแพทย์สามารถตรวจให้เห็นสารเคมีและความไม่ปกติภายในเลือด ในร่างกายได้จนถึงระดับโมเลกุล ทำให้สามารถรู้ความไม่สมดุล (ไม่ปกติ) ภายในร่างกายก่อนที่จะเกิดอาการป่วยในหลาย ๆ โรค เหตุใดเราไม่ออกไปค้นหาผู้ที่กำลังเสี่ยงต่อการเกิดโรค แทนที่จะรออยู่ในห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล แล้วรอให้ประชาชนเกิดอาการป่วยแล้วจึงมาตรวจ”** ด้วยแนวคิดดังกล่าว จึงได้จัดตั้งโครงการเทคนิคการแพทย์ชุมชนขึ้น โดยมี รองศาสตราจารย์พรณี พิเศษ เป็นผู้จัดการที่มนำนักเทคนิคการแพทย์ คณาจารย์ และบุคลากรทางการแพทย์ออกตรวจชุมชนต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จวบจนถึงปัจจุบัน หน่วยงานและชุมชนที่คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้มีโอกาสไปดูแลและร่วมกันเรียนรู้ทางสุขภาพมีมากกว่า 150 แห่ง (Figure 1)



**Figure 1** Distribution of communities and organizations involved in Community Medical Technology in Bangkok Metropolitan hosted by Faculty of Medical Technology, Mahidol University

ในปี พ.ศ. 2546 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้เริ่มบรรจุการเรียนการสอนด้านสุขภาพชุมชน เข้าสู่บทเรียน สำหรับหลักสูตร วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) โดยเลือกตำบลคลองใหม่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นชุมชนกึ่งเมืองกึ่งชนบทที่มีความหลากหลายทั้งทางด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และโรงเรียน ให้เป็นพื้นที่ในการดูแลสุขภาพ และเป็นพื้นที่ร่วมเรียนรู้สำหรับนักศึกษาในรูปแบบของเทคนิคการแพทย์ชุมชน (เทคนิคการแพทย์ครอบครัว) รวมถึงส่งเสริมการสร้างการเรียนรู้ในรูปแบบของกิจกรรมเสริมหลักสูตร และค่ายอาสา นอกจากนี้ คณะวิชาต่างๆ ในสถาบันที่มีการจัดการเรียนการสอน สาขาเทคนิคการแพทย์ ได้เริ่มให้มีการส่งเสริมกิจกรรมชุมชนในรูปแบบของกิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายอาสา จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2553 สภาเทคนิคการแพทย์ จึงมีมติให้บรรจุรายวิชาเทคนิคการแพทย์ชุมชน เป็นรายวิชาบังคับในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคนิคการแพทย์

ท่ามกลางความซับซ้อนและเลื้อนไหลของสังคมที่ไร้พรมแดน ความเจริญทางเทคโนโลยีที่ทันสมัย ผสมผสานกับการมองสุขภาพจากฐานรากของประชาชน ผู้ประกอบวิชาชีพทางสุขภาพจึงต้องได้รับความไว้วางใจในความสามารถทักษะวิชาชีพ พร้อมกับมีความมีจรรยาบรรณและความรับผิดชอบ

ต่อสังคม นักเทคนิคการแพทย์จำเป็นต้องปรับตัวและปรับความรับผิดชอบในศตวรรษที่ 21 นี้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นหากจะปรับบริบทของนักเทคนิคการแพทย์ให้เป็น “นักเทคนิคการแพทย์สายพันธุ์ใหม่” ที่มีศักยภาพและมีความสามารถในการปรับตัวให้ก้าวทันกับความต้องการและการเปลี่ยนแปลงของสังคม กระบวนการเริ่มต้นที่สำคัญที่จะต้องใส่ใจคือการผลิตบุคลากรเพื่อเข้าสู่วิชาชีพ และในการผลิต “นักเทคนิคการแพทย์” นั้น คงถึงเวลาแล้วที่สถาบันผลิตบัณฑิตเทคนิคการแพทย์จะต้องมองไปไกลใน 10-15 ปีข้างหน้าว่าความต้องการของสังคมจะเปลี่ยนแปลงไปในรูปแบบใด “นักเทคนิคการแพทย์สายพันธุ์ใหม่” ที่จะก้าวเข้าสู่วงการวิชาชีพนั้นจะต้องมีคุณสมบัติอย่างไร และมีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง ถึงแม้ว่าในปัจจุบันได้มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของวิชาชีพเพื่อให้สถาบันผลิตฯ ใช้เป็นแนวทางในการผลิตนักเทคนิคการแพทย์แล้วก็ตาม แต่ด้วยการเปลี่ยนแปลงอย่างก้าวกระโดดของสังคม และทิศทางการบริการสุขภาพ การปรับมาตรฐานคุณวุฒิสถา/สาขาวิชา รูปแบบการเรียนรู้อ รวมทั้งการนำเกณฑ์มาตรฐานที่มีความจำเป็นในอนาคตเข้ามาพิจารณานั้น จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง ตัวอย่างเช่น การทำงานเป็นทีมร่วมกับทีมสุขภาพ เป็นที่ชัดเจนว่าจะต้องมีการปรับรูปแบบการเรียนใหม่เพื่อให้มี

ความชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากขึ้น

การจัดรูปแบบการเรียนรู้เพื่อหล่อหลอมนักศึกษาให้เข้าใจและเรียนรู้ร่วมกับบุคลากรในวิชาชีพอื่น รวมถึงมีทักษะการทำงานร่วมกันตามเป้าหมายระหว่างวิชาชีพ (Interprofessional skills) และการเรียนรู้และปฏิบัติร่วมกัน (collaborative practice) จึงเป็นเรื่องที่จำเป็น ประกอบกับอนาคตข้างหน้าการดูแลสุขภาพประชากรแบบองค์รวมต้องเจาะลึกถึงระดับของชุมชน การร่วมเรียนรู้และเสริมสร้างศักยภาพในบริบทของนักเทคนิคการแพทย์กับคนในชุมชน รวมถึงการส่งเสริมให้ประชาชนตระหนักและมีความสามารถที่จะดูแลสร้างเสริมสุขภาพตนเอง จึงกลายเป็นแนวทางหลักที่จำเป็นต้องเกิดขึ้น ดังนั้นความสามารถในการเข้าสู่ชุมชน (community practice) หรือ เทคนิคการแพทย์ชุมชน (community MT) รวมถึงทักษะการสื่อสารอื่นๆ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้การส่งต่อความรู้เข้าสู่ชุมชนในบริบทของนักเทคนิคการแพทย์

ในอีกด้านหนึ่งของการร่วมรับผิดชอบในระบบบริการสุขภาพ นักเทคนิคการแพทย์ที่ปฏิบัติหน้าที่ในห้องปฏิบัติการโรงพยาบาล ต้องติดตามวิชาการและเทคโนโลยีให้ทันกับความลุ่มลึกเฉพาะทางกับการรักษา สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม คำนึงถึงคุณค่า สื่อสารนัยสำคัญแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ ศักยภาพอีกอย่างหนึ่งที่นักเทคนิคการแพทย์พึงต้องมีและละเลยไม่ได้ก็คือ “ความเป็นนักวิจัย” ที่จะต้องสามารถค้นหาและสร้างนวัตกรรมการตรวจหาที่บ่งบอกความเสี่ยงของสุขภาพได้ตั้งแต่เนิ่นๆ ทันต่อการแก้ไขที่จะลดความเสี่ยงก่อนการเสียสุขภาพของร่างกาย นอกจากนี้ ความสามารถในการใช้ข้อมูลสุขภาพจากห้องปฏิบัติการ ข้อมูลอื่นด้านประชากร พื้นที่ และภูมิปัญญาของประชากร มาบูรณาการร่วมกันเพื่อสังเคราะห์ข้อมูล และ/หรือสร้างนวัตกรรมทางด้านสุขภาพในวิถีของ Data mining และชีวการแพทย์สารสนเทศ จะเป็นศักยภาพที่สำคัญยิ่งอีกอย่างหนึ่งของนักเทคนิคการแพทย์พันธุ์ใหม่ ตัวอย่างนี้ได้มีแบบอย่างของการดำเนินการเกิดขึ้นในประเทศไทยหลายปีแล้ว ดังเอกสารงานวิจัยตามเอกสารอ้างอิง<sup>2-8</sup> และเหนือสิ่งอื่นใดการปลูกฝังนักเทคนิคการแพทย์สายพันธุ์ใหม่ให้ทำงานอย่างเต็มหัวใจ รับผิดชอบด้วยใจ (heart-based workforce) และสามารถนำการเปลี่ยนแปลง จึงเป็นสิ่งสำคัญที่สถาบันผลิตทั้งหลายต้องเน้นในลักษณะของ transformative education<sup>9</sup>

จากการสำรวจวรรณกรรมและข้อมูลเชิงศักยภาพของนักเทคนิคการแพทย์ทั้งในประเทศและต่างประเทศทั่วโลกทั้งอเมริกา ออสเตรเลีย เอเชีย ยุโรป พบว่า ศักยภาพที่คาดหวังของนักเทคนิคการแพทย์มีมากกว่าการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ยกตัวอย่างประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นหนึ่งในผู้นำของเทคโนโลยีในเกือบทุกศาสตร์รวมถึงศาสตร์ในเชิงของเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการแพทย์ ได้ให้

ความสำคัญมากกับวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ โดยมีการระบุถึงบทบาทของวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในกลุ่มบุคลากรทางการแพทย์ที่จะช่วยทำให้การบริการทางการแพทย์มีคุณภาพตามที่ต้องการได้ รวมถึงเป็นวิชาชีพที่สำคัญที่มีความเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีภาคอุตสาหกรรมซึ่งมีส่วนสำคัญในการก่อให้เกิดเทคโนโลยีใหม่และนวัตกรรมทางการแพทย์<sup>10-13</sup> นอกจากนี้ศักยภาพของนักเทคนิคการแพทย์ที่ควรจะมีในอนาคตจากการสำรวจข้อมูลจากประเทศต่างๆ ดังกล่าวพบว่า นักเทคนิคการแพทย์จะต้องมีทักษะทั้ง hard skills และ soft skills ในภาพรวม<sup>14-26</sup> ดังนี้

- 1) สามารถทดสอบทางห้องปฏิบัติการที่มีความสำคัญในการตรวจวิเคราะห์ วินิจฉัย และการรักษาโรคได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดยนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา เคมี และพยาธิวิทยาคลินิก รวมทั้งการจัดการข้อมูลทางห้องปฏิบัติการทางคลินิก เพื่อนำมาใช้ในการแปลผลการทดสอบได้อย่างถูกต้อง
- 2) สามารถให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทดสอบและผลการทดสอบต่างๆ ที่มีความสำคัญทางการแพทย์ให้แก่บุคลากรทางการแพทย์ในวิชาชีพอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้
- 3) สามารถทำงานวิชาชีพเทคนิคการแพทย์โดยคำนึงถึงความรู้สึกและความต้องการของผู้อื่น สามารถเก็บข้อมูลความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วยโดยไม่นำไปเปิดเผยต่อสาธารณะ มีคุณธรรมจริยธรรม และมีความรับผิดชอบด้านวิชาชีพ
- 4) สามารถปฏิบัติการทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐานของห้องปฏิบัติการ กฎข้อบังคับและหลักจริยธรรมต่างๆ
- 5) มีบทบาทสำคัญในวิชาชีพวิทยาศาสตร์สุขภาพ และระบบการดูแลสุขภาพทั้งในระดับชาติ และนานาชาติ
- 6) สามารถปฏิบัติงานโดยมุ่งเน้นการดำเนินการที่ดีในห้องปฏิบัติการผ่านกระบวนการประกันคุณภาพ มีทักษะด้านการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ การดำเนินการด้านการประกันคุณภาพ การบริหารทรัพยากร การจัดการความรู้/ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจ
- 7) มีทักษะด้านการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางคลินิก
- 8) มีความเชี่ยวชาญในการแก้ไขปัญหา แปลผล และใช้วิธีการทางสถิติเพื่อประเมินข้อมูล รวมทั้งมีส่วนร่วมในการพัฒนาและประเมินระบบการทดสอบและกระบวนการแปลผล
- 9) มีบทบาทเชิงรุกในชุมชนและในทีมดูแลสุขภาพ สามารถทำงานเป็นทีมในการจัดการด้านการดูแลสุขภาพเพื่อแก้ไขปัญหาสุขภาพในชุมชน เพื่อพัฒนา

และกำหนดนโยบายการดูแลสุขภาพโดยใช้ความรู้ และทักษะในฐานะนักเทคนิคการแพทย์

- 10) มีความรู้ที่สามารถเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรม
- 11) สามารถมีส่วนร่วมในการแบ่งปันความรู้ด้านเทคโนโลยีและสารสนเทศเกี่ยวกับเทคนิคการแพทย์และศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
- 12) มีการคิดอย่างสร้างสรรค์บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะช่วยสร้างสรรค์นวัตกรรมสำหรับวงการเทคนิคการแพทย์และสหเวชศาสตร์
- 13) มีความสามารถในการทำวิจัยได้
- 14) มีทักษะในการสื่อสาร

15) มีคุณสมบัติเป็นผู้เรียนรู้จากภายในตนเองและเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อพัฒนาความรู้อยู่เสมอ

16) เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

สำหรับประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2556 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้เป็นแกนนำจัดประชุมสถาบันผู้ผลิตเทคนิคการแพทย์ในภูมิภาค ASEAN รวม 59 สถาบัน จาก 8 ประเทศ ในการประชุมดังกล่าวมีการหารือเกี่ยวกับศักยภาพของนักเทคนิคการแพทย์ในภูมิภาค ASEAN ในอีก 5-10 ปีข้างหน้าว่าควรจะต้องประกอบด้วยความสามารถด้านใดบ้าง และได้มีข้อสรุปถึงศักยภาพพื้นฐาน 5 ข้อของนักเทคนิคการแพทย์ที่พึงมี และมีความตกลงร่วมกันภายใต้ปฏิญญามหิดล (Mahidol Declaration 2013: ASEAN MEDICAL TECHNOLOGY EDUCATION)<sup>19</sup> (Figure 2)

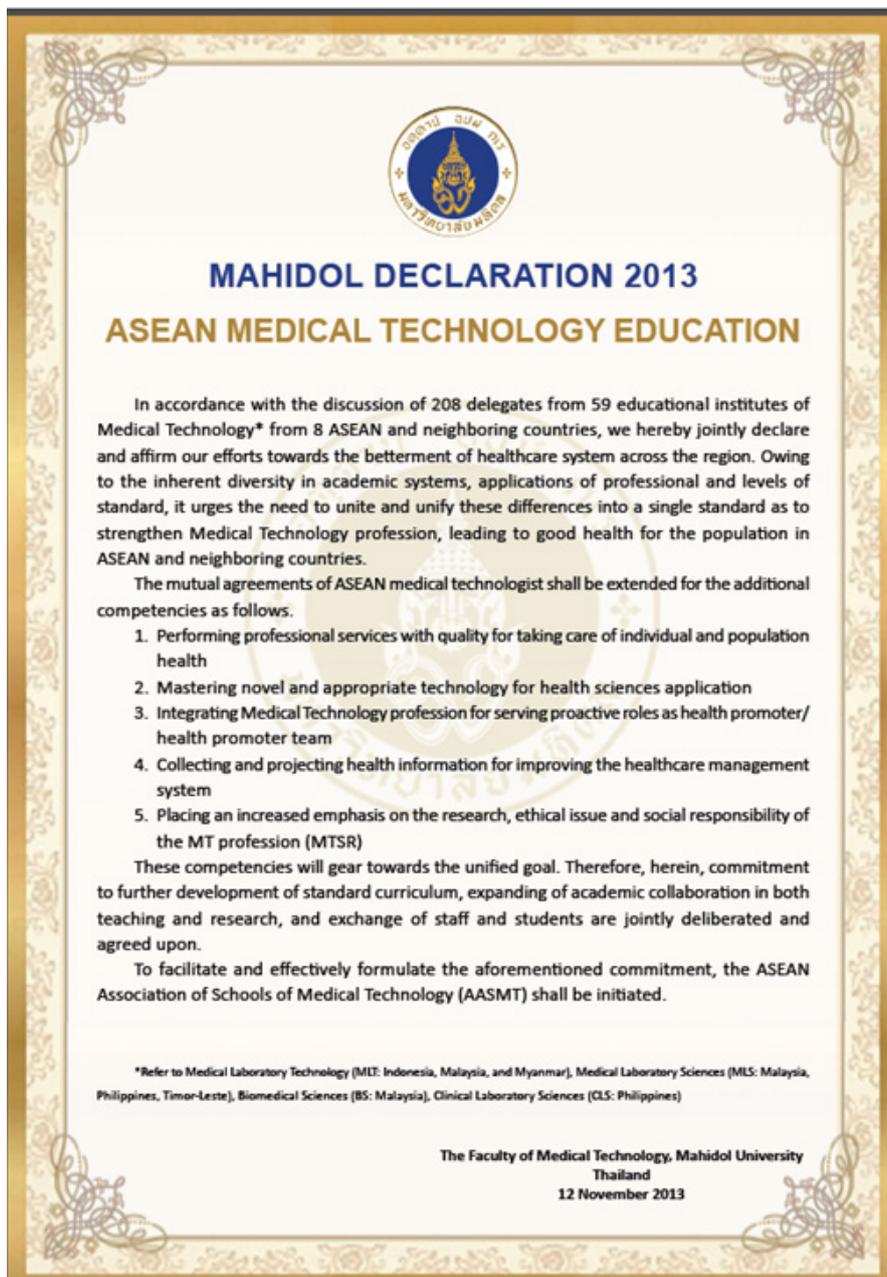


Figure 2 Mahidol Declaration 2013

โดยศักยภาพอันพึงประสงค์ของนักเทคนิคการแพทย์ในภูมิภาค ASEAN ในอีก 5 ปีข้างหน้าที่ได้รับในปฏิญญามหิดลประกอบด้วย

1. มีความสามารถในการให้บริการทดสอบทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ที่มีคุณภาพเพื่อการดูแลสุขภาพทางสุขภาพของประชาชนและกลุ่มประชาชน (Performing professional services with quality for taking care of individual and population health)
2. มีความสามารถในการพัฒนาและเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม (Mastering novel and appropriate technology for health sciences application)
3. สามารถบูรณาการความรู้ทางเทคนิคการแพทย์สู่การมีบทบาทเชิงรุกในการสร้างเสริมสุขภาพ (Integrating medical technology profession for serving proactive role as health promoter/health promoter team)
4. สามารถรวบรวมประเมินและวิเคราะห์ข้อมูลทางสุขภาพเพื่อนำมาใช้ในวางแผนและพัฒนาระบบการดูแลสุขภาพในองค์กรรวม (Collecting and projecting health information for improving the healthcare management system)
5. ตระหนักถึงความสำคัญและมีความสามารถในการทำวิจัย มีคุณธรรม จริยธรรม และมีความรับผิดชอบทางวิชาชีพต่อสังคม (Placing an increased emphasis on the research, ethical issue and social responsibility of the MT profession; MTSR)

นอกจากนี้ สืบเนื่องจากความสำเร็จของความร่วมมือระหว่างคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล และหน่วยงานในพื้นที่ตำบลคลองใหม่ โดยองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) เครือข่ายโรงเรียน กลุ่มและชมรมต่างๆ ภายใต้แนวคิดเทคนิคการแพทย์กับการบูรณาการความรู้สู่ชุมชน ที่ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบ

competency-based learning ซึ่งได้ดำเนินการในพื้นที่ชุมชนตำบลคลองใหม่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม นานกว่า 10 ปี จนนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดและเสริมสร้างศักยภาพและความเข้มแข็งในชุมชนอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2557 คณะเทคนิคการแพทย์ และชุมชนตำบลคลองใหม่ ได้รับเกียรติจากคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการนานาชาติ “รางวัลสมเด็จพระเจ้าฟ้ามหิดล” Prince Mahidol Award Conference (PMAC) เพื่อนำนักวิชาการและอาคันตุกะที่มาจากต่างประเทศ เข้าศึกษาดูงานที่ชุมชนตำบลคลองใหม่ ณ วัดบางช้างเหนือ ในหัวข้อ PROACTIVE ROLES OF THE MEDICAL TECHNOLOGY PROFESSION ON HEALTH PROMOTION AND WELL-BEING ดังปรากฏใน <https://www.youtube.com/watch?v=RY8oaltJ-4s><sup>28, 29</sup>

ด้วยบริบท ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและความรู้ทางวิชาชีพ และกระบวนการของนักเทคนิคการแพทย์ที่สามารถประเมินสภาวะสุขภาพของคนได้ถึงระดับโมเลกุล คงปฏิเสธไม่ได้ว่า “นักเทคนิคการแพทย์” เป็นหนึ่งของฟันเฟืองหลักในการดูแลสุขภาพของประชาชน จากข้อมูลศักยภาพที่คาดหวังของนักเทคนิคการแพทย์จากประเทศต่างๆ ทั่วโลก รวมถึงข้อตกลงร่วมกันของสถาบันผลิตบัณฑิตเทคนิคการแพทย์ในภูมิภาค ASEAN คำถามสำคัญที่พวกเราในฐานะ “นักเทคนิคการแพทย์” และในฐานะ “ครู” ผู้ผลิตนักเทคนิคการแพทย์ จะต้องตอบและผลักดันให้การดำเนินการประสบความสำเร็จ คือ วิชาชีพ “เทคนิคการแพทย์” ของประเทศไทย จะเดินไปทางไหน สถาบันผลิตและสมาชิวิชาชีพจะช่วยกันดำเนินการผลักดันอย่างไรเพื่อให้เกิด “นักเทคนิคการแพทย์สายพันธุ์ใหม่” ที่มีความเข้มแข็งทางวิชาชีพ สามารถต่อยอดความรู้ความสามารถเพื่อให้อบจอกภัยความต้องการของสังคม ปัญหาสุขภาพระดับโลก และการเพิ่มคุณค่าให้แก่สังคม

1. Flexner A. Medical Education in the United States and Canada. Washington, DC: Science and Health Publications, Inc.; 1910.
2. Worachartcheewan A, Shoombuatong W, Pidetcha P, Nopnithipata W, Prachayasittikul V, Nantasenamat C. Predicting metabolic syndrome using the random forest method. *Scientific World Journal*. 2015; 2015: 581501.
3. Worachartcheewan A, Nantasenamat C, Prasertsrithong P, Amranan J, Monnor T, Chaisatit T, Nuchpramool W, Prachayasittikul V. Machine learning approaches for discerning intercorrelation of hematological parameters and glucose level for identification of diabetes mellitus. *EXCLI Journal*. 2013; 12: 885-93.
4. Worachartcheewan A, Nantasenamat C, Isarankura-Na-Ayudhya C, Prachayasittikul V. Quantitative Population-Health Relationship (QPHR) modeling for assessing metabolic syndrome as a function of health parameters. *EXCLI Journal*. 2013; 12: 569-83.
5. Worachartcheewan A, Dansethakul P, Nantasenamat C, Pidetcha P, Prachayasittikul V. Determining the optimal cutoff points for waist circumference and body mass index for identification of metabolic abnormalities and metabolic syndrome in urban Thai population. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2012; 98(2): e16-21.
6. Worachartcheewan A, Nantasenamat C, Isarankura-Na-Ayudhya C, Pidetcha P, Prachayasittikul V. Identification of metabolic syndrome using decision tree analysis. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2010; 90(1): e15-8.
7. Worachartcheewan A, Nantasenamat C, Isarankura-Na-Ayudhya C, Pidetcha P, Prachayasittikul V. Lower BMI cutoff for assessing the prevalence of metabolic syndrome in Thai population. *Acta Diabetologica*. 2010; 47 (Suppl 1): S91-6.
8. Isarankura-Na-Ayudhya C, Nantasenamat C, Dansethakul P, Saetum P, Laosrivijit S, Prachayasittikul V, Solving the barriers to diabetes education through the use of multimedia. *Nursing & Health Sciences*. 2010; 12: 58-66.
9. Frenk J, Chen L, Bhutta ZA, Cohen J, Crisp N, Evans T, et al. Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems in an interdependent world. *The lancet*. 2010; 6736(10): 61854-5.
10. Okumura N. College education of medical technologist serving in highly specialized hospitals. *Rinsho Byori*. 2008; 56: 612-6.
11. Ishii J. Proposal for graduate school education in the future: from the viewpoint of the department of clinical laboratory in a university hospital. *Rinsho Byori*. 2009; 57: 793-6.
12. Okumura N. College education for medical technologists of the next generation. *Rinsho Byori*. 2014; 62: 487-92.
13. Bamberg R. Assessment of the graduate studies background of CLS faculty in university-based programs. *Clin Lab Sci*. 2004;17: 209-17.
14. Biological Sciences: Programs of Study: B.S. in Medical Technology [Internet]. USA: School of Biological Sciences college of Applied and Natural Sciences, Louisiana Tech University [updated 2015; cited 2015 Dec]. Available from: <https://ans.latech.edu/bs-medical-technology.html>

15. Bachelor of Science in Medical Laboratory Science [Internet]. USA: College of Nursing and Health Sciences, The University of Vermont [cited 2015 Dec]. Available from: [http://www.uvm.edu/~cnhs/mlrs/?Page=mls\\_program.html](http://www.uvm.edu/~cnhs/mlrs/?Page=mls_program.html)
16. Medical Technology: About the program. Undergraduate catalog 2015-2016 [Internet]. USA: University at Buffalo [cited 2015 Dec]. Available from: [http://undergrad-catalog.buffalo.edu/academicprograms/mt\\_about.shtml](http://undergrad-catalog.buffalo.edu/academicprograms/mt_about.shtml)
17. Clinical Laboratory Science (CLS) [Internet]. USA: Oregon TECH Wilsonville [cited 2015 Dec]. Available from: <http://www.oit.edu/wilsonville/academics/degrees/clinical-laboratory-science>
18. B.S. Medical Technology: Overall Program Description. [Internet]. USA: The College of Brockport [cited 2015 Dec]. Available from: <http://www.brockport.edu/biology/undergraduate/medtechmajor.html>
19. Medical Laboratory Science Program overview [Internet]. USA: Department of Laboratory Medicine, University of Washington. [cited 2015 Dec]. Available from: <http://depts.washington.edu/labweb/Education/MedTech/index.htm>
20. Singapore Polytechnic [Internet]. Singapore: Diploma in Biomedical Science (DBS) JAE Code: S98. [cited 2015 Dec 12]. Available from: <http://www.sp.edu.sg/wps/portal/vp-spws/schcls.cse.ftdip.biomedicalscience>
21. Temasek Polytechnic [Internet]. Singapore: Diploma in Biomedical Science (T27). [cited 2015 Dec 12]. Available from: <http://www.tp.edu.sg/schools/asc/biomedical-science-t27#tab1>
22. European Association for Professions in Biomedical Science. Policy on education for Biomedical Science [document on the internet]. [cited 2015 Dec] Available from: [http://epbs.net/images/pdf/publications/epbs\\_policy\\_papers/epbs\\_policy\\_statement\\_education\\_09.pdf](http://epbs.net/images/pdf/publications/epbs_policy_papers/epbs_policy_statement_education_09.pdf)
23. Bachelor of Health Science - BHSC – 2016[Internet].Australia: Charls Darwin University [cited 2015 Dec].Available from:<http://course-finder.cdu.edu.au/bachelor-medical-laboratory-science-bmlsc-2016>
24. Bachelor of Medical Laboratory Science[Internet]. Australia: Queensland University of Technology [cited 2015 Dec]. Available from: <https://www.qut.edu.au/study/courses/bachelor-of-medical-laboratory-science>
25. The Faculty of Medical Technology, Mahidol University, Thailand. 1<sup>st</sup> Congress of MU-ASEAN School of Medical Technology Association “Standard and Challenge Trends of Medical Technology Education in ASEAN countries”: The Institute; 2013. [Document on the internet]. 2013 [cited 2015 Dec]. Available from: <http://www.mt.mahidol.ac.th/images/stories/About/BookMUASEANFinal.pdf>
26. The Faculty of Medical Technology, Mahidol University, Thailand. Country report. 1<sup>st</sup> Congress of MU-ASEAN School of Medical Technology Association “Standard and Challenge Trends of Medical Technology Education in ASEAN countries”: The Institute; 2013. [Document on the internet]. 2013 [cited 2015 Dec]. Available from: [http://www.mt.mahidol.ac.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=987&Itemid=320&lang=en](http://www.mt.mahidol.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=987&Itemid=320&lang=en)
27. The Faculty of Medical Technology, Mahidol University, Mahidol Declaration 2013: ASEAN Medical Technology Education. The Institute; 2013. [Document on the internet]. 2013 [cited 2015 Dec]. Available from: [www.mt.mahidol.ac.th/images/stories/NewsAndActivies/News/MU%20asean%20congress%202013/Declaration%20Nov%2029%202013%20final.pdf](http://www.mt.mahidol.ac.th/images/stories/NewsAndActivies/News/MU%20asean%20congress%202013/Declaration%20Nov%2029%202013%20final.pdf)
28. Prince Mahidol Award Conference 2014. Transformative learning for the Health Equity. Bangkok: Health Systems Research Institute; 2014.

29. Proactive Roles of Medical Technologists in Health Promotion-PMAC2014 [cited 2016 Jan]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=RY8oaltJ-4s>

# การบูรณาการกิจกรรมบำบัดและการสั่งจิตใต้สำนึก สำหรับคนไทยผู้มีประสบการณ์สุขภาพจิต

## Integration of occupational therapy and neuro-linguistic programming for Thais with mental health experiences

■ ศุภลักษณ์ เข้มทอง<sup>1\*</sup>      บรานนี่ วี<sup>2</sup>  
Supalak Khemthong<sup>1\*</sup>      Barney Wee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชากิจกรรมบำบัด คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

<sup>1</sup>Division of Occupational Therapy, Faculty of Physical Therapy, Mahidol University, Bangkok, Thailand

<sup>2</sup>Mind Transformations Pte Ltd.

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: supalak.khe@mahidol.ac.th)

\* Corresponding author (Email: supalak.khe@mahidol.ac.th)

Received September 2015

Accepted as revised December 2015

### บทคัดย่อ

**ที่มาของการศึกษา:** ในประเทศไทยยังไม่มีระบบการฟื้นฟูสมรรถภาพทางจิตสังคมในภาพรวม ส่งผลให้คนไทยที่มีประสบการณ์สุขภาพจิตไม่สามารถกลับไปศึกษาหรือประกอบอาชีพได้เพราะต้องรับการประเมินจัดการโปรแกรมการฟื้นฟูสุขภาพจิตของกิจกรรมบำบัด

**วัตถุประสงค์:** เพื่อเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฟื้นฟูสุขภาพจิตของกิจกรรมบำบัด (ประกอบด้วย 3 โมดูล ๑ ๓ สัปดาห์ คือ กิจกรรมบำบัด การสั่งจิตใต้สำนึก และบูรณาการสั่งจิตใต้สำนึกกับกิจกรรมบำบัด) ในผู้รับบริการไทยผู้มีประสบการณ์สุขภาพจิตหรือได้รับการวินิจฉัยโรคจิตเรื้อรัง

**วิธีการ:** คัดเลือกอาสาสมัคร 10 ใน 50 คนที่สนใจโปรแกรมการฟื้นฟูสุขภาพจิตของกิจกรรมบำบัดโดยประเมินผลก่อนและหลังการเข้าโปรแกรมใน 9 สัปดาห์ด้วยมาตรวัดระดับการรู้คิดที่ 0 (อัตโนมัติ) ถึง 6 (วางแผน) กับ ระดับการรู้สมรรถนะที่ 1 (ไม่มี) ถึง 10 (สูงสุด) ในขณะที่ทำกิจกรรมการใช้ชีวิตด้วยความสุข ผู้เข้าโปรแกรมได้รับการวินิจฉัยโรคอารมณ์สองขั้ว ซึมเศร้า กลัวการกิน หรือจิตเภท วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

**ผลการศึกษา:** หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฟื้นฟูสุขภาพจิต พบว่าทั้งสองมาตรวัดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และโปรแกรมการสั่งจิตใต้สำนึกเพิ่มระดับการรู้คิด แต่ไม่เพิ่มระดับการรู้สมรรถนะ

**สรุปผลการศึกษา:** การศึกษายืนยันว่าการประยุกต์กิจกรรมบำบัดกับการสั่งจิตใต้สำนึกเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการฝึกสอน การสอน และการเรียนรู้ ช่วยบุคคลผู้มีประสบการณ์สุขภาพจิตให้มีระดับการรู้คิดและการรู้สมรรถนะดีขึ้น  
วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 10-16. Doi: 10.14456/jams.2016.14

**คำสำคัญ:** การรู้คิด การรู้สมรรถนะ การฝึกสอนบำบัด

## Abstract

**Background:** A holistic psychosocial rehabilitation in Thailand remains nowhere and impacting on people with mental health experiences without ability for returning education or employment since they need program evaluation and management in Mental Health Recovery of Occupational Therapy (MHR-OT).

**Objective:** To compare the outcomes of MHR-OT (composed of OT, neuro-linguistic programming (NLP), and integrative NLP & OT in Thai clients with mental health experiences or diagnosed chronic psychosis.

**Methods:** Ten out of 50 clients were volunteering interested in attending MHR-OT program. They had been diagnosed bipolar, depression, eating phobia, or schizophrenia. There were two scales used before and after clients had participated in the 9-week program including cognitive levels of 0 (automatic action) to 6 (planned action) and self-efficacy scales of 1 (None) to 10 (Highest) for doing life activities with happiness. Descriptive and non-parametric statistics were used for data analysis.

**Results:** After completion of program, both scales were significantly increased. The single NLP improved cognitive ability, but not self-efficacy.

**Conclusion:** OT & NLP implementation indicates a useful tool for coaching, teaching, and learning for individual mental health experiences to be better improved levels of cognition and self-efficacy.

*Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 10-16. Doi: 10.14456/jams.2016.14*

**Keywords:** Cognition, self-efficacy, therapeutic coaching

## Introduction

Neuro-Linguistic Programming (NLP) was developed in America in the year of in 1970 by John Grinder (linguistics) and Richard Bandler (psychology student).<sup>1</sup> NLP was collected using various works including Fritz Perls (Gestalt therapist), Virginia Satir (family therapist), Milton Erickson (hypnotherapist). The first publication entitled 'Structure of Magic' of NLP explained a mind-body connection of neurology, language, and behaviors.<sup>3</sup>

NLP is presently known as a famous set of strategic coaching of communication, empathy, phobia reduction<sup>4</sup>, intra- & inter- personal feeling, cognition<sup>5</sup>, and rapport.<sup>6</sup> NLP consists of 'neuro' means thinking processes, 'linguistic'

Bull Chiang Mai Assoc Med Sci

means utilizing language, and 'programming' means behavioral changes such an improvement of self-efficacy.<sup>7</sup> Consequently, NLP demonstrated a well-established psychotherapeutic technique<sup>4,8</sup> to reduce the psychological symptoms and improve the quality of life (n=106).<sup>8</sup> However, inadequate experimental studies of NLP therapy improved health outcomes e.g. 8 out of 1,459 trials<sup>9</sup>, 6 out of 315 articles.<sup>10</sup> Therefore, NLP needs explanation in depth in scientific mechanism<sup>4</sup> and clinical integration.<sup>11</sup>

NLP seems to be interestingly integrated into Occupational Science and the Occupational Therapy (OT)<sup>13</sup>, one health professional coacher of 'doing purposeful and

meaningful life activities related well-being.<sup>12,13</sup> However, very little study of NLP has been found in combination with the field of OT for individuals with mental health experience. Integration of NLP and OT might be used for understanding cognitive and psychosocial performance such as self-awareness, self-direction of societal roles, goal directed management of self<sup>13</sup> in personal care, education, work, leisure, social engagement with communities, and internal adaptation (e.g. beliefs, values, interests).<sup>7</sup> Therefore, this case-controlled study aimed to integrate NLP and OT specialized in clients with mental health experiences.

## Methodology

Fifty clients were firstly recruited since April to October 2014. Ten clients with mental health experiences finally recruited into MSH with a subset programming named 'Mental Health Recovery of OT (MHR-OT)' which was created by a set of three serial modules: 3-week OT, 3-week NLP, and 3-week integrative NLP & OT.

Inclusion criteria for all ten clients were: 1) cases aged more than one year with good skills of communication; 2) cases with diagnosis from psychiatrists more than one year; 3) cases with parents or caregivers whom had been looking after more than one year; and cases with ongoing services at least 12-week continuum (2-4 hour per week by face-to-face training at clinic or home and phone and/or internet coaching). Cognitive levels<sup>14</sup> of 0 (automatic action) to 6 (planned action) and self-efficacy scales<sup>15</sup> of 1 (none) to 10 (highest) for doing life activities with happiness were used in pre- and post-session for each module. MHR-OT program included three modules: the first 3-week continuum of OT (controlled approach), the second 3-week continuum of NLP (the 1<sup>st</sup> experimental approach), and the third 3-week continuum of integrative NLP & OT (the 2<sup>nd</sup> experimental approach). A period of wash out in learning effect was provided for one-week prior to starting the next module.

Only one psychosocial occupational therapist and certified NLP practitioner provided programs for all clients. The OT module<sup>16</sup> included OT assessments,

psychoeducation of mental health recovery, cognitive skills training of individuals, group dynamics of social skills training, and self-management skills (time, fatigue, and leisure) training whereas NLP module<sup>17</sup> included C.U.R.E. model which has shorted by conversational frames, understanding, rapport-connect, and empowerment (reconstruction of S.C.O.R.E. model – symptoms, causes, outcome, resource, effects) as well as reframing and anchoring. All participants were provided the same program as well as the same sequencing of its modules. Repeated measurements were made before and after their engagements in each module in order of OT, NLP, and integrative NLP & OT. Non-parametric statistics were analyzed which intervention showed significant results at 95% confidential level.

## Results

As seen in Table 1, most of clients were female and aged  $24.70 \pm 6.63$  years with duration of diagnosis for  $1.90 \pm 0.99$  years. They came into the first session of three intervention blocks with no significant difference of cognitive levels (median=3) and self-efficacy levels (median = 3). Kruskal Wallis H Statistic showed significant difference among the last session of those interventions ( $p < 0.001$ ,  $H = 14.44$ ,  $Df = 2$ ). Beside similar levels of cognition was found in the last session, Mann-Whitney U significantly showed different scales of self-efficacy between: OT and NLP ( $p = 0.03$ ,  $U = 22$ ,  $Z = 2.17$ ); OT and OT&NLP ( $p = 0.02$ ,  $U = 20.5$ ,  $Z = 2.28$ ); and NLP and OT&NLP ( $p < 0.001$ ,  $U = 6$ ,  $Z = 3.36$ ). To see how clients had been improved, Wilcoxon Signed Ranks positively changed in levels of cognition for those interventions ( $p = 0.005$ ). However, only OT and OT&NLP positively changed in scales of self-efficacy ( $p = 0.008$  and  $p = 0.005$ , respectively).

**Table 1** Comparison of cognitive levels and self-efficacy scales between OT, NLP, and NLP&OT modules (n=10).

Case Name, Gender, Aged (year)	Diagnosis, duration (year)	Pre; Post in OT programs (1 <sup>st</sup> session -3 wks)		Pre; Post in NLP programs (2 <sup>nd</sup> session -3 wks)		Pre; Post in NLP & OT programs (3 <sup>rd</sup> session -3 wks)	
		Cognitive Levels	Self-Efficacy Scales	Cognitive Levels	Self-Efficacy Scales	Cognitive Levels	Self-Efficacy Scales
A, Male, 18	Bipolar (Depressive), Social Phobia, 3	4; 5	5; 6	4; 5	5; 5	4; 5	5; 7
B, Female, 23	Bipolar (Depressive), 1	3; 4	2; 4	3; 4	2; 3	3; 4	2; 4
C, Female, 23	Depression, 1	3; 4	3; 3	3; 4	3; 2	3; 4	3; 5
D, Female, 18	Depression, 1	3; 4	4; 5	3; 4	4; 4	3; 4	4; 6
E, Male, 20	Depression & Suicide Attempted, 3	3; 4	2; 3	3; 4	2; 2	3; 4	2; 4
F, Female, 28	Eating Phobia, 3	4; 5	3; 4	4; 5	3; 3	4; 5	3; 6
G, Female, 23	Eating Phobia, 1	4; 5	3; 4	4; 5	3; 3	4; 5	3; 5
H, Female, 30	Eating Phobia, 1	4; 5	3; 4	4; 5	3; 3	4; 5	3; 5
I, Female, 40	Schizophrenia, 2	2; 3	4; 5	2; 3	4; 4	2; 3	4; 6
J, Female, 24	Schizophrenia, 3	3; 4	3; 4	3; 4	3; 3	3; 4	3; 5
Median		3; 4	3; 4	3; 4	3; 3	3; 4	3; 5

## Discussion

This preliminary study found a positive improvement of cognitive ability and self-efficacy in both OT and OT in combination with NLP for Thai people with mental health experience. The beneficial effects of NLP in communication skills trainings and psychotherapy have been selected to be client relationship and teaching/learning process as OT therapeutic media.<sup>13</sup> NLP implemented in this study demonstrates a therapeutic coaching for the individual experiences<sup>5,9</sup> to be significantly transformed by occupational therapist with certified NLP practitioner. This statement is agreed with the first well-systematic review<sup>9</sup> conducted by various professionals including three clinical psychologists, eight psychotherapists, one certified NLP practitioner, one radiographer with certified NLP practitioner, and two certified NLP master practitioners.

However, this study found a positive effect of single NLP (i.e. C.U.R.E. model, reframing, and anchoring)<sup>17</sup> only

on the cognitive scale levels. This result is in contrast to one study<sup>9</sup> which reported a positive effect of single NLP technique on health outcomes (e.g. rapport building, reframing, or anchoring) and was excluded because of a bias observation. To explain the effect of NLP on cognitive functions, NLP techniques provided a creative learning of sensory preference and interpersonal communication<sup>18</sup> in relation with self-awareness of societal environment and life-role understanding.<sup>13</sup> This relationship brings up an optimal adjustment of emotional state<sup>18</sup> and an organized behavior for further self-ability development.<sup>13,19</sup> Whereas the result of no NLP effect on self-efficacy scale levels is suggested by the previous study<sup>20</sup> that intrinsic motivation of self-efficacy would be increased using advanced techniques e.g. progressive relaxation, discovery of true value, and circle of excellence. Validation of self-efficacy judgment needs to be ensured in relation with the participants' expected outcomes during

their engagement in real life activities of daily living<sup>13,21,22</sup> for instance; your perception of self-efficacy levels would be impacted on your levels of learning abilities (behavioral stages of change)<sup>15</sup> by doing productive exercises as shown in OT module, not only use of thoughtful simulation.<sup>16,22</sup>

Moreover, the authors gain an important lesson learn that building rapport and empathy skills could be connected from brain based learning into transformative learning of human capacity and well-being.<sup>13,17,18</sup> Results from this study confirms people with mental health experiences need feedback and reflection as mentoring and coaching system<sup>15,16</sup> at personal cognitive and self-efficacy levels (therapeutic use of self) while doing physical, cognitive, mental, social, and emotional activities.<sup>22</sup> Integration of NLP and OT would be meaningfully linked the individual engagement in purposeful activities as such a relationship between health conscious, health awareness, and health promotion of breaking the routine activities.<sup>13</sup>

However, small sample size might be one limitation since this study needed an intervention block including one period of time for washing out its learning effect. Randomized controlled trials should be further attempted in a sample size at least 30 people per group. Interdisciplinary

program evaluation and management would be recommended for cost-effectiveness of applications in a holistic rehabilitation and recovery in Thai people with physical and mental health experiences to acute or chronic conditions.

In conclusion, this study discovered an evidence based practice with good experiment of MHR-OT program evaluation and management. Both OT and the integrated NLP and OT modules were applied for improving levels of cognition and self-efficacy in Thai people with mental health experiences.

## Results

Best thank for Ms. Sasichon Srikasemwong, Managing Director of Good Intention Co., Ltd associated incorporate with Mind Transformation Pte Ltd., Singapore for her offering a scholarship to Dr. Supalak Khemthong for training at the 6<sup>th</sup> of NLP Practitioner Certification Course in Thailand during 6-11 February and 6-11 March 2014. Also, sincerely thanks for Mr. Barney Wee who has been excellent coacher and awakener in NLP Course and this manuscript. Wonderful thanks for Mr. Teerasak Wongpiya who recommended the NLP.

## References

1. O'Connor J, Seymour J. *Introducing NLP*. Thorsons Publishers; 1993.
2. Bandler R, Grinder J. *The structure of magic*. Palo Alto (CA): Science and Behavior Books; 1975.
3. Dilts R, Grinder J, Bandler R, DeLozier J. *Neuro-linguistic programming: the study of the structure of subjective experience*. California: Meta Publications; 1980.
4. Roderique-Davies G. Neuro-linguistic programming: cargo cult psychology? *J Appl Res High Edu* 2009; 1(2): 58-63.
5. Linder-Pelz S, Michael HL. The theoretical roots of NLP-based coaching. *Coach Psycho* 2007;3(1):12-7.
6. Carlos P, David WP. Creating rapport to influence: neuro linguistic programming techniques. *Manage Serv* 2015; 59(3): 20-4.
7. Skinner H, Croft R. Neuro-linguistic programming techniques to improve the self-efficacy of undergraduate dissertation students. *J Appl Res High Edu* 2009; 1(1): 29-38.
8. Stipancica M, Rennerb W, Schütz P, Donda, R. Effects of Neuro-Linguistic Psychotherapy on psychological difficulties and perceived quality of life. *Couns Psychother Res* 2010; 10(1): 39-49. doi: 10.1080/14733140903225240.
9. Sturt J, Ali S, Robertson W, Metcalfe D, Grove A, Bourne C, et al. Neurolinguistic programming: a systematic review of the effects on health outcomes. *Br J Gen Pract* 2012. doi: 10.3399/bjgp12X658287.
10. Witkowski T. Thirty-Five Years of Research on Neuro-Linguistic Programming. *NLP Research Data Base. State of the Art or Pseudoscientific Decoration?* *Pol Psychol B* 2011; 41(2): 58-66. doi: 10.2478/v10059-010-0008-0.
11. Karunaratne M. Neuro-linguistic programming and application in treatment of phobias. *Comple Ther Clin Prac* 2010; 16: 203-7.
12. Sawsaa AF, Lu J, Newman C, Ribchester H. Extracting occupational therapy concepts to develop domain ontology. *Inter Con Dig Soc* 2013; 65-73.
13. Jelinek H, Stocker R. Review of complex linguistic and neurobiological function in client outcomes: the relevance of communication in occupational therapy [Internet]. *Internet J Rehabil* 2012; 2(1) [cited 2015 Dec 19], Available from <http://ispub.com/IJRE/2/1/13911>.
14. Katz N. *Cognitive rehabilitation: models for intervention in occupational therapy*. Stoneham (MA): Butterworth-Heinemann; 1992.
15. Packer TL. Self-management concepts for enhancement of quality of life. *Proceedings of the Faculty of Physical Therapy and Applied Movement Science Conference*; Oct 1-2; Nakhon Pathom: Mahidol University; 2008.
16. Khemthong S, Saravitaya T. Knowledge translation of self-management concepts for Thais. *J Nurs Sci* 2012; 28(3): 8-12.
17. Wee B. *Accelerated NLP Practitioner's training manual*. Singapore: Mind Transformations; 2014.
18. Petrovici MA. Effective methods of learning and teaching: a sensory approach. *Procedia - SocBehSci* 2013; 93: 146-50.
19. Grosu EF, Vlad TV, Carmen G, Preja A, Lulianad, BB. Neuro-linguistic programming based on the concept of modeling. *Procedia - SocBehSci* 2014; 116: 3693-9.
20. Sharif S, Rohaza E, Aziz A. Application of neuro-linguistic programming techniques to enhance the motivation of at-risk student. *Inter E J Adv Educ* 2015;1(1): 42-8. doi: <http://dx.doi.org/10.18768/ijaedu.65269>.

21. Williams DM. Outcome expectancy and self-efficacy: theoretical implications of an unresolved contradiction. *Pers Soc Psychol Rev* 2010; doi: 10.1177/1088868310368802.
22. Jongen PJ, Wesnes K, van Geel B, Pop P, Schrijver H, Leo H, Visser LH, et al. Does self-efficacy affect cognitive performance in persons with clinically isolated syndrome and early relapsing remitting multiple sclerosis? *Mult Scler Inter* 2015; <http://dx.doi.org/10.1155/2015/960282>.

# ความบกพร่องของกลยุทธ์การประมวลผลข้อมูลขณะทำกิจกรรมการเล่น ในเด็กไทยที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

## Information processing strategy dysfunctions during the play activities in Thai children with learning disabilities

■ Sutinun Juntorn Sarinya Sripetcharawut Suchitporn Lerslip Peeraya Munketvit\*  
สุทินันท์ จันทน์ สรินยา ศรีเพชรราชู สุจิตพร เลอศิลป์ พีรยา มั่นเขตวิทย์\*

ภาควิชากิจกรรมบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่  
Department of Occupational Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: peeraya\_m@hotmail.com)

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

Received September 2015

Accepted as revised October 2015

### บทคัดย่อ

**บทนำ:** เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มักมีความบกพร่องในการประมวลผลข้อมูลซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ของโรงเรียน

**วัตถุประสงค์:** เพื่อสำรวจความบกพร่องของเด็กไทยที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่ใช้กลยุทธ์ในการประมวลผลข้อมูลขณะทำกิจกรรมการเล่น 3 ประเภท โดยมีแบบประเมิน พ็อร์ฟีฟี ซิสเต็ม ฉบับภาษาไทย ซึ่งเป็นแบบประเมินอ้างอิงเกณฑ์และเน้นการประเมินขณะทำกิจกรรมเป็นเครื่องมือ พ็อร์ฟีฟี ซิสเต็ม ฉบับภาษาไทย เป็นแบบประเมินความคิดความเข้าใจตามขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล 4 ขั้นตอน ได้แก่ การรับรู้ความรู้สึก (perceive quadrant) ความจำ (recall quadrant) การตอบสนองต่อการวางแผนและการประเมินผล (plan quadrant) และการติดตามการกระทำ (perform quadrant)

**วิธีการศึกษา:** เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จำนวน 30 ราย ถูกประเมินโดยใช้แบบประเมินพ็อร์ฟีฟีซิสเต็ม ฉบับภาษาไทย ระหว่างทำกิจกรรมการเล่น 3 ประเภท ได้แก่ เกมความคิดความเข้าใจ กิจกรรมการเคลื่อนไหว และเกมการแข่งขัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

**ผลการศึกษา:** กลุ่มตัวอย่างมีความบกพร่องในการใช้กลยุทธ์เพื่อประมวลผลข้อมูลในกิจกรรมการเล่นทั้ง 3 ประเภท โดยการตอบสนองต่อการวางแผนและการประเมินผล (plan quadrant) เป็นกระบวนการที่มีปัญหามากที่สุด ในขณะที่ความจำ (recall quadrant) พบความบกพร่องน้อยที่สุด

**สรุปผลการศึกษา:** กลุ่มตัวอย่างเด็กไทยที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มีความบกพร่องในการใช้กลยุทธ์เพื่อประมวลผลข้อมูลระหว่างการทำกิจกรรมการเล่นที่ประเมินโดยแบบประเมินพ็อร์ฟีฟี ซิสเต็มฉบับภาษาไทย

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 17-35. Doi: 10.14456/jams.2016.15

**คำรหัส:** กลยุทธ์การประมวลผลข้อมูล พ็อร์ฟีฟี ซิสเต็มฉบับภาษาไทย เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้  
กิจกรรมการเล่น

## Abstract

**Introduction:** Children with learning disabilities (LD) have difficulties in information processing strategies that interfere with participating in school activities.

**Objective:** To explore information processing strategy dysfunctions on 3 play activities in Thai children with learning disabilities based on the PRPP system of task analysis (PRPP System): Thai version. PRPP was a criterion-referenced, occupation-focused assessment. The PRPP system assesses cognitive abilities corresponding to four stages of information processing; sensory perception (perceive quadrant), memory (recall quadrant), response planning and evaluation (plan quadrant), and performance monitoring (perform quadrant).

**Methods:** Thirty children with LD were assessed using the PRPP System: Thai version during the performance of 3 play activities including cognitive games, movement activities, and competitive plays. Data were analyzed using descriptive statistics.

**Results:** Analysis of the performance demonstrated that participants had difficulties in all stages of the information processing in the all 3 play activities. In addition, plan quadrant produced the most problems while recall quadrant was reported to be the least problematic.

**Conclusion:** Thai children with LD demonstrated problems in all stages of information processing during the performance of play activities assessed by the PRPP System: Thai Version.

*Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 17-35. Doi: 10.14456/jams.2016.15*

**Keywords:** Information processing strategies; PRPP system: Thai version; children with learning disabilities; play activities

## Introduction

Children with learning disabilities (LD) have difficulties in four stages of information processing used in learning including input, integration, storage, and output.<sup>1</sup> These difficulties can interfere with learning basic skill and higher level skill. Learning disabilities have impact on both academics and relationships with family, friends and in workplace.<sup>2</sup> This information conforms to contemporary occupational therapy practice. There is rising awareness that information processing problems exist in children with learning disabilities and that these problems impact on occupational performance at home and school.<sup>3</sup> Deficits in information processing ability can consequently occur at any stage in this four-part process.<sup>4</sup> Each child will have

a unique pattern of LD related with specific information disorders that many affect brain's ability to perceive, integrate, store and communicate information. For example, those who have difficulty in perceiving information may have problems in recognizing shape, position and size of the items seen. Those who have difficulty in integrating information may have problems in placing information in the proper order. Those who have difficulty in storing and placing information processing may have problems in memorizing or learning new materials. Those who have difficulty in communicating information may have problems in answering questions, or face difficulties with motor abilities. Besides, the inability to process information efficiently can lead to frustration, social incompetence,

low self-esteem, and language impairments.<sup>5</sup> Moreover, Learner also described that children with LD display problems about knowing the way to increase their knowledge, the way to organize and regulate their thinking, the way to incorporate new matter with past experiences and knowledge already acquired, the way to remember what they learn, and the way to approach tasks purposefully.<sup>6</sup> Many researchers were interested in information processing on children with LD. However, they had focused on different aspects of information processing, and employed different research instruments and methodologies.<sup>7-9</sup> For instances, Watson and Willows examined the potential contribution of a range of processing factors to reading success and failure at early and later stages of reading development by using the Goldman-Fristoe-Woodcock (G-F-W) sound-symbol tests, clinical evaluation of language functions, WISC-R, developmental test of visual-motor integration, test of visual-perceptual skills, G-F-W sound-symbol tests, Gates-McKillop reading diagnostic tests, wide range achievement test-revised, and rapid automatized naming test.<sup>7</sup> Result demonstrated that children who had reading disability were characterized by difficulty in what was interpreted as symbolic processing/memory, which occurred in combination with visual processing deficiencies and with deficits in both visual processing and rapid automatized naming. On the other hand, Cermak investigated the ability of learning disabled children to process, retain, and retrieve verbal information within a series of information-processing tasks in children with LD by using the repetitive task, the phonemic (rhyming) task, the semantic (category) task, and the single-letter-only task.<sup>8</sup> The result revealed that both rate and level at which these children process information were below the standards set by normal children. Taken together, these researches highlighted the same conclusion that information processing disorder was a crucial problem in children with LD.<sup>7-9</sup>

Since assessment is a vital step of an occupational therapy process for implementing an effective intervention, the assessment method of information processing strategy dysfunction are presented in this article. In the area of cognitive intervention, there is an increasing need of an occupation-focused assessment tool to identify and explain how cognitive deficits interfere with daily task accomplishment in clients with cognitive dysfunction including children with LD. In addition, this instrument helps to establish strength and weakness in the cognitive processing strategies that are required to execute these critical activities. Occupation-focused assessment has been recommended by therapists to measure cognitive disorder since it considers real-world situations that could lead to greater individualization of treatment plans, and thus to a more efficient therapy outcome.<sup>10</sup> The perceive, recall, plan and perform (PRPP) system of task analysis is one of the occupation-focused assessments that measures both task performance skills and cognitive information processing strategy over time in a specific context.<sup>11</sup> It is composed of two analyzing stages. Stage one analysis employed a standard behavioral task analysis to indicate the person's mastery for specific and relevant occupations. Stage two analysis adopts a cognitive task analysis describing cognitive processes underlying task performance and cognitive strategies in complex situations. This stage is conceptually divided into four quadrants including perceive, recall, plan and perform. Each quadrant is broken down into 3 subquadrants and several underlying information processing strategies termed "descriptors"<sup>12</sup> as shown in Figure 1. This article would like to present only stage two analysis in order to set goals for PRPP intervention in another phase of the thesis.

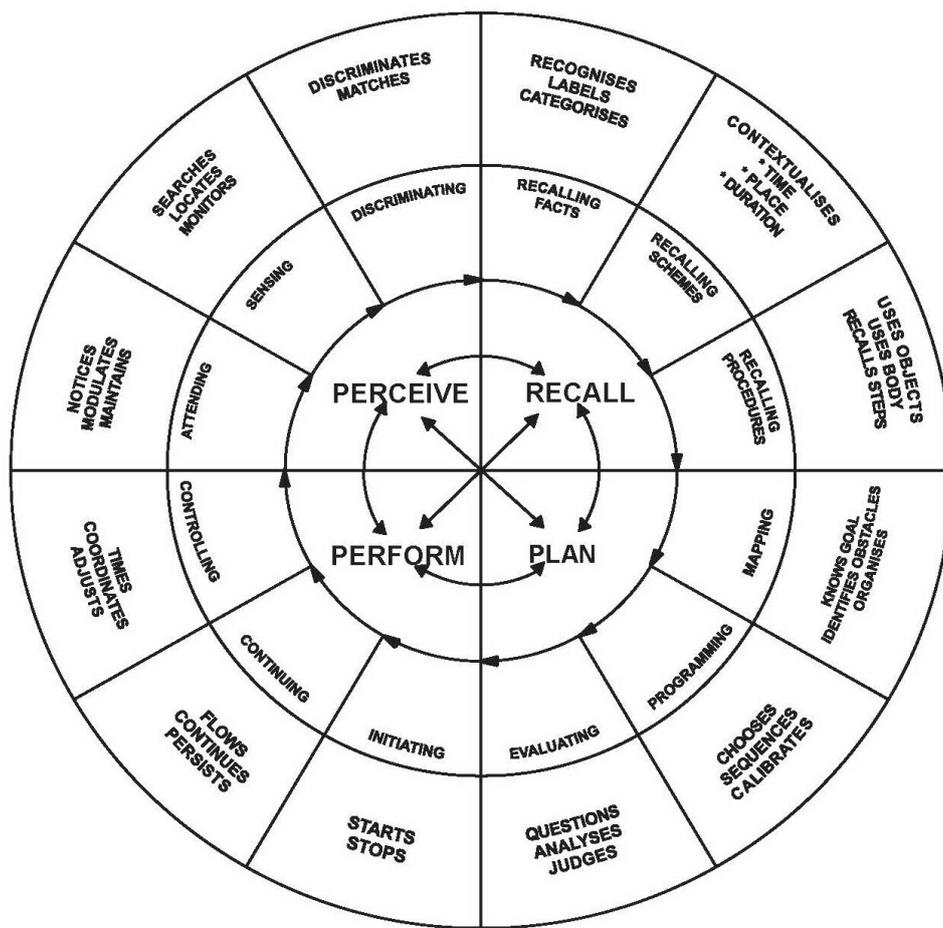


Figure 1. PRPP system of task analysis: Conceptual model of information processing behaviors.

Many researchers have conducted studies on the PRPP system of task analysis that has been used to assess cognitive deficits in a variety of samples including adults with traumatic brain injury,<sup>13-15</sup> persons with schizophrenia,<sup>16</sup> men with HIV-1 dementia,<sup>17</sup> typical children,<sup>4,18-19</sup> children with learning disabilities,<sup>3,20-22</sup> and children with autism.<sup>23</sup> In Thailand, PRPP system of task analysis has been translated into Thai and studied for its reliability by Munkhetvit as part of her doctoral thesis.<sup>14</sup> Findings of psychometric properties of the PRPP system: Thai version, demonstrated excellent test-retest reliability (ICC ranged between 0.92 and 0.96). Inter-rater reliability indicated acceptable inter-rater reliability based on total quadrant scores, with ICCs ranged between 0.65 and 0.83. Moreover, the PRPP system: Thai version has been used in Thai context in clients with stroke, person with schizophrenia, and the elderly with dementia. However, the PRPP system: Thai version has never been used in Thai children. Therefore, in this study, PRPP system: Thai version was used to

explore information processing strategies application in Thai children with LD.

This work aimed to explore information processing strategy dysfunctions on different kinds of play activities in Thai children with learning disabilities. The researcher expected that information obtained would strengthen knowledge in occupational therapy regarding the use of occupation-focused assessment for measuring cognitive functions in children with learning disabilities in Thailand.

## Materials and Methods

### Participants

Children diagnosed with LD were recruited by purposive sampling method. All are reading disabilities and never been exposed to the intervention or received intervention less than one session per week. There were a total of 25 male and 5 female participants in the study. Age range of participants was 9-12 years (mean 10.8 years). Participants were in grade 4 to 6 in 6 inclusion

schools in the broader area of Chiang Mai Province, Thailand, which had children diagnosed with learning disabilities. Inclusion criteria of grades based on the similarity of cognitive development.<sup>24</sup>

### **Instrument**

The PRPP system: Thai version<sup>14</sup> was used with the sample in this study.

### **Procedure**

Proposal was submitted to the Ethics Committee of the Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University for approval. Researcher asked for permission from the director of the Rajanagarindra Institute of Child Development, Chiang Mai, to access lists of name and school of children with LD receiving services from the institute. Directors of each school were then asked for permission to contact teachers working with special need children. Thirty children with learning disabilities were recruited according to the predetermined criteria. After parents signed informed consent document, all participants were asked to perform 3 play activities including cognitive games (jigsaw, puzzle, maze), movement activities (searching for the treasures on the map, bouncing the ball with two hand in a zigzag manner, throwing the ball into the basket), and competitive plays (domino, bingo, stacking). Criteria for specifying activities to detect information processing strategy application were based on the PRPP system of task analysis.<sup>12</sup> Criteria included assessment activities should be considered as important and meaningful for child's daily life, children must be familiar with the material and equipment used in the activities, or has participated in the activities before, and activities are able to be divided into task steps, and must be diverse based on the abilities and limitations of children. However, the participants might have different skills so some activity might be easy for some participants but not for the others. Therefore, in this study, each participant would be assigned for assessment activity based on his or her ability. For example, in the cognitive games, a jigsaw game was selected for one participant while the puzzle game was suitable for another. In addition to the PRPP system criteria, the assessment activities selected for data collection in this study were based on the performance areas of the Occupational Therapy Practice Bull Chiang Mai Assoc Med Sci

Framework: Domain and Process (3<sup>rd</sup> Edition)<sup>25</sup> in the play areas. After assessment activities were selected, activity performing of each participant was VDO recorded by researcher and research assistant who was an occupational therapist. The researcher systematically observed video footages of performance, and scored according to the PRPP System: Thai Version in the Stage Two Analysis.

The stage two analysis provided a total PRPP score comprised of quadrant, sub-quadrant scores and individual descriptor scores. The total PRPP system score and the quadrant scores, perceive, recall, plan and perform, were used for analysis in this study as they reflected the broader areas of information processing strategy application focused in this study. The total PRPP system quadrant, sub-quadrant, and individual descriptor scores were converted to total percentages.

### **Data analysis**

Scores obtained from stage two analysis of the PRPP system: Thai version was analyzed using descriptive statistics. Mean quadrant, sub-quadrant, and individual descriptor scores were computed based on descriptive statistics to identify group means, standard deviations and percentage scores.

## Results

### Demographic characteristics

**Table 1** Demographic characteristics of the sample group (N=30).

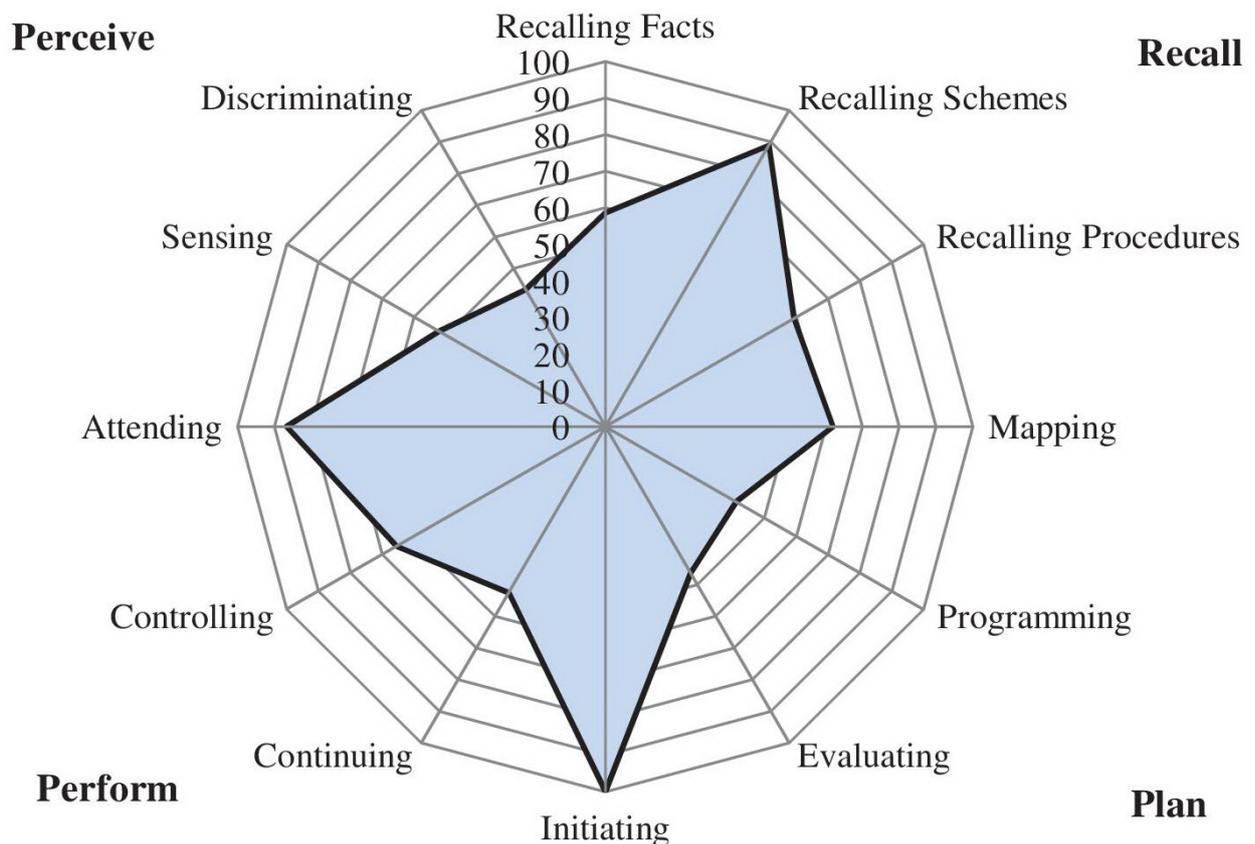
General data		N=30	Percent (%)
Sex	Male	25	83.33
	Female	5	16.67
Age (Years)	9.0-9.11	1	3.33
	10.0-10.11	12	40.00
	11.00-11.11	11	36.67
	12.00-12.11	6	20.00
Grade	4	10	33.33
	5	11	36.67
	6	9	30.00

Demographic characteristics of sample was shown in Table 1. Thirty children with LD who met the inclusion criteria were selected to participate in the study. The average age were 10.8 years old with males (83.33%) and were studying in the 5<sup>th</sup> grade (36.67%).

### Information Processing Strategy Application Errors

Detail of mean total scores on each quadrant of PRPP system: Thai version of each assessment activities was presented as follow:

#### 1) Cognitive games (jigsaw, puzzle, maze)



**Figure 2.** Information processing during cognitive games.

Figure 2 showed that plan quadrant which displayed the most difficult application was programming sub-quadrant (41.11%). Discriminating sub-quadrant was the most problem in perceive quadrant (43.33%). For the perform quadrant, continuing sub-quadrant (52.56%)

presented the most difficulties. In addition, recall quadrant operations associated with recalling facts sub-quadrant (58.56%) was the most difficulty application in cognitive games for these children.

**Table 2** PRPP stage two 'descriptor' percentages of cognitive game.

Data Code	Descriptor	Min.	Max.	Mean	Mean%	SD.
Perceive	ATTENDING					
	Notices	1.00	3.00	2.55	85.00	0.78
	Modulates	1.00	3.00	2.24	74.67	0.83
	Maintains	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	SENSING					
	Searches	1.00	3.00	1.52	50.67	0.63
	Locates	1.00	3.00	1.52	50.67	0.63
	Monitors	1.00	3.00	1.72	57.33	0.70
	DISCRIMINATING					
	Discriminates	1.00	3.00	1.31	43.67	0.54
Matches	1.00	3.00	1.31	43.67	0.54	
RECALL	RECALLING FACTS					
	Recognises	1.00	3.00	2.45	81.67	0.91
	Labels	1.00	3.00	1.69	56.33	0.89
	Categorises	1.00	3.00	1.21	40.33	0.49
	RECALLING SCHEME					
	Contextualises to Time	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	Contextualises to Place	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	Contextualises to Duration	1.00	3.00	2.03	67.67	0.73
	RECALLING PROCEDURES					
	Uses Object	1.00	3.00	1.14	38.00	0.44
Users Body	2.00	3.00	2.55	85.00	0.51	
Recalls Steps	1.00	2.00	1.69	56.33	0.47	
PLAN	MAPPING					
	Knows Goal	1.00	3.00	2.93	97.67	0.37
	Identifies Obstacles	1.00	2.00	1.41	47.00	0.50
	Organises	1.00	2.00	1.24	41.33	0.44
	PROGRAMMING					
	Chooses	1.00	2.00	1.10	36.67	0.31
	Sequences	1.00	2.00	1.31	43.67	0.47
Calibrates	1.00	2.00	1.31	43.67	0.47	

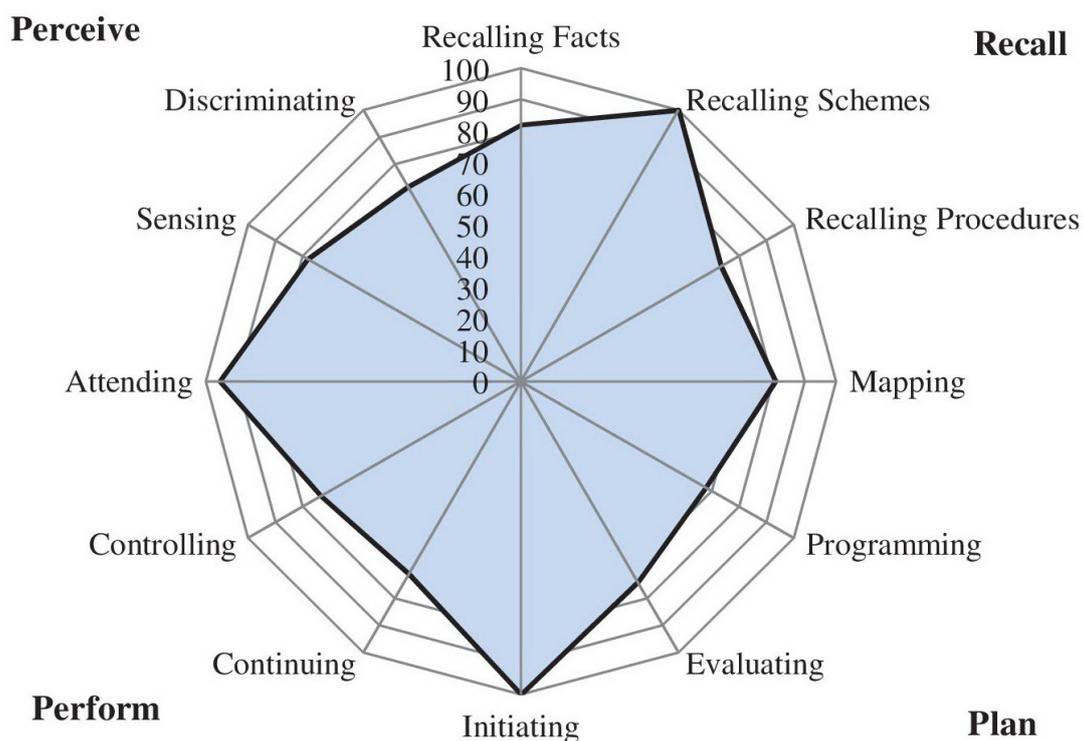
**Table 2** PRPP stage two 'descriptor' percentages of cognitive game. (continued)

Data Code	Descriptor	Min.	Max.	Mean	Mean%	SD.
	EVALUTING					
	Question	1.00	3.00	1.21	40.33	0.56
	Analyses	1.00	2.00	1.59	53.00	0.50
	Judges	1.00	3.00	1.41	47.00	0.63
PERFORM	INITIATING					
	Starts	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	Stops	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	CONTINUING					
	Flows	1.00	2.00	1.17	39.00	0.38
	Continues	1.00	3.00	1.21	40.33	0.49
	Persists	2.00	3.00	2.38	79.33	0.49
	CONTROLLING					
	Times	1.00	2.00	1.17	39.00	0.38
	Coordinates	1.00	3.00	1.76	58.67	0.58
	Adjusts	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00

Table 2 also showed that the most difficulty of information processing strategies application for children with LD was chooses descriptor (36.67%) (programming sub-quadrant), discriminates (43.67%) and matches descriptors (43.67%) (discriminating sub-quadrant), flow (39.00%) and continues descriptors (40.33%) (continuing

sub-quadrant), times descriptors (39.00%) (control sub-quadrant), and recalls steps descriptors (69.17%) (recalling sub-quadrant).

2) **Movement Activities** (searching for the treasures on the map, bouncing the ball with two hand in a zigzag manner and throwing the ball into the basket)



**Figure 3.** Information processing during movement activities.

From Figure 3, it can be shown that plan quadrant illustrated the most errors was programming sub-quadrant (67.78%). Continuing sub-quadrant showed the most problem in perform quadrant (71.11%). In the perceive

quadrant, discriminating sub-quadrant (mean 71.67%) presented the most difficulties. Moreover, recalling procedures sub-quadrant in recall quadrant was the next problem on movement activity (73.33%).

**Table 3** PRPP stage two 'descriptor' percentages of movement activities.

Data Code	Descriptor	Min.	Max.	Mean	Mean%	SD.
Perceive	ATTENDING					
	Notices	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	Modulates	2.00	3.00	2.60	86.67	0.50
	Maintains	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	SENSING					
	Searches	1.00	3.00	2.70	90.00	0.65
	Locates	1.00	3.00	2.30	76.67	0.65
	Monitors	1.00	3.00	2.00	66.67	0.91
	DISCRIMINATING					
	Discriminates	1.00	3.00	2.20	73.33	0.92
	Matches	1.00	3.00	2.10	70.00	0.88
	RECALL	RECALLING FACTS				
Recognises		1.00	3.00	2.48	82.67	0.83
Labels		1.00	3.00	2.48	82.67	0.83
Categorises		1.00	3.00	2.34	78.00	9.94
RECALLING SCHEME PROCEDURES						
Contextualises to Time		3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
Contextualises to Place		3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
Contextualises to Duration		3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
RECALLING PROCEDURES						
Uses Object		1.00	3.00	2.41	80.33	0.87
Users Body		1.00	3.00	2.10	70.00	0.90
Recalls Steps		1.00	3.00	2.00	66.67	0.96
PLAN	MAPPING					
	Knows Goal	2.00	3.00	2.93	97.67	0.26
	Identifies Obstacles	1.00	3.00	2.38	79.33	0.68
	Organises	1.00	3.00	1.93	64.33	0.80
	PROGRAMMING					
	Chooses	1.00	3.00	2.17	72.33	0.80
	Sequences	1.00	3.00	1.76	58.67	0.87
	Calibrates	1.00	3.00	2.03	67.67	0.78

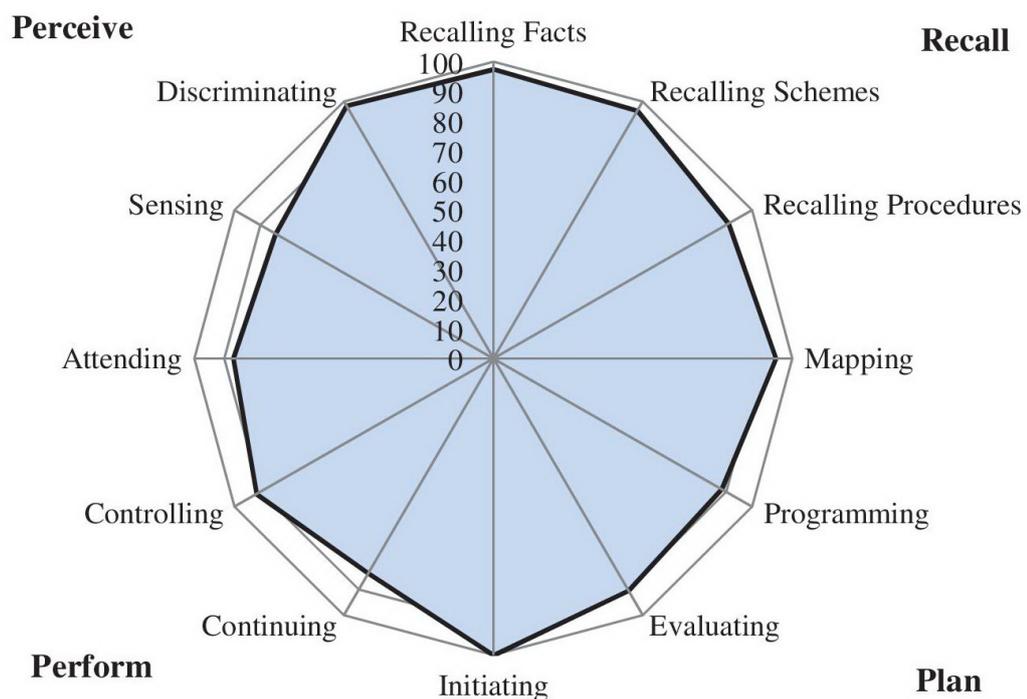
**Table 3** PRPP stage two 'descriptor' percentages of movement activities. (continued)

Data Code	Descriptor	Min.	Max.	Mean	Mean%	SD.
	EVALUTING					
	Question	1.00	3.00	2.45	81.67	0.69
	Analyses	1.00	3.00	2.14	71.33	0.74
	Judges	1.00	3.00	2.21	73.67	0.82
PERFORM	INITIATING					
	Starts	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	Stops	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	CONTINUING					
	Flows	1.00	3.00	1.66	55.33	0.86
	Continues	1.00	3.00	1.66	55.33	0.86
	Persists	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	CONTROLLING					
	Times	1.00	3.00	2.03	67.67	0.78
	Coordinates	1.00	3.00	2.24	74.67	0.91
	Adjusts	1.00	3.00	2.24	74.67	0.91

Table 3 presented means, standard deviations and range of scores of each 'descriptor' on the movement activity. Strategy application behaviors that were the most problems in children with LD for each of sub-quadrant mentioned above were flows (55.33%) and continues

descriptors (55.33%) (continuing sub-quadrant), sequences descriptors (58.67%) (programming sub-quadrant), recalls steps descriptors (66.67%) (recalling sub-quadrant), and monitors descriptor (66.67%) (sensing sub-quadrant).

**3) Competitive plays (domino, bingo, stacking)**



**Figure 4.** Information processing during competitive play.

It was illustrated in figure 4 that total scores of each quadrant were high. However, some sub-quadrant were found critical in this sample group involving

sensing (84.11%) in perceive quadrant and continuing sub-quadrant (83.67%) in perform quadrant.

**Table 4** PRPP stage two 'descriptor' percentages of competitive play.

Data Code	Descriptor	Min.	Max.	Mean	Mean%	SD.	
Perceive	ATTENDING						
	Notices	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00	
	Modulates	2.00	3.00	2.53	84.33	0.51	
	Maintains	1.00	3.00	2.30	76.67	0.92	
	SENSING						
	Searches	1.00	3.00	2.63	87.67	0.72	
	Locates	2.00	3.00	2.77	92.33	0.43	
	Monitors	1.00	3.00	2.10	70.00	0.88	
	DISCRIMINATING						
	Discriminates	2.00	3.00	2.97	99.00	0.18	
	Matches	1.00	3.00	2.93	97.67	0.37	
	RECALL	RECALLING FACTS					
		Recognises	2.00	3.00	2.97	99.00	0.18
Labels		2.00	3.00	2.93	97.67	0.25	
Categorises		3.00	3.00	3.00	100.00	0.00	
RECALLING SCHEME PROCEDURES							
Contextualises to Time		2.00	3.00	2.72	90.67	0.45	
Contextualises to Place		2.00	3.00	2.97	97.67	0.25	
Contextualises to Duration		3.00	3.00	3.00	100.00	0.00	
RECALLING PROCEDURES							
Uses Object		1.00	3.00	2.77	92.33	0.50	
Users Body		1.00	3.00	2.83	94.33	0.46	
Recalls Steps		1.00	3.00	2.57	85.67	0.57	
PLAN		MAPPING					
	Knows Goal	2.00	3.00	2.93	97.67	0.25	
	Identifies Obstacles	2.00	3.00	2.93	97.67	0.25	
	Organises	1.00	3.00	2.63	87.67	0.56	
	PROGRAMMING						
	Chooses	1.00	3.00	2.77	92.33	0.50	
	Sequences	1.00	3.00	2.63	87.67	0.56	
	Calibrates	1.00	3.00	2.53	84.33	0.63	

**Table 4** PRPP stage two ‘descriptor’ percentages of competitive play. (continued)

Data Code	Descriptor	Min.	Max.	Mean	Mean%	SD.
	EVALUTING					
	Question	1.00	3.00	2.67	89.00	0.55
	Analyses	1.00	3.00	2.63	87.67	0.56
	Judges	1.00	3.00	2.62	87.33	0.56
PERFORM	INITIATING					
	Starts	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	Stops	3.00	3.00	3.00	100.00	0.00
	CONTINUING					
	Flows	1.00	3.00	2.31	77.00	0.66
	Continues	1.00	3.00	2.31	77.00	0.66
	Persists	1.00	3.00	2.86	95.33	0.52
	CONTROLLING					
	Times	1.00	3.00	2.41	80.33	0.57
	Coordinates	1.00	3.00	2.86	95.33	0.52
	Adjusts	1.00	3.00	2.93	97.67	0.37

Table 4 presented means, standard deviations and range of scores of each ‘descriptor’ in competitive play. Strategy application behaviors posed the most difficult application of participants for each sub-quadrant mentioned above were monitor descriptors (70.00%) (sensing sub-quadrant), flows (77.00%) and continues (77.00%) descriptors (continuing sub-quadrant).

In conclusion, the study detected a variation of problems to different extent in 3 assessment activities on each quadrant of PRPP system: Thai version. The cognitive games were the most novel and complex activities because they required extensive planning and decision making. Total scores of this activity in all quadrants in PRPP system were relatively lower than that of other, especially in plan and perceive quadrant. Total scores in movement activities, as the least complex but high novel, was reported to be lowest in plan and perform quadrant. Total scores in the competitive plays were relatively higher than other activities because children were familiar with these activities. However, score of the competitive plays was reported to be lowest in plan and perceive quadrant.

## Discussion

Types of strategy application deficits are identified by stage two of the PRPP system of task analysis. This stage of the PRPP system is divided into 4 quadrants: perceive recall, plan, and perform. Each quadrant is divided into more specific ‘sub-quadrants’ of cognitive processing that represent information processing operations. “descriptors” representing a behavior associated with a specific processing operation defined by each sub-quadrant that relates to processing focus of that particular quadrant. Application of information processing strategy is defined as the cognitive and metacognitive functions required for everyday life activities. This study revealed that all children had difficulty in applying the information processing strategies needed to complete tasks safely, effectively, and efficiently in real-world contexts. Severity of the difficulty found in this study depended on patterns, novelty and complexity of the activities. This finding was consistent with previous studies in the field of developmental neuropsychology over the past two decades in that children will use executive function skill to solve novel and complex tasks.<sup>26</sup> Welsh

and Pennington noted that “behaviors such as planning, flexibility, and self-monitoring are evident throughout the life span, albeit the manifestations change with cognitive maturation”.<sup>27</sup>

Plan quadrant was the most problematic quadrant for participants on all assessment activities, especially cognitive games which were novelty and complexity task. Plan is behavioral strategies associated with making plans, decisions and judgments about nature and quality of performance. In order to complete a task with many steps, children must plan their actions before performing. They must consider alternatives, organizes themselves and required materials, remember the steps sequence of their plan. Moreover, during performing the task, they must monitor their plan and make necessary organizes to ensure success.<sup>28</sup> This finding was corresponded to the previous studies of using the PRPP system of task analysis to explore the information processing strategies application errors in children LD.<sup>3,20</sup> The finding of these studies showed that planning was the most difficult for children in sample group. Pulis and Chapparo used eight school tasks which suitable for aged 6-8 years including coloring, cutting and pasting, drawing, writing a story, paper folding, tying shoelaces, catching a ball and skipping.<sup>3</sup> When scores for all eight school tasks were combined, a direct ordering of quadrants was found with plan emerging as the most problematic quadrant. Evaluating and programming (plan quadrant) and recalling procedure (recall quadrant) were the most difficulty sub-quadrant. Although, plan quadrant was the most problematic on all assessment activities in this study, another quadrant was also challenge for participants. The orders of a challenging quadrant were different based on pattern of play activities. Therefore, discussions based on the assessment activities are as follows:

#### 1. Cognitive games (jigsaw, puzzle, and maze)

Like academic tasks, plan, perceive, perform and recall were problematic in the cognitive games. The significant descriptors in plan quadrant appeared to be the problems including *chooses* (programming sub-quadrant), *questions* (evaluating sub-quadrant) and *organizes* (mapping sub-quadrant). Plan quadrant encompassed the metacognitive

components of information processing which facilitates the formulation of a plan to achieve a task objective and a specific sequence of steps. In a task with novelty and complexity, it specifically requires ability to organize.<sup>29-30</sup>

Some researchers found that children with LD have been struggled with ability to organize materials and classroom activities.<sup>31</sup> Activities in cognitive games (jigsaw, puzzle, maze) in this study were quite novel and complex for participants. However, typical children would be able to participate in these activities independently. To complete these activities, children must apply metacognitive strategies which are important for the maintenance and generalization of skills and application of learned skill. The strategies include planning and problem solving, making inference and decision making, modulating and switching attention between task components, monitoring information, and readjusting responses.<sup>32-33</sup> Children who fail to conduct some of these strategies appear to possess learning disabilities.<sup>34</sup> For example, in jigsaw game, participants needed to choose suitable pieces of jigsaw to match with other pieces. They would be suspected if any pieces had been put in the wrong place. They would learn how to organize the jigsaw component.

Perceive was another problematic quadrant for cognitive games, especially for *discriminates and matches* descriptors (discriminating sub-quadrant) and *searches and locates* descriptors (sensing sub-quadrant). Errors found in these descriptors were caused by visual perception problem which was a prevailing obstacle for children with LD, especially dyslexia.<sup>35</sup> There are different types of visual perception. Each has differently impacted on a complex task which was analyzed as follows; children with visual attention disorder are more likely to fail to observe details needed for learning and participating in activities or receive unnecessary information distracted them from the focus. Children with visual closure disorder are unable to identify the incomplete parts of forms or objects.

Therefore, they could not mentally complete visual image or relate it with the previous store information.<sup>36</sup> According to the study, children could not imagine the complete picture of a jigsaw and could not complete the game. Children with visual form constancy, visual discrimination, and visual figure ground discrimination disorders were struggled with searching, locating, matching and discrimination of objects. Children with spatial perception disorders were struggled with orientation and position of objects and orientation between themselves to surrounding environment. These disorders affect depth perception, understanding of a map and reversed image perception.

The most problematic descriptors found in the perform quadrant included *flows* and *continues* descriptors as in continuing sub-quadrant and *times* descriptors as in control sub-quadrant. Study reported the children frequently failed to participate in activities demonstrated that they could not follow the instruction, took too long to finish their task and especially needed guidance to achieve the task. This is because these children possessed metacognition impairment. Many studies reported that children with metacognition impairment had a relatively slower speed of cognitive processing than typical children and took longer time to finish the assignment.<sup>37</sup> Processing speed significantly correlates with participatory and academic skills in school, ranging from a simple to complex activity. It is not surprising that children with LD would fail to participate in school activities such as academic tasks, keyboard typing, game activities, and sports.

Though recall was reported to be the least problematic quadrant in cognitive game, *contextualizes to durations* descriptor (recalling schemes sub-quadrant), *use object* and *recall steps* descriptors (recalling procedures sub-quadrant), and *categorizes* descriptors (recalling facts sub-quadrant) were reported to be critical for samples. Activities used to assess information processing strategies had to be complex enough to reveal problems from information processing

in children with LD. Problems found in recall quadrant were in the same direction: students were struggled to follow instructions demonstrated before and could not appropriately and correctly choose and group objects. For example, children could not differentiate pieces of jigsaw and group them by color or edging. Moreover, they took long period of time to finish the task exceeding the appointed time. Limitation of recall can be used to measure the efficiency of working memory.<sup>38</sup> Children with poor working memory show incomplete recall and struggle in activities which require storage and manipulating information.<sup>39</sup> Working memory is significant for activities that require cognitive processing. To complete the cognitive task, it is important to hold information in process until it is integrated into a full concept.<sup>38</sup> Children with working memory impairment failed to recall the multi-step instructions or rules and to complete a task involving calling up necessary information.<sup>40</sup>

## 2. Movement activities (searching for the treasure on the map, bouncing the ball with two hand in a zigzag manner, and throwing the ball into the basket)

Plan and perform were reported to be the most important quadrant in movement activity in which *sequences* descriptors in programming sub-quadrant (plan), *flows* and *continuous* descriptors in continuing sub-quadrant, *times*, *coordinates*, and *adjusts* descriptors in controls sub-quadrant (perform) were reported to be the most problematic errors. These findings were consistent with Pulis and Chapparo's study in that the most of assessment activities required a coordinating movement were used to explore information processing strategies application errors in children with LD such as catching a ball, cutting and pasting, tying a shoelace.<sup>3</sup> The result revealed that plan and perform were the most problematic quadrant for samples.

Assessment results showed that movement activities substantially required motor coordination ability. However, many studies reported that impairment of the development of motor coordination co-existed with specific learning disabilities.<sup>41-42</sup>

Factors affecting motor coordination ability in LD children were caused by slow information processing. Brown reported that slow information processing impacted coordination ability and integration between multiple skills and information sources.<sup>43</sup> Other significantly further contributed to motor coordination was impaired information processing.<sup>44</sup>

Generally, movement involves the cortical or brain-directed process of motor planning (praxis). The praxis process consists of (1) ideation: ability to mentally set up a motor objective and design of ways to achieve it; (2) motor planning: ability to intentionally plan and sequence the motor actions required to achieve the objective; (3) motor coordination: ability to accomplish movements with precision; and (4) feedback: ability to recognize the achievement of motor objective and respond to consequences.<sup>45</sup> This process of movement shows that plan and sequence process in motor action are crucial components of motor planning process, which will continually enhance motor coordination process. Findings from this study conformed to the above information that there were errors not only in perform quadrant but also in plan quadrant, especially for the sequence descriptor which was reported to be the most important error in movement activity. Furthermore, poor motor coordination ability is a result of poor perception. Many researchers shared that movement process was a deliberation of perception, decision and effector.<sup>46-47</sup> Wilson and McKenzic set a hypothesis that there would be a poor motor coordination if movement process was interrupted in any stage.<sup>48</sup> Kurtz claimed that perceptual processing regarding movement consisted of visual kinesthetic, and cross-modal perception.<sup>36</sup> This study was consistent with Kurtz's study that visual perception, especially visual-spatial perception caused errors in *discriminations* and *matches descriptors* (discrimination sub-quadrant in perceive quadrant). Another factor affecting movement was slow processing speed ability which took children with LD too long to finish assignments and caused errors in following *times* descriptor.

Recall was reported to be the least problematic quadrant in movement activity. Recall step was the only problematic descriptor since it required working memory to complete assignments. If recall step is impaired, one would be struggled with remembering instructions, organizing time toward the deadline, especially in activities with multiple steps and complex sequences which was obvious in assessment activities such as bouncing a ball with switching hands and a treasure hunting game that followed a map.<sup>49-50</sup> Children with LD in this study were struggled to be aware of depth perception and location or direction in a map.

### 3. Competitive plays (domino, bingo, and stacking)

Although total scores of PRPP system in each quadrant on competitive plays were higher than another 3 assessment activities, some descriptors were critical in this samples including *monitors* descriptor in sensing sub-quadrant followed by *flows* and *continues* descriptors (continuing sub-quadrant), and *times* descriptor (control sub-quadrant). All activities necessary to children including ADL, i.e. playing in any way such as card games, music, sport, singing, and dancing, have to utilize monitoring their actions in order to determine the next step, and also evaluate what would happen after their decision. During group activities, children often forgot their sequence and unaware for making a mistake. Factor dealing with these problems is slow processing speed which makes children react very slowly and causes errors in the *flows* and *continues* and *times* descriptors. However all errors had less problems when compared to other activities. This may be caused by stimulation and feedback from other children in the group. Children also copied friend's behavior which made them less able to use an information processing strategy, especially recalling and planning. All are consistent to McDonald who used peers to deliver self-monitoring strategy in children with disabilities which here can help support and motivate their learning.<sup>51</sup>

## Conclusion

Analysis of the performance demonstrated that participants had difficulties in all stages of information processing in all kinds of play activities. Plan quadrant produced the most problems while recall quadrant was reported to be the least problematic quadrant.

## Acknowledgement

This work was partly supported by the graduate grant from the Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University.

## References

1. National Center for Learning Disabilities (NCLD). Learning disability fast facts. [Internet].2010 [updated 2012 March 10; cited 2013 Dec 15]. Available from:<http://www.understandingspecialeducation.com/learning-disorders.html>
2. Learning Disabilities Association of American (LDA). Types of Learning Disabilities. [Internet]. 2015 [updated 2015 Jan 1; cited 2015 Jan 9]. Available from: <http://ldaamerica.org/types-of-learning-disabilities>
3. Pulis J, Chapparo C. Assessment of children with information processing deficits: the PRPP system of task analysis. Paper presented at: 2<sup>nd</sup> Pediatric Conference-What Works with Kids hosted by OT Australia-QLD; 2002; Brisbane, Queensland, Australia.
4. Stewart K, Chapparo C. School readiness: Agreement between the Perceive, Recall, Plan and Perform (PRPP) System of Task Analysis and teacher assessment [PhD thesis]. Discipline of Occupational Therapy, Faculty of Health Sciences. Australia: University of Sydney; 2010
5. National Center for Learning Disabilities (NCLD). Information processing disorder. [Internet]. 2013 [updated 2013 Jan 1; cited 2013 Dec 22]. Available from <http://www.ldonline.org/article/6390/>
6. Lerner JW. Learning disabilities: Theories, diagnosis, and teaching strategies (8<sup>th</sup> ed). Boston: Houghton Mifflin Company; 2002.
7. Watson C, Willows DM. Information-processing patterns in specific reading disability. *Journal of Learning Disabilities* 1995; 28: 216-31.
8. Cermak LS. Information processing deficits in children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*1984; 16(10): 599-605.
9. Jordan EA, Porath MJ. *Educational Psychology: A problem-Based Approach*. New York: Pearson Education Inc; 2006.
10. Semkovska M, Bédard MA, Godbout L, Limoge F, Stip E. Assessment of executive dysfunction during activities of daily living in schizophrenia. *Schizophrenia Research* 2004; 69: 289-300.
11. Chapparo C, Ranka J. The occupational performance model (Australia): A description of constructs and structure. In: Chapparo C, Ranka J, editor. *Occupational Performance Model (Australia): Monograph 1.1-22*. , NSW, Australia: University of Sydney: Lidcombe; 1997, p1-22.

12. Chapparo C, Ranka J. The PRPP System of Task Analysis: User's training manual. Available from the Discipline of Occupational Therapy, Faculty of Health Sciences, University of Sydney, NSW, Australia: Lidcombe; 2005
13. Fry K, O'Brien L. Using the Perceive, Recall, Plan and Perform system to assess cognitive deficits in adults with traumatic brain injury: A case study. *Australian Occupational Therapy Journal* 2002 Dec; 49(4): 182-7.
14. Munkhetvit P. Types of cognitive deficits during the performance of ADL and IADL in persons with CVA. *The Journal of Occupational Therapist Association of Thailand* 2008; 11(1): 19-30. (in Thai)
15. Nott MT, Chapparo C. Measuring information processing in a client with extreme agitation following traumatic brain injury using the Perceive, Recall Plan and Perform System of Task Analysis. *Australian Occupational Therapy Journal* 2008; 55, 188-98.
16. Aubin G, Stip E, Gelinis I, Rainville C, Chapparo C. Assessment of information-processing skills during daily task performance in persons with schizophrenia: Usefulness of the Perceive, Recall, Plan, and Perform (PRPP) System of Task Analysis. Paper presented at: The 15th World Conference of the Federation of Occupational Therapists; 2010; Santiago, Chile.
17. Ranka JL. Cognitive Strategy Application during Everyday Task Performance in Men with HIV-1 Dementia [PhD thesis]. Australia: University of Sydney; 2010.
18. Boland K. Assessing information processing in the context of pretend play [PhD thesis]. Discipline of Occupational Therapy, Faculty of Health Sciences. Australia: University of Sydney; 2004.
19. Fordham M. Perceive, Recall, Plan, Perform (PRPP) Rating Scales (Parent and Teacher): Reliability and Validity [PhD thesis]. Discipline of Occupational Therapy, Faculty of Health Sciences. Australia: University of Sydney; 2001
20. Chapparo C, Lowe S, Heard R. Published Abstract: Occupational Therapy Australia, 25th National Conference and Exhibition. *Australian Occupational Therapy Journal* 2013; 60(Supp. 1): 42-3
21. Challita J, Chapparo C, Hinitt J, Lowe S. The effectiveness of the Perceive, Recall, Plan, Perform (PRPP) System of Intervention on the social skills of children with learning difficulties. Published Abstract: Occupational Therapy Australia, 25th National Conference and Exhibition. *Australian Occupational Therapy Journal* 2013; 60(Supp.1): p43.
22. Lowe S. Cognitive strategies and school participation for students with learning difficulties [PhD thesis]. Discipline of Occupational Therapy, Faculty of Health Sciences. Australia: University of Sydney; 2010
23. Lohri J. Information and sensory processing abilities of young children with autism spectrum disorder [PhD thesis]. Discipline of Occupational Therapy, Faculty of Health Sciences. Australia: University of Sydney; 2005
24. Cognitive Professional Services Company. Building School Age Programs: School-Age Program Guidelines for Out of School Time [Internet]. 2013 [updated 2013 Jan 1; cited 2013 Nov 17]. Available from [http://www.cyssprogram.com/\\_docs/webinars/2013-02-conf-call.pdf](http://www.cyssprogram.com/_docs/webinars/2013-02-conf-call.pdf)
25. American Occupational Therapy Association, T. Occupational therapy practice framework: Domain and process (3rd ed.). *American Journal of Occupational Therapy* 2014; 68: 1-48.
26. Molnar AE. Convergent and Divergent executive functioning skills in school age children with ADHD or Dyslexia [PhD thesis]. Department of Psychology in the Graduate School Southern Illinois, University at Carbondale, United States: Pro Quest LLC; 2008.

27. Welsh MC & Pennington BF. Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology* 1988; 4: 199-230.
28. Bergen D. The role of pretend play in children's cognitive development. *Early Childhood Research and Practice* 2002; 4(1): 1-9.
29. Eysenck MW, Keane MT. *Cognitive psychology: A student's handbook (4th Ed.)*. East Sussex, UK: Psychology Press Ltd.; 2000.
30. Mazzone G, Nelson TO. *Metacognition and cognitive neuropsychology: Monitoring and control processes*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc; 1998.
31. McMullen RC, Shippen ME, Dangel HL. Middle school teachers' expectations of organizational behaviors of students with learning disabilities. *Journal of Instructional Psychology* 2007; 34(2): 75-80.
32. Missiuna C, Mandich AD, Polatajko HJ, Malloy-Miller T. *Cognition Orientation to Daily Occupational Performance (CO-OP): Part I-theoretical foundations*. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics* 2001; 20(2/3): 69-81.
33. Miyake A, Friedman N, Emerson M, Witzki A, Howerter A, Wager T. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology* 2000; 41, 49-100.
34. Fulmer A. An investigation of the decision-making strategies of learning disabled (LD) and non-disabled (NLD) adult students using information processing theory: Implications for educators. *Australian Journal of Teacher Education* 1998; 23(1): 9-19.
35. Handler SM, Walter MF. *Learning Disabilities, Dyslexia, and Vision*. *American Academy of Pediatrics* 2011; 127 (3): 818-56.
36. Kurtz LA. *Visual perception problems in children with AD/HD, autism, and other learning disabilities: a guide for parents and professionals*. London: Jessica Kingsley Publishers; 2006.
37. Urso A. *Processing Speed as a predictor of poor reading [PhD thesis]*. Discipline of Faculty of the Department of Special Education, Rehabilitation and School Psychology: the University of Arizona; 2008.
38. Cowan N. The Magical Mystery Four: How is Working Memory Capacity Limited, and Why? *Current Directions in Psychological Science* 2010; 19(1): 51-7.
39. Gathercole SE, Alloway TP. *Understand Working Memory: A Classroom Guide*. London, UK: Harcourt Assessment; 2007.
40. Dunning DL. Does working memory training promote the use of strategies on untrained working memory tasks? *Memory & Cognition* 2013; 42(6): 854-62.
41. Polatajko HJ, Fox M, Missiuna C. An international consensus on children with developmental coordination disorder. *Canadian Journal of Occupational Therapy* 1998; 62: 3-6.
42. Missiuna C, Polatajko H. Developmental dyspraxia by any other name: Are they all just clumsy children? *American Journal of Occupational Therapy* 1995; 49: 619-27.
43. Brown TE. *Describing Six Aspects of a Complex Syndrome [Internet]*. 2008 [updated 2013 Jan 10; 2013 Sep 7]. Available from: <http://www.drthomasebrown.com/pdfs/Exec>
44. Cermak LS. Information processing deficits in children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities* 1983; 16(10): 599-605.

45. May-Benson TA. "Praxis is more than just motor planning". *American Journal of Occupational Therapy* 2004; 9(18): 1-8.
46. Fitts PM, Posner MI. *Human performance*. Belmont, CA: Brooks/Cole; 1967.
47. Marteniuk RG. *Information processing in motor skills*. Holt: Rinehart and Winston; 1976.
48. Wilson PH, McKenzie, BE. Information processing deficits associated with developmental coordination disorder: A meta-analysis of research findings. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 1998; 39: 829-40.
49. Alloway TP, Temple KJ. A Comparison of Working Memory Profiles and Learning in Children with Developmental Coordination Disorder and Moderate Learning Difficulties. *Applied Cognitive Psychology* 2007; 21: 473-87.
50. Alloway TP. Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning in children with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment* 2009; 25: 92-8.
51. McDonald S. *Portfolio and its use, Book II: A road map for assessment*. Little Rock, AR: Southern Early Childhood Association; 1996.

# การเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลของฮีแมกกลูตินินและนิวรามินิเดส ในไข้หวัดใหญ่ชนิดเอ H1N1 2009 ที่ระบาดในประเทศไทย ระหว่างปี 2009-2011

## Molecular change of hemagglutinin and neuraminidase of 2009 pandemic influenza virus H1N1 in Thailand, 2009-2011

ไตรวิทย์ รัตนโรจน์พงศ์ <sup>1</sup>	ปฏิมาพร วงษ์พรหมพิทักษ์ <sup>2</sup>	พิษณุ ภูรักษา <sup>3</sup>
Triwit Rattanarajpong <sup>1</sup>	Patimaporn Wongprompitak <sup>2</sup>	Phisanu Pooruk <sup>3</sup>
หทัยรัตน์ เลิศสำราญ <sup>4</sup>	จินตนา พาวงศ์ <sup>5</sup>	บุญรัตน์ ทัดนัยไตรเทพ <sup>6</sup>
Hatairat Lerdsamran <sup>4</sup>	Chintana Phawong <sup>5</sup>	Boonrat Tassaneetrithep <sup>6</sup>
สมคิด คงอยู่ <sup>7</sup>	โสภณ เอี่ยมศิริถาวร <sup>8</sup>	พิไลพันธ์ พุชพัฒนะ <sup>4*</sup>
Somkid Kongyu <sup>7</sup>	Sophon Iamsirithaworn <sup>8</sup>	Pilaipan Puthavathana <sup>4*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ

<sup>1</sup>Department of Microbiology, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology, Bangkok, Thailand

<sup>2</sup>ภาควิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

<sup>2</sup>Department of Immunology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok, Thailand

<sup>3</sup>องค์การเภสัชกรรม กระทรวงสาธารณสุข กรุงเทพฯ

<sup>3</sup>Government Pharmaceutical Organization, Ministry of Public Health, Bangkok, Thailand

<sup>4</sup>คณะเทคโนโลยีการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา จังหวัดนครปฐม

<sup>4</sup>Faculty of Medical Technology, Mahidol University Salaya, Nakhon Pathom Province, Thailand

<sup>5</sup>ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>5</sup>Department of Medical Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

<sup>6</sup>สถานส่งเสริมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

<sup>6</sup>Office for Research and Development, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok, Thailand

<sup>7</sup>สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข จังหวัดนนทบุรี

<sup>7</sup>Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Nonthaburi Province, Thailand

<sup>8</sup>สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1 กรุงเทพฯ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข กรุงเทพฯ

<sup>8</sup>Office of Disease Prevention and Control 1, Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Bangkok, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: pilaipan.put@mahidol.ac.th)

\* Corresponding author (Email: pilaipan.put@mahidol.ac.th)

Received September 2015

Accepted as revised October 2015

### บทคัดย่อ

**บทนำ:** ไวรัสไข้หวัดใหญ่ชนิดเอสายพันธุ์ใหม่ 2009 เป็นสาเหตุของการระบาดของไข้หวัดใหญ่ทั่วโลก ยีน HA และ NA ของเชื้อไวรัสมีความแปรผันและเปลี่ยนแปลงสูงจากการตอบสนองของภูมิคุ้มกันและยา

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน HA และ NA ของไวรัสไข้หวัดใหญ่ชนิดเอสายพันธุ์ใหม่ 2009 ที่แยกจากผู้ป่วยในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 2009-2011

**วิธีการวิจัย:** วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน HA และ NA จากไวรัส 34 ตัวอย่างที่แยกได้จากผู้ป่วยในแต่ละช่วงของการระบาดจากพื้นที่ต่างๆ ในประเทศไทย เปรียบเทียบกับสายพันธุ์วัคซีนและสร้างแผนภูมิวิวัฒนาการ ของยีน HA และ NA จากไวรัสที่แยกได้ในแต่ละช่วงของการระบาด และศึกษา HI titer ของไวรัสที่แยกได้ในแต่ละช่วงของการระบาดเปรียบเทียบกับซีรัมอ้างอิง

**ผลการศึกษา:** การศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์และลำดับกรดอะมิโนของยีนทั้งสองชนิดของไวรัส พบว่าในส่วนของ ยีน HA เริ่มมีความแตกต่างจากสายพันธุ์วัคซีนตั้งแต่การระบาดครั้งที่หนึ่งในประเทศไทย ลำดับนิวคลีโอไทด์และลำดับกรดอะมิโนของยีนทั้งสองในส่วนของตำแหน่งจับจำเพาะมีความแตกต่างจากสายพันธุ์วัคซีนมากขึ้นในไวรัสที่แยกได้จากการระบาด

ครั้งที่สี่ อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์และลำดับกรดอะมิโนในส่วนที่จับกับตัวรับ ของ เซลล์เป้าหมายและตำแหน่งของหมู่น้ำตาล เมื่อเทียบกับสายพันธุ์วัคซีน ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลที่ได้จาก HI titer และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของลำดับนิวคลีโอไทด์และลำดับกรดอะมิโนที่เป็นเป้าหมายของยาด้านไวรัสของ NA เมื่อวิเคราะห์ แผนภูมิวิวัฒนาการพบว่าสามารถแบ่งกลุ่มไวรัสที่มีการระบาดแต่ละช่วงเวลาออกจากกันได้

**สรุปผลการศึกษา:** ไวรัสที่แยกได้จากการระบาดในแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันในช่วงการระบาดครั้งแรกกับการระบาด ครั้งที่ 4 ซึ่งอาจบ่งบอกการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของไวรัสไข้หวัดใหญ่ชนิดเอ สายพันธุ์ใหม่ 2009 จึงควรศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในการพิจารณาการใช้วัคซีนและยาในประเทศไทย

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 36-52. Doi: 10.14456/jams.2016.12

คำรหัส: ไข้หวัดใหญ่ชนิดเอ (H1N1) 2009 ระลอกการระบาด HI titer เจเนติก ดริฟต์

### Abstract

**Background:** The 2009 pandemic influenza virus A (H1N1) caused the global pandemic disease since the first outbreak reported in April 2009. HA and NA genes of influenza virus have the frequent antigenic variation resulted from immune response and drug.

**Objective:** To analyze HA and NA genes from 34 viral isolates circulating during 2009-2011 in Thailand to elucidate the genetic drift of these genes.

**Methods:** A total of 34 samples of viruses were derived from individuals with influenza-like illness (ILI) in each epidemic wave from different regional areas of Thailand. Nucleotide sequences of HA and NA of viruses from each epidemic wave were analyzed and compared with the vaccine strain. Phylogenetic tree was constructed from the concatenated HA and NA nucleotide sequences of viruses isolated in this work. HI titer of the virus isolated from each epidemic wave was also determined with a reference human serum.

**Result:** Nucleotide and amino acid sequences analysis revealed that antigenic drift from vaccine strain of both genes has been occurred in the antigenic site since the first epidemic wave in Thailand. The increasing of mutation in the antigenic site could be observed in virus isolated from the 4<sup>th</sup> epidemic wave. However, no any amino acid differences could be found in receptor binding site and glycosylation site within HA of most virus isolates comparing to the vaccine strain according to HI titer. Additionally, change in amino acid sequence was not occurred in the drug binding site of NA. Phylogenetic tree analysis could classify viruses into closely related but distinct clusters.

**Conclusion:** Viruses were different between early pandemic and the 4<sup>th</sup> epidemic wave. Therefore, surveillance of the antigenic drift of 2009 pandemic influenza virus A (H1N1) should be continuously followed up for the consideration of vaccine update and drug treatment in Thailand.

Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 36-52. Doi: 10.14456/jams.2016.12

**Keywords:** 2009 pandemic influenza virus A (H1N1), epidemic wave, HI titer, genetic drift

## Introduction

Influenza A is one of three genera of influenza viruses in the family of negative stranded, segmented RNA viruses known as *Orthomyxoviridae*.<sup>1</sup> Influenza virus is a highly contagious respiratory pathogen that continues to spontaneously evolve by the process of genetic drift<sup>2-4</sup> and dynamic changes over different periods of time and various places within different epidemiological entities. This event leads to generation of a new virus that impacts both veterinary and human public health worldwide.

The 2009 pandemic H1N1 influenza virus was firstly found in patients with febrile respiratory illness in the United States and Mexico, and has spread rapidly across the world by human-to-human transmission including to Thailand. New virus was generated from genetic re-assortment between the recently circulating swine H1 viruses in North America and avian-like swine viruses in Europe.<sup>5</sup> The phylogenetic analysis revealed that HA gene (hemagglutinin) of 2009 H1N1 was derived from classical swine H1N1 virus<sup>5</sup> and NA gene (neuraminidase) of this virus was closely related to European H1N1 swine virus and H5N1 avian flu rather than H1N1 counterparts that in North America.<sup>6</sup>

The 2009 pandemic A H1N1 virus is generally associated with mild disease and a relatively low mortality.<sup>7</sup> However, sporadic severe or fatal cases were reported from time to time. Apart from individual immunity discrepancy, it is projected that high virulence and pathogenesis of influenza strains are also caused by the specific sequence of viral proteins and mutations occurred in critical regions, including the external surface of HA and NA in relation to their interactions with sialic acids, the viral specific receptor on host cells.<sup>7</sup>

HA and NA are two most important surface glycoproteins of influenza viruses to elicit protective antibody and also insight for selective pressure when the alteration was occurred within the antigenic sites of these glycoproteins<sup>8,9</sup> due to antigenic drifts under the selective pressure of herd immunity.<sup>9-11</sup>

HA can be function in the form of a homotrimer. This glycoprotein is composed of a N-terminus- globular head domain (Interpro IPR000149) and a C-terminal stalk domain (Interpro IPR013829).<sup>12</sup> The N-terminus signal

peptide is 17 residues long and is cleaved during the maturation process. The receptor binding site is composed of three structural elements: a 190-helix (residues 184-191), a 220-loop (residues 218-225), and a 130-loop (residues 131-135).<sup>13</sup> Several antigenic sites located within positions 87 to 254 divided into 4 regions (Ca, Cb, Sa and Sb).<sup>14,15</sup> Sa and Sb sites are proximal to the receptor-binding pocket, the Ca site (Ca1 and Ca2) is at the subunit interface, and the Cb site is within the vestigial esterase domain.<sup>16</sup> NA is a tetramer with a boxlike head comprises of four subunits, as well as a central attached stalk with a single hydrophobic region of some 29 amino acids near the N-terminus.<sup>17</sup> NA is an essential glycoprotein for viral survival and pathogenicity. During early infection, HA binds to sialic acid-containing receptors on the surface of host cells.<sup>18,19</sup> NA cleaves cellular sialic acid that link between host cell membrane to help new virions release from host cell and allow them to infect the adjacent cells.<sup>20-22</sup> NA protein contains antigenic sites at residues 153, 198-200, 328-336, 337-344, 364-367, 369-399, and 431-434.<sup>23</sup> Glycosylation at antigenic sites of HA and NA is also an important mechanism of immune evasion by influenza virus.<sup>24-26</sup> Maturation of HA in the ER is also characterized by N-glycosylation (N-X-S/T) at 8 conserved positions (27, 28, 40, 104, 293, 304, 498 and 557). Additionally, NA has 8 glycosylation sites at positions 50, 58, 63, 68, 88, 146, 235 and 386.<sup>27</sup> Variations in amino acids of HA and NA proteins have been reported in several studies in the early epidemic time of virus.<sup>6,28-36</sup>

Since World Health Organization (WHO) declared an emergent pandemic of the virus<sup>37</sup> and announced that outbreak moved beyond the post-pandemic period after mid 2010, the alteration of amino acids changes of HA and NA of 2009 pandemic H1N1 influenza virus isolated from patients in each epidemic wave in different regional areas of Thailand during pandemic and post-pandemic time should be monitored to assess the vaccine efficacy. Therefore, specific aims of this study were: (1) to study the phylogenetic relationship among 2009 pandemic H1N1 influenza virus from each epidemic wave during June 2009 through December 2011 in Thailand; (2) to investigate mutation and qualitative amino acid changes at receptor-binding sites (RBS), antigenic sites and

N-glycosylation sites of HA in viruses from each epidemic wave; (3) to examine mutation and qualitative amino acid changes in antigenic sites, drug binding sites and N-glycosylation sites of NA in viruses from each epidemic wave.

## Materials and methods

### Viral samples

A total of 34 samples presented in Table 1 were derived from throat swabs or nasopharyngeal swabs collected from individuals with influenza-like illness (ILI) in each epidemic wave from different regional areas of Thailand. Laboratory diagnosis was performed by real-time RT-PCR to confirm the positivity for 2009 pandemic H1N1 influenza viruses of all samples. Nucleotide sequences of HA and NA of viruses isolated from different geographic area corresponding to the period of each epidemic wave in Thailand available in GenBank was also included in the study. The vaccine strain, A/California/07/2009 (Accession number NC\_026433 and NC\_026434) and A/California/04/2009 (Accession number GQ117044 and FJ969517) were used as the reference strains for nucleotide and protein sequence analysis and comparison. Viruses were propagated in Madin-Darby Canine Kidney cells (MDCK) (CCL34: American Type Culture Collection, Rockville, MD, USA) and subsequently confirmed for the presence of viruses with reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR). All positive 2009 pandemic A H1N1 viruses were stored at -80 °C for further use.

### Nucleotide sequencing of HA and NA genes of viruses.

Viral RNA was extracted with the QIAamp Viral RNA Mini kit (Qiagen, Germany). The HA and NA genes were amplified by RT-PCR. Random Hexamers (Invitrogen, Life Technologies, CA, USA) was used for cDNA synthesis. Two primer pairs were used for HA gene amplification and direct HA sequencing: (1) Ca-HA1F (5'ATA CGA CTA GCA AAA GCA GGG G 3'), Ca-HA943R (5' GAA AKG GGA GRC TGG TGT TTA 3'), and (2) Ca-HA736F (5'AGR ATG RAC TAT TAC TGG AC3'), Ca-HA1778R: (5'GTG TCA GTA GAA ACG GGT GTT T 3'). The HA amplicon generated from the first and the second primer pair was 950 and 1,050 bp, respectively. Another two primer pairs were

used for NA gene amplification and direct gene sequencing: (1) Ba-Na1 (5' TAT TGG TCT CAG GGA GCA AAA GCA GGA GT 3'), NA770R (5'GAT CTT GTA TGA GGC CTG TCC 3'), and (2) NA541F (5'GGT CAG CAA GTG CTT GTC ATG A 3'), Ba-Na1413R (5'ATA TGG TCT CGT ATT AGT AGA AAC AAG GAG TTT TTT 3'). The NA amplicon generated from the first and the second primer pair was 800 and 890 bp, respectively. The first reverse transcription from RNA to cDNA was performed at 50 °C by incubation for 50 minutes; the PCR reaction started by denaturing at 95 °C for 5 minutes, and amplified for 35 cycles (ABI 2700, Applied Biosystems, CA, USA) under the following conditions, 94 °C for 45 seconds; 55 °C for 45 seconds, 72 °C for 2 minutes and a final extension at 72 °C for 10 minutes. The PCR products were analyzed by electrophoresis in a 1.5% agarose gel and visualized by staining gels with ethidium bromide. They were further purified and sequenced by First BASE Pte Ltd., Malaysia.

### Molecular sequences and phylogenetic analysis

The deduced amino acid translation of HA and NA was performed by Expasy translational tool available at <http://web.expasy.org/translate/>. A multiple sequence alignment (MSA) of HA and NA nucleotide and protein sequences from 2009 pandemic H1N1 influenza viruses were performed by MUSCLE program version 3.52.<sup>38</sup> Phylogenetic tree was constructed from concatenated of HA and NA by MrBayes 3.1.1 program<sup>39</sup> with 1,000 bootstrapped replicates. A/California/07/2009 and A/California/04/2009 were included for the phylogenetic tree construction. A/Brisbane/59/2007 and A/Puerto\_Rico/8/34 were used as outgroup. Reference strain for phylogenetic tree construction were retrieved from GenBank according to the previous report of virus outbreak at the same time in Thailand.<sup>40</sup>

### Measurement of selective pressure

To evaluate the selective pressure on HA and NA of 2009 pandemic H1N1 influenza virus in Thailand, non-synonymous substitution (dN) and synonymous substitution (ds) were analyzed by Z-test of selection with 500 bootstrapped in MEGA 5 program.<sup>41</sup>

### HI antibody assay

A reference human serum specific to A/California/07/2009 and those from the National Institute for Biological Standards and Control (NIBSC), UK were used for HI assay. HI assay was performed as previously described.<sup>42</sup> Fifty  $\mu$ L of test serum were mixed with 150  $\mu$ L of RDE (Denka Seiken, Tokyo, Japan) and incubated overnight in water bath at 37 °C for 20 hours to eliminate nonspecific inhibitors. This step was followed by heat inactivation at 56 °C for 30 minutes, and removal of nonspecific agglutinate by absorbing with erythrocytes for 1 hour at 4 °C. The replicating virus at final concentration of 4 HA units/25  $\mu$ L was used as test antigen; and goose erythrocytes was used as indicator. Treated serum was two-fold serially diluted in duplicate wells of a microtiter V shaped plate at an initial dilution of 1:10; and 25  $\mu$ L of the diluted serum were incubated with 25  $\mu$ L of test antigen for 30 minutes at room temperature. Thereafter, reaction wells were added with 50  $\mu$ L of 0.5% goose erythrocyte suspension and further incubated for 30 minutes at room temperature before HI antibody titers were determined. HI antibody titer is defined as reciprocal of the highest

serum dilution that completely inhibits hemagglutination. Reference/positive control serum with known HI titer, serum control and back titration of viral antigen were included in each run. For calculating GMT, antibody titer <10 was assigned as 5, and the titer  $\geq$ 1280 was assigned as 1,280. Statistical analysis was done by one-way analysis of variance (ANOVA) with Student's t-test in SPSS for Windows. A *p*-value <0.05 was considered statistically significant difference.

## Results

### Epidemiology and viral sample collection

The outbreak of 2009 pandemic A H1N1 occurred in Thailand during the mid-2009 to 2011. The period of the outbreak can be categorized into 4 epidemic waves, THW1, THW2, THW3 and THW4 from different provinces in Thailand. All 34 samples isolated from individuals with influenza-like illness (ILI) in each epidemic wave in Thailand were positive for 2009 pandemic A H1N1. HA and NA nucleotide sequences were submitted to the NCBI database under the accession number revealed in Table 1.

**Table 1** 2009 Pandemic H1N1 influenza viruses isolated from each epidemic wave in different regional areas of Thailand.

Virus names	Locations	Accession numbers (NA)	Accession numbers (HA)
<b>Epidemic wave 1 (THW1) (July-October 2009)</b>			
A/Thailand/SirirajICRC_CBI_2/2009(H1N1)	Chonburi	KF849738	KF849767
A/Thailand/SirirajICRC_CBI_3/2009(H1N1)	Chonburi	KF849739	KF849768
A/Thailand/SirirajICRC_CBI_4/2009(H1N1)	Chonburi	KF849740	KF849769
A/Thailand/SirirajICRC_CBI_7/2009(H1N1)	Chonburi	KF849741	KF849770
A/Thailand/SirirajICRC_CBI_8/2009(H1N1)	Chonburi	KF849742	KF849771
A/Thailand/SirirajICRC_CBI_9/2009(H1N1)	Chonburi	KF849743	KF849772
<b>Epidemic wave 2 (THW2) (December 2009-February 2010)</b>			
A/Thailand/SirirajICRC_SEA-002(34)/2010(H1N1)	Bangkok	KF849744	KF849773
A/Thailand/SirirajICRC_SEA-002(33)/2010(H1N1)	Bangkok	KF849745	KF849774
A/Thailand/SirirajICRC_SEA-003(34)/2010(H1N1)	Bangkok	KF849746	KF849775
A/Thailand/SirirajICRC_SEA-001(34)/2010(H1N1)	Bangkok	KF849747	KF849776
A/Thailand/SirirajICRC_SEA-003(33)/2010(H1N1)	Bangkok	KF849748	KF849777
A/Thailand/SirirajICRC_SEA-002(34)/2010(H1N1)	Bangkok	KF849744	KF849773
A/Thailand/SirirajICRC_SEA-002(33)/2010(H1N1)	Bangkok	KF849745	KF849774

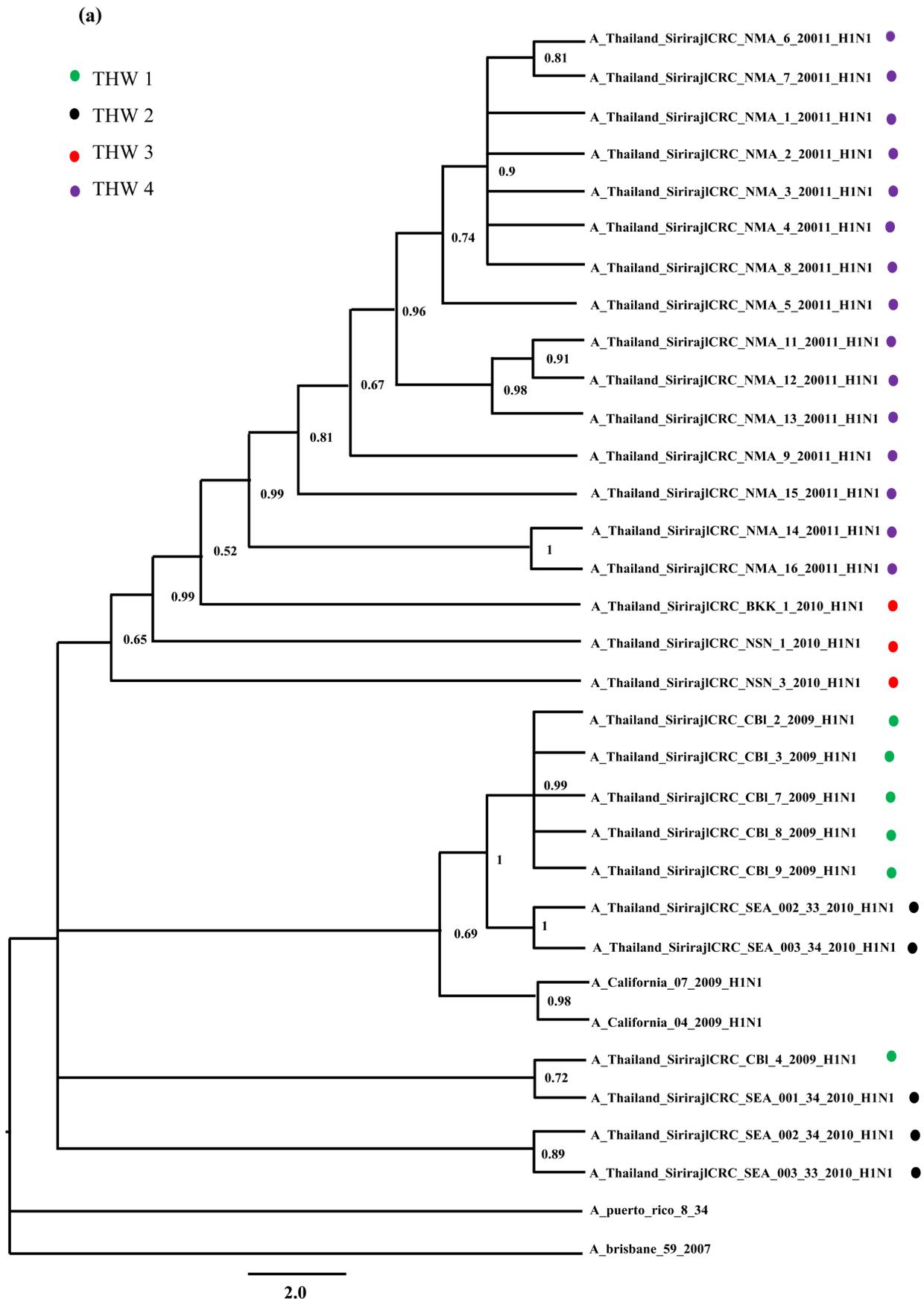
**Table 1** 2009 Pandemic H1N1 influenza viruses isolated from each epidemic wave in different regional areas of Thailand.  
(continued)

Virus names	Locations	Accession numbers (NA)	Accession numbers (HA)
<b><u>Epidemic wave 3 (THW3) (June-November 2010)</u></b>			
A/Thailand/Siriraj/CRC_NSN_1/2010(H1N1)	Nakhonsawan	KF849749	KF849778
A/Thailand/Siriraj/CRC_NSN_3/2010(H1N1)	Nakhonsawan	KF849750	KF849779
A/Thailand/Siriraj/CRC_BKK_1/2010(H1N1)	Bangkok	KF849751	KF849780
A/Thailand/Siriraj/CRC_BKK_2/2010(H1N1)	Bangkok	-	KF849781
A/Thailand/Siriraj/CRC_BKK_7/2010(H1N1)	Bangkok	-	KF849782
A/Thailand/Siriraj/CRC_BKK_9/2010(H1N1)	Bangkok	-	KF849783
A/Thailand/Siriraj/CRC_BKK_10/2010(H1N1)	Bangkok	-	KF849784
<b><u>Epidemic wave 4 (THW4) (May-December 2011)</u></b>			
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_1/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849752	KF849785
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_2/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849753	KF849786
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_3/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849754	KF849787
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_4/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849755	KF849788
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_5/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849756	KF849789
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_6/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849757	KF849790
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_7/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849758	KF849791
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_8/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849759	KF849792
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_9/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849760	KF849793
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_10/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	-	KF849794
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_11/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849761	KF849795
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_12/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849762	KF849796
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_13/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849763	KF849797
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_14/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849764	KF849798
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_15/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849765	KF849799
A/Thailand/Siriraj/CRC_NMA_16/2011(H1N1)	Nakhonratchasima	KF849766	KF849800

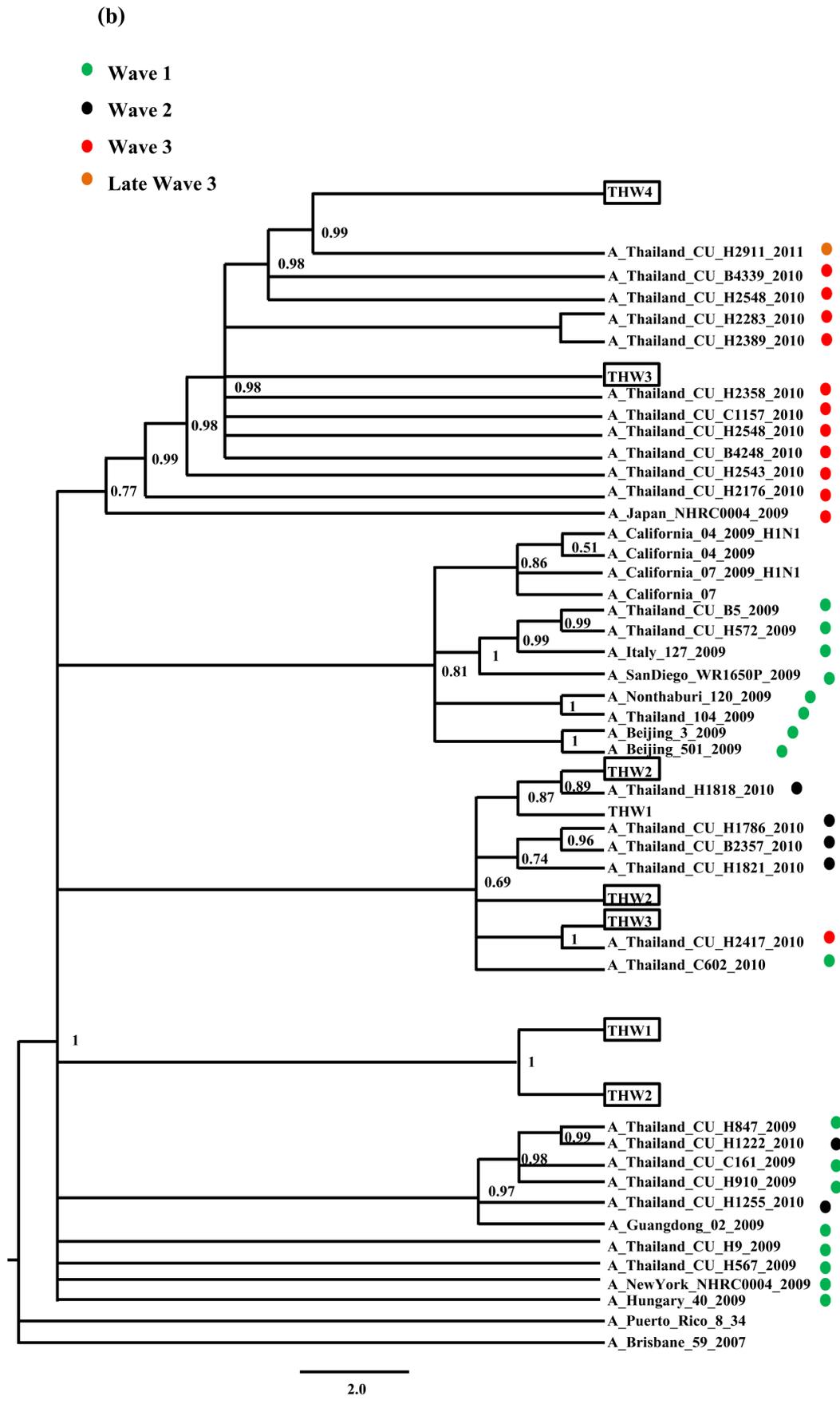
#### **Phylogenetic tree analysis of 2009 pandemic A H1N1 from 4 epidemic waves in Thailand**

Complete HA and NA derived from 29 positive samples and 203 of those nucleotide sequences of 2009 pandemic A H1N1 available in GenBank were aligned and compared with the reference strains, A/California/07/2009 and A/California/04/2009. Diversity of 29 viruses isolated from each epidemic wave was investigated from phylogenetic tree constructed from concatenated HA and NA nucleotide sequences and indicated that viruses could be classified

into closely related but distinct clusters. Viruses from THW1 and THW2 were in the same group with reference vaccine strain. Viruses from THW4 were originated from viruses in THW3 (Figure 1a). Reconstruction of phylogenetic tree among viruses isolated in this work with viruses circulating in the same period, demonstrated that the 2009 pandemic H1N1 viruses circulating in Thailand at very early pandemic phase were differed from those at the post-pandemic phase (Figure 1b).



**Figure 1** Phylogenetic trees of 2009 Pandemic H1N1 influenza viruses reconstructed from HA gene. The topological of the tree was summarized ML 1,000 bootstrap replicates. (a) The tree was constructed from 29 viruses isolated in this work concatenated HA and NA nucleotide sequences. (b) Phylogenic reconstructed model from concatenated HA and NA nucleotide sequences of 29 viruses isolated in this work and 203 virus isolates outbreak at the same circulating time at different geographic regions obtained from GenBank.



**Figure 1** Phylogenetic trees of 2009 Pandemic H1N1 influenza viruses reconstructed from HA gene. The topological of the tree was summarized ML 1,000 bootstrap replicates. (a) The tree was constructed from 29 viruses isolated in this work concatenated HA and NA nucleotide sequences. (b) Phylogenetic reconstructed model from concatenated HA and NA nucleotide sequences of 29 viruses isolated in this work and 203 virus isolates outbreak at the same circulating time at different geographic regions obtained from GenBank.

### Selective pressure analysis

In order to determine the adaptive molecular evolution of 2009 pandemic H1N1 influenza virus, overall selective pressure operated in HA and NA were analyzed by estimating the ratio of non-synonymous substitution ( $d_N$ ) to synonymous substitution ( $d_S$ ) ( $\omega$ ) and found that HA and NA of 2009 pandemic H1N1 influenza virus in Thailand were under positive selective pressure with  $\omega$  values of 1.43 and 1.69, respectively.

### Comparative analysis of deduced amino acid sequences of HA

HA is the important target of influenza viruses to encounter neutralizing antibody selective pressure and play a role in inter-species transmission. Therefore, amino acid sequence comparison within antigenic sites, receptor binding sites, and glycosylation sites of this external glycoprotein was carried out among 34 isolates of 2009 pandemic A H1N1 influenza viruses circulating in 4

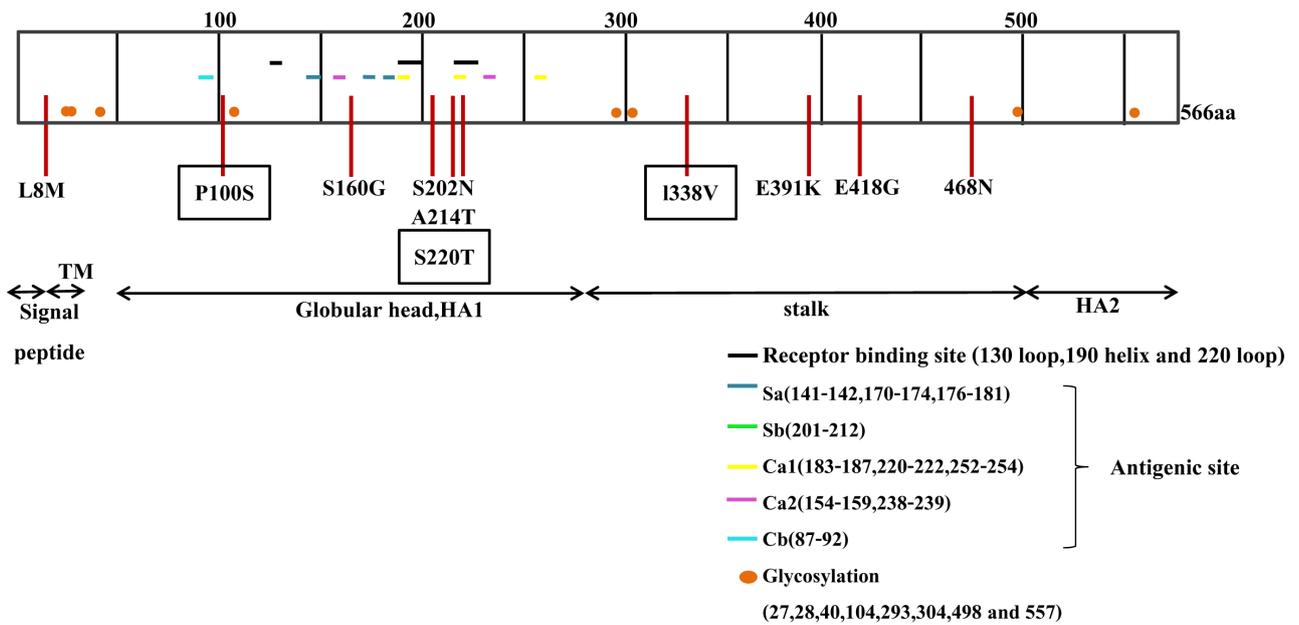
epidemic waves from Thailand with A/California/07/2009. There was substitution of amino acids occurred in 2009 pandemic A H1N1 influenza viruses circulating during 4 epidemic waves in Thailand. As shown in Table 2, the 2009 pandemic A H1N1 influenza viruses circulating in Thailand presented several mutations in the globular head and stalk stem domain of HA. HA from virus isolates of THW4 showed high frequency of mutations at each amino acid position within globular head and stalk stem domain of HA compared to A/California/07/2009. Mutation of P100S, S220T and I338V were presented in the vast majority of 34 virus isolates but absence in A/California/07/2009. Mutation of S202T, E391K and S468N was less frequently found in HA of virus isolates from THW1 to THW3 but found in isolates from THW4. Three additional mutations, L8M, S160G and A214T were presented in HA of viruses isolates from THW4.

**Table 2** Comparison of the frequency amino acid (aa) mutation of the HA from 2009 Pandemic H1N1 influenza viruses from THW1- THW4.

Viruses	Numbers	Years	Positions									
			SP	Globular heads						Stalks		
			L8M	P100S	S160G	S202T	A214T	S220T	I338V	E491K	S468N	
THW1	6	2009	0	6	0	0	0	6	6	1	0	
THW2	5	2009-2010	0	5	0	0	0	5	5	3	0	
THW3	7	2010	0	7	0	5	5	7	7	7	4	
THW4	16	2011	16	16	16	16	16	16	16	16	16	

Mutation of P100S was intriguing and close to amino acid of glycosylation site (N104).<sup>27</sup> Mutation of S220T located in Ca1 antigenic site<sup>43</sup> and I338V in the stalk domain were also observed. Mutation of L8M was presented in signal peptide and mutation of S160G was close to Ca2 antigenic site.<sup>43</sup> Mutation of S202T was in the Sb antigenic site whereas of A214T was close to the Sb antigenic site. The last two mutations were E391K

and S469N in the stalk domain. Virus isolates from THW1 possessed G or E but that isolated from THW2 presented the mixture of E and K at the position 391. The transition from E to K was found in almost of all virus isolates from THW4 (Figure 2). Analysis of amino acid changes in glycosylation site of HA, showed that all glycosylation sites were asparagine and conserved among the virus isolates from THW1–THW4 in Thailand (Table 3).



**Figure 2** The region of amino acid substitution of HA from 2009 Pandemic H1N1 influenza virus isolates circulating in THW4 in Thailand. The amino acid substitutions found in virus isolates from THW1-THW4 were indicated in box.

**Table 3** Potential Number and position of N-link glycosylation site on HA of 2009 Pandemic H1N1 influenza viruses from THW1-THW3 with THW4.

Viruses	HA1 stalks			Globular heads		HA2 stalks			Total
	27	28	40	104	293	304	498	557	
A/Brevig_ Mission/1/1918	N	N	N	N	-	N	N	N	7
A/California/07/2009	N	N	N	N	N	N	N	N	8
THW1	N	N	N	N	N	N	N	N	8
THW2	N	N	N	N	N	N	N	N	8
THW3	N	N	N	N	N	N	N	N	8
THW4	N	N	N	N	N	N	N	N	8

### Comparative analysis of deduced amino acid sequences of NA

NA is the target glycoprotein involves in releasing and spreading of virus from infected cells to neighboring cells and also is driven by selective pressure. Therefore, alteration of deduced amino acid sequences in antigenic sites, glycosylation sites and drug binding sites of NA from

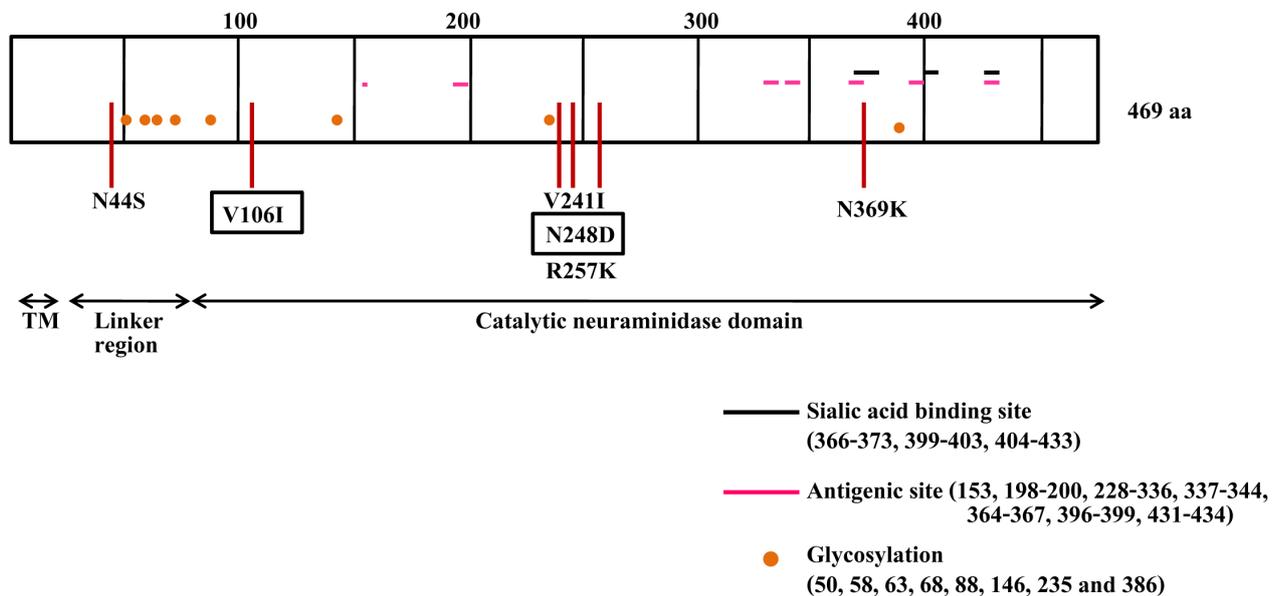
34 Thai isolates of 2009 pandemic A H1N1 influenza viruses circulating were analyzed with those of A/California/07/2009. It revealed that NA showed less amino acid substitutions than HA. Mutation of V106I and N248D were found in all virus isolates. The additional mutations (N44S, V241I, R257K and N369K) was observed in all virus isolates from THW4 (Table 4).

**Table 4** Comparison of the frequency amino acid (aa) mutation of the NA from 2009 Pandemic H1N1 influenza viruses from THW1-THW4.

Viruses	Numbers	Years	Positions					
			Stalks		Globular heads			
			N44S	V106I	V241I	N248D	R257K	R369K
THW1	6	2009	0	6	0	6	0	0
THW2	5	2009-2010	1	5	0	5	0	0
THW3	3	2010	2	3	2	3	0	0
THW4	15	2011	13	15	15	15	13	15

Mutation of V106I was in catalytic neuraminidase domain.<sup>6</sup> Mutation of N44S was located in unstructured link region<sup>6</sup> which was in stalk region.<sup>44</sup> Mutation of V241I was near glycosylation (position 235) site in catalytic domain.<sup>6</sup> Interestingly, mutation of N369K was presented

in the secondary sialic binding sites located between positions 366-373 and closed to antigenic sites at position 364-367<sup>23</sup> (Figure 3). Analysis of amino acid changes in glycosylation site of NA, also showed the same results as those in HA (Table 5).



**Figure 3** The region of amino acid substitution of NA from 2009 Pandemic H1N1 influenza virus isolates circulating in THW4 in Thailand. The amino acid substitutions found in virus isolates from THW1-THW4 were indicated in box.

**Table 5** The position of N-link glycosylation site on NA of 2009 Pandemic H1N1 influenza viruses from THW1-THW3 with THW4.

Viruses	Stalks				Globular heads				Total
	50	58	63	68	88	146	235	386	
A/Brevig_ Mission/1/1918	N	N	N	N	N	N	N	-	7
A/California/07/2009	N	N	N	N	N	N	N	N	8
THW1	N	N	N	N	N	N	N	N	8
THW2	N	N	N	N	N	N	N	N	8
THW3	N	N	N	N	N	N	N	N	8
THW4	N	N	N	N	N	N	N	N	8

**HI antibody titer of 2009 pandemic influenza virus isolated from 4 epidemic waves**

Regarding to the changes in amino acid residues at antigenic site of HA and genetically difference of viruses of post-epidemic waves from the early time of infection in 2009 in Thailand, a reference human serum specific to

A/California/07/2009 and those from the National Institute for Biological Standards and Control (NIBSC) were used for the detection of HI titer. Results demonstrated that there was no significant difference (One-way ANOVA,  $p>0.05$ ) in HI titer of all antibodies tested to the representative virus from each epidemic wave in Thailand (Table 6).

**Table 6** GMT of HI titer against H1N1pdm isolated from 4 epidemic waves.

Antibody panel from NIBSC	GMT of HI titre against H1N1pdm isolated from 4 epidemic waves			
	THW1 <sup>a</sup>	THW2 <sup>b</sup>	THW3 <sup>c</sup>	THW4 <sup>d</sup>
A	5	5	5	5
B	80	80	57	57
C	226	160	226	160
D	57	80	80	57
E	5	5	5	5
F	80	80	57	57
Anti- A/California/07/2009	640	640	640	640

The representative viruses for HI titre were

a: A/Thailand/Siriraj/CRC\_CBI\_2/2009.

b: A/Thailand/Siriraj/CRC\_SEA-001(34)/2010.

c: A/Thailand/Siriraj/CRC\_NSN\_1/2010.

d: A/Thailand/Siriraj/CRC\_NMA\_6/2011.

## Discussion

Since the outbreak of 2009 pandemic H1N1 influenza viruses in April 2009, this virus has been widely spread over 170 countries from April to June 2009<sup>46</sup> and the pandemic infection still occurred after that time in several geographic regions including Thailand. The occurrence of outbreak of virus was taken in four epidemic waves during June 2009 to December 2011 in Thailand. Therefore, the purpose of this study was to analyze the characteristics of 2009 pandemic H1N1 influenza viruses circulating in four epidemic waves (THW1-THW4) in Thailand and to identify mutations of *HA* and *NA* genes among 34 viruses isolated from each epidemic waves compared to reference strain, A/California/07/2009. As the results, these proteins are external glycoproteins and targets of protective immunity to generate neutralizing antibodies;<sup>9-11</sup> therefore, driven the virus to evolve within the population of each epidemic time.

In this study, 34 viruses were isolated from infected patients with influenza-like illness (ILI) in each epidemic wave in Thailand. Laboratory diagnosis demonstrated that all viral samples were positive for 2009 pandemic H1N1 influenza viruses as confirmed by full length *HA* and *NA* genes analysis. However, number of samples performed in this work was quite low, therefore, *HA* and *NA* genes of viruses at the same epidemic time from different geographic regions were additionally obtained from GenBank for phylogenetic tree analysis.

Phylogenetic tree analysis revealed that the 2009 Pandemic H1N1 influenza viruses circulating in 4 epidemic waves from Thailand when grouped with viruses from other geographic region had various origins. The 2009 pandemic H1N1 influenza viruses circulating in 4 epidemic waves in Thailand differed between early pandemic and post-pandemic time. Viruses from the early of pandemic period, THW1 and THW2 were still related to A/California/07/2009 but not for viruses from THW4 which was in the post-pandemic time. This indicated the mutation in *HA* gene of viruses from THW4 was increased due to herd immunity within the population<sup>47</sup> that drove mutation of *HA* gene in the early of pandemic time. It possibly meant that *HA* gene plays the important role to drive viral evolution among early and post-pandemic time of 2009 pandemic H1N1 influenza viruses.

Newly emerging 2009 pandemic H1N1 influenza viruses has the ability to become dynamic mutant by alteration of the external glycoproteins, HA and NA. Here, the analysis of amino acid substitutions of HA and NA from virus isolates during each epidemic waves in Thailand was performed. It revealed that several amino acid substitutions were increased in both glycoproteins from virus isolates from THW4. Mutation of P100S, S220T and I338V were unique in all viruses from 4 epidemic waves. Mutation of P100S adjacent to the glycosylation site at position 104 may result in the structural change of HA. This mutation was also found in A/Brevig\_Mission/1/1918, A/swine/Iowa/15/1930 and avian influenza viruses<sup>13</sup> but it not in vaccine strain, A/California/07/2009.

HA from viruses in THW4 presented additional mutations and scattering over the protein (Data not shown). We also observed that many of these mutations were appeared in viruses from THW3 which may suggested that viruses from THW4 might evolve from those of THW3. Mutation of L8M in signal peptide was neutral but did not seem to influence for targeting HA to plasma membrane of infected cell. Interestingly, 3 mutations were observed in antigenic sites of HA from viruses in THW4. They were S202T in Sb antigenic site, S220T in Ca1 antigenic site and S160G closely to Ca2 antigenic site. However, mutation of S202T and S220T were neutral, they may affect the antigenic property of HA. However, the mutation of these amino acid residues did not affect antigenic property regarding to the similarity of HI titer of reference antibodies among the representative virus in 4 epidemic waves. Moreover, mutation of S202T was also observed from virus isolates from China at the same epidemic time.<sup>48</sup> It could be implied that viruses from THW4 in Thailand and those from China may have the same origin. Mutation of A214T was related to Sb antigenic site and receptor binding site. Therefore, amino acid substitution in this position could be resulted in post-translational modification of protein and possibly leads to the binding capacity of HA to receptor.

Two mutations occurred in stalk domain of HA were E391K and S468N and had less affected on receptor binding property. Additionally, mutation of S468N may influence the additional glycosylation of HA even though

there was no any change in glycosylation sites of HA from viruses in THW1-THW4.

For the analysis of mutation in NA, it was found that mutation of V106I and N248D were revealed in viruses from THW1-THW4. Mutation of V106I was also found in A/Brevig\_Mission/1/1918 but not in A/California/07/2009. This position was in catalytic site of NA but it is not an importantly functional site.<sup>6</sup> Mutation of N248D is normally intra-strain variation and is part of antibody recognition.<sup>6</sup> Other two mutations, N44S and V241I were neutral and may not effect on structure of NA. Interestingly, mutation of N369K occurred in sialic acid binding site<sup>45</sup> and proximal to the antigenic site<sup>23</sup>; therefore, this likely leads to influence the function and antigenic property of NA. Surprisingly, mutation of V241, R257K and N369K were also found in A/Brevig\_Mission/1/1918. As the results, it could be indicated that 2009 pandemic H1N1 influenza virus may have the evolution process back to 1918 pandemic H1N1 influenza virus.

## Conclusion

In summary, we analyzed the phylogenetic tree constructed from HA gene of 2009 pandemic H1N1

influenza virus circulating in 4 epidemic waves in Thailand and other geographic regions differed between the very early pandemic time and post-pandemic time. It was found that viruses were different between early pandemic and post-pandemic time resulted from additional change of HA gene. Regarding to HA gene, it also demonstrated that viruses from post-pandemic time were derived by the continuous evolution of viruses from early pandemic time. Mutation of HA and NA were increased in viruses from post-pandemic time and some occurred in or adjacent to antigenic sites and receptor binding sites. This study demonstrated supporting data and further investigation of the dynamic change of viruses in Thailand that initially undergone under the selective pressure.

## Acknowledgement

This work was supported by National Research Council of Thailand (SI), Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control, Ministry of Public Health (SI) and the Royal Golden Jubilee, Thailand Research Fund (PP). We also thank Dr. Pravech Ajawatanawong for valuable advice and suggestion of this work.

## References

1. Forrest HL, Webster RG. Perspectives on influenza evolution and the role of research. *Anim Health Res Rev.* 2010; 11: 3-18.
2. Nelson MI, Holmes EC. The evolution of epidemic influenza. *Nat Rev Genet.* 2007; 8: 196-205.
3. Drake JW. Rates of spontaneous mutation among RNA viruses. *Proc Natl Acad Sci U SA.* 1993; 90: 4171-5.
4. Ortín J, Nájera R, López C, Dávila M, Domingo E. Genetic variability of Hong Kong (H3N2) influenza viruses: spontaneous mutations and their location in the viral genome. *Gene.* 1980; 11: 319-31.
5. Garten RJ, Davis CT, Russell CA, Shu B, Lindstrom S, Balish A, et al. Antigenic and genetic characteristics of swine-origin 2009 A(H1N1) influenza viruses circulating in humans. *Science.* 2009; 325: 197-201.
6. Maurer-Stroh S, Ma J, Lee RT, Sirota FL, Eisenhaber F. Mapping the sequence mutations of the 2009 H1N1 influenza A virus neuraminidase relative to drug and antibody binding sites. *Biol Direct.* 2009; doi: 10.1186/1745-6150-4-18.

7. Xu L, Bao L, Lv Q, Deng W, Ma Y, Li F, et al. A single-amino-acid substitution in the HA protein changes the replication and pathogenicity of the 2009 pandemic A (H1N1) influenza viruses in vitro and in vivo. *Virology*. 2010; doi: 10.1186/1743-422X-7-325.
8. Treanor J. Influenza vaccine--outmaneuvering antigenic shift and drift. *N Engl J Med*. 2004; 350: 218-20.
9. Boni MF. Vaccination and antigenic drift in influenza. *Vaccine*. 2008; 26: C8-14.
10. Boni MF, Gog JR, Andreasen V, Feldman MW. Epidemic dynamics and antigenic evolution in a single season of influenza A. *Proc Biol Sci*. 2006; 273:1307-16.
11. Lee CW, Senne DA, Suarez DL. Effect of vaccine use in the evolution of Mexican lineage H5N2 avian influenza virus. *J Virol*. 2004; 78: 8372-81.
12. Stevens JI, Corper AL, Basler CF, Taubenberger JK, Palese P, Wilson IA. Structure of the uncleaved human H1 hemagglutinin from the extinct 1918 influenza virus. *Science*. 2004; 303: 1866-70.
13. Yang H, Carney P, Stevens J. Structure and Receptor binding properties of a pandemic H1N1 virus hemagglutinin. *PLoS Curr*. 2010; 2: RRN1152.
14. Breschkin AM, Ahern J, White DO. Antigenic determinants of influenza virus hemagglutinin. VIII. Topography of the antigenic regions of influenza virus hemagglutinin determined by competitive radioimmunoassay with monoclonal antibodies. *Virology*. 1981; 113: 130-40.
15. Caton AJ, Raymond FL, Brownlee GG, Yewdell JW, Gerhard W. Antigenic variation in influenza virus. *Biochem Soc Trans*. 1983; 11: 435-41.
16. Xu R, Ekiert DC, Krause JC, Hai R, Crowe JE Jr, Wilson IA. Structural basis of preexisting immunity to the 2009 H1N1 pandemic influenza virus. *Science*. 2010; 328: 357-60.
17. Laver WG. Crystallization and peptide maps of neuraminidase "heads" from H2N2 and H3N2 influenza virus strains. *Virology*. 1978; 86: 78-87.
18. Steinhauer DA, Skehel JJ. Genetics of influenza viruses. *Annu Rev Genet*. 2002; 36: 305-32.
19. Zambon MC. The pathogenesis of influenza in humans. *Rev Med Virol*. 2001; 11: 227-41.
20. de Wit E, Munster VJ, van Riel D, Beyer WE, Rimmelzwaan GF, Kuiken T, et al. Molecular determinants of adaptation of highly pathogenic avian influenza H7N7 viruses to efficient replication in the human host. *J Virol*. 2010; 84: 1597-606.
21. Kobasa D, Wells K, Kawaoka Y. Amino acids responsible for the absolute sialidase activity of the influenza A virus neuraminidase: relationship to growth in the duck intestine. *J Virol*. 2001; 75: 11773-80.
22. Hughes MT1, McGregor M, Suzuki T, Suzuki Y, Kawaoka Y. Adaptation of influenza A viruses to cells expressing low levels of sialic acid leads to loss of neuraminidase activity. *J Virol*. 2001; 75: 3766-70.
23. Zhou JJ, Tian J, Fang DY, Liang Y, Yan HJ, Zhou JM, et al. Analysis of antigen epitopes and molecular pathogenic characteristics of the 2009 H1N1 pandemic influenza A virus in China. *Acta Virol*. 2011; 55, 195-202.
24. Knossow M, Skehel JJ. Variation and infectivity neutralization in influenza. *Immunology*. 2006; 119: 1-7.
25. Wiley DC, Skehel JJ. The structure and function of the hemagglutinin membrane glycoprotein of influenza virus. *Annu Rev Biochem*. 1987; 56: 365-94.
26. Wei CJ, Boyington JC, Dai K, Houser KV, Pearce MB, Kong WP, et al. Cross-neutralization of 1918 and 2009 influenza viruses: role of glycans in viral evolution and vaccine design. *Sci Transl Med*. 2010; 2: 24ra21.

27. Sun S, Wang Q, Zhao F, Chen W, Li Z. Glycosylation site alteration in the evolution of influenza A (H1N1) viruses. *PLoS One*. 2011; 6: e22844.
28. Goñi N, Fajardo A, Moratorio G, Colina R, Cristina J. Modeling gene sequences over time in 2009 H1N1 influenza A virus populations. *Virology*. 2009; 6: 215.
29. Furuse Y, Shimabukuro K, Odagiri T, Sawayama R, Okada T, Khandaker I, Suzuki A, Oshitani H. Comparison of selection pressures on the HA gene of pandemic (2009) and seasonal human and swine influenza A H1 subtype viruses. *Virology*. 2010; 405: 314-21.
30. Fereidouni SR, Beer M, Vahlenkamp T, Starick E. Differentiation of two distinct clusters among currently circulating influenza A (H1N1)v viruses, March-September 2009. *Euro Surveill*. 2009; 14: pii: 19409.
31. Zepeda HM, Perea-Araujo L, Zarate-Segura PB, Vázquez-Pérez JA, Miliar-García A, Garibay-Orijel C, et al. Identification of influenza A pandemic (H1N1) 2009 variants during the first 2009 influenza outbreak in Mexico City. *J Clin Virol*. 2010; 48: 36-9.
32. Glinsky GV. Genomic analysis of pandemic (H1N1) 2009 reveals association of increasing disease severity with emergence of novel hemagglutinin mutations. *Cell Cycle*. 2010; 9: 958-70.
33. van der Vries E, Stelma FF, Boucher CA. Emergence of a multidrug-resistant pandemic influenza A (H1N1) virus. *N Engl J Med*. 2010; 363: 1381-2.
34. Melidou A, Gioula G, Exindari M, Chatzidimitriou D, Diza E, Malisiovas N. Molecular and phylogenetic analysis of the haemagglutinin gene of pandemic influenza H1N1 2009 viruses associated with severe and fatal infections. *Virus Res*. 2010; 151: 192-9.
35. Puzelli S, Facchini M, Spagnolo D, De Marco MA, Calzoletti L, Zanetti A, et al. Transmission of hemagglutinin D222G mutant strain of pandemic (H1N1) 2009 virus. *Emerg Infect Dis*. 2010; 16: 863-5.
36. Maurer-Stroh S, Lee RT, Eisenhaber F, Cui L, Phuah SP, Lin RT. A new common mutation in the hemagglutinin of the 2009 (H1N1) influenza A virus. *PLoS Curr*. 2010; 2: RRN1162.
37. World Health Organization (2010): H1N1 now in the post-pandemic period. Online at <http://www.who.int/csr/disease/swineflu/en/>. Retrieved October 14, 2013
38. Edgar RC. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Res*. 2004; 32: 1792-7.
39. Huelsenbeck JP, Ronquist F. MRBAYES: Bayesian inference of phylogenetic trees. *Bioinformatics*. 2001; 17: 754-5.
40. Makkoch J, Suwannakarn K, Payungporn S, Prachayangprecha S, Cheiocharnsin T, Linsuwanon P, et al. Whole genome characterization, phylogenetic and genome signature analysis of human pandemic H1N1 virus in Thailand, 2009-2012. *PLoS One*. 2012; 7: e51275.
41. Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol Biol Evol*. 2011; 28: 2731-9.
42. Lerdsamran H, Pittayawonganon C, Pooruk P, Mungaomklang A, Iamsirithaworn S, Thongcharoen P, et al. Serological response to the 2009 pandemic influenza A (H1N1) virus for disease diagnosis and estimating the infection rate in Thai population. *PLoS One*. 2011; 6: e16164.
43. Igarashi M, Ito K, Yoshida R, Tomabechi D, Kida H, Takada A. Predicting the antigenic structure of the pandemic (H1N1) 2009 influenza virus hemagglutinin. *PLoS One*. 2010; 5: e8553.

44. Payungporn S, Panjaworayan N, Makkoch J, Poovorawan Y. Molecular characteristics of the human pandemic influenza A virus (H1N1). *Acta Virol.* 2010; 54: 155-63.
45. Sung JC, Van Wynsberghe AW, Amaro RE, Li WW, McCammon JA. Role of secondary sialic acid binding sites in influenza N1 neuraminidase. *J Am Chem Soc.* 2010; 132: 2883-5.
46. WHO: Pandemic (H1N1). 2009 [[http://www.wpro.who.int/media\\_centre/press\\_releases/pr\\_20091206.htm](http://www.wpro.who.int/media_centre/press_releases/pr_20091206.htm)]. Retrieved October 14, 2013
47. Reinheimer C1, Doerr HW, Friedrichs I, Stürmer M, Allwinn R. H1N1v at a seroepidemiological glance: is the nightmare over? *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* 2012; 31: 1467-71.
48. Zhang H, Huang YW, Liu YZ, Li FC, Chen Z, Li WC, et al. Virological surveillance of pandemic (H1N1) 2009 virus and its genetic characteristics in Hunan Province, 2009-2011. *Bing Du Xue Bao.* 2013; 29: 148-53.

ผลของสารสกัดหยาบเอทานอลจากใบมะรุม (*Moringa oleifera* Lam.)  
ต่อการยับยั้งการแสดงออกของโปรตีนวิลส์ทูเมอร์ 1 ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562

Inhibitory effects of crude ethanolic leave extract from *Moringa oleifera* Lam.  
on Wilms' tumor 1 protein expression in K562 leukemic cell line

■ สุวรรณา เสมศรี<sup>1\*</sup> ทรงยศ อุ่นชูปรีดา<sup>2</sup> วิชาญ จันทร์วิชิต<sup>3</sup>  
Suwanna Semsri<sup>1\*</sup> Songyot Anuchapreeda<sup>2</sup> Wicharn Janwitayanuchit<sup>3</sup>

<sup>1</sup>คณะเทคโนโลยีการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสมุทรปราการ

<sup>1</sup>Faculty of Medical Technology, Huachiew Chalermprakiet University, Samutprakam Province, Thailand

<sup>2</sup>คณะเทคโนโลยีการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>2</sup>Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

<sup>3</sup>คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสมุทรปราการ

<sup>3</sup>Faculty of Pharmacology, Huachiew Chalermprakiet University, Samutprakam Province, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: ssemsri@gmail.com)

\* Corresponding author (Email: ssemsri@gmail.com)

Received September 2015

Accepted as revised November 2015

### Abstract

**Introduction:** Natural products have been studied for an alternative leukemia treatment. The *Moringa oleifera* Lam. has been reported to mediate chemo-preventive effects by enhancing antioxidant status. However, cytotoxicity of *Moringa oleifera* Lam. extract has not been reported yet in leukemic cell lines.

**Objective:** To study anti-leukemic properties of *Moringa oleifera* Lam. leave extract in K562 cell line.

**Materials and methods:** Cytotoxicity of crude *Moringa oleifera* Lam. leave extract was determined by MTT assay. The WT1 protein level were examined by Western blot analysis. All data was analyzed statistically by one-way ANOVA.

**Results:** Crude ethanolic extract of *Moringa oleifera* Lam. leaves exhibited distinctly cytotoxic effect on K562 cells with IC<sub>50</sub> of 220±22 µg/mL and non-cytotoxic dose (IC<sub>20</sub>) of 55±5 µg/mL. Result also showed that WT1 protein level after treated with crude ethanolic *Moringa oleifera* Lam. leave extract, in various incubation time (24, 48, and 72 hours), were decreased by 21, 37, and 61% respectively. In addition, at 48 hours of incubation with various concentrations (45, 55, and 65 µg/mL) WT1 protein reduced by 32, 48, and 68% respectively. However, crude *Moringa oleifera* Lam. leave extract at IC<sub>20</sub> clearly showed that it did not affect cell morphology. Importantly, crude ethanolic *Moringa oleifera* leave extract did not affect PBMCs (576.9 µg/mL).

**Conclusion:** Crude ethanolic *Moringa oleifera* Lam. leave extract could inhibit cell proliferation and reduce WT1 protein level in a dose- and time-dependent manner. Therefore, it can be concluded that crude *Moringa oleifera* Lam. leave extract involved in down-regulation of translational process of WT1 protein expression in K562 cells. These results indicated that *Moringa oleifera* Lam. leave extract could be a promising plant that should be further on studied as an alternative choice for leukemia treatment.

Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 53-64. Doi: 10.14456/jams.2016.11

**Keywords:** Cytotoxicity, MTT assay, WT1 protein, *Moringa oleifera*, K562 cell line

## บทคัดย่อ

**บทนำ:** ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติถูกศึกษาเพื่อทางเลือกใหม่รักษามะเร็งเม็ดเลือดขาว มีรายงานว่ามะรุมสามารถป้องกันมะเร็ง โดยออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แต่ยังไม่มียารายงานความเป็นพิษของสารสกัดมะรุมกับเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวมาก่อน

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านมะเร็งเม็ดเลือดขาวของสารสกัดใบมะรุมต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562

**วิธีการ:** ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหยาบใบมะรุมด้วยวิธี MTT และการตรวจระดับโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 โดยวิธี Western blot วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย One-way ANOVA

**ผลการทดสอบ:** สารสกัดหยาบเอทานอลใบมะรุมมีความเป็นพิษต่อเซลล์ K562 โดยยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ ร้อยละ 50 ( $IC_{50}$ ) เท่ากับ  $220 \pm 22$   $\mu\text{g/mL}$  และความเข้มข้นที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ( $IC_{20}$ ) เท่ากับ  $55 \pm 5$   $\mu\text{g/mL}$  พบว่าเมื่อเลี้ยงเซลล์ ร่วมกับสารสกัดหยาบใบมะรุมเป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง การแสดงออกของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ลดลงร้อยละ 21, 37 และ 61 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าที่ 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นสารสกัดหยาบที่ 45, 55, และ 65  $\mu\text{g/mL}$  สามารถลดระดับโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ได้ร้อยละ 32, 48 และ 68 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม สารสกัดหยาบใบมะรุมที่ความเข้มข้น  $IC_{20}$  ไม่มีผลกระทบต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเซลล์ และที่สำคัญสารสกัดหยาบเอทานอลใบมะรุม ไม่มีผลกระทบต่อเซลล์เม็ดเลือดขาวนิวเคลียสเดี่ยวคนปกติ ( $576.9$   $\mu\text{g/mL}$ )

**สรุป:** สารสกัดหยาบเอทานอลใบมะรุมสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและลดปริมาณของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ตามระยะเวลา และความเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้น กล่าวได้ว่าสารสกัดหยาบใบมะรุมอาจเกี่ยวข้องกับการควบคุมการแสดงออกของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ในเซลล์ K562 จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสารสกัดหยาบใบมะรุมมีแนวโน้มที่จะใช้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการรักษาโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 53-64. Doi: 10.14456/jams.2016.11

**Keywords:** ความเป็นพิษต่อเซลล์ วิธี MTT โปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 มะรุม เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว K562

## บทนำ

มะรุม มีชื่อสามัญว่า horseradish tree และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Moringa oleifera* Lam. อยู่ในวงศ์ Moringaceae เป็นพืชผักพื้นบ้านของไทย เรียกชื่อแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น ภาคกลางเรียกว่า “มะรุม” ภาคอีสานเรียกว่า “ผักอีฮ่อม หรือ บักฮ่อม” ภาคเหนือเรียกว่า “บะค้อนก้อม” มะรุมมีคุณประโยชน์ทั้งทางด้านอาหาร ยา และอุตสาหกรรม<sup>1</sup> เป็นไม้ยืนต้นที่โตเร็ว ทนแล้ง ปลูกง่ายในเขตร้อน อาจเติบโตมีความสูงได้ถึง 4 เมตร และออกดอกภายในปีที่ปลูก ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก 3 ชั้น มีความยาวประมาณ 20-40 เซนติเมตร ออกเรียงแบบสลับ ใบย่อยยาวประมาณ 1-3 เซนติเมตร ลักษณะใบเป็นรูปไข่ ปลายใบและฐานใบมน ผิวใบด้านล่างสีอ่อนกว่าและมีขนเล็กน้อยขณะที่ใบยังอ่อน ใบมีรสหวานมัน ออกดอกในฤดูหนาว ลักษณะดอกเป็นช่อสีขาว กลีบเรียง มี 5 กลีบ กลีบดอกมี 5 กลีบแยกกัน ดอกมีรสขม หวาน มันเล็กน้อย ผลเป็นฝักยาว เปลือกสีเขียวมีส่วน

คอดและส่วนนมนเป็นระยะๆ ตามยาวของฝัก ฝักยาว 20-50 เซนติเมตร ฝักมีรสหวาน เมล็ดเป็นรูปสามเหลี่ยม มีปีกบางหุ้ม 3 ปีก เส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดประมาณ 1 เซนติเมตร สรรพคุณของมะรุมในตำรายาพื้นบ้านใช้ใบเป็นยาพอกแผล ช่วยห้ามเลือด ทำให้นอนหลับ เป็นยาระบาย ขับปัสสาวะ และช่วยแก้ไข้ มีรายงานว่าสารสกัดจากใบมะรุมที่สกัดด้วยน้ำสามารถเหนี่ยวนำการตายแบบอะพอพโทสิส (apoptosis) และยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปอดชนิดเพาะเลี้ยง A549<sup>2</sup> นอกจากนี้ สารสกัดหยาบเอทานอลจากรากมะรุมที่ระดับความเข้มข้น 60  $\mu\text{g/mL}$  สามารถทำลายเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวที่แยกได้จากผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดมัยอีลลอยด์ (AML) ได้ร้อยละ 51<sup>3</sup> และยังมีรายงานว่าสารสกัดหยาบจากใบมะรุมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 80 สามารถยับยั้งการแบ่งตัว (proliferation) ของเซลล์มะเร็งลำไส้ชนิด HCT15 SW48 และ SW480 ศึกษาด้วยวิธี MTT โดยมีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ  $264.83 \pm 23.33$ ,  $102.40 \pm 16.08$  และ  $197.20 \pm 32.52$   $\mu\text{g/mL}$

ตามลำดับ<sup>4</sup> จากการศึกษาสารที่แยกได้จากโสมมะรุ่ม พบว่ามีสารประกอบที่สำคัญ 3 ชนิด คือ crypto-chlorogenic acid, isoquercetin และ astragalins<sup>5</sup> โดย chlorogenic acid และอนุพันธ์สามารถยับยั้งสารอนุมูลอิสระ และมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น ลดระดับการสะสมไขมันในตับ ลดความอ้วน และยับยั้งการอักเสบเฉียบพลันของปอด<sup>6-9</sup> ส่วน isoquercetin และ astragalins มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และต้านการอักเสบทางด้านผิวหนัง<sup>10,11</sup>

อย่างไรก็ตาม การศึกษาฤทธิ์ของโสมมะรุ่มกับการต้านมะเร็งเม็ดเลือดขาวมีอยู่น้อยมากในปัจจุบัน ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจอย่างมากในการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหยาบโสมมะรุ่มต่อมะเร็งเม็ดเลือดขาว รวมถึงการศึกษาในระดับอนุชีวโมเลกุล ในการลดปริมาณของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวและใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการตรวจและติดตามการรักษาในผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาว<sup>12</sup>

ยีนวิล์มทูเมอร์ 1 (*Wilms' tumor 1 gene* หรือ *WT1 gene*) เป็นยีนที่กำหนดการสร้างโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโตและพัฒนาการของเซลล์ชนิดต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ปกติซึ่งมีการแสดงออกในระดับที่น้อย<sup>13,14</sup> มะเร็งเม็ดเลือดขาวมีการแสดงออกของยีนวิล์มทูเมอร์ 1 เพิ่มขึ้น<sup>15</sup> โดยเฉพาะในเซลล์เม็ดเลือดขาวอ่อนของผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวเกือบทุกชนิด<sup>14</sup> นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ายีนวิล์มทูเมอร์ 1 ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด CD34+ มีการแสดงออกที่สูงกว่าเซลล์ตัวอ่อนต้นกำเนิดปกติชนิด CD34+ อย่างน้อยประมาณ 10 เท่า<sup>16</sup> โดยปกติแล้วสามารถตรวจพบการแสดงออกของยีนวิล์มทูเมอร์ 1 ในเซลล์เม็ดเลือดขาวตัวอ่อนทั้งในกระแสเลือดและไขกระดูกในระดับที่ต่ำมาก และพบว่ามีระดับลดต่ำลงเรื่อยๆ เมื่อเซลล์พัฒนาเป็นเซลล์เม็ดเลือดตัวแก่<sup>17,18</sup> อย่างไรก็ตาม โปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาว<sup>12,19</sup> โปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 มีส่วนเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งตัวของเซลล์ การพัฒนาของเซลล์และกระบวนการตายแบบอะพอพโทซิสของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว<sup>20,21</sup> นอกจากนี้ระดับการแสดงออกของยีนวิล์มทูเมอร์ 1 ยังเพิ่มสูงขึ้นในผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวกลุ่มที่กลับมาเป็นโรคซ้ำอีกครั้ง (relapse case) จากรายงานนี้แสดงให้เห็นว่าการแสดงออกของยีนวิล์มทูเมอร์ 1 มีความสำคัญต่อการเกิดโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว ดังนั้นการแสดงออกของยีนวิล์มทูเมอร์ 1 จึงถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการติดตามการดำเนินของโรคได้<sup>12</sup> การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบโสมมะรุ่มต่อความเป็นพิษและ

การยับยั้งการแสดงออกของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 โดยวิธี Western blot

## วัสดุและวิธีการ

### 1. การเพาะเลี้ยงเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562

เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 (human chronic myeloid leukemia) ได้รับความอนุเคราะห์จาก ดร.ฉายสุรีย์ ศุภวิไล (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) เพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิด RPMI 1640 (GIBCO BRL, Paisley, UK) ที่มีส่วนผสมของ HEPES ความเข้มข้น 10 mM, L-glutamine ความเข้มข้น 1 mM, penicillin ความเข้มข้น 100 U/mL, streptomycin ความเข้มข้น 100 µg/mL และ heat inactivated fetal bovine serum (FBS) ร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิ 37 °C คาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 5 และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85

### 2. การเตรียมเม็ดเลือดขาวชนิดนิวเคลียสเดี่ยว (Peripheral blood mononuclear cells; PBMCs)

เจาะเลือดจากอาสาสมัครสุขภาพดีปริมาตร 8 mL ใส่ลงในหลอดแยกเซลล์ PBMCs สำเร็จรูป (BD vacutainer CPT) ปั่นแยกเซลล์ด้วยความเร็ว 1,800Xg เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นดูดเก็บเซลล์ PBMCs ปั่นล้างด้วย sterile PBS จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 10 นาที ที่ความเร็ว 300Xg หลังจากนั้นเก็บเซลล์เพื่อทดสอบในขั้นต่อไป งานวิจัยได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัย เลขที่ อ. 075/2554

### 3. สารสกัดหยาบโสมมะรุ่มด้วยเอทานอลที่ใช้ในการทดสอบ

โสมมะรุ่มที่ใช้ในการทดสอบได้มาจากตลาดสดจังหวัดสมุทรปราการ มีการตรวจสอบเอกลักษณ์ของพืชโดยอาจารย์เบญจวรรณ สมบูรณ์สุข (สาขาวิชาเภสัชกรรม เภสัชเวท โรงเรียนแพทย์แผนโบราณวัดพระเชตุพนฯ และโรงเรียนแพทย์แผนไทย) เก็บรักษาตัวอย่างไว้ที่คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ อบโสมมะรุ่มที่อุณหภูมิ 50°C นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นบดให้เป็นชิ้นเล็กๆ และนำส่วนผงของโสมมะรุ่มที่บดได้จำนวน 500 กรัม หมักในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 3 วัน กรองเก็บส่วนสารละลาย ส่วนกากที่เหลือแช่ในเอทานอลร้อยละ 95 นาน 3 วัน หมักซ้ำอีก 2 รอบ หลังจากนั้นระเหยเอทานอลออกด้วยเครื่อง rotary evaporator ทำให้แห้งด้วยเครื่อง freeze dryer เก็บสารสกัดหยาบ (crude extract) ไว้ที่ -20°C เพื่อการทดสอบต่อไป

#### 4. การศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหยาบใบมะรุ่มต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 และเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวเคลียสเดี่ยว (PBMCs) คนปกติ

ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหยาบจากใบมะรุ่มที่เตรียมได้จากข้อที่ 3 ต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 โดยวิธี MTT [3-(4,5 dimethylthiazol-2-yl)-5 diphenyltetrazolium bromide] โดยใช้เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 เริ่มต้นเท่ากับ  $1 \times 10^5$  cells/mL สำหรับเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวเคลียสเดี่ยว (PBMCs) ใช้เซลล์ความเข้มข้นเท่ากับ  $3.5 \times 10^6$  cells/mL เพาะเลี้ยงเซลล์ใน 96-well tissue culture plate ใน 10%FBS RPMI 1640 ปริมาตร 100  $\mu$ L/well บ่มในตู้บ่ม 37 °C ที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 5 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ครบเวลาเติมอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีส่วนผสมของสารสกัดหยาบใบมะรุ่มที่ความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 100  $\mu$ L โดยชุดควบคุม (vehicle control หรือ VC) เติมน้ำเลี้ยงเซลล์ที่มีเฉพาะ dimethyl sulfoxide (DMSO) ความเข้มข้นสุดท้าย 0.4% เลี้ยงเซลล์นาน 48 ชั่วโมง ครบเวลาดูดอาหารเลี้ยงเซลล์ออก จำนวนหลุมละ 100  $\mu$ L หลังจากนั้นเติมสารละลาย MTT ความเข้มข้น 5 mg/mL ปริมาตร 10  $\mu$ L/well บ่มต่ออีก 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาเทส่วนใสทิ้งให้เหลือแต่ผลึกที่ก้นหลุม เติมน้ำ DMSO ปริมาตร 150  $\mu$ L/well เพื่อละลายผลึกฟออร์มาซาน (formazan) ที่เกิดขึ้น วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 และ 620 nm เป็น reference wavelength แต่ละความเข้มข้นทำซ้ำ 3 หลุม และแต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน การคำนวณร้อยละของการมีชีวิตของเซลล์ (% cell viability) โดยเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงในหลุมควบคุม ดังสมการ

ร้อยละการมีชีวิตของเซลล์ (% cell viability) = (ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ/ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม)  $\times$  100

#### 5. การศึกษาผลของสารสกัดหยาบใบมะรุ่มต่อปริมาณของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 ด้วยวิธี Western blot

เลี้ยงเซลล์ความเข้มข้น  $4.0 \times 10^5$  cells/mL ปริมาตร 5 mL ในจานเลี้ยงเซลล์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 cm ชุดทดสอบเติมน้ำสารสกัดหยาบจากใบมะรุ่มความเข้มข้นที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ( $IC_{20}$ ) ปริมาตร 5 mL ชุดควบคุมเติมน้ำ DMSO ที่ความเข้มข้นร้อยละเท่ากับความเข้มข้นของ DMSO ที่ใช้ในชุดทดสอบ โดยในการทดลองครั้งนี้มีร้อยละของ DMSO สูงสุด เท่ากับ 0.022 นำเซลล์ K562 ที่ผ่านการทดสอบมาสกัดโปรตีนด้วยน้ำยา RIPA และหาปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ด้วยวิธี Lowry นำโปรตีนปริมาณ 50  $\mu$ g มาแยกด้วยวิธี SDS-PAGE และตรวจสอบปริมาณโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 โดยวิธี Western blot โดยใช้ rabbit polyclonal anti-WT1 antibody (Santa Cruz Biotechnology, California, USA) และ goat anti-rabbit IgG

HRP conjugated antibody (Promega, Madison, USA) ตามลำดับ ใช้ rabbit polyclonal anti-GAPDH antibody (Santa Cruz Biotechnology California, USA) และ goat anti-rabbit IgG HRP conjugated antibody (Promega, Madison, USA) ตามลำดับ เป็นโปรตีนควบคุมปริมาณ (internal control) ตรวจสอบผลโดยใช้ SuperSignal West Pico Trial Kit (PIERCE, Rockford, IL USA) วัดความเข้มของแถบโปรตีนที่ได้โดยใช้เครื่อง scan densitometer (LiDE 210, canon, USA) จากการทดลองนี้จะได้แถบของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 และ GAPDH ที่มีขนาดเท่ากับ 48-54 kDa และ 37 kDa ตามลำดับ

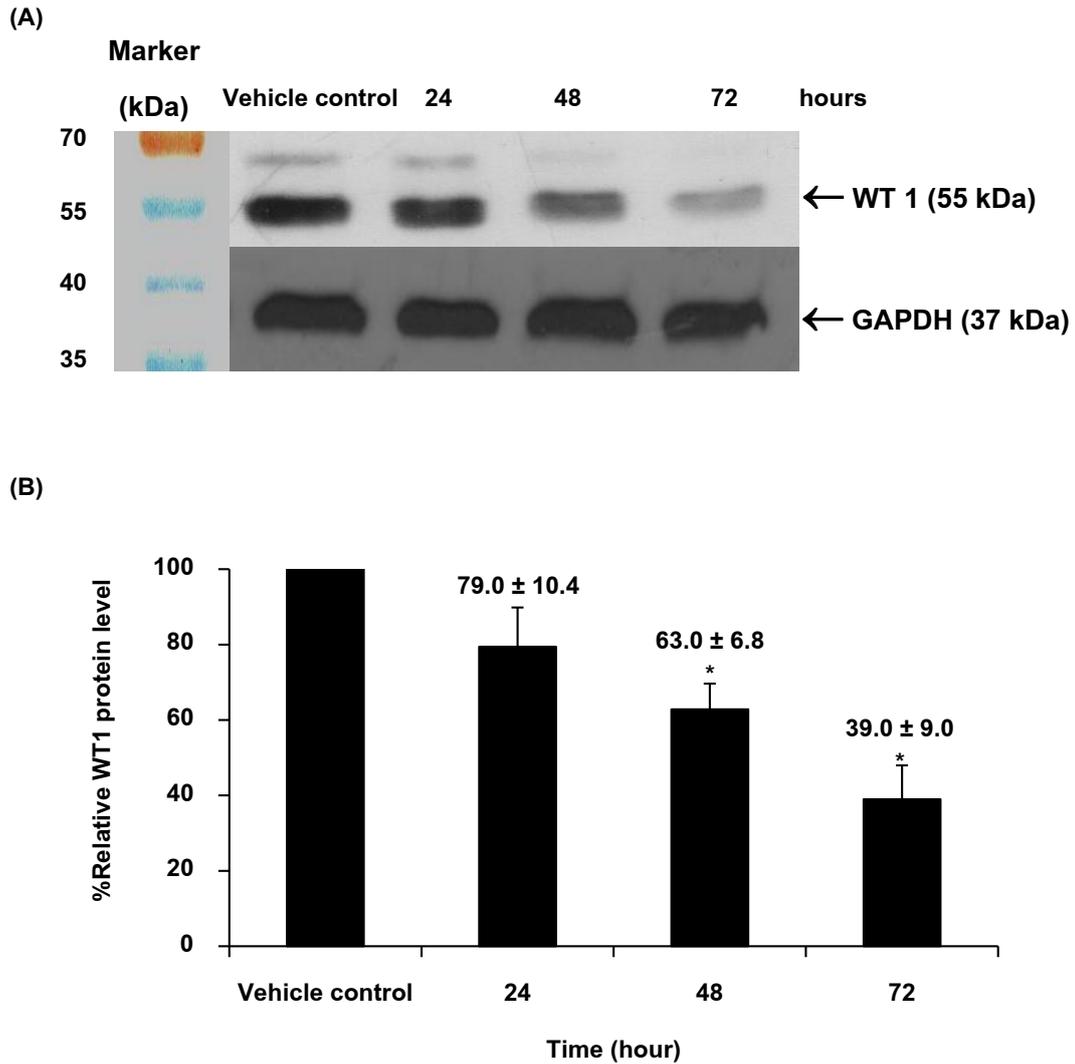
#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดลองแสดงในรูปของ Mean  $\pm$  Sem ปริมาณของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ one-way ANOVA โดยแต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

#### ผลการศึกษา

##### 1. ความเป็นพิษของสารสกัดหยาบจากใบมะรุ่มต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 และเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวเคลียสเดี่ยว (PBMCs) ของคนปกติ

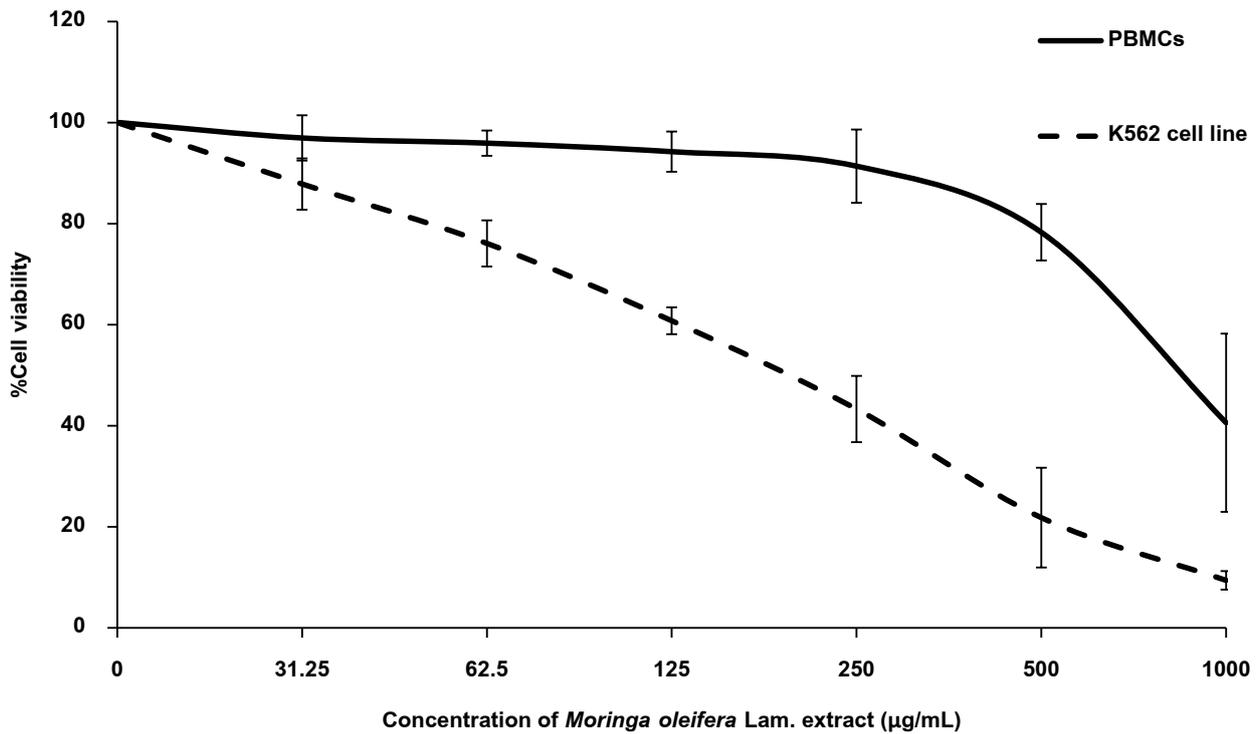
จากการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบจากใบมะรุ่มมีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยสารสกัดหยาบใบมะรุ่มแสดงค่าความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 โดยมีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ  $220 \pm 22$   $\mu$ g/mL และแสดงค่าที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิด K562 มีค่า  $IC_{20}$  เท่ากับ  $55 \pm 5$   $\mu$ g/mL (รูปที่ 2)



**Figure 2** Effect of crude *Moringa oleifera* Lam. leaves extract on WT1 protein expression in K562 cell line. WT1 protein expression level was assessed by immunoblotting after treatment with 55  $\mu\text{g/mL}$  crude *Moringa oleifera* Lam. leaves extract for 24, 48, and 72 hours. GAPDH was used as a loading control (A). Densitometry was used to quantify the protein levels and presented as the percentage of vehicle control (B). Data are the mean value  $\pm$  sem of three independent experiments. Asterisks (\*) denote value that were significantly different from vehicle control ( $p < 0.05$ ).

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว โดยทดสอบกับเซลล์เม็ดเลือดขาวนิวเคลียสเดี่ยวของคนปกติ พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบของใบมะรุมเท่ากับ 220  $\mu\text{g/mL}$  เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 มีชีวิตร้อยละ 50 ในขณะที่เซลล์เม็ดเลือดขาวนิวเคลียสเดี่ยว

จากคนปกติมีชีวิตร้อยละ 100 (รูปที่ 1) ดังนั้นการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบจากใบมะรุมสามารถทำลายเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว โดยไม่เป็นพิษต่อเซลล์เม็ดเลือดขาวนิวเคลียสเดี่ยวคนปกติ

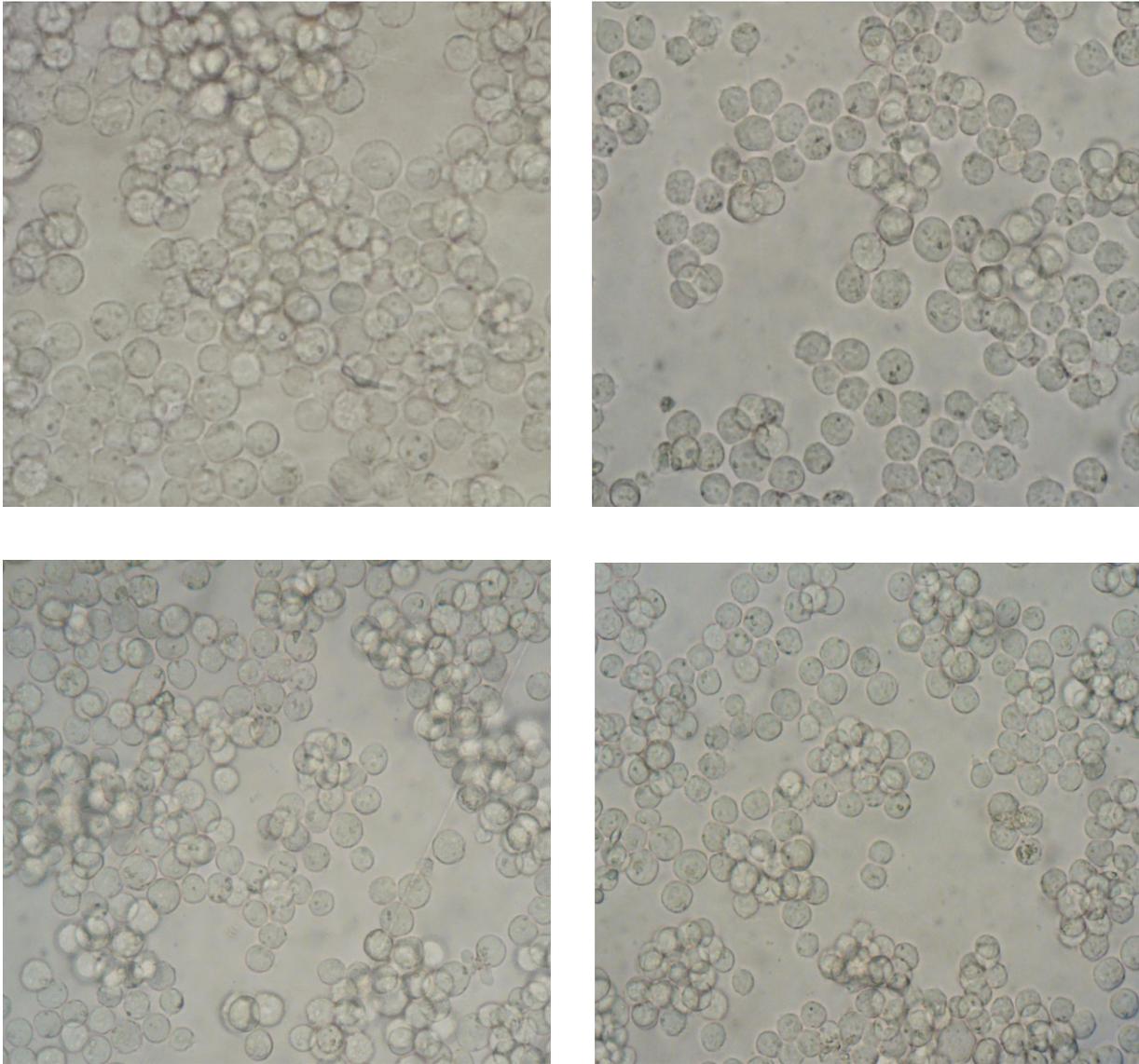


**Figure 1** Cytotoxicity of crude *Moringa oleifera* Lam. leaves extract on K562 cells and PBMCs (n=5) by MTT assay. Data are mean value±sem of three independent experiments.

## 2.ฤทธิ์ของสารสกัดหยาบใบมะรุมในระยะเวลาที่แตกต่างกันต่อการลดปริมาณโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 และรูปร่างสัญญาณวิทยาของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562

จากการศึกษาความพิษของสารสกัดหยาบจากใบมะรุม พบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 โดยมีค่า (IC<sub>50</sub>) เท่ากับ 220±22 µg/mL เมื่อศึกษาผลของสารสกัดหยาบใบมะรุมที่ระดับความเข้มข้นที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ (IC<sub>20</sub>) คือ 55 µg/mL ต่อการลดปริมาณของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ด้วยวิธี Western blot พบว่าสารสกัดหยาบจากใบมะรุม สามารถลดปริมาณโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ได้ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณของ

โปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ที่ปรับเทียบค่ากับปริมาณของโปรตีน GAPDH แล้วเท่ากับร้อยละ 79, 63 และ 39 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยระยะเวลาที่ 48 และ 72 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95,  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (รูปที่ 2) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าสารสกัดหยาบใบมะรุมสามารถลดปริมาณของโปรตีนวิล์มทูเมอร์ 1 ตามระยะเวลาที่เพิ่มในการทดสอบ อย่างไรก็ตาม ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 (รูปที่ 3) โดยสัญญาณของเซลล์ยังปกติคือ ขอบเรียบ เซลล์รูปร่างกลม ไม่มี vacuole และ ไม่มี pseudopods



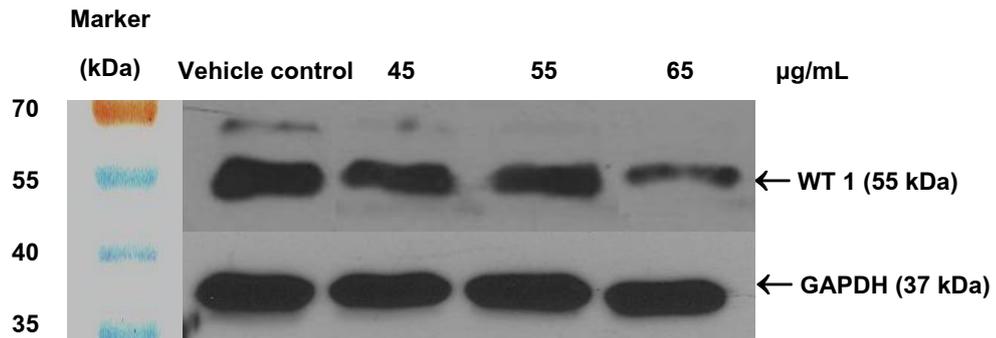
**Figure 3** Effect of crude *Moringa oleifera* Lam. leaves extract on K562 cell morphology. K562 cell morphology was observed under inverted microscopy after treatment with 0.022% DMSO (A) or 55 µg/mL crude *Moringa oleifera* Lam. leaves extract for 24 (B), 48 (C), and 72 hours (D), respectively.

### 3.ฤทธิ์ของสารสกัดหยาบใบมะรุมที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อปริมาณโปรตีนวิลท์ทูเมอร์ 1 และรูปร่างสัญญาณวิทยาของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562

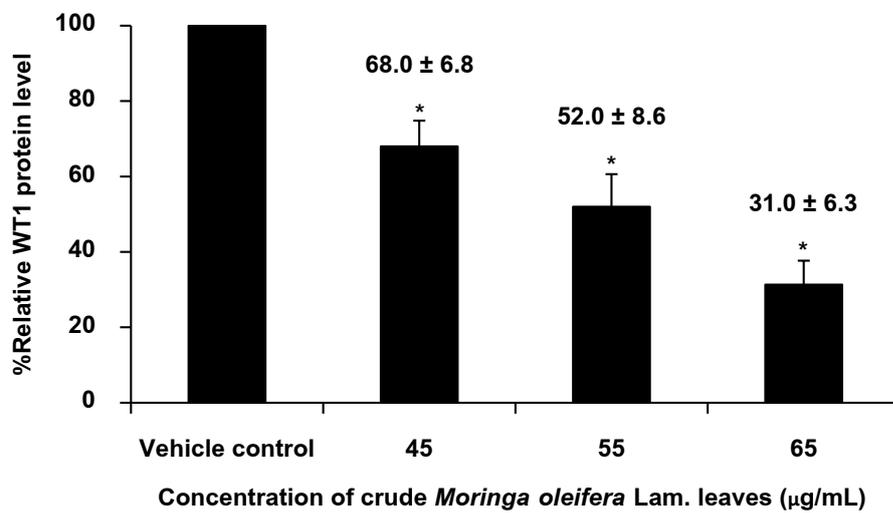
จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าสารสกัดหยาบจากใบมะรุมสามารถลดปริมาณของโปรตีนวิลท์ทูเมอร์ 1 ได้ตามระยะเวลาที่ทดสอบและไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัญญาณวิทยาของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงผลของระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบใบมะรุมต่อการลดปริมาณของโปรตีนและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างสัญญาณวิทยาของเซลล์ โดยใช้ระดับความเข้มข้นที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ คือ 45, 55 และ 65 µg/mL และใช้เวลาเลี้ยงร่วมกันนาน 48 ชั่วโมง ด้วยวิธี Western blot และศึกษารูปร่าง

สัญญาณวิทยาของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด inverted microscopy พบว่าสารสกัดหยาบใบมะรุมสามารถลดปริมาณของโปรตีนวิลท์ทูเมอร์ 1 ในเซลล์ K562 ได้ตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยลดระดับของโปรตีนวิลท์ทูเมอร์ 1 หลังปรับเทียบค่ากับโปรตีน GAPDH คือร้อยละ 34, 48 และ 69 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยทั้ง 3 ความเข้มข้น (45, 55 และ 65 µg/mL) มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95,  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (รูปที่ 4) นอกจากนี้ การศึกษาในครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบจากใบมะรุมสามารถลดปริมาณของโปรตีนวิลท์ทูเมอร์ 1 ตามความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้น แต่ไม่มีผลต่อรูปร่างทางสัญญาณวิทยาของเซลล์ K562 (รูปที่ 5)

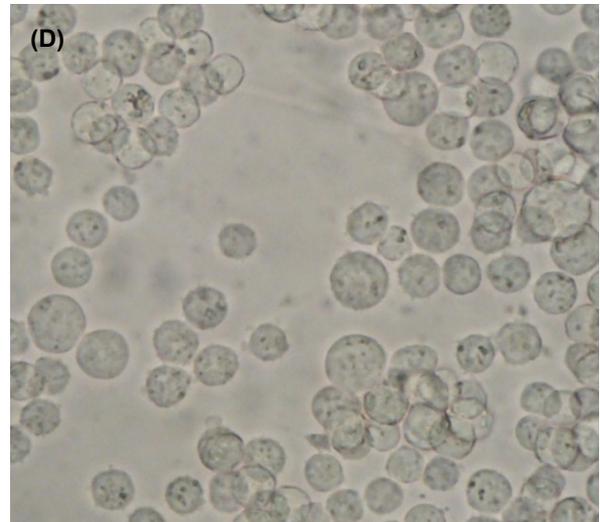
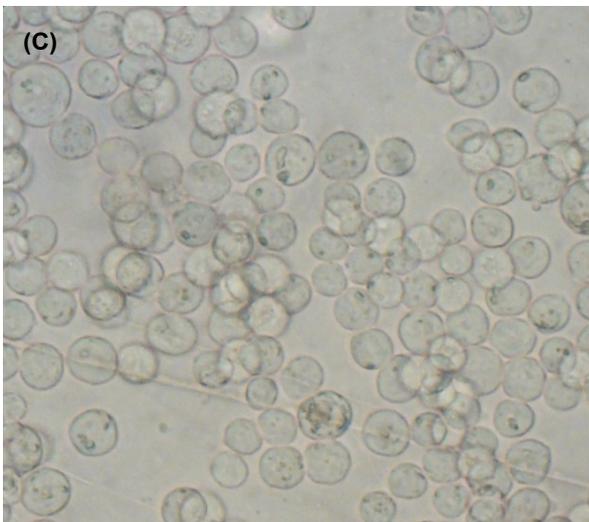
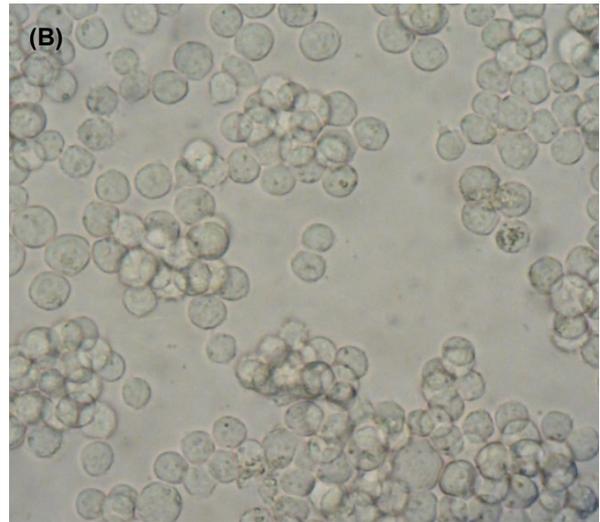
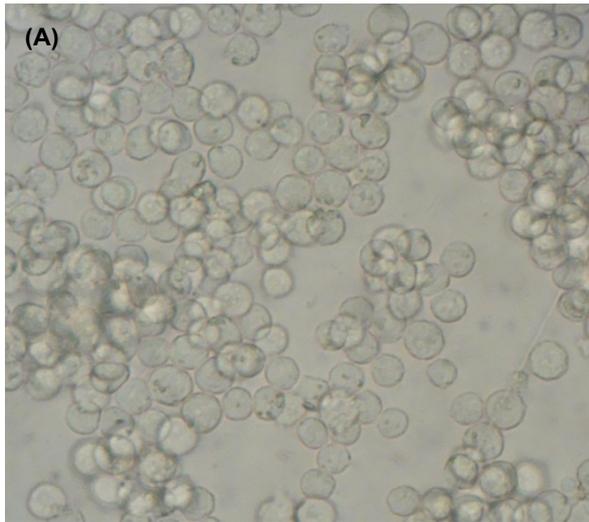
(A)



(B)



**Figure 4** Effect of crude *Moringa oleifera* Lam. leaves extract on WT1 protein expression in K562 cell line. WT1 protein expression level was assessed by immunoblotting after treatment with various doses of crude *Moringa oleifera* Lam. leaves extract for 48 hours. GAPDH was used as a loading control (A). Densitometry was used to quantify the protein levels and presented as the percentage of vehicle control (B). Data are the mean value  $\pm$  sem of three independent experiments. Asterisks (\*) denote value that were significantly different from the vehicle control ( $p < 0.05$ ).



**Figure 5** Effect of crude *Moringa oleifera* Lam. leaves extract on K562 cell line morphology. Cell morphology of K562 cell line was observed under inverted microscopy after treatment with 0.026% DMSO (A) or crude *Moringa oleifera* Lam. leaves extract as 45 µg/mL (B), 55 µg/mL (C) and 65 µg/mL (D)

### วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 ซึ่งเป็นเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวที่ได้มาจากผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด CML เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 มีปริมาณของโปรตีนนิวลิสมูเมอร์ 1 ในระดับสูงกว่าเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด Mol4 ซึ่งได้จากผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด ALL<sup>22</sup> ดังนั้นการวิจัยนี้จึงใช้เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 เป็นเซลล์ต้นแบบในการศึกษา เนื่องจากเมื่อทดลองเกี่ยวกับฤทธิ์ของสารสกัดหยาบใบมะรุมาต่อระดับของโปรตีนนิวลิสมูเมอร์ 1 พบว่าผลการของสารสกัดหยาบใบมะรุมาต่อการลดปริมาณของโปรตีนนิวลิสมูเมอร์ 1 ที่ชัดเจน<sup>23</sup> การศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหยาบจากใบมะรุมาพบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 (220±22 µg/mL) แต่ไม่มีความเป็นผลต่อเซลล์ PBMCs ปกติ

(ค่า IC<sub>50</sub> ของ PBMCs เท่ากับ 884.6 µg/mL) นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดหยาบจากใบมะรุมาสามารถลดปริมาณของโปรตีนนิวลิสมูเมอร์ 1 ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 โปรตีนนิวลิสมูเมอร์ 1 เป็นดัชนีบ่งชี้มะเร็งเม็ดเลือดขาว มีรายงานการศึกษาพบว่าการแสดงออกของยีนนี้มีผลโดยตรงกับการแบ่งตัวของเซลล์ (cell proliferation) โปรตีนนิวลิสมูเมอร์ 1 จะเพิ่มปริมาณขึ้นในผู้ป่วยที่เป็นโลหิตเมีย นอกจากนี้ยังพบว่าการแสดงออกของยีนนิวลิสมูเมอร์ 1 ประมาณ 1,000-10,000 เท่าเมื่อเทียบกับไขกระดูกปกติและเซลล์เม็ดเลือดปกติ จากการศึกษาพบว่าการสกัดหยาบใบมะรุมาที่ระดับความเข้มข้นที่ไม่เป็นพิษ (IC<sub>20</sub>) ต่อเซลล์ และใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลภายในเซลล์<sup>24</sup> เป็นความเข้มข้นที่ไม่ได้เหนี่ยวนำให้เกิดการตายเข้ามาเกี่ยวข้องกับการแปลผลการทดลอง โดยฤทธิ์ที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์นี้ส่งผลยับยั้ง

การแสดงออกของยีนนิวลิสมูเมอร์ 1 ทำให้การแบ่งตัวเพิ่มของเซลล์นั้นลดลง จากการศึกษาที่พบว่าเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 เมื่อเลี้ยงร่วมกับสารสกัดหยาบใบมะรุุม ที่ความเข้มข้น 45, 55 และ 65 µg/mL นาน 48 ชั่วโมง มีจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตลดลงร้อยละ 8, 18 และ 35 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม การลดระดับของโปรตีนนิวลิสมูเมอร์ 1 เป็นไปตามระยะเวลาและตามความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้น (a time- and dose-dependent manner) นอกจากนี้ยังมีการดูหลักฐานวิทยาของเซลล์ว่าความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบส่งผลทำให้เซลล์ตายหรือไม่ การศึกษาสัณฐานวิทยาของเซลล์เป็นการทดสอบเบื้องต้นว่าความเข้มข้นที่ใช้เป็นความเข้มข้นที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ไม่ทำให้เซลล์ตายแบบอะพอพโทสิส<sup>25</sup> หากเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เช่น มี vacuole หรือมี pseudopods แสดงว่าความเข้มข้นที่ใช้อาจเป็นพิษต่อเซลล์ ทำให้เซลล์มีการตายแบบอะพอพโทสิส ในการศึกษาที่พบว่าความเข้มข้นของสารสกัดหยาบใบมะรุุมที่ใช้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ และไม่ทำให้เซลล์ตายแบบอะพอพโทสิส โดยการสังเกตสัณฐานวิทยาของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์เปรียบเทียบกับเซลล์ในชุดควบคุม เคยมีรายงานว่าสารสกัดมะรุุมที่สกัดด้วยน้ำ มีฤทธิ์ต้านการแบ่งตัวของเซลล์ (anti-proliferation) สามารถเหนี่ยวนำให้เซลล์มะเร็งช่องปากของมนุษย์ชนิด KB เกิดการตายแบบอะพอพโทสิส<sup>26</sup>

นอกจากนี้สาร niaziminin และ thiocarbamate จากใบมะรุุมยังมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง (anti-cancer) โดยยับยั้งการส่งเสริมการเกิดมะเร็งโดยเชื้อไวรัส Epstein-Barr<sup>27,28</sup> และมีรายงานว่าสารสกัดหยาบราชดัดที่สกัดด้วยเอทานอลแสดงความเป็นพิษ (IC<sub>50</sub>) ต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 1.6±0.2 µg/mL โดยระดับความเข้มข้นที่ไม่เป็นพิษ (IC<sub>20</sub>) ที่ 0.6 µg/mL สามารถลดปริมาณของโปรตีนนิวลิสมูเมอร์ 1 ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 ได้ตามความเข้มข้นและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น<sup>29</sup> ดังนั้นจากการศึกษาทั้งหมดนี้จึงเป็นที่น่าสนใจอย่างมากถึงฤทธิ์ต้านมะเร็งของใบมะรุุม ซึ่งแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนในความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวและสามารถยับยั้งการแสดงออกโปรตีนนิวลิสมูเมอร์ 1 ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด K562 นับเป็นการรายงานครั้งแรก นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้ยังแสดงให้เห็นเด่นชัดว่าความเข้มข้นของสารสกัดจากใบมะรุุมที่สามารถลดปริมาณของโปรตีนนิวลิสมูเมอร์ 1 ได้ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์เม็ดเลือดขาวนิวเคลียสเดี่ยวจากคนปกติ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาระดับการแสดงออกของยีนนิวลิสมูเมอร์ 1 และวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติของสารสำคัญที่อยู่ในสารสกัดจากใบมะรุุมโดยการแยกวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ รวมถึงศึกษากลไกการออกฤทธิ์ในการต้านมะเร็งเม็ดเลือดขาว

## References

1. Horseradish tree. [cited 2009 Junly 1] Available from: <http://www.medplant.mahidol.ac.th/document/moringa.asp>. (in Thai)
2. Jung IL. Soluble extract from *Moringa oleifera* leaves with a new anticancer activity. PLoS One 2014; 9(4): e95492.
3. Abdellatef E, Daffalla HM, Nassrallah AA, Aboul-Enein KM, El-Shemy HA. Antiproliferative Action of *Moringa oleifera* Lam. Root Extract in Acute Myeloid Leukemia (AML) cell line. Journal of Experimental Sciences 2010; 1(8): 27-8.
4. Pamok S, Saephet S, Viniketkumnuen U, Saenphet K. Antiproliferative effect of *Moringa oleifera* Lam. and *Pseuderanthemum palatiferum* (Nees) Radlk extracts on the colon cancer cells Journal of Medicinal plant Research 2012; 6(1): 139-45.
5. Vongsak B, Sithisarn P, Gritsanapan W. Simultaneous HPLC quantitative analysis of active compounds in leaves of *Moringa oleifera* Lam. J Chromatogr Sci 2014; 52(7): 641-5.

6. Cho AS, Jeon SM, Kim MJ, Yeo J, Seo KI, Choi MS, et al. Chlorogenic acid exhibits anti-obesity property and improves lipid metabolism in high-fat diet-induced-obese mice. *Food Chem Toxicol* 2010; 48(3): 937-43.
7. Nakatani N, Kayano S, Kikuzaki H, Sumino K, Katagiri K, Mitani T. Identification, quantitative determination, and antioxidative activities of chlorogenic acid isomers in prune (*Prunus domestica* L.). *J Agric Food Chem* 2000; 48(11): 5512-6.
8. Rodriguez de Sotillo DV, Hadley M. Chlorogenic acid modifies plasma and liver concentrations of: cholesterol, triacylglycerol, and minerals in (fa/fa) Zucker rats. *J Nutr Biochem* 2002; 13(12): 717-26.
9. Zhang X, Huang H, Yang T, Ye Y, Shan J, Yin Z, et al. Chlorogenic acid protects mice against lipopolysaccharide-induced acute lung injury. *Injury* 2010; 41(7): 746-52.
10. Kotani M, Matsumoto M, Fujita A, Higa S, Wang W, Suemura M, et al. Persimmon leaf extract and astragaloside inhibit development of dermatitis and IgE elevation in NC/Nga mice. *J Allergy Clin Immunol* 2000; 106(1 Pt 1): 159-66.
11. Soromou LW, Chen N, Jiang L, Huo M, Wei M, Chu X, et al. Astragaloside attenuates lipopolysaccharide-induced inflammatory responses by down-regulating NF-kappaB signaling pathway. *Biochem Biophys Res Commun* 2012; 419(2): 256-61.
12. Inoue K, Sugiyama H, Ogawa H, Nakagawa M, Yamagami T, Miwa H, et al. WT1 as a new prognostic factor and a new marker for the detection of minimal residual disease in acute leukemia. *Blood* 1994; 84(9): 3071-9.
13. Bergmann L, Maurer U, Weidmann E. Wilms tumor gene expression in acute myeloid leukemias. *Leuk Lymphoma* 1997; 25(5-6): 435-43.
14. Menssen HD, Renkl HJ, Entezami M, Thiel E. Wilms' tumor gene expression in human CD34+ hematopoietic progenitors during fetal development and early clonogenic growth. *Blood* 1997; 89(9): 3486-7.
15. Yamagami T, Ogawa H, Tamaki H, Oji Y, Soma T, Oka Y, et al. Suppression of Wilms' tumor gene (*WT1*) expression induces G2/M arrest in leukemic cells. *Leuk Res* 1998; 22(4): 383-4.
16. Inoue K, Ogawa H, Sonoda Y, Kimura T, Sakabe H, Oka Y, et al. Aberrant overexpression of the *Wilms tumor* gene (*WT1*) in human leukemia. *Blood* 1997; 89(4): 1405-12.
17. Baird PN, Simmons PJ. Expression of the *Wilms' tumor* gene (*WT1*) in normal hemopoiesis. *Exp Hematol* 1997; 25(4): 312-20.
18. Maurer U, Brieger J, Weidmann E, Mitrou PS, Hoelzer D, Bergmann L. The *Wilms' tumor* gene is expressed in a subset of CD34+ progenitors and downregulated early in the course of differentiation in vitro. *Exp Hematol* 1997; 25(9): 945-50.
19. Sugiyama H. *Wilms' tumor* gene *WT1*: its oncogenic function and clinical application. *Int J Hematol* 2001; 73(2): 177-87.
20. Menke AL, van der Eb AJ, Jochemsen AG. The *Wilms' tumor 1* gene: oncogene or tumor suppressor gene? *Int Rev Cytol* 1998; 181: 151-212.
21. Menssen HD, Renkl HJ, Rodeck U, Maurer J, Notter M, Schwartz S, et al. Presence of *Wilms' tumor* gene (*wt1*) transcripts and the WT1 nuclear protein in the majority of human acute leukemias. *Leukemia* 1995; 9(6): 1060-7.
22. Anuchapreeda S, Tima S, Duangrat C, Limtrakul P. Effect of pure curcumin, demethoxycurcumin, and bisdemethoxycurcumin on *WT1* gene expression in leukemic cell lines. *Cancer Chemother Pharmacol* 2008; 62(4): 585-94.

23. Singkome Tima. Effect of Turmeric Curcuminoid on *Wilms' Tumor1 (WT1)* gene and WT1 protein expression in Leukemic cellines. [Thesis]. Faculty of Associated Medical Sciences: Chiang Mai University; 2006. (in Thai)
24. Semsri S, Krig SR, Kotelawala L, Sweeney CA, Anuchapreeeda S. Inhibitory mechanism of pure curcumin on *Wilms' tumor 1 (WT1)* gene expression through the PKCalpha signaling pathway in leukemic K562 cells. *FEBS Lett* 2011; 585(14): 2235-42.
25. Yu HZ, Li YH, Wang RX, Zhou X, Yu MM, Ge Y, et al. Cytotoxicity of lidocaine to human corneal endothelial cells in vitro. *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 2014; 114(4): 352-9.
26. Sreelatha S, Jeyachitra A, Padma PR. Antiproliferation and induction of apoptosis by *Moringa oleifera* leaf extract on human cancer cells. *Food Chem Toxicol* 2011; 49(6): 1270-5.
27. Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani AH. *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytother Res* 2007; 21(1): 17-25.
28. Murakami A, Kitazono Y, Jiwajinda S, Koshimizu K, Ohigashi H. Niaziminin, a thiocarbamate from the leaves of *Moringa oleifera*, holds a strict structural requirement for inhibition of tumor-promoter-induced Epstein-Barr virus activation. *Planta Med* 1998; 64(4): 319-23.
29. Semsri S, Kaewoudorn N, Jaipukdee N, Chorachan N, Horata N. Effect of crude ethanolic extract of Ratchadat (*Brucea amarissima*) fruit on cell cytotoxicity and Wilms' tumor 1 protein expression in K562 leukemic cell line. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci* 2014; 47(1): 45-52.

# ผลการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อค่าไขมันในเลือดของประชากร ตำบลแม่ก้ำ อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

Effect of lifestyle modification on blood lipid levels in Maeka Sub-district population,  
Sanpatong District, Chiang Mai Province

■ กัญยามาส ชูชีพ<sup>1</sup>    จักรพันธ์ กันทา<sup>1</sup>    เสาวลักษณ์ เอี่ยมสะอาด<sup>1</sup>    ขนิษฐา ทานีฮิลล์<sup>1</sup>  
Kanyamas Choocheep<sup>1</sup>    Jakkrapan Kanta<sup>1</sup>    Saowalag Iamsa-ard<sup>1</sup>    Khanittha Taneyhill<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาเคมีคลินิก ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>1</sup> Division of Clinical Chemistry, Department of Medical Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: kanyamas.c@cmu.ac.th)

\* Corresponding author (Email: kanyamas.c@cmu.ac.th)

Received September 2015

Accepted as revised December 2015

## Abstract

**Background:** Health checkup data (2009-2012) from a community-based service project established by the Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, were analyzed retrospectively. We found that the prevalence of high cholesterol level was increased in the population living in Maeka Sub-district, Sanpatong, Chiang Mai.

**Objective:** To study the effect of health promotion program on blood lipid levels.

**Methods:** Ninety-four participants were randomly selected for the study. They were received two sessions of health promotion program and classified into two groups based on defined criteria, (1) complete health promotion group, (2) incomplete health promotion group. The results of blood lipid levels before and after participation in health promotion program were analyzed.

**Results:** Clinical chemistry studies demonstrated that total cholesterol and LDL-C mean levels were decreased. In contrast, sdLDL-C and glucose mean levels were increased in both complete and incomplete health promotion groups. HDL-C mean level was increased in the complete health promotion group. Triglyceride mean level was decreased in complete health promotion group but increased in the other group. Percentage of atherogenic ratios exhibited that both TC/HDL-C and LDL-C/HDL-C ratios in the complete health promotion group were not significantly decreased compared with other at 58.8%, 68.8% and 46.2%, 48.6%, respectively. Moreover, there was no significant difference in lifestyle behavior among these groups.

**Conclusion:** Although mean total cholesterol and LDL-C levels were decreased in both groups after participation in the health promotion program but it was not significant. Therefore, it could not be indicated that in long-term of lifestyle modification under health promotion program would be able to decrease the risk of cardiovascular disease, so further study should be left to be elucidated.

*Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 65-76. Doi: 10.14456/jams.2016.10*

**Keywords:** Maeka Sub-district, lipid, cardiovascular disease, health promotion program

## บทคัดย่อ

**บทนำ:** จากการนำผลตรวจสุขภาพในโครงการบริการวิชาการชุมชนของคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มาวิเคราะห์ย้อนหลัง (พ.ศ. 2552-2554) พบว่าผู้เข้ารับบริการจาก ตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง มีแนวโน้มของค่าไขมันในเลือดผิดปกติซึ่งอาจเกิดจากการขาดความตระหนักถึงความสำคัญในการรักษาสุขภาพ แนวทางส่งเสริมสุขภาพโดยมุ่งกระตุ้นให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมจึงน่าจะเป็นสิ่งที่ช่วยทำให้ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคอย่างมีประสิทธิภาพ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพต่อค่าไขมันในเลือดของกลุ่มตัวอย่างซึ่งคัดเลือกแบบสุ่มจากกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าไขมันในเลือดผิดปกติในตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

**วิธีการศึกษา:** คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 94 ราย และจัดโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ จำนวน 2 ครั้ง โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพครบและไม่ครบตามกำหนด วิเคราะห์ค่าไขมันในเลือดทั้งก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ

**ผลการศึกษา:** หลังเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพพบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยของ total cholesterol และ LDL-C ลดลง แต่ค่า sdLDL-C และกลูโคสในเลือดมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนค่า HDL-C สูงขึ้นในกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมครบ สำหรับ triglyceride พบว่ามีค่าลดลงในกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมครบแต่ค่าเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมไม่ครบ เมื่อพิจารณาความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดโดยค่า atherogenic ratios พบว่าค่า TC/HDL-C และ LDL-C/HDL-C ของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพครบมีการลดลงมากกว่ากลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมไม่ครบ คือ ร้อยละ 58.8, 68.8 และ 46.2, 48.6 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบความถี่ในการออกกำลังกายรวมทั้งพฤติกรรมเรื่องการรับประทานอาหารและความเครียดพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 2 กลุ่มเช่นเดียวกัน

**สรุปผลการศึกษา:** แม้ว่าหลังเข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 มีแนวโน้มของไขมันในเลือด คือ ค่า total cholesterol และ LDL-C ลดลง แต่การลดลงดังกล่าวไม่ได้มีนัยสำคัญทางคลินิก ดังนั้นจึงยังไม่สามารถกล่าวได้อย่างแน่ชัดว่าในระยะยาวของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในกลุ่มตัวอย่างตามโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพนี้จะสามารถทำให้ความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดลดลงหรือไม่ ซึ่งควรศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 65-76. Doi: 10.14456/jams.2016.10

**คำรหัส:** ตำบลแม่ก้า ไขมัน โรคหัวใจและหลอดเลือด โปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ

## บทนำ

การออกหน่วยบริการตรวจสุขภาพแก่ชุมชนซึ่งดำเนินการโดยคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีการดำเนินการมาโดยตลอดจนถึงปัจจุบัน โดยมีการตรวจต่างๆ ได้แก่ การทำงานของไต ระดับกลูโคสในเลือด รวมทั้งระดับไขมันในเลือดและหมู่เลือดให้แก่ผู้เข้ารับบริการ มีการส่งผลการตรวจพร้อมคำแนะนำในการปฏิบัติตนให้แก่ผู้เข้ารับบริการผ่านทางผู้รับผิดชอบสุขภาพของชุมชนนั้นๆ เมื่อวิเคราะห์ผลตรวจเลือดย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2554 พบว่าผู้เข้ารับบริการจาก ตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ มีแนวโน้มของระดับกลูโคสและไขมันในเลือดผิดปกติ ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดตามมา<sup>1,2</sup> จะเห็นได้ว่าการ

ทำให้ประชาชนที่เข้ารับการตรวจสุขภาพตระหนักถึงความสำคัญของผลการตรวจยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร แนวทางหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เข้ารับบริการตระหนักถึงความสำคัญในการรักษาสุขภาพก็คือแนวทางของการส่งเสริมสุขภาพ<sup>3-5</sup> ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ (1) ให้ความรู้โดยการเผยแพร่ความรู้ด้านสุขภาพหรือการปฏิบัติตัวเพื่อรักษาสุขภาพของแต่ละบุคคลเพื่อป้องกันการเกิดโรค (2) กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านลบที่มีผลต่อสุขภาพ และ (3) สนับสนุนการสร้างสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น มีการรณรงค์ให้จัดพื้นที่สำหรับการออกกำลังกายในชุมชน เป็นต้น

ข้อมูลสถิติจากรายงานของกระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2553 พบว่าอัตราการเสียชีวิตเนื่องจากโรคหัวใจ ในคนไทย ซึ่งคิดเทียบจำนวนและอัตราการเสียชีวิตต่อประชากร 100,000 คน อยู่ในลำดับต้นๆ สาเหตุสำคัญเกิดจากภาวะ ความดันโลหิตสูงหรือเกิดการแข็งและตีบตันของหลอดเลือดแดง (atherosclerosis) หนึ่งในสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการแข็ง และตีบตันของหลอดเลือดแดงสัมพันธ์กับการมีปริมาณไขมัน ในเลือดที่ผิดปกติ โดยเฉพาะไขมันชนิด คอเลสเตอรอล (cholesterol) และยังพบว่ากระบวนการเมตาบอลิซึมของ ไลโปโปรตีน (lipoprotein metabolism) ที่เปลี่ยนไปรวมถึง ชนิดและปริมาณของไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นสูง หรือ high density lipoproteins (HDL) และไลโปโปรตีน ชนิดความหนาแน่นต่ำ หรือ low density lipoproteins (LDL) ล้วนเป็นตัวแปรสำคัญของการเกิดโรคดังกล่าว<sup>7-9</sup> จากการศึกษาพบว่าระดับ HDL ที่สูงขึ้นสามารถช่วยป้องกัน โรคหัวใจและหลอดเลือดได้ ในทางกลับกันระดับของ LDL ที่สูงขึ้นจะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรค<sup>7-9</sup> แต่จากรายงาน การศึกษาพบว่าส่วนใหญ่ของผู้ป่วยที่มีโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ ไม่ได้มีระดับ LDL-C (LDL-cholesterol) ที่สูงเสมอไป<sup>10</sup> ปัจจุบันมีตัวชี้วัดอีกชนิดหนึ่งคือ small dense low density lipoproteins (sdLDL) ที่มีการบรรจุเป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงโดย National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP III) ว่าสามารถใช้ประเมินการความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด<sup>11,12</sup> เนื่องจากมีขนาดเล็กมาก ทำให้แทรกผ่านเข้าผนังหลอดเลือดได้ง่ายจึงมีความเป็น atherogenicity สูง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ต้องการศึกษาผลของ โปรแกรมส่งเสริมสุขภาพต่อค่าไขมันในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีค่าไขมันในเลือดผิดปกติ และคาดหวังว่าหลังจากปฏิบัติตน ตามแนวทางที่แนะนำแล้ว ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและ หลอดเลือดน่าจะลดลง และทำให้คนเหล่านั้นมีสุขภาพที่ดีได้ ต่อไป

## วัสดุและวิธีการ

วิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสุขภาพย้อนหลัง ของ ประชากรตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้รับการตรวจสุขภาพจากโครงการบริการวิชาการชุมชน ของ คณะเทคนิคการแพทย์

- (1) วิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังจากผลการตรวจ สุขภาพของกลุ่มประชากร ตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่เข้ารับ การตรวจสุขภาพในโครงการบริการ

วิชาการชุมชน ของคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2555 จำนวน 396 ราย 351 ราย และ 356 ราย ตามลำดับ

- (2) วิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างคนเดียวกันที่รับบริการ ตรวจสุขภาพห่างกัน 2 ปี คือระหว่าง ปี พ.ศ. 2552 และ พ.ศ. 2554 ได้จำนวน 71 ราย โดยวิเคราะห์ค่าแนวโน้มของ total cholesterol และกลูโคสในเลือดในกลุ่มตัวอย่าง คำนวณ Framingham Risk Score<sup>13,14</sup> จากปัจจัยต่างๆ ดังนี้ คือ เพศ อายุ ค่าความดันโลหิต ประวัติ การรักษาภาวะความดันโลหิตสูง ประวัติการ สูบบุหรี่ ประวัติการเป็นโรคเบาหวาน ค่า HDL-C และ total cholesterol และจัดประเมิน ค่าร้อยละของ Framingham Risk Score<sup>15</sup> ที่ได้ซึ่งมีเกณฑ์ที่แบ่งตามระดับความเสี่ยงเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) ค่าน้อยกว่า 10% จัดอยู่ในกลุ่ม low risk (ความเสี่ยงต่ำ) (2) ค่าตั้งแต่ 10% แต่ น้อยกว่า 20% จัดอยู่ในกลุ่ม moderate risk (ความเสี่ยงปานกลาง) และ (3) ค่าตั้งแต่ 20% จัดอยู่ใน กลุ่ม high risk (ความเสี่ยงสูง)
- (3) คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ จากข้อมูลผลตรวจสุขภาพของประชากร ตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่เข้ารับการตรวจสุขภาพในโครงการบริการ วิชาการชุมชน ของคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 100 ราย ตามเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ คือ ผู้ที่มี total cholesterol ใน เลือดมากกว่า 200 mg/dL (และ/หรือ) ผู้ที่มี กลูโคสในเลือดมากกว่า 100 mg/dL เนื่องจาก เป็นช่วงความผิดปกติที่อยู่ในช่วง borderline<sup>2,16</sup> ซึ่งกลุ่มตัวอย่างยังไม่ได้เป็นโรคและยังอาจ ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองได้ (จากกลุ่ม ตัวอย่างที่คัดเลือกไว้ 100 ราย พบว่ามีผู้เข้าร่วม โครงการจริงเพียง 94 ราย ภายหลังเหลือกลุ่ม ตัวอย่างที่อยู่ในโครงการเพียง 56 ราย) โดย ให้กลุ่มตัวอย่างอดอาหารเป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมงเพื่อเก็บตัวอย่างและตรวจเป็นค่า ตั้งต้น และเก็บตัวอย่างเลือดอีกครั้งหลังทำการ ส่งเสริมสุขภาพให้แก่กลุ่มตัวอย่าง การศึกษา นี้ได้ผ่านการรับรองทางจริยธรรม การทำ วิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรม การวิจัยในมนุษย์ คณะเทคนิคการแพทย์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รหัสโครงการ 118E/55  
โปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพ

- 1) วิทยากรบรรยายให้ความรู้เกี่ยวกับการเลือกรับประทานอาหารที่เหมาะสมและเน้นเรื่องการออกกำลังกายอย่างถูกวิธี คือ ออกกำลังกายต่อเนื่องเป็นเวลาตั้งแต่ 20 นาทีขึ้นไป ซึ่งอาจเดินเร็ว วิ่งเหยาะๆ ว่ายน้ำ เต้นแอโรบิก เป็นต้น โดยกลุ่มตัวอย่างเลือกออกกำลังกายตามความพอใจ ความหนักในการออกกำลังกายเป็นแบบปานกลางโดยประเมินด้วยตนเองว่าการหายใจเร็วขึ้นกว่าปกติและเริ่มพูดต่อเนื่องเป็นประโยคไม่ได้ตลอดหรือไม่ และให้ออกกำลังกายความถี่ 3-5 วันต่อสัปดาห์ กิจกรรมดังกล่าวจัดขึ้น จำนวน 2 ครั้ง คือ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556

- และ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 จนสิ้นสุดโปรแกรม คือ เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 รวมระยะเวลา 6 เดือน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มย่อย 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพครบทั้ง 2 ครั้ง ซึ่งมีจำนวน 17 ราย และ (2) กลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพเพียง 1 ครั้ง (ไม่ครบทุกครั้ง) จำนวน 39 ราย
- 2) ให้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการประเมินตนเองในเรื่องการรับประทานอาหารการออกกำลังกายและ ภาวะทางอารมณ์
  - 3) บันทึกการออกกำลังกายประจำวัน วิธีการดำเนินงานวิจัยและการจัดโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสามารถสรุปได้ในแผนผังการศึกษา ดังแสดงในแผนภาพที่ 1

Health checkup data from 2552(N=396), 2554(N=351), and 2555(N=356)

were analyzed retrospectively.



100 participants who had the checkup results in 2555 were selected based on defined criteria; cholesterol level was over 200 mg/dl (and/or) fasting blood sugar was greater than 100 mg/dl.

↓ drop-out subjects; N=6

Baseline blood samples were collected from 94 participants.



Two sessions of the health promotion program were set.

↓ lost to follow-up; N=38

Post-intervention blood samples were collected from 56 participants from

(1) Complete health promotion group (17 participants)

(2) Incomplete health promotion group (39 participants)



The results from both 2 groups were analyzed.

**Figure 1.** Flowchart of the study protocol.

### การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก

ตรวจหาระดับกลูโคสในเลือดและค่า lipid profile ได้แก่ total cholesterol, HDL-C, LDL-C และ triglyceride โดยวิธี enzymatic endpoint (ยกเว้น LDL-C คำนวณจากสมการของ Friedewald<sup>17</sup> เนื่องจากข้อจำกัดของการคำนวณ LDL-C ตามสมการทำให้ไม่สามารถหาค่า LDL-C ในคนที่มีความ triglyceride เกิน 400 mg/dL ดังนั้นผลการศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพครบจำนวน N จึงเหลือ 37 คน และในกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพไม่ครบจำนวน N เหลือ 16 คน) ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติยี่ห้อ SIEMENS รุ่น Dimension<sup>®</sup>EXL<sup>™</sup> 200<sup>18</sup> (Siemen Healthcare Diagnostics, Newark, DE) และ Olympus รุ่น AU 400<sup>19</sup> (Beckman Coulter, Brea, CA) เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติทั้งสองได้ผ่านการศึกษาระียบเทียบที่ครอบคลุมรายการตรวจที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา โดยแต่ละรายการตรวจได้ผลทดสอบผ่านเกณฑ์การทดสอบ คือ ได้ค่า acceptable criteria  $R^2 > 0.95$  และค่า acceptable criteria TEcal < Tea ส่วนการตรวจหาระดับ sdLDL-C ใช้วิธีของ Tsutomu<sup>20</sup>

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การแจกแจงความถี่และร้อยละ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางเคมีคลินิก

ก่อนและหลังการได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพหรือค่าความแตกต่างของพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 โดยใช้ Student's t-test วิเคราะห์พฤติกรรมด้านการออกกำลังกาย การบริโภคอาหารและความเครียดด้วย Chi-square test โดยวิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$  ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

### ผลการศึกษา

#### ข้อมูลการตรวจสุขภาพทั่วไปย้อนหลังของประชากรตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสุขภาพทั่วไปย้อนหลังในช่วงปี พ.ศ. 2552-2555 ของกลุ่มประชากร ตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ากลุ่มประชากรที่มาตรวจแต่ละปีมีแนวโน้มของค่า total cholesterol และกลูโคส ในเลือดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 1 สะท้อนให้เห็นว่าการตรวจสุขภาพให้แก่ชุมชนเพียงอย่างเดียวไม่ได้ทำให้ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญของการรักษาสุขภาพ ดังนั้นการจัดโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรม เช่น การอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการเลือกรับประทานอาหาร หรือการออกกำลังกายที่เหมาะสม น่าจะทำให้ผู้เข้ารับบริการมีผลการตรวจสุขภาพของค่าดังกล่าวดีขึ้น

**Table 1.** Baseline health conditions of the population in Maeka Sub-district population, Sanpatong District, Chiang Mai Province.

Parameters	2552	p-value <sup>d</sup>	2554	p-value <sup>d</sup>	2555
	(N=396) <sup>a</sup>		(N=351) <sup>b</sup>		(N=356) <sup>c</sup>
	Mean±SD	(Student's t-test)	Mean±SD	(Student's t-test)	Mean±SD
Age (yr)	53.1±11.7	0.258	52.5±10.4	0.005	54.4±10.6
FBS (mg/dL)	82.3±12.3	<0.05	86.4±12.9	0.025	89.0±16.0
Total cholesterol (mg/dL)	197.6±47.7	0.05	204.0±40.5	0.040	211.0±49.6

<sup>a</sup>Male/Female = 129/267, <sup>b</sup>Male/Female = 110/241, <sup>c</sup>Male/Female = 128/228, <sup>d</sup>at 0.05 level of significance

ค่าความเสี่ยงที่จะเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดด้วย Framingham Risk Score ของกลุ่มตัวอย่างคนเดียวกันที่มาตรวจสุขภาพห่างกัน 2 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2552 และ พ.ศ. 2554

จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังพบว่าประชากรชุมชนแม่ก้ามมีปัญหาในการควบคุมระดับไขมันและกลูโคสในเลือดซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญต่อการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจ เมื่อนำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างคนเดียวกันที่เข้ารับการตรวจสุขภาพห่างกัน 2 ปี จำนวน 71 ราย จากกลุ่มประชากรที่มีไขมันสูงนี้มาประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี

Framingham Risk Score พบว่ามีผู้ที่มีความเสี่ยงปานกลางและมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดร้อยละ 32.4 และ 22.5 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ประชากรกลุ่มนี้ควรได้รับความรู้ หรือแนวทางปฏิบัติตัวในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าว ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรชุมชนแม่ก้ามที่มีไขมันผิดปกติที่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพในปี พ.ศ. 2555 มาเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ

**Table 2.** Framingham Risk Score of Maeka community subpopulation.

Parameters	Low risk	Moderate risk	High risk
Gender (Male/Female)	5/27	9/14	7/9
Age (Mean±SD)	48.6±7.3	54.0±6.6	62.4±9.8
Framingham Risk Score			
Subject number/Total number (%)	32/71(45.1%)	23/71(32.4%)	16/71(22.5%)

ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ จำนวน 94 ราย พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตช่วงหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP)

และค่าความดันโลหิตช่วงหัวใจคลายตัว (diastolic blood pressure; DBP) สูงกว่าปกติ<sup>21</sup> เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสุขภาพทางด้านเคมีคลินิกของกลุ่มตัวอย่างพบว่าค่าเฉลี่ยไขมันในเลือดสูงเกินช่วงค่าอ้างอิงทั้งหมดยกเว้นค่ากลูโคสในเลือด (ตารางที่ 3)

**Table 3.** Baseline conditions of 94 participants before participation in the health promotion program.

Parameters	Values (Mean±SD)	Expected values
Age (yr) <sup>a</sup>	53.4±8.8	
Weight (kg) <sup>b</sup>	62.3±14.3	
Height (cm) <sup>c</sup>	156.4±8.2	
Systolic blood pressure (mmHg) <sup>d</sup>	141.0±27.7	
Diastolic blood pressure (mmHg) <sup>d</sup>	87.4±12.4	
Total cholesterol (mg/dL)	279.46±50.97	<200
Triglyceride (mg/dL)	185.46±129.93	<150
HDL-C (mg/dL)	58.69±13.33	>40
LDL-C (mg/dL)	183.10±39.70	<100
sdLDL-C (mg/dL)	51.82±23.42	
FBS (mg/dL)	89.11±20.81	70-106

<sup>a</sup>Male/Female = 27/67, <sup>b</sup>N = 90, <sup>c</sup>N = 91, <sup>d</sup>N = 92

ผลการตรวจทางเคมีคลินิกก่อนและหลังเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง ที่เข้าร่วมกิจกรรมครบทุกครั้ง

ผลการศึกษาทางเคมีคลินิกหลังเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมครบทุกครั้ง จำนวน 17 ราย พบว่าค่าเฉลี่ยของ total cholesterol, triglyceride และ LDL-C ลดลง ส่วนค่าเฉลี่ยของ HDL-C, sdLDL-C และ กลูโคสมีค่าเพิ่มขึ้น โดยค่ากลูโคสในเลือดเพิ่มขึ้นอย่าง

มีนัยสำคัญ ผลแสดงดังตารางที่ 4 หลังเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพพบว่าความถี่ของพฤติกรรมด้านการออกกำลังกายมีแนวโน้มที่ดี กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 35 ออกกำลังกายเป็นประจำ และมากกว่าร้อยละ 59 ออกกำลังกายเป็นบางครั้ง มีเพียงร้อยละ 6 เท่านั้นที่ไม่ออกกำลังกาย และพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีแนวโน้มของพฤติกรรมการบริโภคอย่างถูกต้อง และมีความเครียดในระดับที่ต่ำ ดังแสดงใน ตารางที่ 5

**Table 4.** Result of clinical chemistry laboratory profiles before and after participation in the health promotion program of complete health promotion group (N=17) and incomplete health promotion group (N=39).

Parameters	Complete health promotion group <sup>a</sup>			Incomplete health promotion group <sup>b</sup>		
	Before	After	p-value	Before	After	p-value
	Mean±SD (mg/dL)	Mean±SD (mg/dL)		Mean±SD (mg/dL)	Mean±SD (mg/dL)	
Total cholesterol	274.71±32.92	264.00±43.52	0.124	274.90±32.15	267.92±43.33	0.167
Triglyceride	159.65±56.92	154.76±91.78	0.829	180.64±119.34	199.82±186.33	0.297
HDL-C	60.18±13.84	61.12±15.00	0.589	56.05±12.03	56.00±15.49	0.979
LDL-C	180.31±25.86	172.46±35.86	0.260	184.81±29.49	176.70±34.73	0.130
sdLDL-C	51.45±25.10	54.95±20.78	0.611	53.92±21.36	60.25±20.28	0.106
FBS	88.82±14.96	102.00±19.25	<0.05	91.08±18.28	104.90±39.59	<0.05

<sup>a</sup>Male/Female = 3/14, <sup>b</sup>Male/Female = 10/29, P-value was calculated by student's t-test (p<0.05).

**Table 5.** Characteristics of lifestyle behaviors after participation in the health promotion program of complete health promotion group (N=17) and incomplete health promotion group (N=39).

	Complete health promotion group <sup>a</sup>			Incomplete health promotion group <sup>b</sup>			p-value <sup>c</sup>
	Regularly	Occasionally	Never	Regularly	Occasionally	Never	
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	
Exercise	6(35)	10(59)	1(6)	11(28)	19(49)	9(23)	0.303
Drinking intoxicant cessation	11(65)	0(0)	6(35)	24(62)	7(18)	8(21)	0.128
Stressless	9(53)	7(41)	1(6)	25(64)	14(36)	0(0)	0.269
Healthy food consumption	9(53)	8(47)	0(0)	25(62)	15(38)	0(0)	0.835
High fat diet cessation	6(35)	11(65)	0(0)	8(21)	25(64)	6(15)	0.161
Sweets or high starch diet cessation	6(35)	11(65)	0(0)	11(28)	26(67)	2(5)	0.584
Water consumption	14(82)	2(12)	1(6)	28(72)	10(26)	1(3)	0.448

<sup>a</sup>Male/Female = 3/14, <sup>b</sup>Male/Female = 10/29, <sup>c</sup>Chi-square test at 0.05 level of significance

ผลการตรวจทางเคมีคลินิกก่อนและหลังเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมไม่ครบทุกครั้ง

ผลการศึกษาทางเคมีคลินิกหลังเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมไม่ครบทุกครั้งจำนวน 39 ราย พบว่าค่าเฉลี่ยของ total cholesterol และ LDL-C ลดลงเช่นเดียวกับกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมครบส่วนค่าเฉลี่ยของ triglyceride, sdLDL-C และกลูโคสในเลือดมีค่าเพิ่มขึ้น โดยค่ากลูโคสในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญดังตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าความถี่ของพฤติกรรมด้านการออกกำลังกายมีแนวโน้มที่ดี กล่าวคือ แม้ว่ากลุ่มตัวอย่างจะไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำแต่เกือบร้อยละ 50 ออกกำลังกายเป็นประจำทุกวัน มีแนวโน้มของพฤติกรรมบริโภคอย่างถูกต้องและมีความเครียดในระดับที่ต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 5

ผลการลดลงของ total cholesterol และ atherogenic ratios ในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม หลังการเข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ

ผลการศึกษาตัวชี้วัดทางเคมีคลินิกพบว่าค่าเฉลี่ยของ total cholesterol ของทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มลดลง และเมื่อพิจารณาในรายบุคคลพบว่าร้อยละของการลดลงของ total cholesterol หลังการเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพมากถึงร้อยละ 70.6 และ 53.8 ในกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพครบและไม่ครบตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดโดยใช้ค่า atherogenic ratios คือ ค่า TC/HDL-C และ LDL-C/HDL-C พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพครบทุกครั้งที่มีการลดลงของค่าดังกล่าวมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพไม่ครบทุกครั้งอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 6

**Table 6.** The decreased percentage of total cholesterol and atherogenic ratio of TC/HDL-C and LDL-C/HDL-C in complete (N=17) and incomplete (N=39) health promotion groups after participation in the health promotion program.

	Complete health promotion group <sup>a</sup>	Incomplete health promotion group <sup>b</sup>	p-value <sup>c</sup>
	N (%)	N (%)	
Decreased total cholesterol	12(70.6)	21(53.8)	0.770
Decreased TC/HDL-C	10(58.8)	18(46.2)	0.541
Decreased LDL-C/HDL-C	11(68.8)	18(48.6)	0.484

<sup>a</sup>Male/Female = 3/14, <sup>b</sup>Male/Female = 10/29, <sup>c</sup>student's t-test at 0.05 level of significance

## วิจารณ์ผล

ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพพบว่า ความละเอียดของเกณฑ์ที่ใช้ไม่มีความชัดเจนมากพอที่จะแยกกลุ่มตัวอย่างที่มีโรคประจำตัวอยู่ก่อนแล้ว ประกอบกับกลุ่มตัวอย่างบางรายตอบแบบสอบถามพฤติกรรมความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดรวมทั้งเรื่องพฤติกรรมอื่นๆ ไม่สมบูรณ์ ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างรายนั้นได้ นอกจากนี้ยังพบว่าบางช่วงของแผนดำเนินงานที่กำหนดไม่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของกลุ่มตัวอย่างส่งผลต่อความสะดวกในการเข้าร่วมกิจกรรมทำให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างลดลง จึงควรมีระบบการติดตามกลุ่มตัวอย่าง เช่น การโทรศัพท์ การส่งจดหมายหรือมีเอกสารใบความรู้ส่งให้กลุ่มตัวอย่างเป็นระยะๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความต้องการในการทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง อีกทั้ง

ควรเพิ่มความร่วมมือและการประสานงานในเครือข่ายที่เกี่ยวข้องให้มากขึ้น เช่น การประสานงานกับเจ้าหน้าที่อนามัยและกลุ่มตัวอย่างหมู่บ้าน ทั้งนี้เพื่อให้บุคลากรเหล่านั้นช่วยเป็นแกนนำและติดตามดูแลผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ เนื่องจากบางครั้งผู้วิจัยไม่สามารถลงพื้นที่เพื่อพบปะ และกระตุ้นกลุ่มตัวอย่างได้บ่อยครั้ง แม้ว่าการส่งเสริมสุขภาพตามแผนงานวิจัยนี้จะมีการแบ่งกลุ่มย่อยของกลุ่มตัวอย่างตามหมู่บ้านและเลือกตัวแทนกลุ่มให้เป็นผู้ประสานงาน แต่พบว่าตัวแทนกลุ่มส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีบทบาทในการช่วยกระตุ้นกลุ่มตัวอย่างให้ปฏิบัติตามโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพมากนัก ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ส่งตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ ดังนั้นค่าที่ได้จากการตรวจต่างเครื่องอาจมีความแปรปรวน

เนื่องจากใช้เครื่องวิเคราะห์ที่ไม่เหมือนกัน อย่างไรก็ตาม มีการทำ comparative study ระหว่างเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติทั้งสองแล้ว และได้ผลการทดสอบซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้นค่าการตรวจที่ได้จึงน่าจะมีค่าแม่นยำเพียงพอสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาวิจัยนี้

จากข้อมูลพื้นฐานที่ได้พบมาก่อนเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพกลุ่มตัวอย่างที่มีความดันโลหิตสูงกว่าปกติ และมีค่าดัชนีมวลกายมากกว่า  $22.9 \text{ kg/m}^2$ <sup>22,23</sup> ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มผู้มีน้ำหนักเกินมาตรฐาน จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างนี้ นอกจากเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดแล้วยังเสี่ยงต่อการเป็นโรคอ้วนลงพุง (metabolic syndrome)<sup>24</sup> อีกด้วย เมื่อศึกษาผลทางเคมีคลินิกพบว่าในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมครบมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ย total cholesterol และ LDL-C ลดลง ส่วน HDL-C สูงขึ้น แม้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา<sup>25,26</sup> ซึ่งได้ศึกษาผลของการส่งเสริมสุขภาพต่อความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังจากส่งเสริมสุขภาพ พบว่าในกลุ่มทดลอง LDL-C มีค่าลดลง ส่วน HDL-C มีค่าสูงขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ บางรายงานพบว่า การออกกำลังกายเพื่อเพิ่ม HDL-C อาจต้องใช้พลังงานในการออกกำลังกายโดยการวิ่งหรือเดินเร็ว 1200-2200 กิโลแคลอรีต่อสัปดาห์หรือคิดเป็นระยะทาง 24-32 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ จึงจะสามารถเพิ่ม HDL-C ได้ 2-8 mg/dL และลด triglyceride ได้ 5-38 mg/dL<sup>27</sup> นอกจากนี้ยังพบว่า sdLDL ในสองกลุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งอาจสัมพันธ์กับปริมาณ triglyceride ที่มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมไม่ครบ เพราะจากรายงานพบว่าปริมาณ sdLDL มีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับของ triglyceride และแปรผกผันกับระดับ HDL-C ในซีรัม<sup>28</sup> การศึกษาต่อไปจึงควรศึกษานาฬิกาของ sdLDL ด้วย เพราะในแต่ละบุคคลมี LDL ขนาดต่างๆ ปนกันจึงทำให้แบ่งกลุ่มประชากรได้เป็น 2 phenotypes คือ (1) Phenotype A คือ ผู้ที่มีปริมาณของ buoyant LDL (IbLDL) มากกว่า sdLDL (2) Phenotype B คือ ผู้ที่มีปริมาณของ sdLDL มากกว่า IbLDL และมีรายงานวิจัยพบว่าผู้ที่มี phenotype B จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด มากกว่าผู้ที่มี phenotype A ถึง 3-7 เท่า<sup>29,30</sup> โดยไม่ขึ้นกับปริมาณของ LDL-C<sup>31</sup> ส่วนค่าเฉลี่ยของกลูโคสที่สูงขึ้นในทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ อาจเกิดจากความความแรงของการออกกำลังกายที่ใช้ งานวิจัยครั้งนี้ใช้ความหนักในการออกกำลังกายแบบปานกลาง ซึ่งจากรายงานการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายโดยใช้ความหนักแบบปานกลางจะมีการควบคุมสมดุล

ของกลูโคสในเลือดโดยดับและกล้ามเนื้อทำให้ระดับกลูโคสในเลือดคงที่ อย่างไรก็ตามพบว่าในระหว่างออกกำลังกายดังกล่าวกระตุ้นให้มีการสร้างกลูคาгонส่งผลให้ระดับกลูโคสในเลือดสูงขึ้นได้<sup>32,33</sup> อย่างไรก็ตาม ค่ากลูโคสในเลือดแม้สูงขึ้นแต่ก็ยังอยู่ในช่วงต่ำของค่า borderline จึงไม่น่าจะส่งผลต่อสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำและชี้แจงแก่กลุ่มตัวอย่างให้ตระหนักถึงโทษของค่ากลูโคสที่สูงขึ้นว่าอาจจะทำให้เป็นโรคเบาหวานตามมาได้ในภายหลัง เมื่อพิจารณาถึงความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดโดยใช้ค่า atherogenic ratios คือ TC/HDL-C และ LDL-C/HDL-C พบว่า หลังเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีค่าร้อยละการลดลงของอัตราส่วนดังกล่าวลดลง โดยกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพครบมีค่าลดลงมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพไม่ครบ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งก็สอดคล้องกับผลประเมินด้านพฤติกรรมในการดำรงชีวิตของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง ไม่ว่าจะเป็นการออกกำลังกาย การรับประทานอาหาร และภาวะความเครียด ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพครบหรือไม่ครบตามกำหนด ไม่ได้เป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้ค่าไขมันเพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่น่าจะเกิดจากการปฏิบัติตัวของกลุ่มตัวอย่างแต่ละบุคคลว่าได้ทำตามโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพอย่างจริงจังหรือไม่ซึ่งเป็นเรื่องที่ควบคุมได้ยาก

## สรุป

จากการศึกษาพบว่าแนวโน้มภาวะสุขภาพของกลุ่มประชากรใน ตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ มีผู้ที่มีไขมันในเลือดผิดปกติเกินร้อยละ 50 ซึ่งเมื่อศึกษาในกลุ่มย่อยของประชากรกลุ่มนี้โดยการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Framingham Risk Score ร่วมกับค่าอื่นๆ พบว่าผู้ที่มีความเสี่ยงปานกลางและมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดมีมากถึงร้อยละ 32.4 และ 22.5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ประชากรกลุ่มกลุ่มนี้ควรปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในชีวิตประจำวันและติดตามผลการส่งเสริมสุขภาพของชุมชนนี้อย่างใกล้ชิดเพื่อป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคเรื้อรังอื่นๆ ในอนาคต เมื่อนำกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับไขมันในเลือดผิดปกติมาเข้าโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพพบว่าผลการศึกษาทางเคมีคลินิกในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพครบและไม่ครบ มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ย total cholesterol และ LDL-C ลดลง โดยพบว่า HDL-C มีแนวโน้มสูงขึ้นในกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมครบทุกครั้ง อย่างไรก็ตาม

พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 มีแนวโน้มค่าเฉลี่ยของทั้ง sLDL-C และกลูโคสในเลือดสูงขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพารามิเตอร์ดังกล่าวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงยังไม่สามารถชี้ชัดว่าในระยะยาวของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในกลุ่มตัวอย่างตามโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพนี้จะสามารถทำให้ความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดลดลงหรือไม่ ซึ่งน่าจะทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณเงินรายได้คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประจำปี

พ.ศ. 2556 ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากรแขนงเคมีคลินิก ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ กลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนเจ้าหน้าที่จากองค์การบริหารส่วนตำบลแม่ก๊ก อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและร่วมมือในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณศูนย์บริการเทคนิคการแพทย์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลพื้นฐานต่างๆและการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก ขอขอบคุณ อ.ดร.มูจลินทร์ ประสานณรงค์ และ อ.ดร.อรรวรรณ เวย์เนอร์ จากภาควิชากายภาพบำบัดที่ให้คำปรึกษาในการทำวิจัย รวมทั้งนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาเทคนิคการแพทย์ ตลอดจนผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยในครั้งนี้ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือ และให้ความช่วยเหลือจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

### References

1. Wilson PW, D'Agostino RB, Levy D, Belanger AM, Silbershatz H, Kannel WB. Prediction of coronary heart disease using risk factor categories. *Circulation* 1998; 97(18): 1837-47.
2. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program(NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001; 285(19): 2486-97.
3. Panthip Sangprasert. Health promotion and chronic disease prevention from ideas to practice. Bangkok: Thammasat University; 2011 (in Thai).
4. Proposal development plans in health promotion with universal health care coverage phase 2 [cited 2014 Jan 6]. Available from: <http://www.hisro.or.th/main/modules/research/attachgovernance/156/> Full-text.pdf. (in Thai).
5. Association of occupational and environmental of Thailand. Health promotion/disease prevention [cited 2008 May 26]. Available from: <http://www.anamai.moph.go.th/occmed/MiracleGrand3.html>. (in Thai).
6. Cluster of Health Information Unit. Bureau of Policy and Strategy. Ministry of Public Health. Thailand [cited 2012 Sep 24]. Available from: <http://bps.ops.moph.go.th/index.php?mod=bps&doc=5>. (in Thai).
7. Razavi SM, Gholamin S, Eskandari A, Mohsenian N, Ghorbanihaghjo A, Delazar A, et al. Red grape seed extract improves lipid profiles and decreases oxidized low-density lipoprotein in patients with mild hyperlipidemia. *J Med food* 2013; 16(3): 255-8.
8. Usanee Vinitketkumnuen. Biochemistry of lipid and lipoprotein. 2<sup>nd</sup> ed. Chiang Mai: Star Compugraphics; 2004 (in Thai).
9. Bertolotti M, Maurantonio M, Gabbi C, Anzivino C, Carulli N. Review article: hyperlipidemia and cardiovascular risk. *Aliment Pharmacol Ther* 2005; 22 Suppl 2: S28-30.
10. Sachdeva A, Cannon CP, Deedwania PC, Labresh KA, Smith SC Jr, Dai D, et al. Lipid levels in patients hospitalized with coronary artery disease: an analysis of 136,905 hospitalizations in Get With The Guidelines. *Am Heart J* 2009; 157(1): 111-7.

11. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *Circulation* 2002; 106(25): 3143-421.
12. Packard CJ. Small, dense low-density lipoprotein and its role as an independent predictor of CVD. *Curr Opin Lipido* 2006; 17(4): 412-7.
13. Schofield P, Crichton N, Chen R. Methods for assessing cardiovascular disease risk in a UK black population. *Heart* 2012; 98(18): 1373-7.
14. Framingham Heart Study : A Project of National Heart, Lung, and Blood Institute and Boston University [cited 2013 Apr 17]. Available from: [https://www.framinghamheartstudy.org/risk-functions/spreadsheets/gencardio\\_bmi.xls](https://www.framinghamheartstudy.org/risk-functions/spreadsheets/gencardio_bmi.xls).
15. Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. The distribution of 10-Year risk for coronary heart disease among US adults: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey III. Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43(10):1791-6.
16. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care* 2015; 38 Suppl 1: S8-16 [cited 2015 Oct 22]. Available from:<http://diabetes.teithea.gr/usersfiles/entypa/standards%20of%20medical%20care%20in%20>
17. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18(6):499-502
18. Laboratory Unit of AMS clinical service center. Document control of The Dimension® EXL™ 200 Integrated Chemistry System. Faculty of Associated Medical Sciences. Chiang Mai University; 2013 (in Thai).
19. Laboratory Unit of AMS Clinical Service Center. Document control of Olympus AU400 Chemistry Analyzer. Faculty of Associated Medical Sciences. Chiang Mai University; 2011 (in Thai).
20. Hirano T, Ito Y, Saegusa H, Yoshino G. A novel and simple method for quantification of small, dense LDL. *J lipid Res* 2003; 44(11): 2193-201.
21. Guidelines for the Treatment of Hypertension in General Practice 2555 [cited 2015 Sep 14]. Available from: [http://www.thaihypertension.org/hypertensiondetail.php?n\\_id=216](http://www.thaihypertension.org/hypertensiondetail.php?n_id=216). (in Thai)
22. Wildman R, Gu D, Reynolds K, Duan X, He J. Appropriate body mass index and waist circumference cutoffs for categorization of overweight and central adiposity among Chinese adults. *Am J Clin Nutr* 2004; 80(5):1129–36.
23. WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004; 363(9403):157-63.
24. Grundy SM, Brewer HB Jr, Cleeman JI, Smith SC Jr, Lenfant C. Definition of metabolic syndrome: report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2004; 24(2): 433-38.
25. Zhu B, Haruyama Y, Muto T, Yamasaki A, Tarumi F. Evaluation of a community intervention program in Japan using Framingham risk score and estimated 10-year coronary heart disease risk as outcome variable: a non-randomized controlled trial. *BMC Public Health* 2013; 13(219): 1-10.
26. Horton ES. Effects of lifestyle changes to reduce risks of diabetes and associated cardiovascular risks: results from large scale efficacy trials. *Obesity (Silver Spring)* 2009; 17 Suppl 3: S43-8.
27. Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med* 2001; 31(15): 1033-62.

28. Kathiresan S, Otvos JD, Sullivan LM, et al. Increased small low density lipoprotein particle number: a prominent feature of the metabolic syndrome in the Framingham Heart Study. *Circulation* 2006; 113(1): 20–9.
29. Packard CJ. Triacylglycerol-rich lipoproteins and the generation of small, dense low-density lipoprotein. *Biochem Soc Transac* 2003; 31(Pt 5): 1066-9.
30. Rizzo M, Berneis K. Low-density lipoprotein size and cardiovascular prevention. *Euro J Intern Med* 2006; 17(2): 77-80.
31. Van J, Pan J, Charles MA, Krauss R, Wong N, Wu X. Atherogenic lipid phenotype in a general group of subjects. *Arch Pathol Lab Med* 2007; 131(11): 1679-85.
32. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR., et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. *Diabetes Care* 2010; 33(12): 2692-6.
33. Marliss EB, Vranic M. Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in gluco-regulation: implications for diabetes. *Diabetes* 2002; 51 Suppl 1: S271-83.

# ฤทธิ์ของสารสกัดหายาจากพืชสมุนไพรไทยต่อการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด และกระบวนการแข็งตัวของเลือดในหลอดทดลอง

## Inhibitory effect of various Thai natural plants ethanolic extracts on platelet aggregation and blood coagulation *in vitro*

■ สุวิทย์ ดวงมะโน<sup>1\*</sup>    สุรางคนา วงศ์งาม<sup>1</sup>    ปองหทัย ลาดจันทร์ดี<sup>1</sup>  
Suwit Duangmano<sup>1\*</sup>    Surangkana Wonkngam<sup>1</sup>    Ponghathai Ladchantha<sup>1</sup>  
วริศรา ปะละนัน<sup>1</sup>    อรกมล วงศ์ทะกัณห์<sup>2</sup>  
Warissara Palanan<sup>1</sup>    Omkamon Wongtagan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>แขนงวิชาจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>1</sup>Division of Clinical Microscopy, Department of Medical Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

<sup>2</sup>หน่วยโลหิตวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>2</sup>Division of Hematology, Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: suwit.du@cmu.ac.th)

\* Corresponding author (Email: suwit.du@cmu.ac.th)

Received September 2015

Accepted as revised November 2015

### Abstract

**Introduction:** Platelets and blood coagulation play critical roles in haemostasis and also mediate pathologic thrombosis, responsible for cardiovascular diseases (CVD). Surgery and anti-platelet drugs has been used for the therapeutic purposes. However, some side effects are concerned such as bleeding, thrombocytopenia, etc. Therefore, natural herbal extracts may be a good candidate to counteract hemostatic disturbs with little or less side effects.

**Objective:** To investigate antiplatelet and anticoagulant effects of 14 different Thai natural plant ethanolic extracts. They were the extracts from *Phyllanthus amarus*, *Tagetes erecta*, *Tinospora crispa*, *Angelica sinensis*, *Acorus calamus*, *Atractylodes lancea*, *Curcuma latifolia*, *Ligusticum sinense*, *Homalomena noboguine-ensis*, *Butea monosperma*, *Cissus quadrangularis*, *Artemisia annua*, *Pachyrrhizus erosus*, and *Curcuma zedoaria*.

**Materials and methods:** Platelet aggregation using light transmission platelet aggregometer and platelet viability determined by microculture tetrazolium (MTT) assay were studied. Effect of the extracts on blood coagulation was studied by prothrombin time (PT) and activated partial thromboplastin time (aPTT). These assays were monitored before and after treated with the extracts.

**Results:** *Curcuma zedoaria* extract significantly interfered platelet aggregation with 50% inhibitory concentration (IC<sub>50</sub>) of 4.8 mg/ml at  $p < 0.05$  when compared with control. However, it did not show any toxicity to platelet viability. Moreover, it did not inhibit blood coagulation. Other herbal extracts did not have any effect platelet aggregation or blood coagulation.

**Conclusion:** *Curcuma zedoaria* has inhibitory effect on platelet aggregation. It was still unclear in its mechanism. So, mechanism of action of *Curcuma zedoaria* extract on platelet aggregation inhibition should be further on studied. This would be a candidate for potential antithrombotic and antiplatelet drug which can be a new approach for management and treatment of patients with cardiovascular diseases.

Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 77-89. Doi: 10.14456/jams.2016.9

**Keywords:** Thai natural plants, antiplatelet drug, blood coagulation, platelet aggregation

## บทคัดย่อ

**บทนำ:** เกล็ดเลือด และการแข็งตัวของเลือด มีบทบาทสำคัญในกระบวนการห้ามเลือด อีกทั้งยังมีส่วนทำให้เกิดการอุดตันของลิ่มเลือด โดยเฉพาะอย่างยิ่งลิ่มเลือดในหลอดเลือดของผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพของหลอดเลือดและหัวใจ ปัจจุบันการผ่าตัดและการใช้ยาต้านการเกิดลิ่มเลือดได้ถูกนำมาใช้ในทางคลินิกอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตาม วิธีการเหล่านี้อาจทำให้เกิดผลข้างเคียงในการรักษา เช่น ภาวะเลือดออก เกล็ดเลือดต่ำ ดังนั้นจึงมีความพยายามในการสรรหาทางเลือกใหม่จากสารสกัดสมุนไพรธรรมชาติที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดลิ่มเลือดที่ไม่มีผลข้างเคียงอันไม่พึงประสงค์

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรไทย 14 ชนิด ประกอบด้วย ลูกใต้ใบ ดาวเรือง บอระเพ็ด โกงฐเขียง ว่านน้ำ โกงฐเขมา ว่านมหากำลั่ง โกงฐหัวบัว ว่านนะหน้าทอง ทองกวาว เพชรสังฆาต โกงฐจุฬาลัมพา มันแกว และขมิ้นอ้อย ในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด เมื่อกระตุ้นด้วยสาร ADP และยับยั้งการแข็งตัวของเลือดในหลอดทดลอง รวมถึงการศึกษาระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดและเป็นพิษต่อเกล็ดเลือด

**วัสดุและวิธีการ:** ศึกษาผลของสารสกัดที่มีผลต่อการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด (platelet aggregometer) ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดต่อเกล็ดเลือดโดยวิธี MTT และศึกษาฤทธิ์ต่อกระบวนการแข็งตัวของเลือดโดยการทดสอบ prothrombin time (PT) และ activated partial thromboplastin time (aPTT)

**ผลการศึกษา:** พบว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยที่ความเข้มข้น 1, 2, 3, 4, และ 5 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดในหลอดทดลองได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยสามารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดได้ร้อยละ 50 ( $IC_{50}$ ) ที่ความเข้มข้น 4.8 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และไม่เป็นพิษต่อเกล็ดเลือด รวมทั้งไม่มีผลต่อกระบวนการแข็งตัวของเลือดในหลอดทดลอง ส่วนสมุนไพรอื่นๆ ไม่มีฤทธิ์ทั้งในด้านการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดและกระบวนการแข็งตัวของเลือด

**สรุปผลการศึกษา:** สารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยสามารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดในหลอดทดลองได้ แต่การศึกษาดังนี้ไม่ได้ศึกษาถึงกลไกในการออกฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นอ้อยในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด ดังนั้น เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่มีประสิทธิภาพในการรักษาภาวะลิ่มเลือดอุดตันในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดและหัวใจในอนาคต จึงควรศึกษาเพิ่มเติมถึงกลไกการทำงานของสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อย

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 77-89. Doi: 10.14456/jams.2016.9

**คำรหัส:** พืชสมุนไพรไทย ยาต้านเกล็ดเลือด การแข็งตัวของเลือด การเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด

## บทนำ

เกล็ดเลือดที่อยู่ในระบบไหลเวียนเลือดของร่างกายมีขนาดเล็ก รูปร่างกลม (discoid shape) ขนาด 1.5-2.5 ไมโครเมตร เป็นเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส สร้างมาจากไซโตพลาสซึมของเมกะคาริโอไซต์ (megakaryocyte) ในไขกระดูกวันละประมาณ  $35 \times 10^9$  หน่วย มีอายุประมาณ 9-10 วันในระบบไหลเวียนเลือด คนปกติมีปริมาณเกล็ดเลือด  $1.5-4 \times 10^9$ /ไมโครลิตร เกล็ดเลือดมีบทบาทในการช่วยอุดบาดแผลที่เกิดจากการฉีกขาดของ

หลอดเลือด โดยการรวมกลุ่มกันเป็นก้อน (plug) ที่บริเวณหลอดเลือดฉีกขาด อุดบาดแผลเพื่อหยุดการไหลของเลือดออกนอกร่างกาย<sup>1</sup>

เกล็ดเลือดยังมีบทบาทสำคัญในการเกิดลิ่มเลือดอุดตัน โดยเฉพาะในผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดที่มีภาวะ atherosclerosis การเกิดลิ่มเลือดอุดตันเริ่มจากการมีคราบพลัค (plaque) สะสมที่ผนังหลอดเลือด (atherosclerotic) ด้านบนสุดของ plaque ปกคลุมด้วยเยื่อไฟบรัส (fibrous cap) ที่

มีคุณสมบัติเปราะแตกได้ง่าย และเมื่อมีการปริหรือหลุดลอกของ fibrous cap ทำให้คอลลาเจน (collagen) เฝายออก กระตุ้นให้เกิดการเกาะติดของเกล็ดเลือด และเกล็ดเลือดเปลี่ยนรูปร่างหลังสารที่เก็บอยู่ภายในออกมากกระตุ้นการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดเพิ่มขึ้น รวมถึงกระตุ้นกระบวนการแข็งตัวของเลือดจนเกิดเป็นลิ่มเลือดอุดตันการไหลของเลือดภายในหลอดเลือดและยังสามารถหลุดลอยไปในกระแสเลือด (thromboembolism) อุดตันในหลอดเลือดขนาดเล็กทั่วร่างกาย ก่อให้เกิดพยาธิสภาพของโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมอง เช่น acute coronary syndrome, coronary vascular disease, cerebrovascular disease และโรคของหลอดเลือดอื่น ๆ<sup>2-4</sup>

เนื่องจากการกระตุ้นเกล็ดเลือดเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญของการเกิด thromboembolism งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับยาที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเกล็ดเลือดจึงได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น เช่น aspirin, clopidogrel, theophyllin, caffeine และ dipyridamole เป็นต้น แต่ยาเหล่านี้มักมีผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ เช่น ทำให้เลือดออกในระบบทางเดินอาหาร การระคายเคืองในกระเพาะอาหาร เกิดแผลในกระเพาะอาหาร และมะเร็งกระเพาะอาหาร อีกทั้งยังมีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นจึงมีการศึกษาพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเกิดลิ่มเลือดเพิ่มมากขึ้น<sup>5,6</sup> เนื่องจากเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ มีผลข้างเคียงน้อยกว่าสารเคมีสังเคราะห์ สารสกัดบริสุทธิ์จากพืชหลายชนิดได้มีการนำมาศึกษาแล้ว เช่น สารสกัด curcumin จากขมิ้นชันพบว่ามีฤทธิ์ต้านการทำงานของเกล็ดเลือดโดยยับยั้งการสร้าง thromboxane และยับยั้ง Ca<sup>2+</sup> signaling<sup>7,8</sup> สารสกัด magnolol จากเปลือกของต้นแมกโนเลียมีฤทธิ์ในการต้านการทำงานของเกล็ดเลือด

โดยเพิ่มการแสดงออกของโปรตีน PPAR<sup>9</sup> สารสกัด catechin จากชาเขียวมีฤทธิ์ต้านการทำงานของเกล็ดเลือดโดยยับยั้งการสร้าง thromboxane<sup>10,11</sup> สารสกัดเคอควิซติน (quercetin) เป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid) พบได้ในหัวหอม หอมแดง และพืชตระกูลถั่ว<sup>12</sup> มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเกล็ดเลือดโดยเพิ่ม cAMP และยับยั้งกระบวนการ phosphorylation ของโปรตีน MAPK<sup>13,14</sup> แสดงให้เห็นว่าการนำสารสกัดจากสมุนไพรมาทดสอบหาฤทธิ์ในการต้านการทำงานของเกล็ดเลือดเป็นทางเลือกหนึ่งในการป้องกันและรักษาภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดในผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีความสนใจศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรไทยพื้นบ้านในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดและกระบวนการแข็งตัวของเลือด และคัดเลือกสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดได้มากที่สุดมาศึกษาในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดและเป็นพืชต่อเกล็ดเลือด

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 1. พืชสมุนไพร

ใช้สมุนไพรไทยพื้นบ้านจำนวน 14 ชนิด ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ คุณสมบัติทางการแพทย์ และส่วนของพืชที่นำมาสกัดสารออกฤทธิ์ดังแสดงในตารางที่ 1 ทำการสกัดแยกสารด้วยเอทานอล (ethanolic extraction) ณ ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จากนั้นเจือจางสารสกัดจากพืชสมุนไพรทั้ง 14 ชนิดด้วยสารละลาย dimethyl sulfoxide (DMSO, Sigma-Aldrich®, USA) ให้ได้ความเข้มข้น 1, 2, 3, 4, และ 5 mg/mL

**Table 1** Thai natural plants and their medical properties.

Species	Plant parts extracted	Medical properties
<i>Phyllanthus amarus</i>	Stem & Leaf	- Antimicrobial activity <sup>15</sup> - Urinary inhibitors of calcium oxalate crystallization <sup>16</sup> - Anti-oxidant and hepato-protective activity <sup>17</sup>
<i>Targetes erecta</i>	Flower	- Anticancer activity <sup>18</sup>
<i>Tinospora crispa</i>	Stem	- Antidiabetic <sup>19</sup> - Anticholinesterase inhibitory activity <sup>20</sup> - Antiparasitic activity <sup>21</sup>

**Table 1** Thai natural plants and their medical properties. (continued)

Species	Plant parts extracted	Medical properties
<i>Acorus calamus</i>	Rhizome	- Anticandidal activity <sup>22</sup> - Wound-healing activity <sup>23</sup> - Anti-inflammatory activity <sup>24</sup> - Inhibit anaphylactic reactions <sup>25</sup>
<i>Angelica sinensis</i>	Rhizome	Reduction of oxidative stress <sup>26</sup> - Against <i>Aedes aegypti</i> <sup>27</sup> - Antidiabetic <sup>28</sup> - Nephroprotective effects <sup>29</sup>
<i>Curcuma latifolia</i>	Rhizome	-
<i>Ligusticum sinense</i>	Rhizome	- Antioxidant <sup>30</sup>
<i>Curcuma zedoaria</i>	Rhizome	Inhibit Proliferation of Human Breast Cancer Cell <sup>31</sup> - Treatment diarrhea, cancer, flatulence and dyspepsia <sup>32</sup> - Antimicrobial activity <sup>33</sup>
<i>Atractylodes lancea</i>	Rhizome	- Anticancer <sup>34</sup> - Anti-inflammatory <sup>35</sup> - Stimulated small intestinal motility <sup>36</sup>
<i>Butea mono sperma</i>	Flower	- Anticancer <sup>37</sup> - Anti-inflammation <sup>38</sup>
<i>Artemisia annua</i>	Stem & Leaf	- Antioxidant, Anti-inflammation <sup>30</sup>
<i>Pachyrrhizus erosus</i>	Seed	- Antifungal protein <sup>39</sup> - Spasmolytic activity <sup>40</sup>
<i>Homalomena noboguine-ensis</i>	Rhizome	-
<i>Cissus quadrangularis</i>	Rhizome	- Fracture healing/ bone setter <sup>41</sup> - Analgesic activity <sup>42</sup>

## 2. การเตรียม Platelet Rich Plasma (PRP)

คัดเลือกอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 20-25 ปี ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาคั้งนี้อาสาสมัครทุกคนต้องไม่ได้รับยาหรืออาหารที่มีผลต่อการทำงานของเกล็ดเลือด เช่น แอสไพริน หรือ เฮพาริน ไม่มีประวัติพบความผิดปกติของกระบวนการแข็งตัวของเลือด และไม่เคยได้รับการวินิจฉัยว่าพบความผิดปกติของตับ โดยการศึกษาครั้งนี้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะเทคนิคการแพทย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลขที่รับรอง 799/2014

## 3. การเตรียมเกล็ดเลือดสำหรับทดสอบ

เจาะเลือดจากหลอดเลือดดำของอาสาสมัคร 10 mL ผสมกับ 3.2% sodium citrate ในอัตราส่วน เลือด: 3.2% sodium citrate 9:1 บันเบาที่ความเร็ว 140 g (Kokusan model H-103RS, Japan) นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 22 °C จากนั้นแยกส่วน platelet rich plasma (PRP) ออกมาส่วนหนึ่ง ใส่หลอดพลาสติกไว้ นำเลือดส่วนที่เหลือไปปั่นหนักที่ความเร็ว 1500 g นาน 10 นาที แยก platelet poor plasma (PPP) ใส่หลอดพลาสติก และนับจำนวนเกล็ดเลือดใน PRP ที่ได้ โดยใช้เครื่องนับเม็ดเลือดอัตโนมัติ (NIHON KOH DEN Celltac F, Japan) ปรับความเข้มข้นเกล็ดเลือดให้ได้จำนวน  $3.0-3.5 \times 10^9$  / $\mu$ L ด้วย PPP โดยเก็บเกล็ดเลือดที่เตรียมได้ไว้ที่อุณหภูมิห้อง และทำการทดลองภายใน 2 ชั่วโมง

## 4. การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรต่อการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด

หลังจากปรับความเข้มข้นของเกล็ดเลือดใน PRP แล้วดูด PRP ปริมาตร 400  $\mu$ L ใส่ลงใน cuvette พร้อมแท่งแม่เหล็ก เติมสารสกัดสมุนไพรแต่ละชนิดปริมาณ 50  $\mu$ L ลงใน cuvette นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลานำ cuvette ใส่ในช่องวัดของเครื่องวัดเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด (Chrono-Log aggregometer, USA) เติมสารกระตุ้นการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด (adenosine diphosphate, Sigma-alrich) ความเข้มข้น 10  $\mu$ M ปริมาตร 50  $\mu$ L ลงไปใน cuvette เครื่องทำการวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการวัดการเปลี่ยนแปลงความทึบแสงที่ผ่านกลุ่มเกล็ดเลือด แสดงผลเป็นกราฟ และคำนวณค่าร้อยละของการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด (% platelet aggregation) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\% \text{ Platelet aggregation} = \frac{\% \text{ Platelet aggregation}_{\text{สารสกัด}}}{\% \text{ Platelet aggregation}_{\text{control}}} \times 100$$

## 5. การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรต่อกระบวนการแข็งตัวของเลือด

ผสมสารสกัดสมุนไพร ปริมาตร 10  $\mu$ L กับ PPP ปริมาตร 90  $\mu$ L นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 1 นาที

จากนั้นเตรียมน้ำยาสำหรับทดสอบ PT (NEOPLASTINE® CI PLUS, Diagnostica stago S.A.S., France) และ aPTT (C.K. PREST®, Diagnostica stago S.A.S., France) ตามคู่มือ เมื่อครบเวลาผสมน้ำยา PT 200  $\mu$ L อ่านผลการทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์การแข็งตัวของเลือด Diagnostica Stago Start® 4 Hemostasis analyzer (Diagnostica stago S.A.S., France) บันทึกค่า PT สำหรับการทดสอบ aPTT เมื่อครบเวลาเติมน้ำยา aPTT 100  $\mu$ L จากนั้นบ่มต่อที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 3 นาที เมื่อครบเวลา เติมสารละลาย  $\text{CaCl}_2$  ความเข้มข้น 0.025  $\mu$ M ปริมาตร 100  $\mu$ L อ่านผลการทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์การแข็งตัวของเลือดและบันทึกค่า aPTT จากนั้นทำ PT และ aPTT สำหรับตัวอย่างควบคุม โดยดูดพลาสมา 100  $\mu$ L จาก PPP ที่ไม่ได้ผสมกับสารสกัดมาทำการทดสอบ PT และ aPTT ด้วยวิธีเดียวกัน

## 6. การศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรต่อเกล็ดเลือดโดยวิธี MTT assay

ใช้ microplate ขนาด 96 หลุม ใส่เกล็ดเลือดจำนวน  $1 \times 10^8$  /well จากนั้นเติมสารสกัดหยาบความเข้มข้นที่ต้องการ ปริมาตร 10  $\mu$ L นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 10 นาที เมื่อครบเวลาทำการเติมน้ำยา MTT ปริมาตร 10  $\mu$ L ลงทุกหลุม นำไปบ่มต่อที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาเติม DMSO 100  $\mu$ L วัดความเข้มของสีที่เกิดขึ้นด้วยเครื่อง microplate reader (M965+ Microplate Reader Metertech, Taiwan) ที่ความยาวคลื่น 570 nm หักลบค่าที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 nm นำไปคำนวณหาค่าร้อยละการมีชีวิตรอด (% cell viability) ดังนี้

$$\% \text{ platelet viability} = \frac{(\text{OD}_{570} - \text{OD}_{630})_{\text{สารสกัด}}}{(\text{OD}_{570} - \text{OD}_{630})_{\text{control}}} \times 100$$

## 7. การวิเคราะห์ข้อมูล

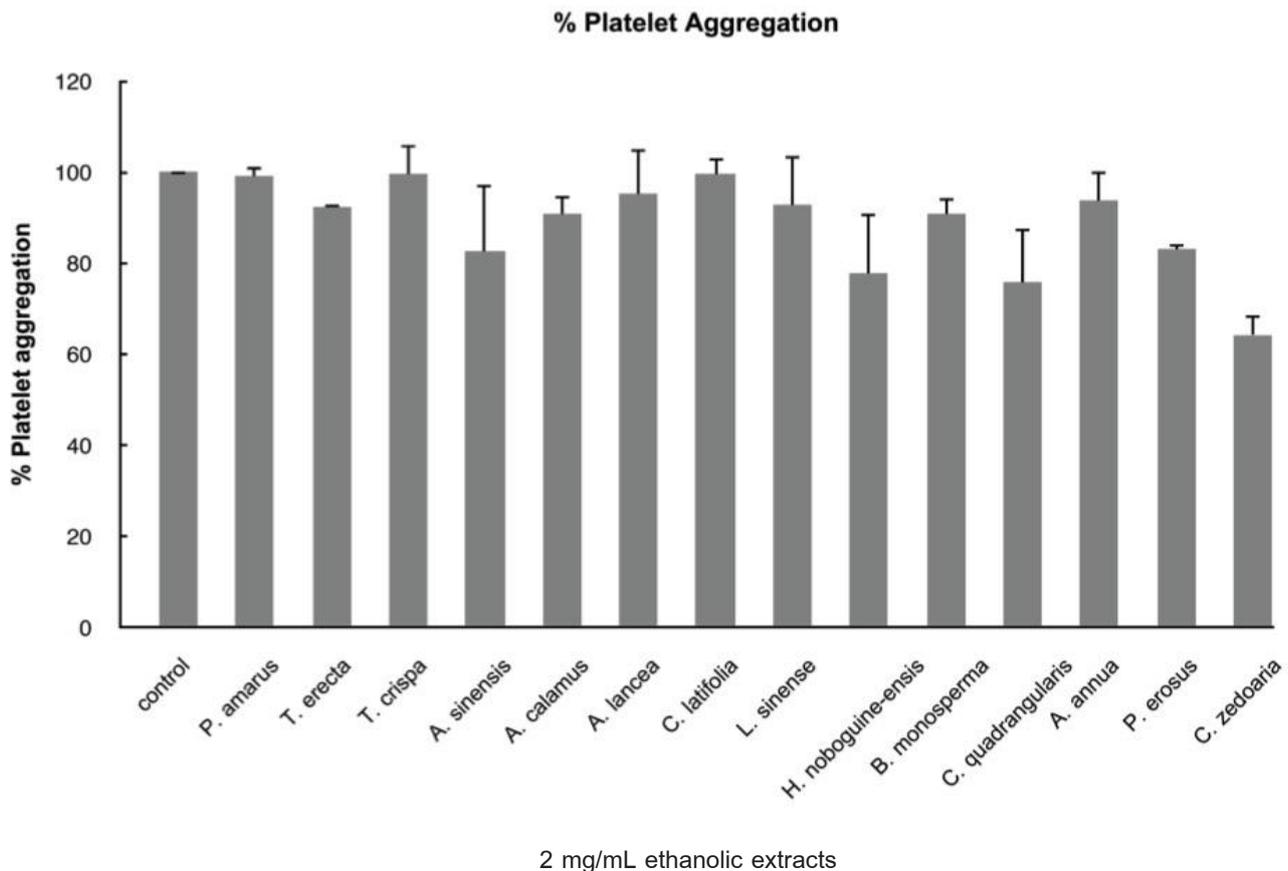
วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการคำนวณในรูปแบบ mean  $\pm$  SD และเนื่องจากข้อมูลมีค่าการแจกแจงแบบไม่ปกติ (nonparametric) จึงเลือกใช้สถิติ Mann-Whitney U method test เพื่อเปรียบเทียบค่า mean ของสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน

## ผลการศึกษา

### 1.ฤทธิ์ของสารสกัดจากสมุนไพรต่อกระบวนการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด

การทดสอบใช้ platelet rich plasma (PRP) ผสมกับสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพร ทั้ง 14 ชนิดที่ความเข้มข้น 2 mg/mL เพื่อคัดเลือกสมุนไพรที่สามารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดได้ จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบ

จากขมิ้นอ้อยสามารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดได้มากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกศึกษาสารสกัดจากขมิ้นอ้อยต่อการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดและความเป็นพิษต่อเกล็ดเลือดที่ระดับความเข้มข้น 1, 2, 3, 4, และ 5 mg/mL เปรียบเทียบกับการใช้ยาแอสไพรินเข้มข้น 5 mg/mL และใช้ DMSO เป็นชุดควบคุม

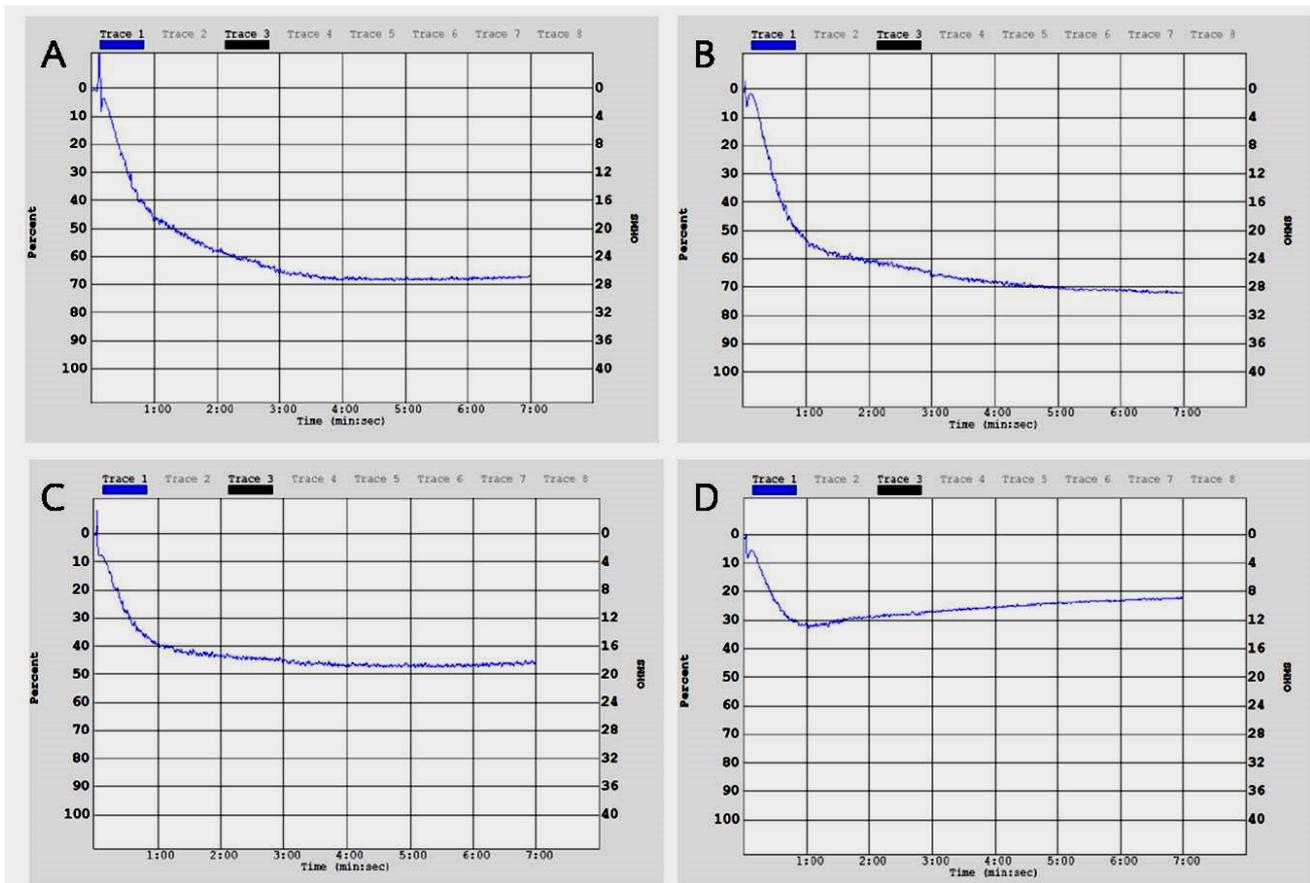


2 mg/mL ethanolic extracts

**Figure 1** Inhibitory effect of plant ethanolic extracts on platelet aggregation. Platelet rich plasma (PRP) was treated with 2 mg/mL of plant ethanolic extracts, and aggregation of platelet was monitored by a Chrono-Log aggregometer. Results shown are the average of three independent experiments.

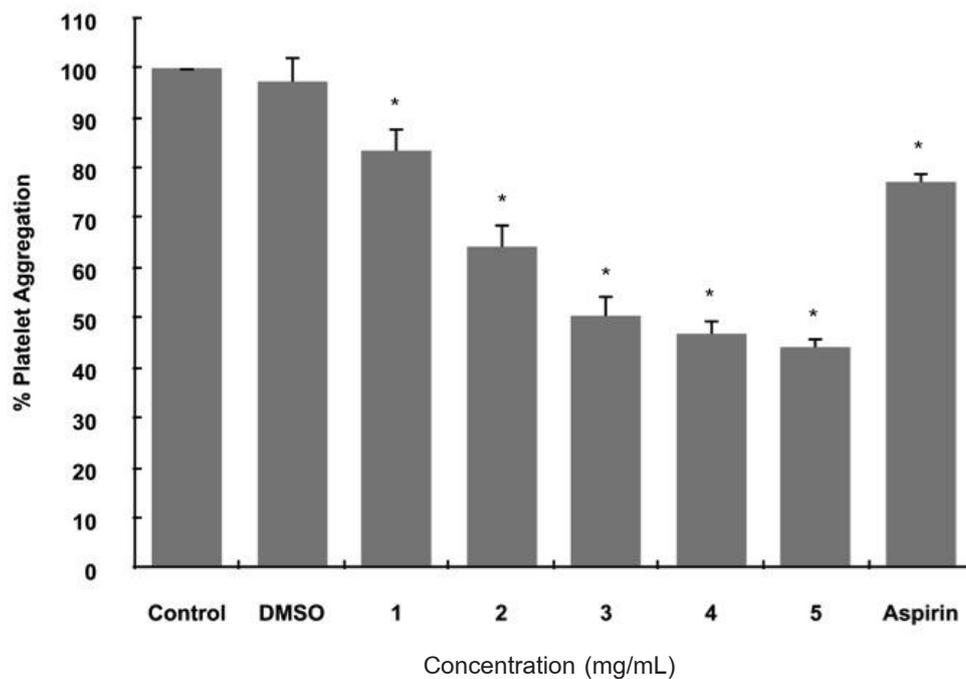
ผลการตรวจวัดการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดด้วยเครื่อง Chrono-Log aggregometer เมื่อเติมสาร DMSO สารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยเข้มข้น 1, 2, 3, 4, และ 5 mg/mL และยาแอสไพรินเข้มข้น 5 mg/mL ลงใน PRP แล้วเติมสาร ADP เข้มข้น 10  $\mu$ M เพื่อกระตุ้นการเกาะกลุ่ม แสดงกราฟเป็นร้อยละของการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดในแกนตั้งและเวลาที่ใช้ในการตรวจวัดในแกนนอน ดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดเมื่อเติมสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยเข้มข้น 1, 2, 3, 4, และ 5 mg/mL มีค่าเท่ากับร้อยละ 83.48 $\pm$ 4.4, 64.25 $\pm$ 4.4, 50.33 $\pm$ 4.2, 46.81 $\pm$ 2.7

และ 44.00 $\pm$ 1.0 ตามลำดับ และแตกต่างกับค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดเมื่อเติมยาแอสไพรินเข้มข้น 5 mg/mL (mean $\pm$ SD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 3 เห็นได้ว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยที่มีความเข้มข้นสูง (5 mg/mL) มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดในหลอดทดลองได้มากกว่าความเข้มข้นต่ำ (1 mg/mL) และเมื่อคำนวณค่ายับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดได้ร้อยละ 50 (IC<sub>50</sub>) ของสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยได้เท่ากับ 4.8 mg/mL



**Figure 2** Effect of ethanolic extract from *Curcuma zedoaria* on platelet aggregation. Platelet rich plasma (PRP) was treated with 2 and 4 mg/mL of ethanolic extract from *Curcuma zedoaria*, and aggregation of platelet was monitored by a Chrono-Log aggregometer (A) ADP only (B) DMSO (C) 2 mg/mL ethanolic extract from *Curcuma zedoaria* (D) 4 mg/mL ethanolic extract from *Curcuma zedoaria*.

### **Curcuma Zedoaria**



**Figure 3** Inhibitory effect of ethanolic extract from *Curcuma zedoaria* on platelet aggregation. Platelet rich plasma (PRP) was treated with 1, 2, 3, 4 and 5 mg/mL of ethanolic extract from *Curcuma zedoaria*, and aggregation of platelet was monitored by a chrono-Log aggregometer. ADP-activated control, DMSO and 5 mg/mL aspirin were used as control. Results shown are the average of three independent experiments.

\*,  $p < 0.05$  (treated vs control)

**2.ฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรต่อกระบวนการแข็งตัวของเลือด**

เมื่อทดสอบ prothrombin time (PT) และ activated partial thromboplastin time (aPTT) โดยเติมสารสกัดสมุนไพร 14 ชนิด ได้แก่ ลูกใต้ใบ บอระเพ็ด ดาวเรือง ทองกวาว โกฐเชียง โกฐจุฬาลัมพา โกฐเขมา โกฐหัวบัว ว่านมหากำลัง ว่านหน้าทอง ว่านน้ำ ขมิ้นอ้อย เพชรสังฆาต และมันแกว ที่มีความเข้มข้น

2 mg/mL ลงในพลาสมา พบว่าค่า PT และ aPTT มีค่าอยู่ในช่วงค่าปกติและมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองของพลาสมาที่ไม่ได้เติมสารใดๆ ลงไป ดังแสดงในตารางที่ 2 แสดงว่าสารสกัดสมุนไพรทั้ง 14 ชนิด ที่สกัดด้วยวิธี ethanolic extraction ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการแข็งตัวของเลือด (ตารางที่ 2)

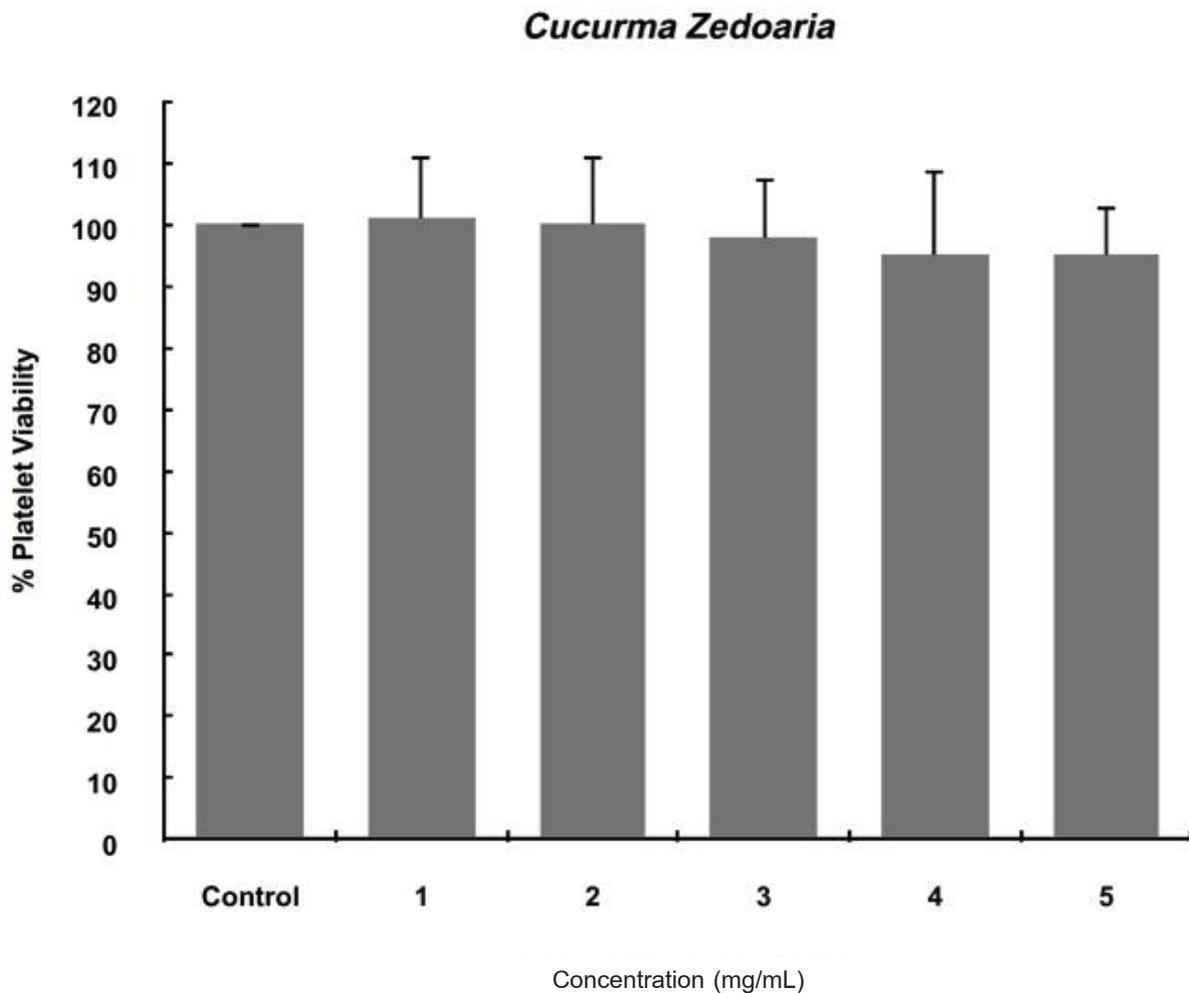
**Table 2** Anticoagulant effects of 14 different Thai natural plant ethanolic extracts. Platelet poor plasma (PPP) was treated with 2 mg/mL of plant ethanolic extracts, and then monitored the blood coagulation by PT and aPTT. Heparin and DMSO were used a control. Results shown are the average of three independent experiments. \*,  $p < 0.05$  (treated vs control)

Samples	Clotting time (sec)	
	PT	aPTT
Control	11.3±0.8	33.0±2.2
<i>Phyllanthus amarus</i>	11.2±0.9	33.4±1.4
<i>Targetes erecta</i>	11.1±0.9	31.8±2.3
<i>Tinospora crispa</i>	11.5±0.8	32.3±2.2
<i>Ligusticum sinensis</i>	11.6±0.8	33.0±2.1
<i>Curcuma latifolia</i>	11.1±0.8	32.5±2.0
<i>Angelica sinensis</i>	11.3±0.8	32.7±2.3
<i>Acorus calamus</i>	11.3±0.9	33.2±1.4
<i>Homalomena noboguine-ensis</i>	11.5±0.9	33.0±1.8
<i>Curcuma zedoaria</i>	11.2±0.6	32.3±2.5
<i>Atractylodes lancea</i>	11.2±0.9	32.3±2.7
<i>Butea mono sperma</i>	11.4±0.8	32.9±2.6
<i>Artemisia annua</i>	11.4±0.5	32.7±1.9
<i>Pachyrrhizus erosus</i>	11.4±0.8	31.5±2.4
<i>Cissus quadrangularis</i>	11.5±0.7	31.4±2.1
Heparin 5 µg/mL	180±0	120±0
Heparin 10 µg/mL	180±0	120±0
DMSO	13.3±1.5	41.3±4.0

### 3. ผลการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยต่อเกล็ดเลือด

เมื่อเติมสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยความเข้มข้น 1, 2, 3, 4 และ 5 mg/mL ลงใน PRP วัดค่าร้อยละการมีชีวิตรอด (% cell viability) ได้เท่ากับ 102.16±9.6, 101.47±6.4,

99.28±5.6, 95.68±8.1 และ 95.63±4.5 ตามลำดับ ดังแสดงใน รูปที่ 4 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าร้อยละการมีชีวิตรอดของเกล็ดเลือดในชุดควบคุมที่ไม่เติมสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



**Figure 4** Effect of ethanolic extract from *Curcuma zedoaria* on platelet viability. Platelet rich plasma (PRP) was treated with 1, 2, 3, 4 and 5 mg/mL of ethanolic extract from *Curcuma zedoaria*, and viability of platelet was determined by MTT assay. Results shown are the average of three independent experiments.

#### วิจารณ์และสรุปผล

จากการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรไทย ที่สกัดด้วยวิธี ethanolic extract จำนวน 14 ชนิด ได้แก่ ลูกใต้ใบ ดาวเรือง บอระเพ็ด โกงูเชียง ว่านน้ำ โกงูเขมา มหากำลัง โกงูหัวบัว หน่หน้าทอง ทองกวาว เพชรสังฆาต โกงูจุฬาลมพา มันแกว และขมิ้นอ้อย ต่อการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด พบว่า สารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยสามารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดในหลอดทดลองได้มาก

ที่สุด โดยที่ไม่มีความเป็นพิษต่อเกล็ดเลือด จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อย ที่ความเข้มข้น 1, 2, 3, 4 และ 5 mg/mL สามารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดในหลอดทดลองที่ถูกกระตุ้นด้วย ADP ตามขนาดที่ใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ 4.8 mg/mL โดยที่ไม่ได้เป็นผลมาจาก DMSO ที่ใช้ในการละลายสารสกัด โดยที่สมุนไพรอื่นๆ ไม่สามารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดเมื่อกระตุ้นด้วย ADP ซึ่งอาจมีสาเหตุจากสารสกัดหยาบจาก

สมุนไพรทั้ง 13 ชนิด ไม่สามารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด หรือ มีสารอื่นที่รบกวนฤทธิ์ต้านการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด ปนอยู่ด้วย หรืออาจมีสาเหตุจากสารสกัดสมุนไพรไม่จำเพาะ ต่อ ADP ที่ใช้ในการกระตุ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า ของ Joon Wan Kang และคณะ ที่พบว่า สาร EATN ที่สกัดได้จากต้นจันทน์เทศ มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดที่กระตุ้นโดย thrombin และ platelet activating factor แต่ไม่มีผลต่อการกระตุ้นด้วย arachidonic acid<sup>43</sup>

จากการทดสอบผลของสารสกัดหยาบจากสมุนไพร ต่อกระบวนการแข็งตัวของเลือด พบว่าค่า PT และ aPTT มีค่าอยู่ในช่วงค่าอ้างอิงและมีค่าใกล้เคียงกับชุดควบคุม แสดงว่าสารสกัดสมุนไพรทั้ง 14 ชนิด ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการแข็งตัวของเลือด อย่างไรก็ตาม ควรทำการทดสอบเพิ่มเติม เช่น เปลี่ยนวิธีสกัดสมุนไพรให้สอดคล้องกับวิธีการที่นำมาใช้ ตามตำรับยาพื้นบ้าน เช่น การสกัดด้วยน้ำ การสกัดด้วยเมทานอล (methanolic extract) หรือ การสกัดในรูปแบบ essential oil เป็นต้น วิธีการสกัดแต่ละหลักการอาจทำให้ได้สารประกอบในสมุนไพรแตกต่างกัน หรือ ได้สารประกอบแต่ละชนิดในสัดส่วนที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ อาจทำการทดลองในพลาสมาที่เติมเฉพาะสารสกัดสมุนไพรแต่ไม่มี Ca<sup>2+</sup> หรือ activator เพื่อศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดในการเพิ่มความสามารถของกระบวนการแข็งตัวของเลือด เนื่องจากสมุนไพรบางชนิดมีสรรพคุณในการสมานบาดแผล เช่น ว่านน้ำ ซึ่งคล้ายกับฤทธิ์ของสมุนไพรอื่นๆ เช่น กระเทียม<sup>44</sup> เป็นต้น ทำการทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างพลาสมาและสารสกัดสมุนไพรเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น หรือ ทำการทดลองในสัตว์ทดลอง (*in vivo*) เนื่องจากสมุนไพรหลายชนิดนำมาใช้ โดยการรับประทาน เมื่อสมุนไพรเข้าสู่ร่างกายต้องผ่านการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือคุณสมบัติก่อนขับออกจากร่างกาย ทำให้สมุนไพรอาจไม่มีฤทธิ์ใดๆ ต่อร่างกาย การศึกษาเพิ่มเติมนี้จะนำไปสู่ความรู้ทางวิชาการใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้ในการป้องกันและรักษาโรคในอนาคต โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากความผิดปกติของกระบวนการแข็งตัวของเลือดและกระบวนการห้ามเลือด

จากการศึกษา พบว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดเมื่อกระตุ้นด้วยสาร ADP ในหลอดทดลอง โดยเป็นไปตามขนาดที่ใช้และไม่ได้เกิดจากการพิษของสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยต่อเกล็ดเลือด ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ ที่พบว่าสารสกัดจากขิงสามารถเป็นสารต้านเกล็ดเลือดได้ โดยยับยั้ง arachidonic acid (AA) ซึ่งกระตุ้นกระบวนการทำงานของเกล็ดเลือด<sup>45</sup> ทั้งนี้ขมิ้นอ้อยจัดอยู่ในพืชวงศ์ขิงเช่นเดียวกัน และสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าสาร curcumin ซึ่ง

เป็นสารที่พบได้ในขมิ้นชันสามารถยับยั้งกระบวนการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดโดยยับยั้ง thromboxane และยับยั้ง calcium เข้าสู่เกล็ดเลือด<sup>7</sup> และสาร ar-turmerone ที่สกัดได้จากขมิ้นชันสามารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดที่ถูกกระตุ้นด้วย collagen และ arachidonic acid (AA) ได้<sup>46</sup> แต่ในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สามารถบอกได้แน่ชัดว่าสารใดในขมิ้นอ้อยที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด เนื่องจากเป็นสารสกัดหยาบ ประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น สารกลุ่ม curcuminoids (curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin) Terpenoids, ar-turmerone, curcumenone, curcumenol<sup>47,48</sup> อีกทั้งรายงานนี้ยังไม่ทราบถึงกลไกของสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อยในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด ดังนั้นจึงควรมีการแยกสารใน crude ethanolic extract ให้ได้เป็นสารประกอบบริสุทธิ์เพื่อวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทำหน้าที่ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด และศึกษากลไกการออกฤทธิ์ทั้งในหลอดทดลองและในสัตว์ทดลองต่อไป เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาสารประกอบบริสุทธิ์จากขมิ้นอ้อยเป็นยาต้านการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดได้ต่อไปในอนาคต

#### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณ หน่วยโลหิตวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อเครื่อง A Chrono-Log aggregometer และ รศ. ดร. เบญจวรรณ ปีตาสวัสดิ์ ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสมุนไพร การศึกษาวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1. Williams W, Beutler E, Erslev A, Lichman M, editors. Hematology. 4<sup>th</sup> Edition. New York: McGraw-Hill Publishing Company; 1991.
2. Marder VJ, Aird WC, Bennett JS, Schulman S, White GC, editors. Hemostasis and thrombosis: basic principles and clinical practice. 6<sup>th</sup> Edition. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins; 2012
3. Bloom AL, Forbes CD, Thomas DP, Tuddenham EGD, editors. Haemostasis and thrombosis. 3<sup>rd</sup> Edition. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1994.
4. Bick RL. Disorders of thrombosis and hemostasis: clinical and laboratory practice. In: Bick RL, editors. ASCP Press, Chicago; 1992:239 [chapter 12]
5. Collins B, Hollidge C. Anti-thrombotic drug market. Nat Rev Drug Discov 2003; 2(1): 11–2.
6. Raju NC, Eikelboom JW. The aspirin controversy in primary prevention. Curr Opin Cardiol 2012; 27(5): 499-507.
7. Shah BH, Nawaz Z, Pertani SA, Roomi A, Mahmood H, Saeed SA, et al. Inhibitory effect of curcumin, a food spice from turmeric, on platelet-activating factor- and arachidonic acid mediated platelet aggregation through inhibition of thromboxane formation and Ca<sup>2+</sup> signaling. Biochem Pharmacol 1999; 58(7): 1167–72.
8. Srivastava KC, Bordia A, Verma SK. Curcumin, a major component of food spice turmeric (*Curcuma longa*) inhibits aggregation and alters eicosanoid metabolism in human blood platelets. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids 1995; 52(4): 223–7.
9. Shih CY, Chou TC. The antiplatelet activity of magnolol is mediated by PPAR-beta/gamma. Biochem Pharmacol 2012; 84(6): 793–803.
10. Shin DW, Kim SN, Lee SM, Lee W, Song MJ, Park SM, et al. (-)-Catechin promotes adipocyte differentiation in human bone marrow mesenchymal stem cells through PPAR gamma transactivation. Biochem Pharmacol 2009; 77(1): 125–33.
11. Son DJ, Cho MR, Jin YR, Kim SY, Park YH, Lee SH, et al. Antiplatelet effect of green tea catechins: a possible mechanism through arachidonic acid pathway. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids. 2004 Jul; 71(1): 25-31.
12. Hollman PC, van Trijp JM, Mengelers MJ, de Vries JH, Katan MB. Bioavailability of the dietary antioxidant flavonol quercetin in man. Cancer Lett. 1997; 114(1–2): 139-40.
13. Fang XK, Gao J, Zhu DN. Kaempferol and quercetin isolated from *Euonymus alatus* improve glucose uptake of 3T3-L1 cells without adipogenesis activity. Life Sci 2008; 82(11–12): 615–22.
14. Oh WJ, Endale M, Park SC, Cho JY, Rhee MH. Dual Roles of Quercetin in Platelets: Phosphoinositide-3-Kinase and MAP Kinases Inhibition, and cAMP-Dependent Vasodilator Stimulated Phosphoprotein Stimulation. Evid Based Complement Alternat Med. 2012; 2012: 485262. doi: 10.1155/2012/485262. Epub 2012 Dec 17.
15. Ibrahim D, Hong LS, Kuppan N. Antimicrobial activity of crude methanolic extract from *Phyllanthus niruri*. Nat Prod Commun. 2013; 8(4): 493-6.
16. Freitas AM, Schor N, Boim MA. The effect of *Phyllanthus niruri* on urinary inhibitors of calcium oxalate crystallization and other factors associated with renal stone formation. BJU Int. 2002; 89(9): 829-34.
17. Manjrekar AP, Jisha V, Bag PP, Adhikary B, Pai MM, Hegde A, et al. Effect of *Phyllanthus niruri* Linn. treatment on liver, kidney and testes in CCl<sub>4</sub> induced hepatotoxic rats. Indian J Exp Biol. 2008; 46(7): 514-20.

18. Matic IZ, Juranic Z, Savikin K, Zdunic G, Nadvinski N, Godevac D. Chamomile and Marigold Tea: Chemical Characterization and Evaluation of Anticancer Activity. *Phytother Res.* 2013; 27(6): 852-8.
19. Lokman FE, Gu HF, Wan Mohamud WN, Yusoff MM, Chia KL, Ostenson CG. Antidiabetic Effect of Oral Borapetol B Compound, Isolated from the Plant *Tinospora crispa*, by Stimulating Insulin Release. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013; 2013: 727602. doi: 10.1155/2013/727602. Epub 2013 Nov 10.
20. Yusoff M, Hamid H, Houghton P. Anticholinesterase Inhibitory Activity of Quaternary Alkaloids from *Tinospora crispa*. *Molecules.* 2014; 19(1): 1201-11.
21. Rungruang T, Boonmars T. In vivo antiparasitic activity of the Thai traditional medicine plant, *Tinospora crispa* against *Plasmodium yoelii*. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2009; 40(5): 898-900.
22. Kumar SN, Aravind SR, Sreelekha TT, Jacob J, Kumar BS. Asarones from *Acorus calamus* in Combination with Azoles and Amphotericin B: A Novel Synergistic Combination to Compete Against Human Pathogenic *Candida* Species In Vitro. *Appl Bioc Biotechnol.* 2015; 175(8): 3683-95.
23. Ponrasu T, Madhukumar KN, Ganeshkumar M, Iyappan K, Sangeethapriya V, Gayathri VS, et al. Efficacy of *Acorus calamus* on collagen maturation on full thickness cutaneous wounds in rats. *Pharmacog Mag.* 2014; 10(Suppl 2): S299-305.
24. Shi GB, Wang B, Wu Q, Wang TC, Wang CL, Sun XH, et al. Evaluation of the wound-healing activity and anti-inflammatory activity of aqueous extracts from *Acorus calamus* L. *Pak J Pharm Sci.* 2014; 27(1): 91-5.
25. Kim D-Y, Lee S-H, Kim W-J, Jiang J, Kim M-K, Shin Y-K, et al. Inhibitory effects of *Acorus calamus* extracts on mast cell-dependent anaphylactic reactions using mast cell and mouse model. *J Ethnopharmacol.* 2012; 141(1): 526-9.
26. Lai P, Liu Y. *Angelica sinensis* polysaccharides inhibit endothelial progenitor cell senescence through the reduction of oxidative stress and activation of the Akt/hTERT pathway. *Pharm Biol.* 2015; 53(12): 1842-9. 1-8.
27. Champakaew D, Junkum A, Chaithong U, Jitpakdi A, Riyong D, Sanghong R, et al. *Angelica sinensis* (Umbelliferae) with proven repellent properties against *Aedes aegypti*, the primary dengue fever vector in Thailand. *Parasitol Res.* 2015; 114(6): 2187-98.
28. Jing Q, Wu GT, Du LD, Liu WZ, Li YD, Ren Y. Therapeutic effects of ethanol extracts of *Angelica sinensis* and *Astragalus mongholicus* in diabetic gastroparesis rats. *Zhong Yao Cai.* 2014; 37(8): 1415-20.
29. Bunel V, Antoine M-H, Nortier J, Duez P, Stévigny C. Nephroprotective effects of ferulic acid, Z-ligustilide and E-ligustilide isolated from *Angelica sinensis* against cisplatin toxicity in vitro. *Toxicol In Vitro.* 2015; 29(3): 458-67.
30. Makchuchit S, Itharat A, Tewtrakul S. Antioxidant and Nitric Oxide Inhibition Activities of Thai Medicinal Plants. *J Med Assoc Thai.* 2010; 93. Suppl 7: S227-35.
31. Gao XF, Li QL, Li HL, Zhang HY, Su JY, Wang B, et al. Extracts from *Curcuma zedoaria* Inhibit Proliferation of Human Breast Cancer Cell MDA-MB-231 In Vitro. *Evid based Complement Alternat Med.* 2014; 2014: 730678. doi: 10.1155/2014/730678. Epub 2014 May 5
32. Lobo R, Prabhu KS, Shirwaikar A, Shirwaikar A. *Curcuma zedoaria* Rosc. (white turmeric): a review of its chemical, pharmacological and ethnomedicinal properties. *J Pharm Pharmacol.* 2009; 61(1): 13-21.
33. Wilson B, Abraham G, Manju VS, Mathew M, Vimala B, Sundaresan S, et al. Antimicrobial activity of *Curcuma zedoaria* and *Curcuma malabarica* tubers. *J Ethnopharmacol.* 2005; 99(1): 147-51.
34. Koonrungsesomboon N, Na-Bangchang K, Karbwang J. Therapeutic potential and pharmacological activities of *Atractylodes lancea* (Thunb.) DC. *Asian Pac J Trop Med.* 2014; 7(6): 421-8.

35. Wang XM, Yang B, Ren CG, Wang HW, Wang JY, Dai CC. Involvement of abscisic acid and salicylic acid in signal cascade regulating bacterial endophyte-induced volatile oil biosynthesis in plantlets of *Atractylodes lancea*. *Physiol Plant*. 2015; 153(1): 30-42.
36. Kimura Y, Sumiyoshi M. Effects of an *Atractylodes lancea* rhizome extract and a volatile component  $\beta$ -eudesmol on gastrointestinal motility in mice. *J Ethnopharmacol*. 2012; 141(1): 530-6.
37. Muthuswamy R, Senthamarai R. Anatomical investigation of flower of *Butea monosperma* Lam. *Anc Sci Life*. 2014; 34(2): 73-9.
38. Krolkiewicz-Renimel I, Michel T, Destandau E, Reddy M, Andre P, Elfakir C, et al. Protective effect of a *Butea monosperma* (Lam.) Taub. flowers extract against skin inflammation: antioxidant, anti-inflammatory and matrix metalloproteinases inhibitory activities. *J Ethnopharmacol*. 2013; 148(2): 537-43.
39. Song X, Wang J, Wu F, Li X, Teng M, Gong W. cDNA cloning, functional expression and antifungal activities of a dimeric plant defensin SPE10 from *Pachyrrhizus erosus* seeds. *Plant Mol Biol*. 2005; 57(1): 13-20.
40. Abid M, Hrishikeshavan HJ, Asad M. Pharmacological evaluation of *Pachyrrhizus erosus* (L) seeds for central nervous system depressant activity. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2006; 50(2): 143-51.
41. Singh N, Singh V, Singh RK, Pant AB, Pal US, Malkunje LR, et al. Osteogenic potential of *Cissus quadrangularis* assessed with osteopontin expression. *Natl J Maxillofac Surg*. 2013; 4(1): 52-6.
42. Nie TW, Shukkoor MS, Nair RS, Amiruddin FK, Ramasamy S. Involvement of opioidergic and serotonergic systems in the analgesic activity of *Cissus quadrangularis* L. stem extract in mice. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2015; 26(1): 35-41.
43. Kang JW, Min BS, Lee JH. Anti-platelet activity of erythro-(7S,8R)-7-acetoxy-3,4,3',5'-tetramethoxy-8-O-4'-neolignan from *Myristica fragrans*. *Phytother Res*. 2013; 27(11): 1694-9.
44. Samuels N. Herbal remedies and anticoagulant therapy. *Thromb haemost*. 2005; 93(1): 3-7.
45. Nurtjahja-Tjendraputra E, Ammit AJ, Roufogalis BD, Tran VH, Duke CC. Effective anti-platelet and COX-1 enzyme inhibitors from pungent constituents of ginger. *Thromb Res*. 2003; 111(4-5): 259-65.
46. Lee SH. Antiplatelet property of *Curcuma longa* L. rhizome-derived ar-turmerone. *Bioresour Technol*. 2006; 97(12): 1372-6.
47. Paramapojn S, Gritsanapan W. Free radical scavenging activity determination and quantitative analysis of curcuminoids in *Curcuma zedoaria* rhizome extracts by HPLC method. *Current science*. 2009; 97(7): 1069-73.
48. Azam G, Noman S, Al-Amin M. Phytochemical Screening and Antipyretic Effect of *Curcuma zedoaria* Rosc. (*Zingiberaceae*) Rhizome. *British Journal of Pharmaceutical Research*. 2014; 4(5): 569-75.

# ผลทันทีของรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อเอ็นข้อเท้าที่แตกต่างกันต่อองศาการกระดกข้อเท้าขึ้นและ ความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในเพศหญิงวัยทำงานที่สวมรองเท้าส้นสูง

## The immediate effect of different calf muscle stretching techniques on ankle dorsiflexion range of motion and dynamic balance in women workers wearing high-heeled shoes

วีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา\*  
Weerasak Tapanya\*

สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา  
Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao, Phayao Province, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: wee\_pt2nu@hotmail.com)  
\* Corresponding author (Email: wee\_pt2nu@hotmail.com)

Received September 2015  
Accepted as revised October 2015

### Abstract

**Objective:** The purpose of this study was to examine the immediate effect of different calf muscle stretching techniques on ankle dorsiflexion range of motion and dynamic balance in women workers wearing high-heeled shoes.

**Methods:** Comparing the effects of dynamic stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching (PNF stretching) in 28 volunteers aged 21-45 years who had worn high-heeled shoes of minimum 5 centimeters, 20 hours per week for at least 1 year. Ankle dorsiflexion range of motion in weight bearing lunge position and Star Excursion Balance Test (SEBT) were performed before and after each technique of stretching.

**Results:** The results showed ankle dorsiflexion range of motion and SEBT score significantly increased after both stretching techniques ( $p < 0.01$ ) with no significant difference of mean change between both stretching techniques.

**Conclusion:** PNF stretching and dynamic stretching can increase ankle dorsiflexion range of motion and dynamic balance. Therefore, both techniques of stretching exercise program should be recommended to female wearing high-heeled shoes to increase ankle dorsiflexion range of motion and dynamic balance.

*Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 90-99. Doi: 10.14456/jams.2016.8*

**Keywords:** Dynamic stretching, PNF stretching, high-heeled shoes, ankle dorsiflexion range of motion, balance

## บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลทันทีของรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อน่องที่ต่างกันต่อองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นและความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในเพศหญิงวัยทำงานที่สวมใส่รองเท้าส้นสูง

**วิธีการ:** เปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) และการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อ (proprioceptive neuromuscular facilitation stretching; PNF stretching) ในอาสาสมัครอายุ 21-45 ปี ที่สวมใส่รองเท้าส้นสูงตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป 20 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี จำนวน 28 คน อาสาสมัครได้รับการทดสอบการวัดองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นในท่า weight bearing lunge position และทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวด้วย Star Excursion Balance Test (SEBT) ก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 2 รูปแบบ

**ผลการศึกษา:** พบว่าหลังการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 2 รูปแบบ องศาการกระดกข้อเท้าขึ้นและคะแนนการทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (SEBT score) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลของการยืดกล้ามเนื้อที่ต่างกันทั้ง 2 รูปแบบ

**สรุปผลการศึกษา:** การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวและการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อสามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นและเพิ่มความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว ดังนั้นจึงควรแนะนำการออกกำลังกายแบบยืดกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกขึ้นของข้อเท้าและความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว ในเพศหญิงที่สวมใส่รองเท้าส้นสูงได้

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 90-99. Doi: 10.14456/jams.2016.8

**คำรหัส:** การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว การยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อ รองเท้าส้นสูง องศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้น การทรงตัว

## บทนำ

ค่านิยมของแฟชั่นการแต่งกายของสุภาพสตรีได้พัฒนาจากอดีตมาจนถึงปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง ทั้งด้านเสื้อผ้า กระเป๋าถือ หรือ รองเท้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสวมรองเท้าส้นสูง ซึ่งนับว่ามีอิทธิพลต่อความชื้นชอบของสุภาพสตรีเป็นอย่างมาก จากการสำรวจของ American Podiatric Medical Association<sup>1</sup> ในปี 2014 พบว่าร้อยละ 49 ของผู้หญิงที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไปสวมใส่รองเท้าส้นสูงในชีวิตประจำวัน และประมาณร้อยละ 71 ของผู้ที่สวมใส่รองเท้าส้นสูงมักบ่นว่ามีอาการปวดเท้าและขาส่วนล่างจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความสัมพันธ์เป็นอย่างมากระหว่างข้อเท้ากับส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะรยางค์ส่วนล่างหรือหลังส่วนล่างทั้งในด้านคิเนติกส์และคิเนเมติกส์ เนื่องจากส่วนต่างๆ ดังกล่าวทำงานโดยมีการเคลื่อนไหวจากปลายรยางค์เข้าสู่แกนกลางของลำตัว (closed

kinematic chain)<sup>2</sup> หลายการศึกษารายงานว่าการสวมใส่รองเท้าส้นสูงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปวดของเท้า<sup>3,4</sup> เข่า<sup>3,5</sup> และหลังส่วนล่าง<sup>6,7</sup> นอกจากนี้ยังมีรายงานปัญหาทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในด้านอื่นๆ อีกมากมาย โดยเฉพาะการลดลงของมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าซึ่งนับเป็นปัญหาต่างๆ จากการสวมใส่รองเท้าส้นสูง<sup>8</sup> เนื่องจากกล้ามเนื้อน่องมีการหดตัวตลอดเวลา ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดสั้นและส่งผลกระทบต่อมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าลดลงได้ในที่สุด<sup>8,9</sup>

การออกกำลังกายยืดกล้ามเนื้อแบบทำให้ (passive stretching exercise) จัดเป็นรูปแบบการรักษาที่นิยมนำมาใช้เพื่อเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อ ลักษณะการยืดมีหลายวิธีเช่น การยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching) การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) และการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อ

(proprioceptive neuromuscular facilitation stretching; PNF stretching) เป็นต้น การยืดกล้ามเนื้อแต่ละวิธีให้ผลที่แตกต่างกัน และการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการยืดกล้ามเนื้อแต่ละวิธียังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลของรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อ Rees และคณะ<sup>10</sup> ทดสอบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF stretching พบว่าสามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าได้ร้อยละ 7.8 และ Wang<sup>11</sup> เปรียบเทียบผลของ static stretching และ dynamic stretching พบว่าการยืดทั้งสองแบบทำให้องศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าเพิ่มขึ้นภายหลังจากการยืดกล้ามเนื้อแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างรูปแบบของการยืด แต่การศึกษาของ Enyre และคณะ<sup>12</sup> ที่เปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อต่อช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเท้าระหว่าง static stretching และ PNF stretching ด้วยเทคนิค contract-relax และเทคนิค contract-relax with antagonist contraction พบว่า PNF stretching สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าได้มากกว่า static stretching โดยเฉพาะเทคนิค contract-relax with antagonist contraction จะเห็นได้ว่าการศึกษาที่ผ่านมา ยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ว่าวิธีการยืดกล้ามเนื้อรูปแบบไหนส่งผลต่อการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวได้ดีกว่า และยังไม่พบการศึกษาเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF stretching และ dynamic stretching ต่อช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเท้าในผู้ที่สวมใส่รองเท้าส้นสูงมาก่อนซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่มีความน่าสนใจและอาจให้ผลดีในการเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวได้มากกว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching)

องศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าที่ลดลงส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (dynamic balance) Basnett และคณะ<sup>13</sup> ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ขององศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าในทิศทางการกระดกขึ้น (ankle dorsiflexion range of motion; ROM) กับความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวด้วยการทดสอบ Star Excursion Balance Test (SEBT) พบว่าองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลการทดสอบ SEBT โดยเฉพาะในทิศทางด้านหน้า เนื่องจากการควบคุมการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวไปในทิศทางด้านหน้าต้องอาศัยการเคลื่อนไหวของข้อเท้าประมาณร้อยละ 31 ของปัจจัยทั้งหมด<sup>13</sup> จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่าองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว และการยืดกล้ามเนื้อเองเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นได้ ดังนั้นการยืดกล้ามเนื้อเองอาจส่งผลทำให้ความสามารถในการทรงตัว

ขณะเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นได้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อที่ต่างกันต่อองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้น และความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในวัยทำงาน เพศหญิงที่สวมใส่รองเท้าส้นสูง

## วิธีการศึกษา

อาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้หญิงวัยทำงานที่สวมใส่รองเท้าส้นสูง อายุระหว่าง 21-45 ปี จำนวน 28 ราย คำนวนจากการศึกษาของ Etnyre และคณะ<sup>12</sup> ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป G\*Power 3.1 โดยกำหนดค่า Power เท่ากับ 80% และค่า Alpha level เท่ากับ 0.05 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครแสดงในตารางที่ 1 เกณฑ์คัดเข้าคือ เป็นบุคคลที่สวมใส่รองเท้าส้นสูง สูงตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป 20 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี<sup>3,14</sup> ส่วนเกณฑ์คัดออกคือที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และระบบประสาท ที่ส่งผลต่อการทรงตัวและองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้า การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์จากมหาวิทยาลัยพะเยา

**Table 1** Subjects demographic data (mean±standard deviation).

Variables	Mean±SD
<b>Age (years)</b>	29.14±4.91
<b>Weight (kilograms)</b>	52.71±9.18
<b>Height (centimeters)</b>	160.68±6.88
<b>Leg length (centimeters)</b>	83.32±4.45
<b>Heel-height (centimeters)</b>	7.21±1.73
<b>Wearing high-heeled shoes (hours/week)</b>	42.50±12.92

ก่อนการทดสอบ ผู้วิจัยแจ้งอาสาสมัครงอข้อเท้าด้านหลังอย่างน้อย 48 ชั่วโมง งอเครื่องตีที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ คาเฟอีน และยาต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อการทดสอบอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้นวัดข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ความยาวขา ขาข้างที่ถนัด<sup>15</sup> และประวัติการสวมรองเท้าส้นสูง การทดสอบแบ่งออกเป็น 2 วันคือ การยืดแบบ PNF stretching และ dynamic stretching โดยรูปแบบการยืดขึ้นกับการสุ่มและมีระยะเวลาพัก 48 ชั่วโมง<sup>16</sup> ระหว่างการยืดแต่ละรูปแบบ วัดองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกเท้าขึ้น (ankle dorsiflexion ROM) และความสามารถในการทรงตัว

ขณะเคลื่อนไหว (SEBT) ทั้งก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อ

### 1) การยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching<sup>11</sup>

อาสาสมัครยืนตรงหันหน้าเข้าหาผนัง มือทั้งสองข้างทาบไปบนผนังในระดับเดียวกับหัวไหล่ เขยียดขาข้างหนึ่งซึ่งคือข้างที่จะยืดไปข้างหลังจนรู้สึกตึงบริเวณน่อง<sup>13</sup> จากนั้นงอศอกโน้มตัวไปข้างหน้าแล้วดันตัวขึ้นกลับสู่ท่ายืน โดยกำหนดจังหวะในการยืดกล้ามเนื้อด้วยเครื่องกำหนดจังหวะ (metronome) 60 ครั้งต่อนาที (รูปที่ 1) ยืดกล้ามเนื้อทั้งหมด 3 ชุด ชุดละ 60 วินาที โดยมีระยะเวลาพัก 20 วินาทีระหว่างการยืดในแต่ละชุด



Figure 1 Dynamic Stretching. A, Starting position; B, Stretching position

### 2) การยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF Stretching; hold-relax with agonist contraction technique<sup>17</sup>

อาสาสมัครนอนหงายบนเตียงผู้วิจัยยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธี passive stretching กล้ามเนื้อ gastrocnemius โดยกระดกปลายเท้าขึ้นจนถึงจุดที่เริ่มรู้สึกตึงบริเวณน่อง ค้างไว้ 10 วินาที จากนั้นผู้วิจัยยืดกล้ามเนื้อแบบเพิ่มแรง ร่วมกับออกคำสั่งให้อาสาสมัครออกแรงเกร็งต้านไว้ในท่าถีบปลายเท้าลง (plantarflexion) เป็นเวลานาน 6 วินาที ซึ่งเป็นลักษณะการหดตัว

ของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมตริก (isometric contraction) ต่อมาผู้วิจัยออกคำสั่งให้อาสาสมัครยืดผ่อนคลายและทำการยืด passive ต่อไปจนถึงจุดที่รู้สึกตึงบริเวณน่องจุดใหม่ จากนั้นผู้วิจัยทำการยืดแบบ passive ต่อไปร่วมกับการที่อาสาสมัครหดตัวกล้ามเนื้อกระดกข้อเท้าขึ้นแบบคอนเซนตริก (concentric contraction) ค้างไว้ 30 วินาที (ดังรูปที่ 2) ทำการยืดกล้ามเนื้อทั้งหมด 4 ครั้งโดยมีระยะเวลาพัก 20 วินาทีระหว่างการยืดแต่ละครั้ง



**Figure 2** Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching; PNF stretching.

3) การวัดองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกเท้าขึ้น  
 อาสาสมัครถูกทดสอบองศาการเคลื่อนไหวของ  
 การกระดกเท้าขึ้นในท่า weight-bearing lunge position  
 ผู้วิจัยใช้ fluid inclinometer วัดองศาการเคลื่อนไหว  
 โดยวางไว้หน้าต่อ tibial tuberosity จากนั้นออกคำสั่งให้อาสา  
 สมัครโน้มตัวไปข้างหน้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยที่  
 สันเท้าข้างที่ถูกทดสอบไม่ยกออกจากพื้น ทำการทดสอบ  
 ทั้งหมด 2 รอบ และบันทึกผลค่าที่สูงที่สุด<sup>13</sup>

4) การทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะ  
 เคลื่อนไหวด้วย Star Excursion Balance

ผู้วิจัยติดสายวัดบนพื้นเรียบโดยให้ทำมุมกัน 135° และ  
 90° เป็น 3 ทิศทาง ได้แก่ ทิศด้านหน้า (anterior) ด้านหลัง  
 ข้างนอก (posterolateral) และ ด้านหลังข้างใน (posteromedial)  
 อาสาสมัครยืนตรงบนขาข้างที่ถนัดโดยให้จุดกึ่งกลางของ  
 ฝ่าเท้าระหว่างตาตุ่มนอกและตาตุ่มในวางบนตำแหน่ง  
 จุดศูนย์กลางหรือจุดตัดของเส้นทุกเส้นตรงกลาง มือทั้งสองข้าง  
 จับไว้บริเวณสะโพก พยายามยื่นปลายเท้าไปแตะสายวัด  
 ตามแนวของสายวัดแต่ละเส้นให้ไกลที่สุดโดยที่ไม่ลงน้ำหนัก

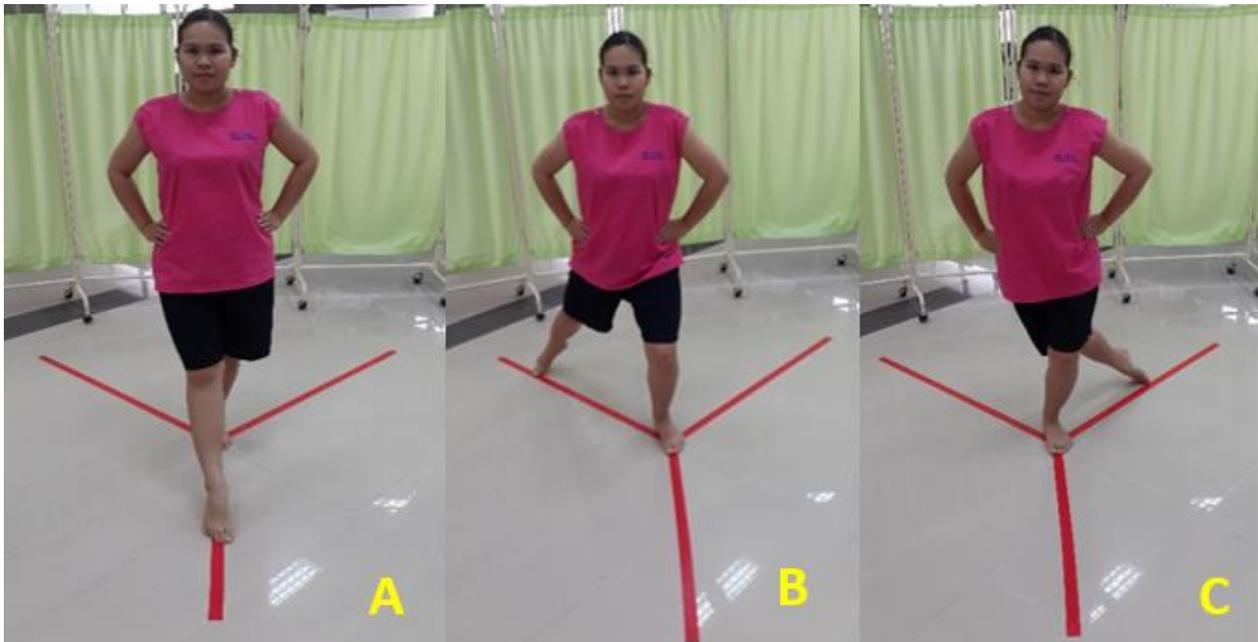
(รูปที่ 3) โดยที่สามารถทำได้อย่างมั่นคง ไม่มีอาการเซ หรือ  
 เกิดการเคลื่อนไหวขดเขยของร่างกาย หลังจากนั้นอาสาสมัคร  
 ดึงเท้ากลับมาขึ้นลงน้ำหนักในท่าเดิมโดยไม่มีอาการเซ  
 การเคลื่อนไหวขดเขยของร่างกาย หรือการล้มเกิดขึ้น หาก  
 อาสาสมัครมีอาการดังกล่าวต้องทดสอบใหม่อีกครั้งหลังจาก  
 ได้รับการอธิบายและสาธิตจากผู้วิจัยจนกว่าจะทำได้ถูกต้อง  
 ผู้วิจัยวัดระยะทางบนเส้นจากจุดศูนย์กลางถึงจุดที่หัวแม่เท้า  
 แตะ<sup>18</sup> ทำการทดสอบในแต่ละทิศทางทั้งหมด 3 รอบ โดยพัก  
 ระหว่างรอบเป็นเวลา 10 วินาที และเมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง  
 ให้พักเป็นเวลา 20 วินาที ผู้วิจัยบันทึกค่าสูงสุดในแต่ละทิศทาง  
 และคำนวณค่าตัวแปรตามสูตร

$$SEBT \text{ score} = \frac{(\text{Anterior distance} + \text{Posterolateral distance} + \text{Posteromedial distance}) \times 100}{3 (\text{Leg length})}$$

ผู้วิจัยได้ทดสอบความน่าเชื่อถือของการทดสอบ  
 การวัดองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นในท่า  
 weight-bearing lunge position และการทดสอบ SEBT ใน  
 อาสาสมัครจำนวน 10 ราย โดยการสุ่ม ทำการทดสอบ 2 รอบ

ในแต่ละรอบมีระยะห่าง 2 วัน พบว่าการทดสอบทั้งสอง มีความน่าเชื่อถือในการทดสอบซ้ำ (test-retest reliability) คือ

ICC<sub>3,1</sub> = 0.93 ที่  $p < 0.001$  และ ICC<sub>3,1</sub> = 0.88 ที่  $p < 0.002$  ตามลำดับ



**Figure 3** Star Excursion Balance Test; SEBT. A, Anterior direction; B, Posterolateral direction; C, Posteromedial direction

#### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) อธิบายลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร และใช้สถิติ paired sample t-test ทดสอบความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวของการกระดกเท้าขึ้น คะแนนการทดสอบ SEBT ระหว่างก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อ ความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวของการกระดกเท้าขึ้น และคะแนนของการทดสอบ SEBT ระหว่างรูปแบบของการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบ ข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS version 17.0 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$

#### ผลการศึกษา

**การยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อ (Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching; PNF stretching)**

หลังการยืดกล้ามเนื้อพบว่าองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นและความสามารถในการทรงตัวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการยืดกล้ามเนื้อ ( $p < 0.01$ ) โดยมีค่าเฉลี่ยความแตกต่างขององศาการกระดกขึ้นของข้อเท้า (ankle dorsiflexion ROM)  $6.82 \pm 4.00$  องศา คะแนนการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวใน

ทิศด้านหน้า (anterior) เท่ากับ  $0.18 \pm 0.15$  ทิศด้านหลังข้างใน (posteromedial)  $0.23 \pm 0.18$  ทิศด้านหลังข้างนอก (posterolateral)  $0.22 \pm 0.21$  และคะแนนรวมของการทดสอบ (SEBT score) เท่ากับ  $0.21 \pm 0.11$  ดังแสดงในตารางที่ 2

#### การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching)

หลังการยืดกล้ามเนื้อพบว่าองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นและความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการยืดกล้ามเนื้อ ( $p < 0.01$ ) โดยค่าเฉลี่ยความแตกต่างขององศาการกระดกขึ้นของข้อเท้า (ankle dorsiflexion ROM)  $4.71 \pm 4.67$  องศา คะแนนการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในทิศด้านหน้า (anterior)  $0.15 \pm 0.19$  ทิศด้านหลังข้างใน (posteromedial)  $0.19 \pm 0.18$  ทิศด้านหลังข้างนอก (posterolateral)  $0.13 \pm 0.25$  และคะแนนรวมของการทดสอบ (SEBT score) เท่ากับ  $0.16 \pm 0.17$  ดังแสดงในตารางที่ 2

#### การเปรียบเทียบผลระหว่างรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อ

หลังการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองวิธี พบว่ามีการเพิ่มขึ้นขององศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้น (ankle dorsiflexion ROM) และความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงหลังจากยืดกล้ามเนื้อพบว่าการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบไม่มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ผลการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF stretching มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่า

การยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching เล็กน้อยดังแสดงในตารางที่ 2

**Table 2** Comparison of SEBT score and ankle dorsiflexion ROM between PNF stretching and dynamic stretching.

Variables	PNF stretching		Dynamic stretching		Mean difference between pre & post		
	pre	post	pre	post	PNF	DYN	p-value
<b>SEBT score</b>	2.51±0.23	2.72±0.21 <sup>#</sup>	2.54±0.25	2.70±0.22 <sup>†</sup>	0.21±0.11	0.16±0.17	0.16
<b>Anterior</b>	2.77±0.22	2.95±0.21 <sup>#</sup>	2.77±0.29	2.91±0.20 <sup>†</sup>	0.18±0.15	0.15±0.19	0.51
<b>Posteromedial</b>	2.42±0.34	2.65±2.28 <sup>#</sup>	2.42±0.38	2.61±0.31 <sup>†</sup>	0.23±0.18	0.19±0.18	0.38
<b>Posterolateral</b>	2.34±0.36	2.56±0.33 <sup>#</sup>	2.44±0.33	2.57±0.38 <sup>†</sup>	0.22±0.21	0.13±0.25	0.11
<b>Ankle dorsiflexion ROM (degrees)</b>	32.18±8.78	39.00±7.73 <sup>#</sup>	34.00±7.58	38.71±8.42 <sup>†</sup>	6.82±4.00	4.71±4.67	0.06

<sup>#</sup> Significant greater than Pre-PNF stretching at  $p < 0.01$

<sup>†</sup> Significant greater than Pre-dynamic stretching at  $p < 0.01$

PNF - PNF stretching, DYN - Dynamic stretching

## วิจารณ์ผล

ผลการศึกษา พบว่ามีการเพิ่มขึ้นขององศาการเคลื่อนไหว การกระดกข้อเท้าขึ้น และคะแนนทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (SEBT score) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) หลังการยืดกล้ามเนื้อองศาทั้ง 2 วิธี องศาการเคลื่อนไหวที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากทั้งปัจจัยทางระบบประสาท (neurological factors) และปัจจัยทางกลศาสตร์ (mechanical factors) โดยปัจจัยทางระบบประสาทอธิบายได้ว่า การยืดช่วยยับยั้งการทำงานของรีเฟล็กซ์ (reflex activity) โดยผ่านตัวรับรู้ Golgi tendon organ<sup>19</sup> นอกจากนี้ยังมีการรายงานว่า การยืดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ muscle-tendon unit อีกด้วย กล่าวคือ ขณะยืดกล้ามเนื้อจะเกิดการกระตุ้นที่ muscle spindle และ Golgi tendon organ ผ่าน 3 กลไกหลัก คือ stretch reflex, reciprocal inhibition และ autogenic inhibitor<sup>20</sup> ดังนั้นการยืดกล้ามเนื้อจึงส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นขององศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้า ส่วนปัจจัยทางด้านกลศาสตร์ อธิบายได้ว่า การยืดกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดการส่งแรง (force transmission) อัตราการส่งแรง (rate of force transmission) และอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว (rate of change in length) หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงแรงดึงตัว (rate of change in tension) ดังนั้นการยืดจึงทำให้เกิดการหย่อนตัวของเนื้อเยื่อส่วนที่ยืดหยุ่นได้ (elastic component)<sup>20</sup> แต่เมื่อเปรียบเทียบผลหลังการยืดกล้ามเนื้อด้วยรูปแบบทั้งสอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า

ทั้งเทคนิคการยืดแบบ PNF stretching และการยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงองศาการเคลื่อนไหว (ROM) ที่เพิ่มขึ้นและให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wang และคณะ<sup>11</sup> ที่พบว่า องศาการเคลื่อนไหวของทรงอสะโพกเหยียดเข้า และกระดกข้อเท้าขึ้นเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching อีกทั้งยังพบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching ทำให้ระยะทางของการทดสอบ SEBT เพิ่มขึ้นทุกทิศทาง และการศึกษาของ Etnyre และคณะ<sup>12</sup> ที่พบว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF เทคนิค contract-relax with antagonist contraction สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังจากการยืดกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF stretching และ dynamic stretching ต่อองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้ามาก่อน นอกจากนี้ ยังพบว่า หลังการยืดกล้ามเนื้อองศาด้วยทั้งสองวิธี ค่าคะแนนการทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (SEBT Score) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มขึ้นของการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวด้วยการทดสอบ SEBT ภายหลังจากการยืดกล้ามเนื้อองศา สามารถอธิบายได้จากการวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวของการทดสอบ SEBT ซึ่งจะเห็นได้ว่าขาข้างที่ถูกทดสอบหรือขาข้างที่มีการยืกลงน้ำหนักเพื่อรักษาการทรงตัวจะมีการเคลื่อนไหวในลักษณะ closed kinematic chain ที่ต้องอาศัยการเคลื่อนไหวร่วมกันของร่างกายส่วนล่างทั้ง 3 ข้อต่อ คือ

การงอข้อสะโพก (hip flexion) การงอข้อเข่า (knee flexion) และการกระดกข้อเท้าขึ้น (ankle dorsiflexion) ดังนั้นจากการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบที่ช่วยให้กล้ามเนื้อที่มีความยืดหยุ่นและองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าเพิ่มขึ้น จึงทำให้ความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองศาการเคลื่อนไหวในการกระดกข้อเท้าขึ้นและคะแนนที่ได้จากการทดสอบ SEBT พบว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับพอใช้<sup>3</sup> แสดงให้เห็นว่าองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถส่งผลต่อการทรงตัวของคนได้ การยืดกล้ามเนื้อยังส่งผลต่อการรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อ (proprioceptive joint sense) เนื่องจากการยืดกล้ามเนื้อทำให้เกิดการกระตุ้นการรับรู้ความรู้สึกต่อการเปลี่ยนแปลงความยาวและความตึงตัวของกล้ามเนื้อต่อแรงภายนอกที่ใช้ในการยืด การรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อเป็นกลไกหนึ่งในการรักษาการทรงตัวผ่านระบบรับรู้ความรู้สึกและสั่งการ (sensorimotor system) ดังนั้น การยืดกล้ามเนื้อจึงมีส่วนช่วยให้ความสามารถในการทรงตัวดีขึ้นตามมา<sup>20-22</sup> อย่างไรก็ตาม การรักษาการทรงตัวต้องอาศัยการทำงานร่วมกันหลายระบบเช่นเดียวกับการทดสอบความสามารถในการทรงตัวด้วย SEBT ที่ไม่สามารถแยกผลการทดสอบเฉพาะเจาะจงในระบบใดระบบหนึ่ง ดังนั้นในการเพิ่มความสามารถในการทรงตัวต้องมีการพัฒนาหรือฝึกฝนร่วมกันในหลายระบบนอกเหนือจากระบบรับรู้ความรู้สึกและสั่งการ

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือ ยังมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัวนอกเหนือจากองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้า เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างครึ่งล่าง (lower limb muscles strength) การรับรู้ตำแหน่งของ

ข้อต่อ (proprioception) ความไวในการตอบสนองของระบบเวสติบูลาร์ (vestibular response) และเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (reaction time) เป็นต้น ซึ่งไม่ได้ใช้ตัวแปรในการศึกษานี้ ดังนั้นในอนาคตอาจมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการยืดกล้ามเนื้อหรือการฝึกรูปแบบอื่นเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัวต่อไป นอกจากนี้ การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการยืดกล้ามเนื้อและทดสอบองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นและความสามารถในการทรงตัวในขาข้างที่ถนัดเพียงข้างเดียว ในอนาคตจึงควรยืดกล้ามเนื้อและทำการทดสอบในทั้งสองข้างเพื่อเปรียบเทียบผลการตอบสนองของการยืดกล้ามเนื้อที่ให้ประหวางขาทั้งสองข้าง

### สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้สรุปว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (dynamic stretching) และการยืดแบบกระตุ้นระบบประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อ (proprioceptive neuromuscular facilitation stretching; PNF stretching) สามารถช่วงเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวในการกระดกข้อเท้าขึ้นได้ ซึ่งส่งผลตามมาต่อการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (dynamic balance) ได้โดยไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบ

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

1. Edge Research. Public Opinion Research on Foot Health and Care: Findings from a Survey of 1000 US Adults. American Podiatric Medical Association. 2014.
2. Guichet JM, Javed A, Russell J, Saleh M. Effect of the foot on the mechanical alignment of the lower limbs. *Clin Orthop Relat Res.* 2003; 415: 193-201.
3. Dawson J, Thorogood M, Marks SA, Juszczak E, Dodd C, Lavis G, et al. The prevalence of foot problems in older women: a cause for concern. *J Public Health Med.* 2002; 24: 77-84.
4. Opila-Correia KA. Kinematics of high-heeled gait. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990; 71: 304-9.
5. Edwards L, Dixon J, Kent JR, Hodgson D, Whittaker VJ. Effect of shoe heel height on vastus medialis and vastus lateralis electromyographic activity during sit to stand. *J Orthop Surg Res.* 2008; 3: 2. doi: 10.1186/1749-799X-3-2.
6. Barton CJ, Coyle JA, Tinley P. The effect of heel lifts on trunk muscle activation during gait: a study of young healthy females. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009; 19: 598-606.
7. Lee CM, Jeong EH, Freivalds A. Biomechanical effects of wearing high-heeled shoes. *Int J Ind Ergon.* 2001; 28: 321-6.
8. Csapo R, Maganaris CN, Seynnes OR, Narici MV. On muscle, tendon and high heels. *J Exp Biol.* 2010; 213: 2582-8.
9. Kerrigan DC, Johansson JL, Bryant MG, Boxer JA, Della Croce U, Riley PO. Moderate-heeled shoes and knee joint torques relevant to the development and progression of knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86: 871-5.
10. Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML, McLachlan KA, Coutts AJ. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characteristics of the ankle in active women. *J Strength Cond Res.* 2007; 21: 572-7.
11. Wang W. The Effects of static stretching versus dynamic stretching on lower extremity joint range of motion, static balance, and dynamic balance. [master's thesis]. UWM Digital Commons: University of Wisconsin-Milwaukee; 2013, 225.
12. Etnyre BR, Abraham LD. Gains in range of ankle dorsiflexion using three popular stretching techniques. *Am J Phys Med.* 1986; 65: 189-96.
13. Basnett CR, Hanish MJ, Wheeler TJ, Miriovsky DJ, Danielson EL, Barr JB, et al. Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. *Int J Sports Phys Ther.* 2013; 8: 121-8.
14. Kim Y, Lim JM, Yoon B. Changes in ankle range of motion and muscle strength in habitual wearers of high-heeled shoes. *Foot Ankle Int.* 2013; 34: 414-9.
15. Velotta J, Weyer J, Ramirez A, Winstead J, Bahamonde R. Relationships between leg dominance tests and type of task. *Proceedings of the XXIXth International Conference on Biomechanics in Sports.* 2011. Available from: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/5014>
16. Spernoga SG, Uhl TL, Arnold BL, Gansneder BM. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *J Athl Train.* 2001; 36: 44-8.

17. Yuktasir B, Kaya F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J Bodyw Mov Ther.* 2009; 13: 11-21.
18. Bouillon LE, Baker JL. Dynamic balance differences as measured by the star excursion balance Test between adult-aged and middle-aged women. *Sports Health.* 2011; 3: 466-9.
19. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sørensen H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol.* 1996; 497: 291-8.
20. Behm DG, Bambury A, Cahill F, Power K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36: 1397-402.
21. Chong RK, Do MC. Interaction between transient change in local muscle structure and segmented leg motor responses. *Percept Mot Skills.* 2002; 95: 155-62.
22. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2010; 20: 169-81.

# ผลของการเต้นคัฟเวอร์ต่อสมรรถภาพทางกายของวัยรุ่น

## The effect of cover dance on physical fitness in adolescents

■ เอกราช วงศ์ษายะ\* บุญมา โชติสกุลเลิศ สุภาวดี ฟองเขียว  
Eakarach Wongsaya\* Boonma Chotisakunlerd Supawadee Fongkeaw

สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา  
Department of Physical Therapy, School of Allied Health Sciences, University of Phayao, Phayao Province, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: Eakarach.wo@up.ac.th)  
\* Corresponding author (Email: Eakarach.wo@up.ac.th)

Received September 2015  
Accepted as revised December 2015

### Abstract

**Objectives:** The purpose of this study was to examine the effects of cover dance on physical fitness in routine cover dance practice adolescents.

**Methods:** Sixty-four healthy adolescents, aged 15-24 years were recruited from Phayao Province. Participants were divided into two groups: cover dance group (n=32) and non-cover dance group (n=32). Their physical fitness components including percent body fat, muscular flexibility, muscular strength, muscular endurance and cardiovascular endurance were measured. The group differences for physical fitness components were analyzed by Independent samples t-test.

**Results:** There were no significant differences between two groups ( $p>0.05$ ) for all physical fitness components.

**Conclusion:** Routine cover dance practices among adolescent participants did not promote physical fitness, although cover dance practices were at least 40 minutes per day, 3 days a week period. This might be explained that characteristic of routine cover dance practices in adolescent participants in Phayao province had no warm up phase as well as short movement and discontinued pattern.

*Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 100-105. Doi: 10.14456/jams.2016.7*

**Keywords:** Cover dance, physical fitness, adolescents

## บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลของการเต้นคัฟเวอร์ต่อสมรรถภาพทางกายในวัยรุ่นที่ฝึกซ้อมเต้นคัฟเวอร์เป็นประจำ

**วิธีการ:** อาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี อายุระหว่าง 15-24 ปี ในจังหวัดพะเยา แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เต้นคัฟเวอร์เป็นประจำ 32 คน และกลุ่มที่ไม่เต้นคัฟเวอร์ 32 คน อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มได้รับการวัดสมรรถภาพทางกาย 5 ด้าน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ และความทนทานของการหายใจและหัวใจ และวิเคราะห์ความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายโดยใช้สถิติ Independent samples t-test

**ผลการศึกษา:** เมื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายทั้ง 5 ด้านระหว่าง 2 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

**สรุปผลการศึกษา:** การเต้นคัฟเวอร์ของวัยรุ่นกลุ่มตัวอย่างในจังหวัดพะเยาไม่สามารถส่งเสริมสมรรถภาพทางกายทั้ง 5 ด้านได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเต้นคัฟเวอร์ของวัยรุ่นกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะการฝึกซ้อมเต้นที่ไม่มีกรอบอยู่บนร่างกายและมีการเคลื่อนไหวที่ไม่ต่อเนื่อง แม้จะใช้เวลาในการซ้อมเต้นอย่างน้อย 40 นาทีต่อครั้ง 3 ครั้งต่อสัปดาห์

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 100-105. Doi: 10.14456/jams.2016.7

**คำรหัส:** การเต้นคัฟเวอร์ สมรรถภาพทางกาย วัยรุ่น

## บทนำ

ในยุคปัจจุบันซึ่งโลกมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิชาการ เทคโนโลยีและวัตถุมากขึ้น ส่งผลให้คนส่วนหนึ่งดูแลสุขภาพตนเองลดลง เช่น การบริโภคอาหารที่ไม่ถูกสุขลักษณะ หรือขาดการออกกำลังกาย เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มวัยรุ่นที่ไม่ให้ความสำคัญกับการออกกำลังกาย<sup>1</sup> อาจทำให้มีสมรรถภาพทางกายลดลงซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดโรคการออกกำลังกายเป็นกิจกรรมใดๆ ที่ทำให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวส่งผลให้ระบบต่างๆ ภายในร่างกายเกิดความสมบูรณ์แข็งแรงและเพิ่มระดับสมรรถภาพทางกาย เช่น ควบคุมปริมาณไขมันในร่างกายให้อยู่ในระดับปกติ มีความยืดหยุ่น ความแข็งแรงและความทนทานของของกล้ามเนื้อดีขึ้น และเพิ่มความทนทานของการหายใจและหัวใจ การเต้นแอโรบิกจัดเป็นการออกกำลังกายอย่างหนึ่งซึ่งช่วยส่งเสริมสมรรถภาพทางกาย<sup>2</sup> มีรายงานผลของการเต้นแอโรบิกในนักกีฬาหญิงว่าสามารถลดน้ำหนักและเพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายได้<sup>3</sup> และการใช้วิดีโอเป็นเครื่องมือในการเต้นออกกำลังกายสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายและลดน้ำหนักตัวได้<sup>4</sup>

การเต้นคัฟเวอร์เน้นการแต่งกาย แสดงท่าทาง และการเต้นให้เหมือนศิลปินในต้นแบบมากที่สุด โดยเต้นประกอบกับจังหวะเพลงที่สนุกสนานและมีรูปแบบการเต้นที่หลากหลาย<sup>5</sup> อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผลของการเต้นคัฟเวอร์ต่อสมรรถภาพทางกายในวัยรุ่นยังมีไม่มากนัก จึงเป็นข้อจำกัดในการอธิบายผลการออกกำลังกายด้วยวิธีการเต้นชนิดนี้ การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการเต้นคัฟเวอร์สามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ และความทนทานของการหายใจและหัวใจในนิตระดับปริมาตรพิเศษหญิงให้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ<sup>6</sup> อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาในอาสาสมัครเพศหญิง อีกทั้งเป็นการฝึกการเต้นคัฟเวอร์ในสภาวะควบคุมกล่าวคือมีการกำหนดระยะเวลาในการเต้นให้อาสาสมัครมีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง แตกต่างจากการซ้อมเต้นคัฟเวอร์เป็นประจำ (routine cover dance practice) ซึ่งไม่ได้มีการควบคุมลักษณะการฝึกซ้อมและระยะเวลาในการฝึกซ้อม จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเต้นคัฟเวอร์ ต่อสมรรถภาพทางกายในวัยรุ่นที่ฝึกซ้อมเต้นคัฟเวอร์เป็นประจำ

## วัตถุประสงค์และวิธีการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ผ่านการรับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เป็นการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เดินคัฟเวอร์เป็นประจำ 32 คน และกลุ่มที่ไม่เคยเดินคัฟเวอร์ 32 คน จำนวนกลุ่มตัวอย่างคำนวณจากการศึกษาที่ผ่านมา<sup>4</sup> อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มเป็นวัยรุ่นชายและหญิงที่มีอายุ 15-24 ปี มีดัชนีมวลกายที่อยู่ในช่วงปกติ 18.5-22.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ไม่มีโรคประจำตัวและความผิดปกติทางร่างกายซึ่งส่งผลต่อสมรรถภาพทางร่างกาย เช่น ความดันโลหิตสูง เบาหวาน หอบหืด โรคหัวใจ เป็นต้น ไม่เล่นกีฬาเป็นประจำหรือมีกิจกรรมการทำงานที่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายเช่น งานแบกหาม เป็นอาสาสมัครกลุ่มที่เดินคัฟเวอร์เป็นประจำต้องมีประสบการณ์การซ้อมเดินคัฟเวอร์เป็นประจำอย่างน้อย 40 นาทีต่อครั้ง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลาต่อเนื่องอย่างน้อย 6 เดือนก่อนเข้าร่วมการศึกษานี้ เมื่อได้อาสาสมัครตามจำนวน ผู้วิจัยอธิบายรายละเอียดและให้อาสาสมัครลงลายมือชื่อในแบบยินยอมเพื่อเข้าร่วมการศึกษา อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มกรอกแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ซึ่งนำหน้า วัตถุประสงค์ วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิต และเข้ารับการทดสอบสมรรถภาพทางกาย ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ และความทนทานของการหายใจและหัวใจ ซึ่งคำนวณจากการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดตามลำดับ

การวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายใช้วิธีการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (skin fold thickness) จำนวน 7 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งหน้าท้อง ต้นแขนด้านหลัง หน้าอก บริเวณลำตัวแนวเส้นกึ่งกลางรักแร้ (midaxillary line) บริเวณใต้ต่อสะบัก (subscapular area) บริเวณข้างลำตัวเหนือกระดูกเชิงกราน (suprailiac area) และต้นขาด้านหน้า โดยใช้เครื่อง Skinfold caliper ตามวิธีการของ American College of Sports Medicine<sup>3</sup> ค่าเฉลี่ยจากการวัดตำแหน่งละ 2 ครั้ง ใช้ในการคำนวณหาความหนาแน่นของร่างกาย (body density: Db) และค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (% body fat)<sup>5</sup>

การวัดความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อใช้วิธีการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach test) โดยให้อาสาสมัครถอดรองเท้า นั่งเหยียดขา เข่าเหยียดตรงกับพื้น เท้าชิดกัน จากนั้นเหยียดแขนตรงไปข้างหน้าแล้วก้มตัวไปข้างหน้าช้าๆ ให้ได้ระยะไกลที่สุด วัดระยะทางหน่วยเป็นเซนติเมตรจากปลายเท้าถึงปลายนิ้วมือ หากปลายนิ้วมือเหยียดเลยปลายเท้าบันทึกเป็นค่าบวก หากไม่ถึงปลายเท้าเป็นค่าลบ ทำการทดสอบ 3 ครั้ง และเลือกใช้ระยะทางที่ไกลที่สุดเพียงค่าเดียว<sup>9-10</sup>

สำหรับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อใช้วิธีการวัดแรงเหยียดขาด้วยอุปกรณ์ Back-leg dynamometer โดยให้อาสาสมัครยืนบนอุปกรณ์วัด เหยียดแผ่นหลังตรงชิดกำแพง ย่อเข่าให้ท่ามุมประมาณ 115 ถึง 125 องศา เมื่อให้สัญญาณเริ่ม อาสาสมัครออกแรงเหยียดขาขึ้นอย่างเต็มที่ ทำการทดสอบ 2 ครั้ง บันทึกครั้งที่ได้แรงมากที่สุดนำไปหารน้ำหนักตัว<sup>9-10</sup>

ความทนทานของกล้ามเนื้อใช้วิธีการทดสอบนอนยกตัว 1 นาที (1-minute abdominal curls) โดยให้อาสาสมัครนอนหงายบนเบาะงอเข่าท่ามุม 90 องศา วางแขนทั้งสองข้างบนพื้นข้างลำตัวคว่ำมือปลายนิ้วสัมผัสพื้น เมื่อส่งสัญญาณเริ่มให้อาสาสมัครงอตัวยกศีรษะและไหล่ขึ้นพ้นจากพื้นเบาะพร้อมกับเลื่อนปลายนิ้วมือไปสัมผัสแผ่นเครื่องหมายที่มีระยะห่าง 3 นิ้วจากจุดเริ่มต้น หลังจากนั้นลดลำตัวและไหล่ลงติดพื้น ทำซ้ำและต่อเนื่องอย่างถูกต้องและรวดเร็วมากที่สุดภายในเวลา 1 นาที บันทึกจำนวนครั้งที่ทำได้<sup>9-10</sup>

สำหรับความทนทานของการหายใจและหัวใจใช้วิธีการวัดปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยใช้จักรยานวัดงานและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Monark939E analysis software ทดสอบโดยให้อาสาสมัครปั่นจักรยานเป็นระยะเวลา 6 ถึง 9 นาที ด้วยความหนักตามด้วยกระบวนการแบบวายเอ็มซีเอ (YMCA submaximal cycle protocol) เมื่อสิ้นสุดการทดสอบทำการบันทึกค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่อาสาสมัครทำได้ในหน่วยมิลลิตรต่อนาทีต่อกิโลกรัม<sup>9</sup>

## การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 21 ใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) รายงานข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม โดยแสดงข้อมูลในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและใช้สถิติ Independent samples t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายระหว่างกลุ่มที่เดินคัฟเวอร์เป็นประจำ และกลุ่มที่ไม่เคยเดินคัฟเวอร์ โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่  $p < 0.05$

## ผลการศึกษา

กลุ่มที่เดินคัฟเวอร์เป็นประจำและกลุ่มที่ไม่เคยเดินคัฟเวอร์มีค่าเฉลี่ยของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก และค่าดัชนีมวลกายไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 1 ส่วนผลการศึกษสมรรถภาพทางกายพบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (% body fat) ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (flexibility)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscular strength) ความทนทานของกล้ามเนื้อ (muscular endurance) และปริมาณการ

ใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximum oxygen consumption) ของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 2

**Table 1** Characteristics of adolescent participants.

Variables	Cover dance (n = 32)	Non-cover dance (n = 32)	p-value
Age (years)	19.53±1.01	19.50±1.04	0.904
Height (m)	1.64±0.07	1.64±0.09	0.975
Weight (kg)	53.90±8.59	53.25±7.98	0.753
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	19.70±1.83	19.66±1.70	0.931

**Table 2** Physical fitness components in cover dance and non-cover dance group.

Variables	Group	Mean±SD	p-value
% Body fat (percentage)	Cover dance	20.92±4.84	0.093
	Non-cover dance	19.08±3.65	
Flexibility (cm)	Cover dance	9.50±6.78	0.810
	Non-cover dance	9.09±6.80	
Muscular strength (kg)	Cover dance	1.47±0.46	0.478
	Non-cover dance	1.56±0.48	
Muscular endurance (repetition)	Cover dance	32.56±9.67	0.118
	Non-cover dance	28.93±8.60	
Maximum oxygen consumption (mL/min/kg)	Cover dance	42.37±8.73	0.518
	Non-cover dance	43.73±7.96	

## วิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการศึกษานี้พบว่ากลุ่มเต้นที่คัฟเวอร์เป็นประจำมีสมรรถภาพทางกายทั้ง 5 ด้านไม่แตกต่างจากกลุ่มไม่เคยเต้นคัฟเวอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

ค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายมีหลายลักษณะ เช่น การออกกำลังกาย การรับประทานอาหาร การได้รับยาและวิตามินเสริมต่างๆ เป็นต้น การศึกษาในครั้งนี้ควบคุมเพียงการออกกำลังกายเท่านั้น จึงอาจไม่มีผลกระทบต่อค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายได้<sup>3,7</sup> ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อขาด้านหลังพบว่าทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการสอบถามข้อมูลลักษณะการฝึกซ้อมเต้นคัฟเวอร์พบว่าอาสาสมัครไม่ได้อบอุ่นร่างกายและยืดกล้ามเนื้อก่อนการซ้อมเต้น อีกทั้งท่าเต้นที่ใช้ส่วนมากเป็นท่าที่มีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง มีท่าที่ทำให้กล้ามเนื้อถูกยืดยาว ออกแบบยืดค้างเป็นส่วนน้อย การเพิ่มความยืดหยุ่นของร่างกายควรมีการยืดเหยียดของกล้ามเนื้อค้างไว้ในเวลาประมาณ 15-30 วินาที<sup>3</sup> ผลการศึกษาในครั้งนี้แตกต่างกับศึกษาก่อนหน้านี้<sup>7</sup> ที่พบว่า การเข้าโปรแกรมเต้นคัฟเวอร์เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์สามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อขาด้านหลังโดยใช้การทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้าเช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม ความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นในการศึกษาก่อนหน้านั้นอาจเป็นผลจากการฝึกซ้อมเต้นกำหนดให้มีการยืดกล้ามเนื้อขาด้านหลัง ในช่วงอบอุ่นร่างกายและ

ช่วงผ่อนคลาหลังการเดิน ไม่ได้เป็นผลจากการเดินโดยตรง<sup>7</sup> สำหรับด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพบว่า ทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ท่าของการเดินคัฟเวอร์ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่มีแรงต้านภายนอก มีเพียงน้ำหนักตัวเท่านั้น ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าได้ ไม่ตรงตามหลักการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงที่ต้องมีแรงต้านที่มากและทำซ้ำในจำนวนที่น้อย (high load low repetition)<sup>3</sup> อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้มีการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าเท่านั้น ไม่มีการวัดในกลุ่มกล้ามเนื้ออื่นซึ่งอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงได้ สำหรับการตรวจวัดความทนทานของกล้ามเนื้อ พบว่าทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ท่าเดินคัฟเวอร์พบว่าเป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่มีแรงต้านและเคลื่อนไหวต่อเนื่อง ซึ่งน่าจะเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อได้ แต่อย่างไรก็ตาม อาจเนื่องมาจากในส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 ของอาสาสมัครกลุ่มเดินคัฟเวอร์มีการฝึกซ้อมแบบเดินตามเพลงที่ล้าช้า และหยุดเพื่อดูการเดินก่อนถัดไป จึงทำให้การเคลื่อนไหวไม่ต่อเนื่อง ลักษณะของการฝึกซ้อมดังกล่าวไม่เพียงพอต่อการเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อ<sup>3</sup> ผลการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้<sup>7</sup> ที่พบว่าการเข้าโปรแกรมเดินคัฟเวอร์เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ทำให้ความทนทานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเนื่องจากกลุ่มเดินคัฟเวอร์ได้รับโปรแกรมการฝึกซ้อมเดินในแต่ละครั้งอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 40 นาที<sup>7</sup> ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่มีแรงต้านและเป็นการเคลื่อนไหวช้าๆ เป็นจำนวนมากตามหลักการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อ<sup>11</sup>

การวิเคราะห์ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย พบว่าทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นผลจากการฝึกเดินคัฟเวอร์เป็นประจำในกลุ่มวัยรุ่นอาสาสมัครมีรูปแบบที่ไม่ตรงตามหลักการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย โดยการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งเป็นแบบเดินแล้วหยุดพัก จึงทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในการฝึกซ้อม อีกทั้งอาสาสมัครประมาณร้อยละ 50 ไม่ออกแรงอย่างเต็มที่ขณะซ้อมเดิน

เป็นผลให้ไม่สามารถเพิ่มความความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายได้<sup>3</sup> ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมา<sup>7</sup> ที่พบว่าการเข้าโปรแกรมเดินคัฟเวอร์เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์สามารถเพิ่มความความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ เนื่องจากผู้วิจัยคอยกระตุ้นให้อาสาสมัครเดินอย่างเต็มที่และต่อเนื่องเป็นเวลา 40 นาที และควบคุมให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ร้อยละ 55-65 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด<sup>7</sup>

การฝึกซ้อมเดินคัฟเวอร์เป็นประจำของวัยรุ่นเป็นการฝึกซ้อมเดินโดยไม่มีการอบอุ่นร่างกาย ไม่มีการยืดกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ก่อนการฝึกซ้อม มีรูปแบบการฝึกซ้อมเป็นการเดินตามเพลงท่อนสั้นๆ เดินแล้วหยุดพัก จึงทำให้การเคลื่อนไหวไม่ต่อเนื่อง รูปแบบการเดินดังกล่าวเน้นในด้านความสนุกสนานและความชื่นชอบของแต่ละบุคคลมากกว่าเน้นในด้านของผลสมรรถภาพทางกาย ดังนั้นการเดินคัฟเวอร์เพื่อหวังผลในด้านการส่งเสริมสมรรถภาพทางกายควรจะได้รับคำแนะนำในการปรับรูปแบบให้มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย

### สรุปผลการศึกษา

การฝึกซ้อมเดินคัฟเวอร์ของกลุ่มอาสาสมัครตัวอย่างวัยรุ่นในจังหวัดพะเยา มีลักษณะการฝึกซ้อมเดินที่ไม่มี การอบอุ่นร่างกาย มีการเคลื่อนไหวในระยะสั้นแล้วหยุดพัก จึงทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ต่อเนื่อง แม้ว่าจะระบะเวลารวมในการฝึกซ้อมมากกว่า 40 นาทีต่อครั้ง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ แต่ไม่สามารถส่งเสริมสมรรถภาพทางกายทั้ง 5 ด้าน ซึ่งได้แก่ เปอร์เซนต์ไขมันในร่างกาย ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ และความทนทานของการหายใจและหัวใจ

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ได้มอบทุนสนับสนุนในการศึกษางานวิจัยเรื่อง “ผลของการเดินคัฟเวอร์ต่อสมรรถภาพทางกายของวัยรุ่น” ในครั้งนี้

1. Areekun V, Hongsangonsri S, Tripati S, Manaboribun B, Arimit R, Parsertwit J, et al. Practical points in adolescent health care. Bangkok: The Royal College of Pediatricians of Thailand, 2012 (in Thai).
2. Yodkum M. Health with exercise. Bangkok: Odeon Store, 2005 (in Thai).
3. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 7<sup>th</sup> Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005.
4. Farsani PA, Rezaeimanesh D. The effect of six-week aerobic interval training on some blood lipids and VO<sub>2</sub>max in female athlete students. *Procedia Soc Behav Sci*. 2011; 30: 2144-8.
5. Mejia-Downs A, Fruth SJ, Clifford A, Hine S, Huckstep J, Merkel H, et al. A preliminary exploration of the effects of a 6-week interactive video dance exercise program in an adult population. *Cardiopulm Phys Ther J*. 2011; 22(4): 5-11.
6. Buramatdhannon A. Cover dance performance as teenager's communication [Master thesis]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2009 (in Thai).
7. Wongsaya E. The effects of cover dance program on physical fitness in female undergraduate students. *Proceedings of the 3<sup>th</sup> Phayao Research Conference: 2014 Jan 23*; Phayoa: University of Phayoa; 2014 (in Thai).
8. Maud PJ and Foster C. *Physiological assessment of human fitness*. 2<sup>nd</sup> Champaign, IL: Human kinetics, 2006.
9. Kanwongkam J. *Physical fitness test*. Bangkok: Odeon store, 1973 (in Thai).
10. Paramutthakorn W. *Sports science*. Bangkok: Thai Watana Panich Co., Ltd.; 1999 (in Thai).
11. Powers S, Howley E. *Exercise physiology: theory and application to fitness and performance*. 8<sup>th</sup> New York: McGraw-Hill, 2012

# ผลของสารประกอบแม่เหล็ก IronQ ต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์เอนโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์ในระดับหลอดทดลอง

The effects of a magnetic IronQ complex on endothelial progenitor cells expansion *in vitro*

จิราภรณ์ กันทะพันธ์<sup>1,2</sup> ณัฐปกรณ์ เดชสุภา<sup>1,2\*</sup>  
Jiraporn Kantapan<sup>1,2</sup> Nathupakorn Dechsupa<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>1</sup>Department of Radiologic Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

<sup>2</sup>ศูนย์วิจัยเพื่อความเป็นเลิศด้านการสร้างภาพระดับโมเลกุล คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>2</sup>Center of Excellence for Molecular Imaging (CEMI), Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: Nathupakorn.d@cmu.ac.th)

\* Corresponding author (Email: Nathupakorn.d@cmu.ac.th)

Received October 2015

Accepted as revised December 2015

## Abstract

**Introduction:** *In vitro* proliferation and expansion of endothelial progenitor cells play important roles in the cell-based therapies for patient with acute myocardial infarction or ischemic heart disease.

**Objective:** To determine the effect of magnetic IronQ complex on the proliferation of endothelial progenitor cells *in vitro*.

**Methods:** Peripheral blood mononuclear cells from venous blood was isolated by Ficoll-Hypaque gradient centrifugation method. PBMCs ( $1 \times 10^6$  cell/4-mL) were cultured with various concentrations of IronQ at 0, 100, 200, 300, 400 and 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$  for 17 days. Cell morphology was observed and recorded under inverted microscope. Specific marker for endothelial progenitor cells was characterized by immunostaining with CD34-FITC and analyzed by flow cytometer.

**Results:** Under inverted microscope, after 7 days of incubation, PBMCs showed stem cell-typical morphology surrounded by spindle-shaped cells. Interestingly, in the presence of IronQ, those colony-forming cells were increased in dose and time dependent manner. It was observed that only the cell incubated with IronQ was promoted spindle-shaped cells to form tube-like structure similar to the process of vasculogenesis. Cell incubated with IronQ for 10 days was positive with CD34 in dose dependent manner. Cells in the presence of IronQ at 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$  was strongly positive compared to others concentrations with the value of  $47.66 \pm 2.52\%$ . This indicated the increasing of endothelial progenitor cell proliferation.

**Conclusion:** This is the first study demonstrated the using of IronQ to promote endothelial progenitor cell proliferation *in vitro* without addition of any growth factors or specific growth activator leading to the cost reduction and also able to increase efficiency for cell-based therapy.

Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 106-113. Doi: 10.14456/jams.2016.3

**Keywords:** IronQ, PBMCs, EPCs, cell therapy, *in vitro* cell expansion

## บทคัดย่อ

**บทนำ:** การเพิ่มจำนวนเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์ในหลอดทดลองเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่งในการรักษาด้วยวิธีเซลล์บำบัดให้เกิดประสิทธิผลในกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจขาดเลือดหรือเส้นเลือดหัวใจตีบ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลของสารประกอบแม่เหล็ก IronQ ต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์ในหลอดทดลอง

**วัสดุและวิธีการ:** เตรียมเซลล์เม็ดเลือดขาวนิวเคลียสเดี่ยวด้วยวิธี Ficoll-Hypaque ปรับเซลล์ให้ได้ความเข้มข้น  $1 \times 10^6$  cell/4 mL จากนั้นเพาะเลี้ยงร่วมกับสาร IronQ ที่ความเข้มข้น 0, 100, 200, 300, 400 และ 500  $\mu\text{g/mL}$  ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 17 วัน ตรวจสอบและบันทึกสัญญาณวิทยาของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบหัวกลับ และยืนยันคุณลักษณะจำเพาะของเซลล์โดยย้อมด้วย CD34-FITC วิเคราะห์ด้วยวิธีโฟลไซโตเมทรี

**ผลการทดลอง:** สังเกตพบลักษณะเฉพาะของเซลล์ต้นกำเนิดคือโคโลนีของเซลล์แวดล้อมด้วยเซลล์รูปกระสวยตั้งแต่วันที่ 7 ของการเพาะเลี้ยง และมีจำนวนโคโลนีเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสาร IronQ และตามเวลาของการเพาะเลี้ยง นอกจากนี้ ยังพบการจัดเรียงตัวของเซลล์รูปกระสวยเป็นแนวเส้นคล้ายการสร้างท่อตรงตามคุณลักษณะจำเพาะของการสร้างหลอดเลือดใหม่โดยพบในกลุ่มที่มีการเลี้ยงเซลล์ร่วมกับ IronQ เท่านั้น เซลล์ที่เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลานาน 10 วัน ให้ผลบวกต่อ CD34 เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ IronQ ที่ใช้ โดยความเข้มข้น 500  $\mu\text{g/mL}$  ให้ผลบวกต่อ CD34 เพิ่มขึ้นแตกต่างจากความเข้มข้นอื่นอย่างชัดเจนโดยให้ค่าสูงถึง  $47.66 \pm 2.52\%$  ซึ่งสะท้อนถึงปริมาณของเอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์ที่เพิ่มขึ้น

**สรุปผลการทดลอง:** การศึกษานี้เป็นรายงานแรกที่ค้นพบและแสดงให้เห็นว่า IronQ สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์ในหลอดทดลองโดยไม่มีการเติมสารเร่งการเจริญเติบโตหรือสร้างสภาวะที่จำเพาะแต่อย่างใด ทำให้ประหยัดต้นทุนและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาด้วยวิธีเซลล์บำบัดได้ดียิ่งขึ้น

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 106-113. Doi: 10.14456/jams.2016.3

**คำรหัส:** IronQ, PBMCs, EPCs, cell therapy, *in vitro* cell expansion

## บทนำ

หลักฐานการค้นพบของ Asahara และคณะ ระบุว่าเซลล์ต้นกำเนิดจากไขกระดูกซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ผนังหลอดเลือด (endothelial cells) ได้ นั้น เรียกว่า “เซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์หรือ endothelial progenitor cells (EPCs)” เซลล์เหล่านี้อยู่ในกระแสเลือด มีบทบาทในการรักษาสมดุลงและซ่อมแซมการบาดเจ็บของหลอดเลือดในร่างกายมนุษย์ มีรายงานการศึกษาบางชิ้นว่าโปรเจนิเตอร์ของเซลล์ผนังหลอดเลือดทำให้การทำงานของอวัยวะที่เกิดการตายชั่วคราวดีขึ้นโดยกระตุ้นและเหนี่ยวนำให้มีการสร้างหลอดเลือดใหม่ เรียกกระบวนการนี้ว่า “vasculogenesis” ซึ่งแตกต่างจากการเกิด angiogenesis โดยเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์สามารถเคลื่อนที่ไปยังบริเวณที่เกิดการตายของกล้ามเนื้อ

Bull Chiang Mai Assoc Med Sci

หัวใจและเปลี่ยนแปลงตัวเองเพื่อทำหน้าที่เป็นเซลล์เอ็นโดทีเลียลและเกิดการสร้างหลอดเลือดใหม่ในบริเวณเนื้อเยื่อที่เสียหาย<sup>2,3</sup> การรักษาโดยใช้เซลล์บำบัดในกลุ่มผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดหรือหลอดเลือดหัวใจตีบใช้ “เซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์” ที่ได้จากร่างกายของผู้ป่วยในการเสริมสร้างการก่อตัวของหลอดเลือดใหม่ในบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการอุดตันของหลอดเลือดและบรรเทาอาการของโรคที่เกิดขึ้น ได้แก่ การเจ็บหน้าอกอย่างรุนแรง โดยเฉพาะในรายที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาที่มีอยู่ในปัจจุบัน ขั้นตอนการรักษาเริ่มจากนำเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์ซึ่งแยกได้จากเลือดของผู้ป่วยเองมาเพาะเลี้ยงในหลอดทดลอง จากนั้นนำกลับไปปลูกถ่ายโดยการฉีดเข้าสู่หัวใจของผู้ป่วยในบริเวณที่มีการอุดตันของหลอดเลือดหัวใจ เพื่อการสร้างหลอดเลือดใหม่

และชนสงสารอาหารและออกซิเจนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ นอกจากนี้ เซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตเตอร์บางส่วนยังสามารถแปรสภาพไปเป็นกล้ามเนื้อเรียบและเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจซึ่งช่วยส่งเสริมการสร้างกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อหลอดเลือดที่สูญเสียไปขึ้นมาใหม่อีกครั้ง<sup>4,5</sup> อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่าจำนวนเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตเตอร์ในกระแสเลือดมีจำนวนลดลงเมื่ออายุมากขึ้น โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด (ความดันสูง/หัวใจล้มเหลว/ภาวะไขมันในเลือดสูง/ภาวะหลอดเลือดแข็งและสูญเสียความยืดหยุ่น) โรคเบาหวาน โรคระบบทางเดินหายใจชนิด chronic obstructive pulmonary disease (COPD) และโรคไขข้อรูมาตอยด์<sup>6,7,8,9</sup> ดังนั้น การประยุกต์ใช้เซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตเตอร์เพื่อการรักษาผู้ป่วยด้วยวิธีเซลล์บำบัดจึงจำเป็นต้องมีการเพาะเลี้ยงและขยายจำนวนโปรเจนิตเตอร์เซลล์ผนังหลอดเลือดให้มากเพียงพอและเซลล์มีประสิทธิภาพในระดับหลอดทดลอง ก่อนนำเซลล์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงไปใช้ในการรักษาผู้ป่วย<sup>10</sup> หรือเพื่อการศึกษาทดลองในลำดับต่อไป<sup>11</sup> มีการศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนและมีการรายงาน เช่น การเพาะเลี้ยงเซลล์ในสภาวะที่มีสารเร่งการเจริญเติบโต (growth factors) หลากหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตเตอร์ หรือ การเลือกใช้อาหารเลี้ยงเซลล์ที่จำเพาะกับการเจริญเติบโตของเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตเตอร์<sup>12,13</sup> อย่างไรก็ตาม กระบวนการดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายสูง จึงมีความพยายามค้นหาสารที่มีคุณสมบัติเหมาะสมและราคาต่ำในการเพาะเลี้ยงเซลล์ขึ้นใช้แทนสารเร่งการเจริญเติบโต เพื่อใช้ประโยชน์ในการเตรียมเซลล์สำหรับใช้ในการรักษาด้วยวิธีเซลล์บำบัด IronQ เป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นภายใต้ศูนย์วิจัยเพื่อความเป็นเลิศด้านการสร้างภาพระดับโมเลกุล (CEMI) ภาควิชารังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมีพื้นฐานจากโมเลกุลของเคอร์ซีตินร่วมกับไอออนของโลหะเหล็ก มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเป็นสารเทอรานอสติก (theranostic agents) ที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารเปรียบต่างสำหรับเอ็มอาร์ไอ (MRI-contrast agent) IronQ มีค่า T1 relaxivity ( $r_1$ ) เท่ากับ 0.25 และ 0.095  $\text{mM}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  ในตัวกลางที่เป็นน้ำและในเจลแพนทอมตามลำดับ<sup>14</sup> และมีคุณสมบัติสำหรับการรักษาโรคในขณะเดียวกัน

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของ IronQ ในหลอดทดลอง ต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพของเอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตเตอร์เซลล์ที่ได้จากการแยกโมโนนิวเคลียร์เซลล์จากเซลล์เม็ดเลือดในหลอดเลือดดำ

## วิธีการศึกษา

### 1. การแยกและเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวเคลียสเดี่ยว (PBMCs)

ตัวอย่างเลือดที่เหลือใช้จากการบริจาคโลหิต ปริมาตร 100 mL เก็บในสารกันเลือดแข็งชนิด EDTA นำมาใส่หลอดสำหรับปั่นเหวี่ยงโดยบรรจุหลอดละ 15 mL ผสมกับฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (PBS, pH 7.4) ปริมาตร 15 mL ผสมให้เข้ากันดีแล้วเติมสาร Ficoll-Hypaque (Lymphoprep™) ปริมาตร 15 mL ลงที่ก้นหลอดอย่างเบามือ นำไปปั่นที่ความเร็ว 1,500 rpm เป็นเวลา 30 นาที เก็บส่วนของเม็ดเลือดขาวชนิดนิวเคลียสเดี่ยว (PBMCs) ปั่นล้างด้วย PBS 1 ครั้ง จากนั้นแตกเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ปนเปื้อนด้วย RBC lysing solution และปั่นล้างด้วย PBS อีกครั้ง เก็บตะกอนเซลล์และนำไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิด RPMI 1640 ซึ่งมี 10% fetal bovine serum และ 1% penicillin-streptomycin บ่มเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 37 °C ในบรรยากาศที่มี 5%CO<sub>2</sub> และความชื้นสัมพัทธ์ 95% งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตามเอกสารเลขที่ AMSEC-58EM-005

### 2. การทดสอบประสิทธิภาพของ IronQ ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์โปรเจนิตเตอร์ผนังหลอดเลือด (EPCs) และการศึกษาสัญญาณวิทยาของเซลล์

เตรียม PBMCs ความเข้มข้น  $2.5 \times 10^5$  cells/mL ในอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิด 10%FCS RPMI 1640 (ซึ่งมี 1% penicillin-streptomycin) ปริมาตร 4 mL ใน 6-well plate เติมน้ำละลาย IronQ ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 0, 100, 200, 300, 400 และ 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ตามลำดับ จากนั้นเลี้ยงในตู้เลี้ยงเซลล์ภายใต้อุณหภูมิคงที่ 37 °C ในบรรยากาศที่มี 5% CO<sub>2</sub> และความชื้นสัมพัทธ์ 95% ตรวจสอบสัญญาณวิทยาของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบหัวกลับ (inverted microscope) และบันทึกภาพเซลล์ในทุกความเข้มข้นของ IronQ เมื่อเพาะเลี้ยงเซลล์ที่ระยะเวลาต่างๆ

### 3. การจำแนกวิเคราะห์จำนวนเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตเตอร์ด้วยเทคนิคโฟลไซโตเมทรี

เป็นการตรวจหา CD34 ซึ่งเป็นโมเลกุลเฉพาะของเอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตเตอร์เซลล์ ด้วยการทำปฏิกิริยากับ FITC conjugated anti-CD34 โดยเตรียมเซลล์ความเข้มข้น  $1 \times 10^6$  cells/mL ปั่นล้างด้วย PBS (pH 7.4) ปริมาตร 1 mL ด้วยความเร็ว 7,000 rpm เป็นเวลา 1 นาที จำนวน 1 ครั้ง ดูดบัฟเฟอร์ทิ้ง เติมน้ำ PBS (pH 7.4) ปริมาตร 100  $\mu\text{L}$  ตามด้วย FITC conjugated anti-CD34 (BD Biosciences) ปริมาตร 20  $\mu\text{L}$  ผสมให้เซลล์กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ บ่มที่อุณหภูมิ

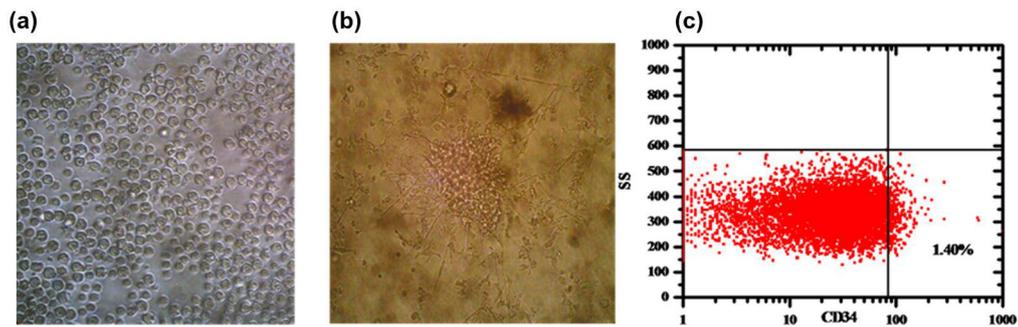
ห้องในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที ครบเวลาเติม PBS (pH 7.4) ปริมาตร 400  $\mu$ L ผสมให้เข้ากันอย่างเบามือและวิเคราะห์เซลล์ที่ทำปฏิกิริยากับ FITC conjugated anti-CD34 ด้วยเครื่องโฟลไซโตมิเตอร์ (Coulter Epics MCL-XL®)

## ผลการศึกษา

### 1. คุณลักษณะจำเพาะของเซลล์ EPCs

PBMCs ที่แยกจากกระแสเลือดและเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิด 10%FCS RPMI 1640 เป็นเวลา 7 วัน

โดยไม่มีการแยกเซลล์ที่ลอยออกจากภาชนะเลี้ยงเซลล์ พบว่าเกิดกลุ่มโคโลนี (colony) ของเซลล์แสดงตั้งในรูปที่ 1 โดยมีเซลล์รูปกระสวย (spindle shaped) อยู่ล้อมรอบโคโลนี ซึ่งจัดเป็นลักษณะเฉพาะของเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์ (EPCs) ตามที่เคยมีรายงานมาก่อน<sup>1</sup> การศึกษาโปรตีน CD34 บนผิวเซลล์ พบว่า PBMCs ที่แยกได้มีเซลล์ EPCs ที่ให้ผลบวกต่อการย้อมด้วย anti-CD34 คิดเป็น 1.4% ของ PBMCs ทั้งหมด

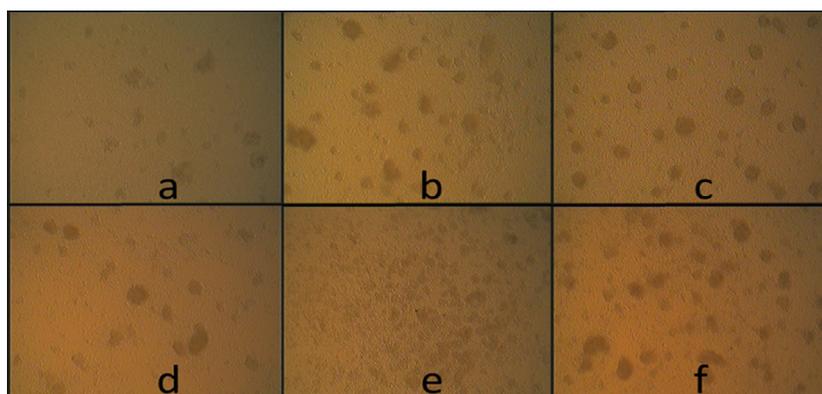


**Figure 1: Characterization of human endothelial progenitor cells (EPCs).** Peripheral blood mononuclear cells (PBMCs) were plated on culture flask after isolating from human peripheral blood (original magnification  $\times 40$ ) (a). After cultivation for 7 days, cells exhibited colony of spindle-shaped, endothelial cell-like morphology (original magnification  $\times 40$ ) (b). Flow cytometry analysis of CD34 on peripheral blood mononuclear cells (PBMCs) after 10-day cultivation (c).

### 2. ผลของ IronQ ต่อลักษณะสัญญาณและการเพิ่มจำนวนของ EPCs

จากการสังเกตการเจริญของเซลล์ PBMCs ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าจำนวนโคโลนีที่แสดงถึงคุณสมบัติของเซลล์ต้นกำเนิด (PBSCs) และเซลล์ EPCs ที่อยู่ล้อมรอบโคโลนีมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเลี้ยงเซลล์ PBMCs ร่วมกับ IronQ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการเติม IronQ ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยสังเกตพบความแตกต่างของจำนวนโคโลนีได้ตั้งแต่วันที่ 7 ของการเพาะเลี้ยงเซลล์

ทั้งนี้จำนวนโคโลนีและเซลล์รูปกระสวยมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเลี้ยงเซลล์ PBMCs ในหลอดทดลอง และเมื่อนับจำนวนเซลล์พบว่า เซลล์มีจำนวนเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ IronQ ในอาหารเลี้ยงเซลล์ แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ IronQ (dose dependent) และยังพบว่าเซลล์ PBMCs เมื่อได้รับ IronQ มีการเจริญเติบโตรวดเร็วกว่าเซลล์ที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วย IronQ และอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของ IronQ

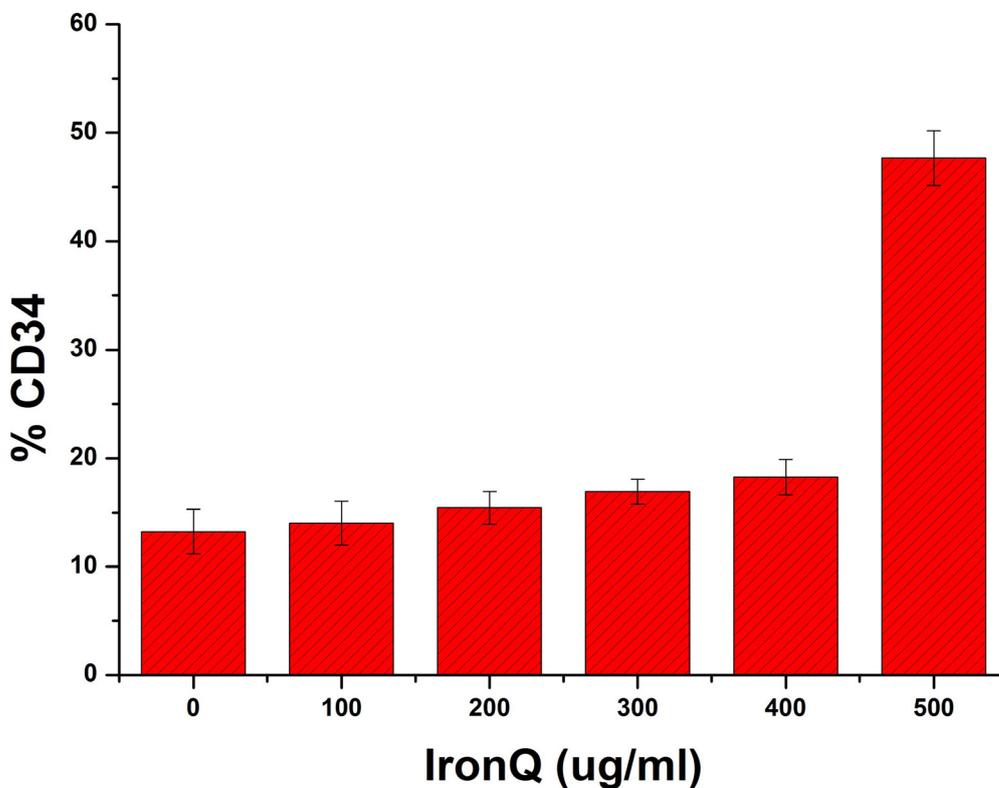


**Figure 2 Effect of IronQ on proliferation.** Increasing of cell colonies of PBMCs cell cultured (at day 17) in the presence of IronQ: (a) 0; (b) 100; (c) 200; (d) 300; (e) 400; and (f) 500  $\mu$ g/ml. (magnification  $\times 50$ )

### 3. ผลของ IronQ ต่อจำนวนเซลล์ที่ให้ผลบวกกับ anti-CD34

หลังจากการกระตุ้นเซลล์ PBMCs ด้วย IronQ เป็นเวลา 10 วัน เพื่อให้มั่นใจว่าจำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้นคือกลุ่มเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์ คณะผู้วิจัยศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์ (phenotype) ของเซลล์ที่มีการแสดงออกของโปรตีน CD34 ด้วยเทคนิค flow cytometry ทั้งนี้ CD34 ถูกนำมาใช้เพื่อยืนยันลักษณะจำเพาะของเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์ การศึกษาก่อนหน้าพบว่ากลุ่มประชากรของเซลล์ที่มีการแสดงออกของโปรตีน CD34 ที่แยกได้จากเลือดและไขกระดูกมีความสามารถในการพัฒนาตัวเองไปเป็นเซลล์เอ็นโดทีเลียล<sup>1,2,5</sup> การศึกษาผลของ IronQ ต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์

โดยวิเคราะห์เซลล์ที่ให้ผลบวกต่อ anti-CD34 พบว่าจำนวนเซลล์ที่ให้ผลบวกมีจำนวนเพิ่มขึ้นแปรผันตามระดับความเข้มข้นของ IronQ เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3 ที่ความเข้มข้นของ IronQ ต่ำกว่า 500 µg/mL จำนวนเซลล์ที่ให้ผลบวกต่อ CD34 ค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ IronQ ที่สูงขึ้น (13.23±2.04%) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่เมื่อถึงความเข้มข้นสูงสุดของ IronQ ที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ คือ 500 µg/mL พบเซลล์ให้ผลบวกกับ anti-CD34 เพิ่มขึ้นแตกต่างจากความเข้มข้นก่อนหน้าอย่างชัดเจนโดยให้ค่าผลบวกกับ anti-CD34 สูงที่สุดถึง 47.66±2.52%



**Figure 3 Effect of IronQ on the expression of surface CD34.** Peripheral blood mononuclear cells (PBMCs) were cultured and treated with IronQ for 10 days. Flow cytometry analysis of surface CD34 was performed. IronQ increased number of CD34+ cells. Data are expressed as the mean±SEM (n=3).

### 4. การสร้างท่อของเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์

ความสามารถในการสร้างท่อ (tube formation) ซึ่งเป็นระยะต้นของกระบวนการสร้างหลอดเลือดใหม่ถือเป็นลักษณะเฉพาะของเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิเตอร์อีกอย่างหนึ่งที่พบได้ในระดับห้องทดลอง จากการสังเกตสัญญาณวิทยาของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์เมื่อเลี้ยงเซลล์เป็นระยะเวลา 17 วัน

พบว่า เซลล์ที่ได้รับการกระตุ้นด้วย IronQ สามารถตรวจพบลักษณะการสร้างท่อให้เห็นในทุกความเข้มข้นของ IronQ แต่ไม่พบในชุดควบคุม ลักษณะท่อที่พบเกิดจากการเรียงตัวต่อกันของเซลล์เป็นแนวเส้นดังแสดงในรูปที่ 4 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Risau และคณะ ที่พบการสร้างท่อในระยะเริ่มต้นของกระบวนการสร้างหลอดเลือดใหม่ของเซลล์มะเร็ง<sup>15</sup>



**Figure 4 Tube-like structures.** Peripheral blood mononuclear cell culture with IronQ for 17 days showed line formation that similar to vasculogenesis. (unstained; original magnification x100).

#### วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

การรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจขาดเลือดหรือเส้นเลือดหัวใจตีบโดยการใช้เซลล์บำบัดคือการใช้เซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตอร์จากเลือดของผู้ป่วยเอง การรักษาจึงมีความปลอดภัยมากขึ้นเนื่องจากไม่เกิดการต่อต้านเซลล์ต้นกำเนิดที่ได้รับและไม่ผิดหลักจริยธรรม อย่างไรก็ตาม การรักษาด้วยวิธีนี้ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากจำนวนเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตอร์ที่แยกได้จากกระแสเลือดมีจำนวนน้อยโดยพบอยู่ระหว่าง 0.0001% ถึง 0.01% ของจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวเคลียสเดี่ยวที่แยกจากกระแสเลือดของคนปกติ<sup>16</sup> นอกจากนี้ ยังพบว่าเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตอร์ในกระแสเลือดยังลดลงแปรผกผันอายุที่มากขึ้น รวมถึงพยาธิสภาพบางอย่าง เช่น โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด (ความดันสูง/หัวใจล้มเหลว) และเบาหวาน การเพาะเลี้ยงเซลล์ในหลอดทดลองเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ก่อนนำไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยจึงเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญอย่างยิ่ง การศึกษานี้นับเป็นรายงานแรกพบว่าสารประกอบแม่เหล็ก IronQ (สารสังเคราะห์จาก ณ ศูนย์วิจัย เพื่อความเป็นเลิศด้านการสร้างภาพระดับโมเลกุล Bull Chiang Mai Assoc Med Sci

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) ซึ่งไม่เป็นพิษต่อเซลล์ PBMCs (data not published) แต่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มจำนวนเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตอร์ โดยส่งเสริมการเจริญเติบโตของเซลล์ตามความเข้มข้นที่ใช้ (dose dependent) คณะผู้วิจัยยังวิเคราะห์ปริมาณเซลล์ที่ผลบวกเมื่อย้อมด้วย FITC-conjugated anti-CD34 เมื่อเลี้ยงเซลล์ไปแล้วเป็นเวลา 10 วัน เนื่องจากการศึกษาก่อนหน้าพบว่า ณ วันที่ 10 จำนวนเซลล์ที่เป็นเซลล์ต้นกำเนิดหรือเซลล์โปรเจนิตอร์เพิ่มจำนวนมากขึ้นในขณะที่เซลล์แกมมีจำนวนลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า IronQ สามารถกระตุ้นให้มีการสร้างท่อของเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตอร์และไม่พบกระบวนการนี้ในกลุ่มควบคุม

กลไกของ IronQ ในการเพิ่มจำนวนเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตอร์ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด จากการศึกษาพบว่า ในสภาวะที่มีน้ำตาลสูง (high glucose) เซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตอร์มีจำนวนลดลง แต่เมื่อมีการให้ Quercetin พบว่าจำนวนเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตอร์กลับเพิ่มจำนวนและเข้าสู่ภาวะปกติ Quercetin มีประสิทธิภาพในการปกป้องเซลล์เอ็นโดทีเลียลโปรเจนิตอร์ที่สัมพันธ์กับการแสดงออกของโปรตีน Sirt1 ซึ่งกระตุ้น

การทำงานของเอ็นไอซีเอ็ม eNOS ส่งผลให้ระดับของไนตริกออกไซด์ (NO) เพิ่มขึ้น ไนตริกออกไซด์มีความสำคัญต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์เอ็นไอซีเอ็มโปรเจนิเตอร์<sup>17</sup> นอกจากนี้ยังมีรายงานการว่า CD34<sup>+</sup> cells มีความไวต่อการเหนี่ยวนำการตายแบบอะพอพโทซิส (apoptosis)<sup>18</sup> Quercetin ซึ่งเป็นสารโพลีฟีนอลชนิดหนึ่งที่สามารถช่วยป้องกันการเกิดอะพอพโทซิสในเซลล์โปรเจนิเตอร์<sup>19</sup> นอกจากนี้ Quercetin ส่วนประกอบหลักอีกชนิดหนึ่งของ IronQ คือเหล็กไอออนซึ่งมีรายงานการบ่งชี้ว่าช่วยกระตุ้นให้เซลล์มีการเจริญเติบโต<sup>20</sup> นอกจากนี้มีประสิทธิภาพในการเพิ่มจำนวนเซลล์เอ็นไอซีเอ็มโปรเจนิเตอร์แล้ว IronQ ยังมีคุณสมบัติเชิงแม่เหล็กซึ่งทำให้สามารถติดตามได้ด้วยเทคนิคการสร้างภาพเอ็มอาร์ไอ<sup>14</sup> สาร IronQ จึงมีคุณสมบัติที่พิเศษสองอย่างในเวลาเดียวกัน (dual function) ซึ่งจะเป็ประโยชน์อย่างยิ่งต่อการติดตามการเคลื่อนที่และการกระจายตัวของเซลล์ที่ฉีดเข้าไปในตัวผู้ป่วยว่าอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการหรือไม่ ตลอดจนมีการเจริญเติบโตอย่างไร

กล่าวได้ว่า IronQ มีประสิทธิภาพในการเพิ่มจำนวนเซลล์เอ็นไอซีเอ็มโปรเจนิเตอร์ได้สูงเกือบ 50% เมื่อเพาะเลี้ยงเซลล์ PBMCs ในหลอดทดลองเป็น 10 วัน โดยไม่มีการเติมสารเร่งการเจริญเติบโตหรือปรับสภาวะอาหารเลี้ยงเซลล์อย่างจำเพาะอื่นเพิ่มเติม IronQ มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำและสามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ EPCs ได้สูง อีกทั้งยังสามารถติดตามได้ด้วยเทคนิคการสร้างภาพเอ็มอาร์ไอ จึงเป็นสารที่มีศักยภาพสูงในการนำมาประยุกต์ใช้ในการรักษาโรคด้วยวิธีเซลล์บำบัด โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดหรือหลอดเลือดหัวใจตีบ

#### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางนงนารถนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ สำหรับตัวอย่างเลือด และขอบคุณภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้ออำนวยความสะดวกในการวิจัย

#### เอกสารอ้างอิง

1. Takayuki A, Toyooki M, Alison S, Marcy S, Rien van der Zee, Tong L, et al. Isolation of putative progenitor endothelial cells for angiogenesis. *Science* 1997; 275: 964-7.
2. Takayuki A, Haruchika M, Tomono T, Christoph K, Christopher P, Marcy S, et al. Bone marrow origin of endothelial progenitor cells responsible for postnatal vasculogenesis in physiological and pathological neovascularization. *Circ Res* 1999; 85: 221-8.
3. Bartunek J, Vanderheyden M, Vandekerckhove B, Mansour S, De Bruyne B, De Bondt P, et al. Intracoronary injection of CD133-positive enrich bone marrow progenitor cells promotes cardiac recovery after recent myocardial infarction: feasibility and safety. *Circulation* 2005; 112: 1178-83.
4. Ben-Shoshan J, George J. Endothelial progenitor cells as therapeutic vectors in cardiovascular disorders: From experimental models to human trials. *Pharmacol Ther* 2007; 115: 25-36.
5. Yeh ET, Zhang S, Wu HD, Korbling M, Willerson JT, Estrov Z. Transdifferentiation of human peripheral blood CD34<sup>+</sup>- enriched cell population into cardiomyocytes, endothelial cells, and smooth muscle cells in vivo. *Circulation* 2003; 108: 2070-3.
6. Rouhl RP, van Oostenbrugge RJ, Damoiseaux J, Cohen JW, Lodder J. Endothelial progenitor cell research in stroke: a potential shift in pathophysiological and therapeutical concepts. *Stroke* 2008; 39: 2158-2165.
7. Vasa M, Fichtlscherer S, Aicher A, Adler K, Urbich C, Martin H, et al. Number and migratory activity of circulating endothelial progenitor cells inversely correlate with risk factors for coronary artery disease. *Circ Res* 2001; 89: E1-E7.
8. Tepper OM, Galiano RD, Capla JM. Human endothelial progenitor cells from type II diabetics exhibit impaired proliferation, adhesion, and incorporation into vascular structures. *Circulation* 2002; 106: 2781-6.
9. Fadini GP, de Kreutzenberg SV, Coracina A, Baesso I, Agostini C, Tiengo A, et al. Circulating CD34<sup>+</sup> cells, metabolic syndrome, and cardiovascular risk. *Eur Heart J* 2006; 27: 2247-55.

10. Ferrari N, Glod J, Lee J, Kobiler D, Fine HA. Bone marrow-derived, endothelial progenitor-like cells as angiogenesis-selective gene-targeting vectors. *Gene Ther* 2003; 10: 647–56.
11. Debatin KM, Wei J, Beltinger C. Endothelial progenitor cells for cancer gene therapy. *Gene Ther* 2008; 15: 780–6.
12. Carlos BB, Susana N, Macarena LF, Daniel PC, Magda H, Juan S, et al. An affordable method to obtain cultured endothelial cells from peripheral blood. *J Cell Mol Med* 2013; 17(11): 1475-83.
13. Jianguo W, Tianhang L, Hong Z, Zhengmao L, Jianwei B, Xuchao X, et al. Optimization of culture conditions for endothelial progenitor cells from porcine bone marrow *in vitro*. *Cell Prolif* 2010; 43: 418-26.
14. Narin Tuntamong. A study of the relaxivity of Iron-based complexes [Term paper]. Faculty of Associated Medical Sciences: Chiang Mai University; 2013 (in Thai).
15. Risau W, Flamme I. Vasculogenesis. *Annu Rev Cell Dev Biol* 1995; 11: 73-91.
16. Barber CL, Iruela-Arispe ML. The ever-elusive endothelial progenitor cell: identities, functions and clinical implications. *Pediatr Res* 2006; 59: 26R–32R.
17. Zhao LR, Du YJ, Chen L, Liu ZG, Pan YH, Liu JF, et al. Quercetin protects against high glucose-induced damage in bone marrow-derived endothelial progenitor cells. *Int J Mol Med* 2014; 34(4):1025-1031.
18. Ito H, Rovira II, Bloom ML, Takeda K, Ferrans VJ, Quyyumi AA, et al. Endothelial progenitor cells as putative targets for angiostatin. *Cancer Res* 1999; 59: 5875-5877.
19. Hamed S, Alshiek J, Aharon A, Brenner B, Roguin A. Red wine consumption improves *in vitro* migration of endothelial progenitor cells in young, healthy individuals. *Am J Clin Nutr* 2010; 92: 161-9.
20. Pourcelot E, Lenon M, Mobilia N, Cahn JY, Arnaud J, Fanchon E, et al. Iron for proliferation of cell lines and hematopoietic progenitors: Nailing down the intracellular function iron concentration. *Biochim Biophys Acta* 2015; 1853: 1596-605.

# การประยุกต์ใช้ตัวรับภาพในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟีสำหรับวัดปริมาณรังสี

## Application of detectors in computed radiography systems for radiation dosimetry

■ ฐัญรัตน์ ชูศิลป์\*

Thunyarat Chusin\*

ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok Province, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: thunyaratc@nu.ac.th)

\* Corresponding author (Email: thunyaratc@nu.ac.th)

Received November 2015

Accepted as revised December 2015

### Abstract

**Introduction:** Computed radiography (CR) system has rapidly replaced screen-film imaging system in recent years. The imaging plate (IP) which is the detector of CR system. Its potential to store energy proportional to the amount of radiation reaching detector is represented by exposure indicator (EI) values.

**Objectives:** To measure radiation output from x-ray tube and to investigate the radiation dose measurement capability of IP by calibration with an ionization chamber which is the standard radiation dosimeter.

**Materials and Methods:** Radiation output from x-ray tube was measured using IP and ionization chamber under the conditions of tube voltages from 50 to 120 kV, tube current-time product from 3.2 to 32 mAs and added filtration from 0 to 0.3 mmCu. All measurements of 80 conditions were acquired in triplicate. The radiation dose in IP was calculated using EI values applying the specified equation  $EI=1000 \times \log(E/E_0)+C$ .

**Results:** Radiation dosimetry using IP and equation can estimate the exposure dose in range with limits of 0.1 to 10.3  $\mu\text{C kg}^{-1}$ . This is a smaller range than that of the ionization chamber of 0.2 to 90.5  $\mu\text{C kg}^{-1}$ . Maximum discrepancy of the purposed radiation dosimetry after applied conversion factors was -6.3%, which is within that  $\pm 8\%$  recommended by the International Atomic Energy Agency (IAEA) technical reports series number 457.

**Conclusion:** The imaging plate of CR systems would be applicable to radiation dosimetry in diagnostic radiology.

*Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 114-122. Doi: 10.14456/jams.2016.1*

**Keywords:** Computed radiography, imaging plates, radiation dosimetry

## บทคัดย่อ

**บทนำ:** ปัจจุบันการสร้างภาพถ่ายทางรังสีวิทยาด้วยระบบคอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้งานแทนระบบฟิล์ม-สกรีนอย่างรวดเร็วในระบบมีอิมเมจิง เพลต เป็นตัวรับภาพของระบบซึ่งสามารถเก็บพลังงานตามสัดส่วนของปริมาณรังสีที่ได้รับและแสดงออกมาในรูปของค่าดัชนีปริมาณรังสี

**วัตถุประสงค์:** เพื่อวัดปริมาณรังสีที่ปล่อยออกจากหลอดเอกซเรย์และประเมินประสิทธิภาพการวัดปริมาณรังสีของอิมเมจิง เพลต ด้วยการสอบเทียบกับหัววัดรังสีมาตรฐานชนิดไอออนไนเซชัน แคมเบอร์

**วัสดุและวิธีการ:** การวัดปริมาณรังสีที่ปล่อยออกจากหลอดเอกซเรย์ใช้วิธีการประเมินค่าความต่างศักย์หลอดเอกซเรย์ในช่วง 50 ถึง 120 กิโลโวลต์ ค่ากระแสหลอดคูณเวลาในช่วง 3.2 ถึง 32 มิลลิแอมแปร์วินาที และเพิ่มค่าการกรองรังสีระหว่าง 0 ถึง 0.3 มิลลิเมตรทองแดง การวัดปริมาณรังสีทั้งหมด 80 เทคนิค ทำการวัดซ้ำเทคนิคละ 3 ครั้ง ปริมาณรังสีที่อิมเมจิง เพลต วัดได้จะถูกคำนวณจากค่าดัชนีปริมาณรังสีภายใต้สมการจำเพาะ  $EI=1000 \times \log(E/E_0)+C$

**ผลการศึกษา:** ผลการวัดปริมาณรังสีโดยใช้อิมเมจิง เพลต และผลที่ได้จากการคำนวณพบว่าสามารถประเมินค่าปริมาณรังสีที่ปล่อยออกจากหลอดเอกซเรย์ได้ในช่วงจำกัดระหว่าง 0.1 ถึง 10.3 ไมโครคูมมบ์ต่อกิโลกรัม และเป็นช่วงที่น้อยกว่าหัววัดรังสี ไอออนไนเซชัน แคมเบอร์ประเมินได้ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 90.5 ไมโครคูมมบ์ต่อกิโลกรัม ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดของการวัดปริมาณรังสีจากวิธีการที่ศึกษาหลังการใช้ค่าแก้ปัจจัย คือ ร้อยละ -6.3 ซึ่งอยู่ภายในเกณฑ์ยอมรับร้อยละ  $\pm 8$  ของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศในรายงานทางเทคนิค ฉบับที่ 457

**สรุปผลการศึกษา:** มีความเป็นไปได้ในการนำแผ่นอิมเมจิง เพลต ไปประยุกต์ใช้สำหรับวัดปริมาณรังสีในงานรังสีวินิจฉัยวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 114-122. Doi: 10.14456/jams.2016.1

**คำรหัส:** คอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี อิมเมจิง เพลต การวัดปริมาณรังสี

## บทนำ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการสร้างภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี (computed radiography; CR) มาใช้แทนที่ระบบฟิล์ม-สกรีนมากขึ้นสำหรับการถ่ายภาพทางรังสีวินิจฉัยทั่วไป ด้วยคุณสมบัติเฉพาะของตัวรับภาพหรืออิมเมจิง เพลต (imaging plate; IP) ที่สามารถบันทึกปริมาณรังสีที่ตกกระทบได้ในช่วงกว้างกว่าฟิล์ม<sup>1</sup> ปริมาณรังสีที่บันทึกได้จะถูกนำมาใช้สร้างภาพถ่ายทางรังสีแบบดิจิทัลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในกระบวนการสร้างภาพมากขึ้น นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้ยังสามารถนำมาประมวลผลเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพได้ภายหลัง ทำให้สามารถลดอัตราฟิล์มเสียจากการปรับตั้งค่าเทคนิคที่ไม่เหมาะสมได้มากขึ้น ปริมาณรังสีที่อิมเมจิง เพลต บันทึกได้จะถูกจัดเก็บเป็นค่าบ่งชี้

ปริมาณรังสี (exposure indicators) ซึ่งสัมพันธ์และสอดคล้องกับค่าปริมาณแสงที่อิมเมจิง เพลต ปลดปล่อยออกมาเมื่อได้รับการกระตุ้น (photostimulated luminescence; PSL) ในกระบวนการอ่านและแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลเพื่อสร้างภาพถ่ายทางรังสีในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี โดยปริมาณแสงที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนกับปริมาณรังสีที่อิมเมจิง เพลต ดูดกลืนไว้ ในทางคลินิกค่านี้จะใช้ในการประเมินความเหมาะสมของปริมาณรังสีที่ใช้สำหรับสร้างภาพทางรังสีด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี<sup>1,2</sup> ปริมาณรังสีที่อิมเมจิง เพลต ได้รับ ควรจะอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการประมวลผลภาพด้วยอัลกอริทึมต่างๆ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพเพียงพอในการวินิจฉัยโรค ค่าบ่งชี้ปริมาณรังสีมีความแตกต่างกันในผู้ผลิตและจำหน่ายระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี แต่ละรายเนื่องจาก

อัลกอริทึมที่ใช้ในการประมวลผลและเทคโนโลยีของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการแปลงสัญญาณ สำหรับอิมเมจจิง เพลตของบริษัท Carestream Health ได้กำหนดค่าบ่งชี้ปริมาณรังสีไว้ในรูปของค่าดัชนีปริมาณรังสี (exposure index; EI) โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีในแต่ละพิกเซล (pixel) ของบริเวณที่สนใจบนภาพถ่ายทางรังสีซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณรังสีที่อิมเมจจิง เพลต ได้รับแบบลอการิทึม ดังสมการ<sup>1,2</sup>

$$EI = 1000 \times \log\left(\frac{E}{E_0}\right) + C$$

เมื่อ	EI	คือค่าดัชนีปริมาณรังสี
	E	คือปริมาณรังสีที่อิมเมจจิง เพลต ได้รับในหน่วยมิลลิเรินต์เกน (milli-Roentgen; mR)
	E <sub>0</sub>	คือปริมาณรังสีที่อิมเมจจิง เพลต เท่ากับ 1 มิลลิเรินต์เกน
	C	คือค่าคงที่สำหรับคุณลักษณะลำรังสี โดยที่ค่าความต่างศักย์หลอด 80 กิโลโวลต์ ร่วมกับแผ่นกรองรังสีความหนา 0.5 มิลลิเมตรทองแดง (millimeter of copper; mmCu) และ 1.0 มิลลิเมตรอะลูมิเนียม (millimeter of aluminum; mmAl) จะมีค่าเท่ากับ 2,000

คุณสมบัติการบันทึกค่าปริมาณรังสีของอิมเมจจิง เพลต อาจนำมาประยุกต์ใช้ในการวัดและคำนวณปริมาณรังสีสำหรับประเมินคุณภาพลำรังสีและการวัดปริมาณรังสีที่ปล่อยออกจากหลอดเอกซเรย์ได้เช่นเดียวกับหัววัดรังสีชนิดไอออนไนเซชันแชมเบอร์ ที่ใช้เป็นเครื่องมือวัดรังสีวิธีมาตรฐานในปัจจุบัน<sup>3,4</sup> แต่หัววัดรังสีดังกล่าวมีราคาแพง จึงเป็นข้อจำกัดสำหรับหน่วยงานที่จะทำการวัดปริมาณรังสีเพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องมือทางรังสีวิทยา อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้อิมเมจจิง เพลต สำหรับวัดปริมาณรังสีด้วยการสร้างสมการคำนวณเฉพาะจากตัวบ่งชี้ปริมาณรังสีที่ได้จากบริษัท Fuji รายงานดังกล่าวพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณรังสีที่อิมเมจจิง เพลต วัดได้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ร้อยละ ±5<sup>5,6</sup> ซึ่งสามารถนำมาใช้วัดปริมาณรังสีแทนหัววัดรังสีได้ แต่คณะผู้วิจัยยังไม่ได้ศึกษาการวัดปริมาณรังสีด้วยอิมเมจจิง เพลต ชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ (physical characteristic) แตกต่างกันและมีใช้อยู่หลากหลายในปัจจุบัน รวมถึงค่าตัวบ่งชี้ปริมาณรังสีของระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี ที่มีการคำนวณด้วยตัวแปรและสมการที่แตกต่างกันไปตามเทคโนโลยีของระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี ในแต่ละบริษัท

จากปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการวัดและคำนวณปริมาณรังสีที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาประสิทธิภาพในการวัดปริมาณรังสีของอิมเมจจิง เพลต อื่นๆ ตามปัจจัยของอิมเมจจิง เพลต แต่ละชนิด เพื่อเป็นแนวทางในการนำอิมเมจจิง เพลต มาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือวัดปริมาณรังสีได้มากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดปริมาณรังสีที่ปล่อยออกมาจากหลอดเอกซเรย์และประเมินประสิทธิภาพการวัดปริมาณรังสีของอิมเมจจิง เพลต ด้วยการสอบเทียบกับหัววัดรังสีมาตรฐานชนิดไอออนไนเซชันแชมเบอร์

### วัสดุและวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการวัดค่าปริมาณรังสีที่ปลดปล่อยออกจากหลอดเอกซเรย์ (x-ray output) ในช่วงที่ใช้งานทางรังสีวินิจฉัยของเครื่องเอกซเรย์ทั่วไป<sup>6</sup> (บริษัท Siemens รุ่น Multix top®) ตั้งค่าเทคนิคที่ใช้ในการถ่ายภาพทางรังสีทั้งหมด 80 เทคนิค โดยมีค่าความต่างศักย์หลอด 50, 70, 90 และ 120 กิโลโวลต์ ค่ากระแสหลอดคูณเวลาที่ 3.2, 10, 18, 25 และ 32 มิลลิแอมแปร์วินาที และปรับเปลี่ยนการกรองรังสีโดยใช้ และไม่ใช้แผ่นกรองรังสีที่มีความหนา 0.1, 0.2 และ 0.3 มิลลิเมตรทองแดง ซึ่งให้คุณภาพของลำรังสีที่แตกต่างกัน การวัดและเก็บข้อมูลปริมาณรังสีใช้หัววัดรังสีชนิดไอออนไนเซชันแชมเบอร์ (บริษัท Radcal รุ่น 9060®) ที่ผ่านการสอบเทียบมาตรฐานจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (secondary standard dosimetry laboratory; SSDL) เปรียบเทียบกับอิมเมจจิง เพลต ขนาด 14×17 นิ้ว (บริษัท Carestream Health) ซึ่งมีการควบคุมคุณภาพของเครื่องมืออย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อลดปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อปริมาณรังสีและทำให้ค่าปริมาณรังสีที่วัดได้เกิดความคลาดเคลื่อน มีการติดตั้งเครื่องมือวัดรังสีบนอุปกรณ์ติดตั้งที่มีความสูงจากพื้น 30 เซนติเมตร (รูปที่ 1) เพื่อป้องกันรังสีกระเจิงจากพื้นสู่เครื่องมือ กำหนดระยะจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ถึงหัววัดรังสีไว้คงที่ 150 เซนติเมตร และกำหนดพื้นที่ของลำรังสี (field size) ที่ปล่อยออกมาคงที่เท่ากับ 8x8 ตารางเซนติเมตร<sup>3,6</sup> โดยวางเครื่องมือวัดรังสีไว้ตำแหน่งกึ่งกลางของลำรังสี

ค่าปริมาณรังสีที่ได้จากวิธีมาตรฐานสามารถอ่านได้โดยตรงจากชุดแสดงผลของหัววัดรังสีไอออนไนเซชันแชมเบอร์ในหน่วยมิลลิเรินต์เกน โดยวัดค่าปริมาณรังสีของแต่ละเทคนิคซ้ำ 3 ครั้งทั้ง 80 เทคนิค จากนั้นหาค่าปริมาณรังสีเฉลี่ยของแต่ละเทคนิคที่วัดได้ เพื่อใช้เป็นค่าปริมาณรังสีอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนของปริมาณรังสีที่วัดได้จากวิธีการประยุกต์ใช้ตัวรับภาพในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี สำหรับค่าปริมาณรังสีที่ได้จากการประยุกต์ใช้ตัวรับภาพในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี นั้น

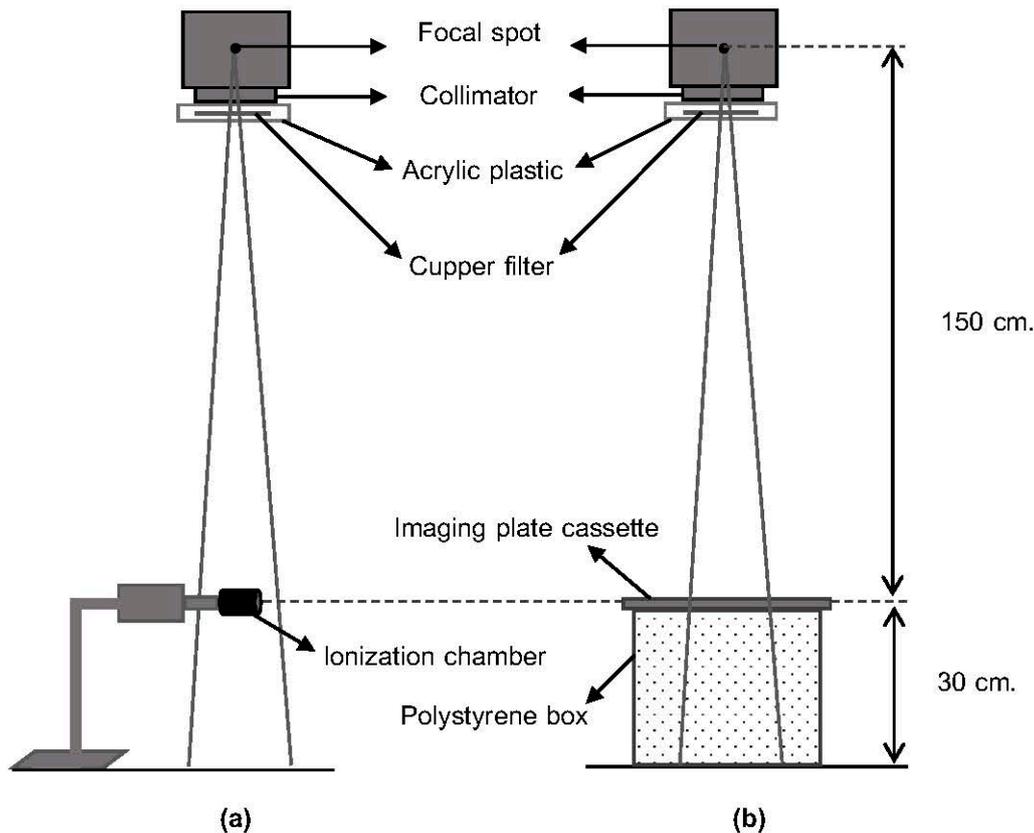


Figure 1 Radiation output measurement arrangements of (a) ionization chamber and (b) imaging plate.

หาได้โดยนำอิมเมจจิง เพลต ที่ผ่านการฉายรังสีในแต่ละเทคนิคมาอ่านข้อมูลทีบันทึกไว้ด้วยเครื่องอ่านในระบบคอมพิวเตอร์เรดิโอกราฟฟี (บริษัท Carestream Health รุ่น Vita CR®) ภายใน 3 นาที หลังการฉายรังสี เพื่อควบคุมการลดลงของปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนไว้ในอิมเมจจิง เพลต จากปรากฏการณ์เรืองแสงตามธรรมชาติของผลึก (phosphorescence) ที่เป็นโครงสร้างของอิมเมจจิง เพลต<sup>1</sup> และเลือกใช้วิธีการประมวลผลภาพถ่ายทางรังสีแบบดิจิทัล (digital image processing) ที่ยังไม่มีการปรับแต่งภาพและไม่มีการปรับค่าการแสดงผล (windowing) ข้อมูลภาพถ่ายทางรังสีแบบดิจิทัลที่ได้จากการอ่านถูกนำมาวัดค่าพิกเซลเฉลี่ย (mean pixel value) ในบริเวณที่สนใจ (region of interest; ROI) ด้วยโปรแกรมอิมเมจ เจ (Image J) โดยกำหนดพื้นที่สี่เหลี่ยมในการวัดขนาด 2,960 ตารางมิลลิเมตร (กว้าง 54.4 มิลลิเมตร ยาว 54.4 มิลลิเมตร) พื้นที่ดังกล่าวมีค่าเทียบเคียงกับพื้นที่วัดรังสีของหัววัดรังสีไอออนไนเซชันแคมเบอร์ ขนาด 2,966 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งคำนวณได้จากพื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอกของหัววัดรังสีไอออนไนเซชันแคมเบอร์ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 24.6 มิลลิเมตร และความสูง 38.4 มิลลิเมตร<sup>6</sup> กำหนดพิกัดของ ROI ในการวัดทุกๆ ภาพที่ตำแหน่ง X เท่ากับ 146.0 และ Y เท่ากับ 192.6 ค่าพิกเซลที่วัดได้ คือค่าดัชนีปริมาณรังสีของภาพถ่ายทางรังสีแบบ

ดิจิทัล<sup>2</sup> ในแต่ละภาพจากเทคนิคที่แตกต่างกัน นำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณรังสีที่อิมเมจจิง เพลต วัดได้ ด้วยสมการคำนวณค่าดัชนีปริมาณรังสี  $EI = [1,000 \times \log(E/E_0)] + C^{1,2}$  ซึ่งเป็นสมการตั้งต้น เมื่อค่า E คือ ปริมาณรังสีที่อิมเมจจิง เพลต ได้รับในหน่วย mR และ  $E_0$  คือ ปริมาณรังสีที่อิมเมจจิง เพลต เท่ากับ 1 mR สำหรับ C คือ ค่าคงที่เท่ากับ 2,000<sup>1,2</sup> ดังนั้นปริมาณรังสีที่อิมเมจจิง เพลต จึงคำนวณได้ตั้งสมการ

$$E = 10^{(EI - 2,000) / (1,000)}$$

เมื่อ E คือปริมาณรังสีที่อิมเมจจิง เพลต วัดได้ที่ค่าเทคนิคใดๆ ในหน่วยมิลลิเรินต์เกน  
EI คือค่าเฉลี่ยของดัชนีปริมาณรังสีที่ค่าเทคนิคใดๆ เมื่อใช้อิมเมจจิง เพลตแผ่นเดียวกันวัดปริมาณรังสีซ้ำ 3 ครั้ง

เมื่อคำนวณค่าปริมาณรังสีที่อิมเมจจิง เพลต วัดได้ในแต่ละเทคนิคแล้ว นำมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนโดยเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงที่ได้จากการวัดด้วยหัววัดรังสีไอออนไนเซชัน แคมเบอร์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการวัดรังสีของตัวรับภาพในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟฟี ตั้งสมการ

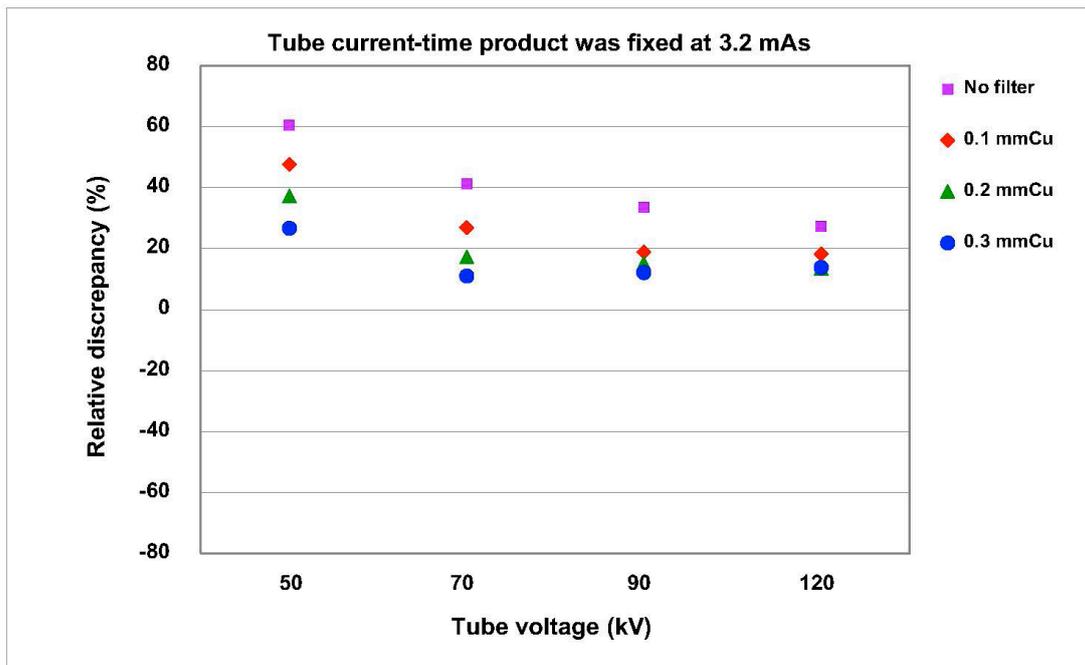
$$U = \left( \frac{E_{IC} - E_{IP}}{E_{IC}} \right) \times 100$$

- เมื่อ U คือค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนในการวัดปริมาณรังสีของตัวรับภาพในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี
- $E_{IC}$  คือปริมาณรังสีที่วัดได้จากหัววัดรังสีชนิดไอออนไนเซชัน แซมเบอร์
- $E_{IP}$  คือปริมาณรังสีที่วัดและคำนวณได้จากตัวรับภาพในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี

### ผลการศึกษา

การศึกษานี้ทำการวัดปริมาณรังสีที่ปลดปล่อยออกจากหลอดเอกซเรย์ในช่วงที่ใช้งานทางรังสีวินิจฉัยด้วยค่าเทคนิคที่ใช้ในการถ่ายภาพทางรังสีทั้งหมด 80 เทคนิค โดยมีการ

ปรับตั้งค่าความต่างศักย์หลอด ค่ากระแสหลอดคูณเวลา และค่าการกรองรังสีที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าหัววัดรังสีไอออนไนเซชัน แซมเบอร์ สามารถวัดปริมาณรังสีได้ทั้ง 80 เทคนิค ค่าปริมาณรังสีที่วัดได้อยู่ในช่วง 0.2 ถึง 90.5 ไมโครคูอมบ์ต่อกิโลกรัม (0.6 ถึง 350 มิลลิเรินต์เกน) ในขณะที่ผลการวัดปริมาณรังสีด้วยอิมเมจิจิง เฟลต สามารถวัดปริมาณรังสีได้ทั้งหมด 52 เทคนิค ปริมาณรังสีที่วัดได้อยู่ในช่วง 0.1 ถึง 10.3 ไมโครคูอมบ์ต่อกิโลกรัม (0.4 ถึง 39.9 มิลลิเรินต์เกน) ซึ่งต่ำกว่าค่าที่วัดได้จากหัววัดรังสีไอออนไนเซชัน แซมเบอร์ เมื่อนำค่าปริมาณรังสีในช่วงที่อิมเมจิจิง เฟลต สามารถวัดได้จากเทคนิคที่ใช้ค่ากระแสหลอดคูณเวลาที่เท่ากับ 3.2 มิลลิแอมแปร์วินาที แต่มีการปรับเปลี่ยนค่าความต่างศักย์หลอด และการกรองรังสีมาวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อน พบว่าอยู่ในช่วงร้อยละ 11.1 ถึง 60.5 โดยค่าความคลาดเคลื่อนมีแนวโน้มลดลงเมื่อค่าความต่างศักย์หลอดและการกรองรังสีเพิ่มขึ้น (รูปที่ 2)



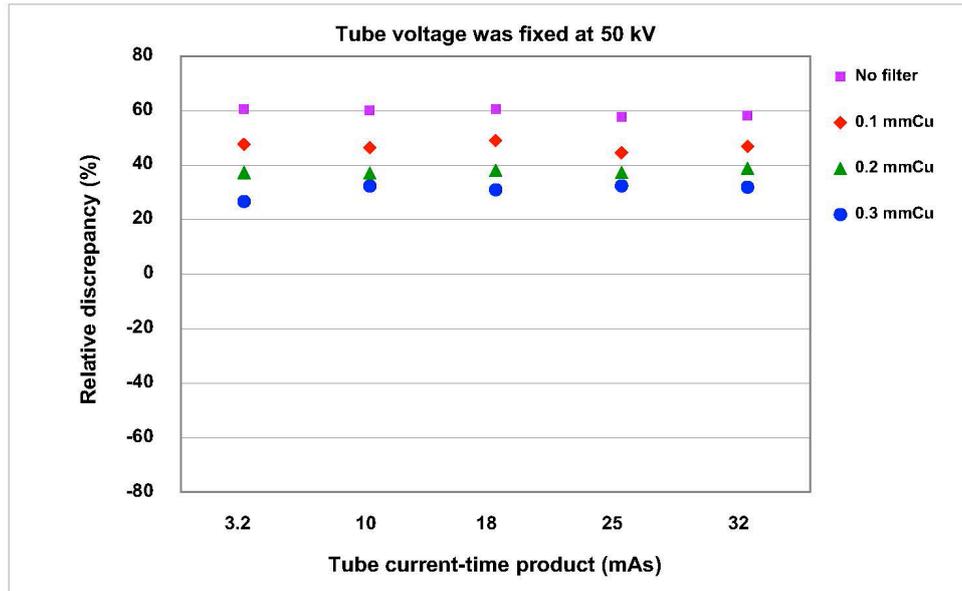
**Figure 2** Relative discrepancy between reference dose and calculated dose under the conditions of tube voltages from 50 to 120 kV and tube current-time product was fixed at 3.2 mAs.

เมื่อพิจารณาที่ค่าความต่างศักย์หลอดคงที่เท่ากับ 50 กิโลโวลต์ แต่มีการปรับเปลี่ยนค่ากระแสหลอดคูณเวลา และการกรองรังสี พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงร้อยละ 26.7 ถึง 60.5 ค่าความคลาดเคลื่อนมีแนวโน้มคงที่เมื่อค่ากระแสหลอดคูณเวลาเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเมื่อการกรองรังสีเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3 จากการศึกษาพบว่าปริมาณรังสีที่อิมเมจิจิง เฟลต วัดได้มีความคลาดเคลื่อนสูงสุดถึงร้อยละ 60.5 ผู้วิจัยจึงทำการหาค่าแก้ปัจจัย (conversion factors) ที่ความต่างศักย์หลอด และการกรองรังสีต่างๆ เนื่องจาก 118 วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่

ผลการศึกษาข้างต้นพบว่าค่าความต่างศักย์หลอด และการกรองรังสีมีผลกับการวัดปริมาณรังสีของอิมเมจิจิง เฟลต โดยตรง โดย

สมการที่ใช้คำนวณหาค่าแก้ปัจจัย คือ  $K = \frac{E_{IC}}{E_{IP}}$  เมื่อ K คือ

ค่าแก้ปัจจัยที่ความต่างศักย์หลอด และการกรองรังสีใดๆ  $E_{IC}$  และ  $E_{IP}$  คือ ปริมาณรังสีเฉลี่ยที่วัดได้จากหัววัดรังสีไอออนไนเซชัน แซมเบอร์ และอิมเมจิจิง เฟลต โดยใช้ความต่างศักย์หลอด และการกรองรังสีใดๆ ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 1 ปีที่ 49 ฉบับที่ 1 มกราคม 2559



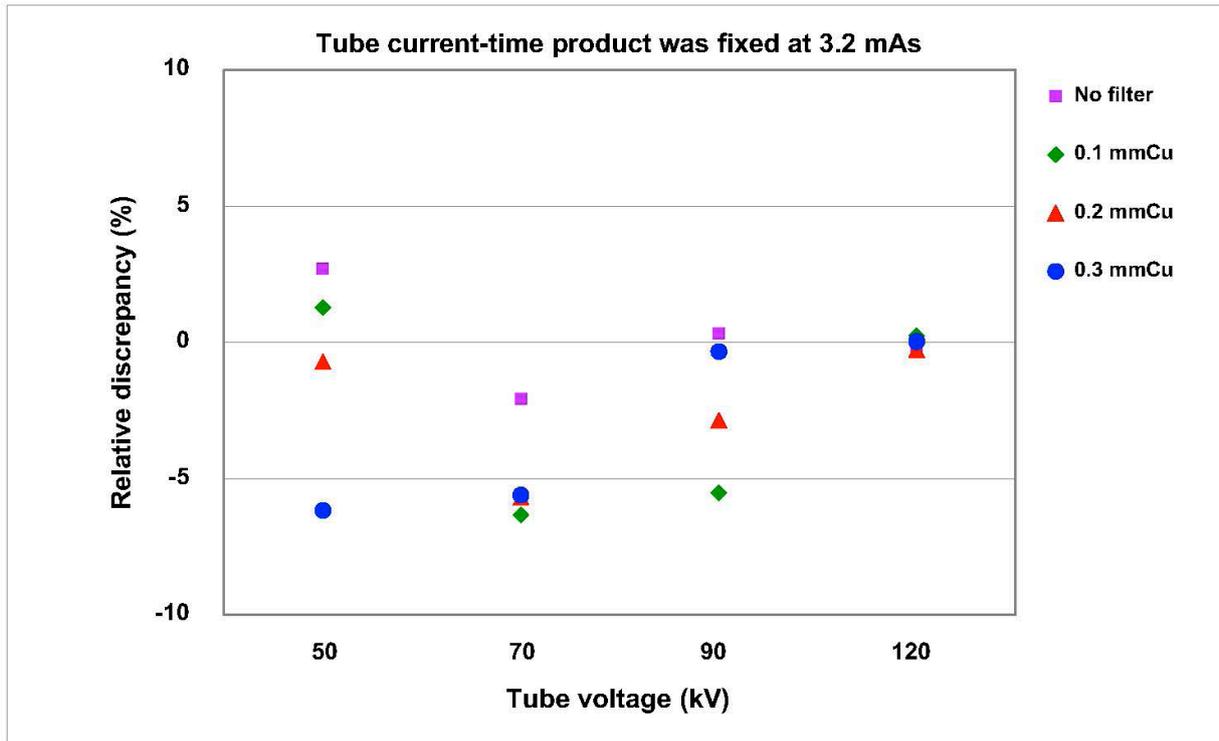
**Figure 3** Relative discrepancy between reference dose and calculated dose under the conditions of tube current-time product from 3.2 to 32 mAs and tube voltage was fixed at 50 kV.

**Table 1** The conversion factors of various tube voltages and filtration.

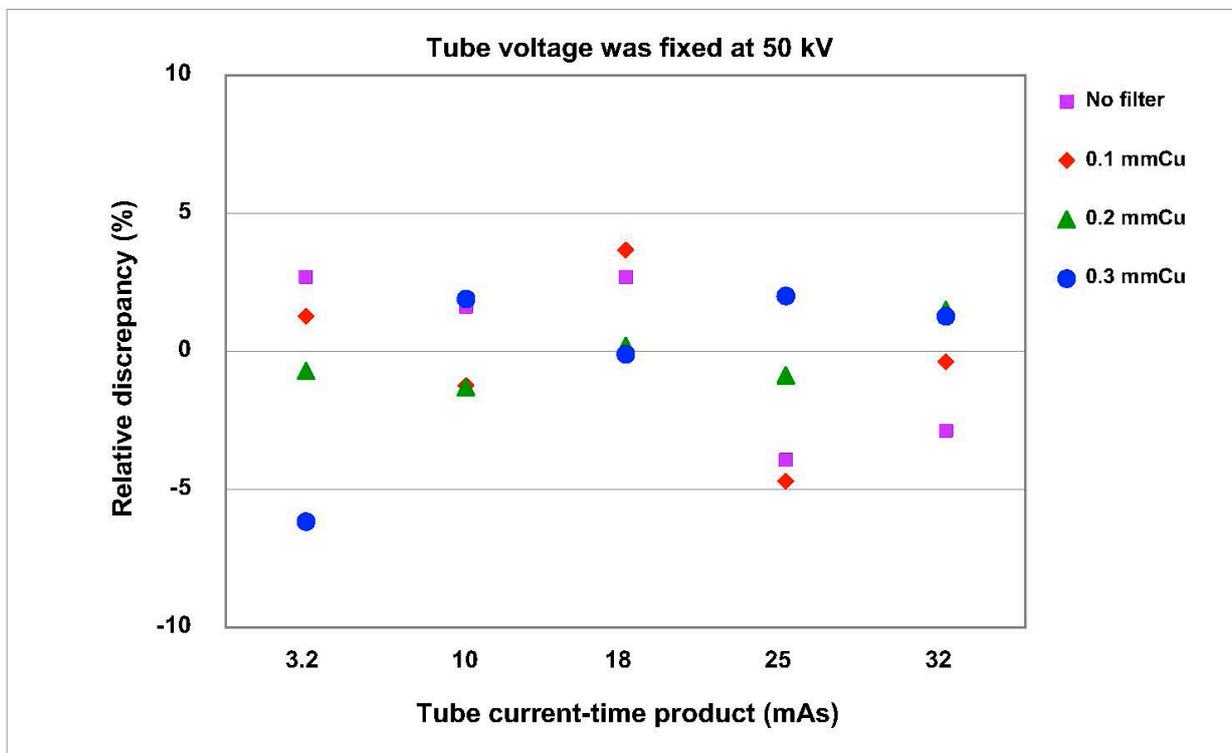
Tube Voltage (kV)	Filtration			
	No filter	0.1 mmCu	0.2 mmCu	0.3 mmCu
50	2.46	1.89	1.61	1.45
70	1.74	1.46	1.28	1.19
90	1.50	1.30	1.21	1.14
120	1.38	1.22	1.16	1.16

ค่าแก้ปัจจัยที่ได้ถูกนำมาใช้ร่วมในการคำนวณปริมาณรังสีที่วัดได้จากอิมเมจจิง เพลต ดังสมการ  $E = 10^{[(EI-2,000)/(1,000)]} \times K$  ผลการศึกษาพบว่าปริมาณรังสีที่คำนวณได้จากสมการดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณรังสีที่วัดได้จากหัววัดรังสีไอออนไนเซชันแชมเบอร์ โดยค่าความคลาดเคลื่อนลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ -6.3 ถึง 2.7 สำหรับเทคนิคที่ใช้ค่ากระแสหลอดคูณเวลาที่

เท่ากับ 3.2 มิลลิแอมแปร์วินาที แต่มีการปรับเปลี่ยนค่าความต่างศักย์หลอดและการกรองรังสี ดังรูปที่ 4 และค่าความคลาดเคลื่อนลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ -6.2 ถึง 3.7 สำหรับเทคนิคที่ใช้ค่าความต่างศักย์หลอดคงที่เท่ากับ 50 กิโลโวลต์ แต่มีการปรับเปลี่ยนค่ากระแสหลอดคูณเวลา และการกรองรังสี ดังรูปที่ 5



**Figure 4** Relative discrepancy between reference dose and the calculated dose with applying conversion factors under the conditions of tube voltages from 50 to 120 kV and tube current-time product was fixed at 3.2 mAs.



**Figure 5** Relative discrepancy between reference dose and the calculated dose with applying conversion factors under the conditions of tube current-time product from 3.2 to 32 mAs and tube voltage was fixed at 50 kV.

## วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าอิมเมจิจิง เฟลต สามารถวัดรังสีได้ในช่วงจำกัดคือไม่เกิน 10.3 ไมโครคูมมบ์ต่อกิโลกรัม (39.9 มิลลิเรินต์เกน) เนื่องจากข้อจำกัดของระบบแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (analog to digital converter; ADC) ของเครื่องอ่านในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี ที่สามารถแปลงค่าปริมาณรังสีที่อ่านได้ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าเป็นเลขดิจิทัลที่แสดงเป็นค่าพิกเซลในภาพถ่ายทางรังสีแบบดิจิทัลได้สูงสุดเพียง 4,096 ค่า หรือ 12 บิตเท่านั้น การศึกษานี้พบว่าค่าพิกเซลที่วัดได้ในภาพถ่ายทางรังสีแบบดิจิทัลนั้นมีค่าสูงสุดไม่เกิน 3,602 ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ควรวัดได้ เนื่องจากมีสัญญาณบางส่วนถูกตัดออกไปเพราะเป็นสัญญาณที่ไม่ได้อยู่ในช่วงที่ใช้ประโยชน์สำหรับการสร้างภาพ (useful signal)<sup>1</sup> จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นทำให้การวัดปริมาณรังสีโดยใช้อิมเมจิจิง เฟลตมีข้อจำกัด เพราะการคำนวณปริมาณรังสีจำเป็นต้องใช้ค่าพิกเซลมาแทนค่าในสมการคำนวณ

เมื่อวิเคราะห์ค่าปริมาณรังสีในช่วงที่อิมเมจิจิง เฟลตสามารถวัดได้ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 10.3 ไมโครคูมมบ์ต่อกิโลกรัมพบว่าปริมาณรังสีที่อิมเมจิจิง เฟลต วัดได้มีค่าน้อยกว่าห้วงวัดรังสีไอออนไนเซชัน แซมเบอร์ ทุกค่าเทคนิค ทั้งนี้อาจเป็นผลจาก fading effect<sup>1</sup> ซึ่งมีโอกาสเกิดขึ้นได้ตั้งแต่มีการฉายรังสีลงบนแผ่นอิมเมจิจิง เฟลต ประมาณร้อยละ 25<sup>1</sup> แม้จะมีการควบคุมระยะเวลาในการนำแผ่นอิมเมจิจิง เฟลต มาเข้าเครื่องอ่านในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี แล้วในการทดลอง และผลจากกระบวนการอ่านข้อมูลของอิมเมจิจิง เฟลต ทำให้มีโอกาสสูญเสียข้อมูลของปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนไว้ ขณะที่มีการปลดปล่อยปริมาณแสงออกมาเมื่ออิมเมจิจิง เฟลต ได้รับการกระตุ้นและวัดเป็นค่าสัญญาณแอนะล็อกก่อนถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล นอกจากนี้ประสิทธิภาพการตรวจจับรังสี (detective quantum efficiency) ของอิมเมจิจิง เฟลต อาจมีผลต่อการวัดปริมาณรังสีเพราะโครงสร้างของอิมเมจิจิง เฟลต ซึ่งประกอบด้วยสารแบเรียมฟลูออโรโบรมไนด์ (barium fluorobromide, BaFBr) มีความสามารถในการดูดกลืน (absorption) โฟตอนช่วงพลังงาน 35 ถึง 50 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ได้สูงสุด<sup>1</sup> ดังนั้นโฟตอนที่มีความพลังงานสูงกว่าจะถูกดูดกลืนไว้ในอิมเมจิจิง เฟลต ได้น้อยลง จึงทำให้สัญญาณที่อ่านได้จากอิมเมจิจิง เฟลต ต่ำลงด้วย เมื่อคำนวณปริมาณรังสีจึงมีค่าน้อยกว่าที่ห้วงวัดรังสีไอออนไนเซชัน แซมเบอร์ วัดได้ และเมื่อเพิ่มความต่างศักย์หลอดและการกรองรังสีมากขึ้น พบว่าความคลาดเคลื่อนมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเพิ่มความต่างศักย์หลอดและการกรองรังสีส่งผลให้ค่าพลังงานเฉลี่ยของโฟตอนที่ตกกระทบอิมเมจิจิง เฟลต มีค่าสูงขึ้นจึงทำให้ค่าสัญญาณที่อ่านได้สูงขึ้นด้วย นอกจากนี้สมการตั้งต้น

ที่นำมาใช้ในการคำนวณปริมาณรังสียังทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสมการดังกล่าวมีค่าคงที่เท่ากับ 2,000 ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการสอบเทียบด้วยลำรังสีเอกซ์ (x-ray emission spectrum) ที่มีคุณลักษณะเดียว<sup>2</sup> ดังนั้นเมื่อนำมาใช้กับลำรังสีเอกซ์ที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันจึงทำให้ปริมาณรังสีที่คำนวณได้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น

ผลการศึกษาพบว่าค่าปริมาณรังสีที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่าแก้ปัจจัยที่ความต่างศักย์หลอด และการกรองรังสี ดังแสดงในตารางที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จากห้วงวัดรังสีไอออนไนเซชัน แซมเบอร์ มากขึ้น โดยค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ -6.3 ซึ่งอยู่ภายในเกณฑ์ยอมรับร้อยละ  $\pm 8$  ของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศในรายงานทางเทคนิค ฉบับที่ 457<sup>7</sup> และใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Eiji Ariga และคณะที่ใช้ตัวรับภาพในระบบคอมพิวเตอร์ เรดิโอกราฟี (บริษัท Fuji) สำหรับวัดปริมาณรังสีและคำนวณหาปริมาณรังสีโดยใช้ตัวบ่งชี้ปริมาณรังสีภายใต้สมการเฉพาะ ซึ่งผลการศึกษาที่มีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงร้อยละ  $\pm 5^{\circ}$

## สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้สามารถประยุกต์ใช้ตัวรับภาพในระบบคอมพิวเตอร์เรดิโอกราฟีสำหรับการสร้างภาพมาเพื่อใช้วัดปริมาณรังสีที่ปลดปล่อยออกมาจากหลอดเอกซเรย์ซึ่งมีค่าไม่เกิน 10.3 ไมโครคูมมบ์ต่อกิโลกรัม โดยค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดของการวัดและคำนวณปริมาณรังสีโดยใช้ค่าแก้ปัจจัยเท่ากับร้อยละ -6.3 ซึ่งอยู่ภายในเกณฑ์ยอมรับร้อยละ  $\pm 8$  ของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศในรายงานทางเทคนิค ฉบับที่ 457 ดังนั้นมีความเป็นไปได้ในการนำตัวรับภาพในระบบคอมพิวเตอร์เรดิโอกราฟีไปประยุกต์ใช้สำหรับวัดปริมาณรังสีในงานรังสีวินิจฉัย เช่น การประเมินปริมาณรังสีที่ปลดปล่อยออกมาจากหลอดเอกซเรย์ และความหนาครึ่งค่าของรังสีเอกซ์ (half value layer: HVL)

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่เอื้อเฟื้อ สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณรังสีในครั้งนี้ และขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย

## References

1. American Association of Physicists in Medicine. AAPM Report No.93: Acceptance testing and quality control of photostimulable storage phosphor imaging systems. Maryland: AAPM; 2006.
2. American Association of Physicists in Medicine. AAPM Report No.116: An exposure indicator for digital radiography. Maryland: AAPM; 2009.
3. National Council on Radiation Protection and Measurements. Quality Assurance for Diagnostic Imaging, NCRP Report No.99. Bethesda: NCRP; 1988.
4. International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP Publication 103. Oxford: Pergamon Press; 2007.
5. Ariga E, Ito S, Deji S, et al. Determination of half value layers of X-ray equipment using computed radiography imaging plates. Med Phys 2012; 28:71-5.
6. Ariga E, Ito S, Deji S, et al. Development of dosimetry using detectors of diagnostic digital radiography systems. Med Phys 2007; 34:166-74.
7. International Atomic Energy Agency. Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Quality Assurance Manual, Technical Report Series No. 457. Vienna: IAEA; 2007.

# ผลของการฝึกไทชิที่บ้านต่อการทรงตัว ในผู้สูงอายุที่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย

## Effects of home-based Tai Chi training on balance in older adults with mild cognitive impairment

■ วรณิษา แสนพันธ์<sup>1</sup> สมพร สังข์รัตน์<sup>1\*</sup> ศิรินันท์ บริพันธ์กุล<sup>1</sup> กนกวรรณ วัชรศักดิ์ศิลป์<sup>2</sup>  
Wannisa Saenphan<sup>1</sup> Somporn Sungkarat<sup>1\*</sup> Sirinun Boripuntakul<sup>1</sup> Kanokwan Watcharasaksilp<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

<sup>2</sup>หน่วยประสาทวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>2</sup>Division of Neurology, Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: sompom.sungkarat@cmu.ac.th)

\* Corresponding author (Email: sompom.sungkarat@cmu.ac.th)

Received November 2015

Accepted as revised December 2015

### Abstract

**Objectives:** The objective of this study was to examine effects of home-based Tai Chi training on balance in older adults with mild cognitive impairment (MCI).

**Methods:** Thirty-four older adults with MCI were randomly assigned to the Tai Chi group (n=17; mean age 68.8±5.56 years) and control group (n=17; mean age 65.29±5.49 years). Both groups were age and gender matched. Participants in Tai Chi group practiced Tai Chi at home for 50 minutes per session, 3 times a week for 12 consecutive weeks. Postural sway was evaluated under 4 conditions (stand with eyes open on floor, eyes closed on floor, eyes open on foam, eyes closed on foam). Trunk coordination stability was evaluated using Lord sway meter. All evaluations were performed before and after 12-week period. Student's t-tests were conducted to compare differences of each outcome measure between and within groups. Significance level was set at  $p \leq 0.05$ .

**Results:** After 12-week Tai Chi training, the Tai Chi group demonstrated significant improvement from baseline in all outcome variables ( $p < 0.05$ ). In contrast, the control group showed no significant differences in all outcome variables when compared between baseline and at 12-week period ( $p > 0.05$ ). Due to baseline differences between groups, outcome measures were normalized to their baseline values for between-group comparisons at 12-week period. Results showed that postural sway tested while standing on floor under both eyes open and eyes closed conditions as well as trunk coordination stability significantly improved for the Tai Chi group as compared to controls ( $p < 0.05$ ). There were no significant differences in postural sway between two groups for foam conditions both under eyes open and eyes closed ( $p > 0.05$ ). Specifically, there was a trend for participants in Tai Chi group to decrease postural sway from baseline more than those in control group when tested with eyes open on foam ( $p = 0.061$ ) while there was no significant difference in postural sway with eyes closed on foam conditions between groups ( $p = 0.242$ ).

**Conclusion:** Home-based Tai Chi training for 50 minutes per session, 3 times per week for 12 consecutive weeks could improve balance in older adults with MCI.

*Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 123-133. Doi: 10.14456/jams.2016.6*

Keywords: Mild cognitive impairment, Tai Chi, balance

## บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลของการฝึกไทชิที่บ้านต่อการทรงตัวในผู้สูงอายุที่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย (MCI)

**วิธีการศึกษา:** ศึกษาในผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI จำนวน 34 ราย สุ่มเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มไทชิ 17 ราย (อายุเฉลี่ย 68.8±5.56 ปี) ได้รับโปรแกรมการฝึกไทชิที่บ้าน เป็นเวลา 50 นาทีต่อครั้ง 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 12 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุม 17 ราย มีอายุ เพศ ใกล้เคียงกับกลุ่มไทชิ (อายุเฉลี่ย 65.29±5.49 ปี) อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มได้รับการประเมิน postural sway 4 เงื่อนไขคือ ลีมนต้ายืนบนพื้นแข็ง ลีมนต้ายืนบนพื้นนุ่ม ลีมนต้ายืนบนพื้นนุ่ม และ trunk coordination stability โดยใช้ Lord sway meter ประเมินก่อนและหลังสิ้นสุดระยะเวลา 12 สัปดาห์ ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่ม (ระหว่างก่อนและหลังสิ้นสุด 12 สัปดาห์) โดยใช้สถิติ student's t-test กำหนดค่านัยสำคัญที่  $p \leq 0.05$

**ผลการศึกษา:** ภายหลังจากการฝึกไทชิ 12 สัปดาห์ กลุ่มไทชิมีค่า postural sway ลดลงทั้ง 4 เงื่อนไข และมีคะแนนความผิดพลาดจากการทดสอบ trunk coordination stability ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่า postural sway และ trunk coordination stability ระหว่างก่อนและหลังสิ้นสุด 12 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังสิ้นสุด 12 สัปดาห์ใช้ข้อมูลที่ปรับเป็นร้อยละของค่าเริ่มต้น (normalized data) ของแต่ละตัวแปรมาทดสอบ เนื่องจากทั้งสองกลุ่มมีค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ากลุ่มไทชิมี postural sway ลดลงจากก่อนการฝึกมากกว่ากลุ่มควบคุมในเงื่อนไขลีมนต้ายืนบนพื้นแข็ง ลีมนต้ายืนบนพื้นนุ่ม และ trunk coordination stability ดีขึ้นจากก่อนการฝึกมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วน postural sway ในเงื่อนไขการทดสอบที่ยืนบนพื้นนุ่มทั้งขณะลีมนตาและหลังลีมนตาไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยเมื่อลีมนต้ายืนบนพื้นนุ่มค่า postural sway ของกลุ่มไทชิมีแนวโน้มลดลงจากก่อนการฝึกมากกว่ากลุ่มควบคุม ( $p = 0.061$ ) ในขณะที่ลีมนต้ายืนบนพื้นนุ่มไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ( $p = 0.242$ )

**สรุปผลการศึกษา:** โปรแกรมการฝึกไทชิที่บ้าน 50 นาทีต่อครั้ง 3 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มความสามารถการทรงตัวในผู้สูงอายุที่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อยได้

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 123-133. Doi: 10.14456/jams.2016.6

**คำรหัส:** การรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย ไทชิ การทรงตัว

## บทนำ

ความบกพร่องของการทรงตัวเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งของการหกล้มในผู้สูงอายุ การทรงตัว (balance) นอกจากอาศัยการทำงานร่วมกันของระบบประสาทรับความรู้สึก ระบบประสาทสั่งการ และ ระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อแล้ว ยังต้องอาศัยการทำงานของระบบประสาทขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้และความเข้าใจ (cognition) ร่วมด้วย<sup>1</sup> จากการศึกษาที่ผ่านมาบ่งชี้ว่าการรับรู้และความเข้าใจมีความสำคัญต่อการเคลื่อนไหวทุกลักษณะ มากน้อยแตกต่างกันตามระดับความซับซ้อนของการเคลื่อนไหว ทั้งนี้ การที่บุคคลจะสามารถควบคุมการทรงตัวและเดินได้เป็นปกติ มีประสิทธิภาพ สามารถปรับการเดิน การทรงตัวให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้นั้น ต้องอาศัยการทำงานของสมองในส่วนของการรับรู้และความเข้าใจ โดยเฉพาะด้านความสนใจ (attention) และด้านการบริหารจัดการ (executive function) ในการวางแผนจัดการ หรือปรับเปลี่ยน

การเคลื่อนไหว เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพและปลอดภัย ยิ่งหากเป็นการเคลื่อนไหวที่มีความท้าทายและซับซ้อนยิ่งต้องอาศัยความสนใจและการบริหารจัดการมากขึ้น ดังนั้น หากบุคคลมีความบกพร่องของการรับรู้และความเข้าใจในด้านเหล่านี้ อาจส่งผลกระทบต่อ การทรงตัวและเสี่ยงต่อการหกล้ม<sup>2-3</sup> มีรายงานว่าผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการรับรู้และความเข้าใจ เช่น ผู้ป่วยสมองเสื่อม ชนิดอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) มีความบกพร่องของการทรงตัวและมีความเสี่ยงต่อการหกล้มสูงกว่าผู้สูงอายุปกติถึง 7.5 เท่า<sup>4</sup> นอกจากนี้ยังพบว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย (mild cognitive impairment หรือ MCI) มีความสามารถการทรงตัวด้อยกว่าและมีความเสี่ยงต่อการหกล้มสูงกว่าผู้สูงอายุที่มีการรับรู้และความเข้าใจปกติ โดยสาเหตุของปัญหาการทรงตัว และความเสี่ยงต่อการหกล้มของผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI แตกต่างจากผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะ

MCI คือ นอกจากปัญหาของระบบประสาทและโครงร่างกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อการทรงตัวและเป็นสาเหตุของการหกล้ม เช่น ภาวะอ่อนแรงของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกล้ามเนื้อขา ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลดลง หรือการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อบกพร่อง เป็นต้น ผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI ยังมีความบกพร่องของการรับรู้และความเข้าใจด้านความสนใจ (attention) และด้านการบริหารจัดการ (executive function) ซึ่งเป็นการทำงานของสมองขั้นสูงที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการทรงตัวร่วมด้วย<sup>5-8</sup> ผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI มีลักษณะคือ เริ่มมีความสามารถในการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อยในระดับที่สามารถทำกิจกรรมต่างๆ ดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ ทั้งนี้ความบกพร่องที่เกิดขึ้นยังไม่ถึงเกณฑ์ที่จัดว่ามีภาวะสมองเสื่อม ความบกพร่องอาจเกิดที่องค์ประกอบด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายองค์ประกอบของการรับรู้และความเข้าใจก็ได้ ความบกพร่องของการรับรู้และความเข้าใจที่พบบ่อยในผู้ที่มีภาวะ MCI คือ ความบกพร่องด้านความจำ (memory) โดยมีปัญหาด้านความจำมากกว่าคนปกติวัยเดียวกันและระดับการศึกษาเท่ากัน ความสนใจ (attention) และการบริหารจัดการ (executive function) โดยผู้ที่มีภาวะ MCI โดยเฉพาะประเภทที่มีปัญหาความจำร่วมด้วย (amnesic MCI, a-MCI) มีความเสี่ยงต่อการพัฒนาเป็นโรคสมองเสื่อมชนิดอัลไซเมอร์ ได้ถึงร้อยละ 10-15 เมื่อเทียบกับผู้สูงอายุปกติที่มีความเสี่ยงร้อยละ 1-2<sup>9-11</sup>

ไทชิ (Tai Chi) เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ได้รับการยอมรับในหมู่นักวิจัย มีลักษณะการฝึกที่ร่วมกันระหว่างร่างกายกับจิตใจ เรียกว่า “mind-body exercise” ประกอบด้วยลักษณะการเคลื่อนไหวที่ต่อเนื่องตั้งแต่ท่าแรกจนถึงท่าสุดท้ายด้วยความนิ่มนวล ช้าๆ สม่่าเสมอ ผ่อนคลาย อาศัยการควบคุมการทรงตัวและการประสานสัมพันธ์ของลำตัว มีสมาธิรับรู้การเคลื่อนไหวของร่างกายอยู่ตลอดเวลา จัดเป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัว<sup>12-16</sup> ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในผู้สูงอายุปกติ ทั้งนี้ ไทชิประกอบด้วยท่าจำนวน 108 ท่า แต่ที่นิยมนำมาฝึกคือ จำนวน 24 ท่าและ 48 ท่า ท่าจำนวนมากนี้อาจเป็นอุปสรรคต่อการนำมาฝึกในผู้สูงอายุที่มีปัญหาความจำ อย่างไรก็ตาม Wolf และคณะ<sup>17</sup> ได้วิเคราะห์ท่าไทชิทั้ง 108 ท่า และคัดเลือกท่าที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุจำนวน 10 ท่า โดยคำนึงถึงความปลอดภัยสำหรับการฝึกในกลุ่มผู้สูงอายุ ในขณะที่เดียวกันมีความทำหายความสามารถการทรงตัว จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพของการฝึกไทชิ 10 ท่านี้ พบว่าสามารถเพิ่มความสามารถการทรงตัวของอาสาสมัครผู้สูงอายุได้ ดังนั้นในการศึกษานี้ผู้วิจัยจึงนำท่าฝึก 10 ท่านี้มาทดลองใช้ในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีปัญหาการรับรู้และความเข้าใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความจำว่าจะสามารถฝึกได้หรือไม่ และจะมี

ประสิทธิภาพส่งเสริมการทรงตัวเหมือนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มอื่น ๆ หรือไม่

จากรูปแบบการฝึกไทชิที่เป็นลักษณะของการฝึกที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายต่อเนื่อง มีการถ่ายน้ำหนักและเปลี่ยนฐานรองรับ อาศัยการควบคุมการทรงตัวและการประสานสัมพันธ์ของลำตัว ช่วยส่งเสริมความสามารถในการทรงตัว ซึ่งเป็นการส่งเสริมความสามารถทางด้านร่างกาย (physical performance) ร่วมกับการมีสมาธิรับรู้การเคลื่อนไหวของร่างกายอยู่ตลอดเวลา การฝึกที่ต่อเนื่อง เคลื่อนไหวเป็นลำดับขั้นตอน การถ่ายเทน้ำหนักตัว ซึ่งอาจต้องอาศัยการทำงานของสมองในส่วนของการรับรู้และความเข้าใจด้านการบริหารจัดการ (executive function) ความสนใจ (attention) เพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้อย่างเหมาะสม เป็นการส่งเสริมการรับรู้และความเข้าใจ แต่ยังไม่มีการศึกษาที่ยืนยันว่าการฝึกไทชิช่วยเพิ่มความสามารถการทรงตัวของผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการฝึกไทชิซึ่งเป็นการฝึกร่วมกันระหว่างกายและจิตมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ฝึกผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกท่าฝึกไทชิ 10 ท่าของ Wolf และคณะ<sup>17</sup> เพื่อความปลอดภัย ในการฝึกด้วยตนเอง และลดข้อจำกัดด้านความจำของผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI การศึกษานี้เป็นโปรแกรมการฝึกที่บ้าน (home-based training) เพื่อลดข้อจำกัดเรื่องการขาดการฝึกเนื่องมาจากความไม่สะดวกด้านการเดินทางและตารางเวลาการฝึก ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือศึกษาผลของการฝึกไทชิที่บ้านต่อการทรงตัวในผู้สูงอายุที่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย

## วัสดุและวิธีการศึกษา

### 1. รูปแบบการศึกษาและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (experimental study) อาสาสมัครเป็นผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI จำนวนกลุ่มตัวอย่างคำนวณจากข้อมูลการศึกษานำร่องจำนวน 14 ราย (กลุ่มไทชิ 7 ราย กลุ่มควบคุม 7 ราย) ในทุกตัวแปรของการศึกษา ด้วยโปรแกรม G\* power 3.1.9 พบว่า ตัวแปร postural sway ในเงื่อนไขการทดสอบหลังตา ยืนบนพื้นแข็ง (กลุ่มไทชิ =  $-89 \pm 101.20 \text{ mm}^2$  กลุ่มควบคุม =  $36.21 \pm 122.44 \text{ mm}^2$ ) ต้องการจำนวนอาสาสมัครมากที่สุด โดยคำนวณขนาดอิทธิพล (effect size) ได้เท่ากับ 1.11 และกำหนดระดับความเชื่อมั่น (alpha level) เท่ากับ 0.05 ใช้อำนาจการทดสอบ (power) เท่ากับ 0.80 พบว่าต้องการอาสาสมัครทั้งหมด 28 ราย (กลุ่มละ 14 ราย) ทั้งนี้เมื่อคำนวณเผื่อกรณีที่มีอาสาสมัครออกจากกลุ่มระหว่างการฝึก (drop out) กลุ่มละ 20 % (3 ราย) ดังนั้นจึงต้องมีอาสาสมัครรวมทั้งสิ้น 34 ราย สุ่มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

คือกลุ่มไทชิ 17 ราย และกลุ่มควบคุม 17 ราย อาสาสมัคร ทั้ง 2 กลุ่มมีอายุ เพศ ใกล้เคียงกัน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชนอายุ มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป 2) มีภาวะ MCI ตามเกณฑ์ของ Petersen's criteria<sup>5</sup> 3) มีคะแนนจากการทดสอบสภาพสมองเบื้องต้นโดยใช้แบบทดสอบ Mini-Mental State Examination (MMSE) ฉบับภาษาไทย ได้คะแนนมากกว่า 23 คะแนนขึ้นไป<sup>18</sup> และมีคะแนนจากการประเมินพุทธิปัญญาจากแบบทดสอบ Montreal Cognitive Assessment (MoCA) ฉบับภาษาไทยได้คะแนนน้อยกว่า 26 คะแนน<sup>19</sup> 4) สามารถเดินได้เองอย่างอิสระ ไม่อาศัยอุปกรณ์ เครื่องช่วยเดินใดๆ 5) ไม่มีประสบการณ์การฝึกไทชิมาก่อน และไม่ได้ออกกำลังกายต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกกำลังกาย เพื่อการทรงตัวเป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือน ส่วนเกณฑ์การคัดออก ได้แก่ 1) มีโรคประจำตัวที่ไม่ได้ควบคุมหรือเป็นอุปสรรคต่อการรักษา เช่น ความดันโลหิตสูง หอบหืด เบาหวาน โรคทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ เช่น ข้ออักเสบรูมาตอยด์ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ เช่น โรคหลอดเลือดสมอง โรคพาร์กินสัน โรคสมองเสื่อมชนิดอัลไซเมอร์ 2) มีปัญหาทางด้านการรับรู้สีกบกร่องที่ไม่สามารถแก้ไขได้ หรือยังไม่ได้รับการแก้ไข เช่น ปัญหาทางด้านการมองเห็น การได้ยิน เป็นต้น 3) มีภาวะซึมเศร้าหรือวิตกกังวล จากผลการประเมินภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุไทย (Thai Geriatric Depression Scale; TGDS-15) ได้คะแนนมากกว่า 6 คะแนนขึ้นไป<sup>20</sup> และ 4) สำหรับอาสาสมัครกลุ่มไทชิ หากครูฝึกไทชิพิจารณาเห็นว่ายังไม่สามารถฝึกไทชิได้ถูกต้องตามพื้นฐานเบื้องต้นภายหลังได้รับการฝึกสอนจำนวน 10 ครั้ง เกณฑ์ในการพิจารณา ได้แก่ สามารถยืนลำตัวตั้งตรง วางเท้า ก้าวเท้า ถ่ายน้ำหนักตัว ในทิศทางต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง มีสมาธิจดจ่อในการเคลื่อนไหวร่างกายตลอดเวลา ฝึกแต่ละท่าจนสามารถปฏิบัติได้ถูกต้องครบ 10 ท่า และทำได้ต่อเนื่องตั้งแต่ท่าแรกจนถึงท่าสุดท้าย ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้แจ้งแก่อาสาสมัครกลุ่มไทชิล่วงหน้าตั้งแต่ก่อนเริ่ม การศึกษา การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัย คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## 2. ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

ผู้วิจัยประชาสัมพันธ์เชิญชวนอาสาสมัครจากชุมชนต่างๆ ในจังหวัดเชียงใหม่ อาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ การศึกษาได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ขั้นตอน การศึกษา ลงนามยินยอมเข้าร่วมการศึกษา และบันทึกข้อมูล ทั่วไป สุ่มแบ่งอาสาสมัครเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มไทชิ และกลุ่ม ควบคุม ก่อนและหลังสิ้นสุด 12 สัปดาห์ อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับการประเมิน postural sway และ trunk coordination stability

## 2.1 โปรแกรมการฝึก

อาสาสมัครกลุ่มไทชิ ฝึกไทชิ 10 ท่า ครั้งละ 50 นาที เริ่มจากการอบอุ่นร่างกาย (warm up) โดยการยืดกล้ามเนื้อ 10 นาที ฝึกไทชิ 30 นาที และการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (cool down) ประกอบด้วยการยืดกล้ามเนื้อและฝึกการหายใจ 10 นาที ฝึกที่บ้าน 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 12 สัปดาห์ ก่อนเริ่มโปรแกรมการฝึกที่บ้าน อาสาสมัครได้รับการฝึกสอน ไทชิจากครูฝึกเพื่อให้มีพื้นฐานของการฝึกไทชิและสามารถฝึก แต่ละท่าได้ถูกต้อง ทั้งนี้ระยะเวลาการฝึกฝนอยู่ระหว่าง 3-4 สัปดาห์ (9-10 ครั้ง) หลังจากได้รับการฝึกจากครูฝึก อาสาสมัครได้รับ วิดีโอไทชิสำหรับประกอบการฝึกที่บ้านพร้อมกับได้รับ สมุดบันทึกการออกกำลังกาย (log book) นอกจากนี้ผู้วิจัย ยังโทรศัพท์ติดตามการออกกำลังกายสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ส่วนอาสาสมัครกลุ่มควบคุมได้รับแผ่นพับให้ความรู้เกี่ยวกับ การลดความเสี่ยงต่อการหกล้ม และผู้วิจัยโทรศัพท์ติดตาม สอบถามเกี่ยวกับภาวะสุขภาพของอาสาสมัครสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

## 3. ตัวแปรที่ศึกษา

### 3.1) Postural sway

Postural sway ประเมินด้วย Lord sway meter 4 เ็นอนโซคือ ลิ่มตายืนบนพื้นแข็ง หลับตายืนบนพื้นแข็ง ลิ่มตายืนบนพื้นนุ่ม และหลับตายืนบนพื้นนุ่มตามลำดับ โดยนำสายวัด sway meter รัศมีบริเวณเอวผู้ถูกทดสอบ และจัดให้ก้าน sway meter อยู่กึ่งกลางหลังของผู้ถูกทดสอบ ในแต่ละเงื่อนไข การทดสอบ ให้ผู้ถูกทดสอบยืนนิ่งๆ เป็นระยะเวลา 30 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 1 (Figure 1) บันทึกคะแนนจากค่าสูงสุดของการแกว่งทางระนาบหน้า-หลัง (anteroposterior, AP) และระนาบด้านข้าง (mediolateral, ML) นำค่าการแกว่งสูงสุดของทั้ง 2 ระนาบมาคำนวณพื้นที่ของการแกว่ง (sway area) โดยใช้สูตร  $sway\ area\ (mm^2) = AP\ (mm) \times ML\ (mm)$ <sup>21</sup> การทดสอบ postural sway ประเมินโดย Lord sway meter มีรายงานความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก (intra-rater reliability) มีค่า ICC อยู่ช่วงระหว่าง 0.654 ถึง 0.944<sup>22</sup> และ ผู้ประเมินในการศึกษานี้ได้รับการฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการทดสอบ

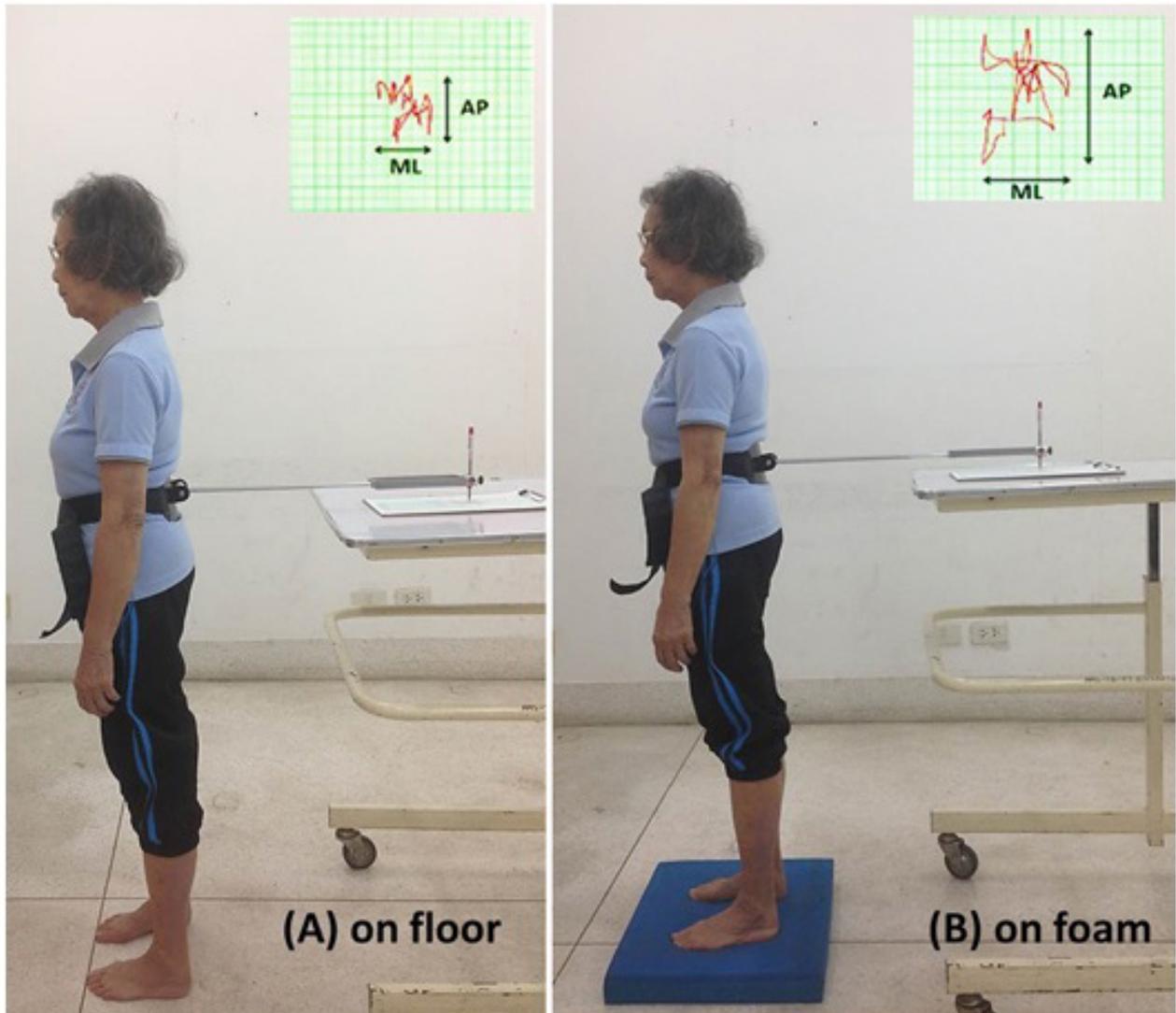


Figure 1 Postural sway tests: (A) eyes open on floor (B) eyes open on foam.

### 3.2) Trunk coordination stability

Trunk coordination stability เป็นการประเมินความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวส่วนลำตัวในทิศทางต่างๆ ในขณะที่ยืนอยู่กับที่โดยไม่มีการเปลี่ยนฐานรองรับ ผู้ถูกทดสอบควบคุมปากกาที่สวมอยู่ที่ปลายของ Lord sway meter ลากเส้นตามแนวกรอบของรูปภาพในทิศทางต่างๆ พยายามไม่ให้เส้นออกนอกกรอบ การทดสอบนี้ไม่จำกัดเวลา สำหรับการบันทึกคะแนนจำนวนจุดที่ออกนอกกรอบแนวเส้นที่กำหนด จุดละ 1 คะแนน แต่หากออกนอกกรอบบริเวณหัวมุมคิดเป็นจุดละ 5 คะแนน<sup>23</sup> ดังแสดงในภาพที่ 2 (Figure 2) การทดสอบ trunk coordination stability ประเมินโดย Lord sway meter มีรายงานความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ดี (intra-rater reliability มีค่า ICC = 0.83)<sup>23</sup> และผู้ประเมินในการศึกษานี้ได้รับการฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการทดสอบ

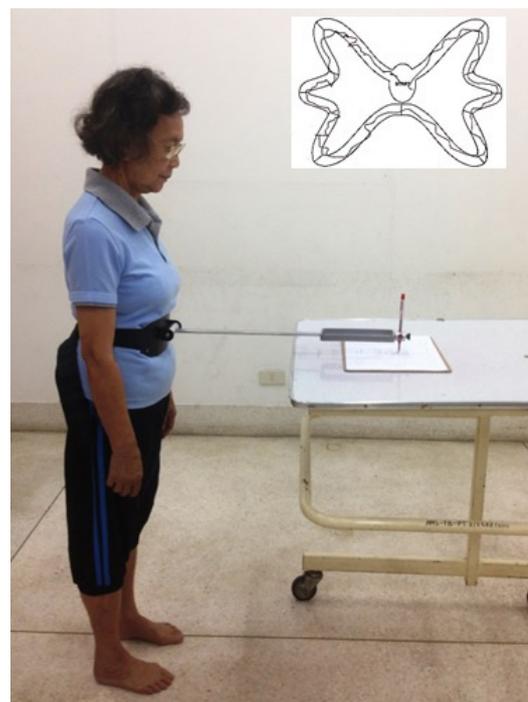


Figure 2 Trunk coordination stability test.

ทดสอบการกระจายของข้อมูล ด้วยสถิติ Shapiro-Wilk Test พบมีการกระจายของข้อมูลปกติ ทดสอบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการฝึกภายในกลุ่มด้วยสถิติ Dependent student's t-test จากนั้นใช้สถิติ Independent student's t-test วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าตัวแปรที่ศึกษาก่อนเริ่มการฝึก (baseline values) ระหว่างกลุ่มไทชิและกลุ่มควบคุม พบว่าก่อนเริ่มการฝึก ทั้งสองกลุ่มมีค่าตัวแปรที่ศึกษาทุกตัวแปรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) จึงปรับค่าตัวแปร (normalized data) เพื่อให้มีค่าก่อนเริ่มการฝึกเป็นร้อยละ 100 เท่ากัน และค่าตัวแปรหลังสิ้นสุด 12 สัปดาห์เป็นร้อยละของค่าเริ่มต้น เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้<sup>24</sup> จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ 12 สัปดาห์ด้วยสถิติ Independent student's t-test วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS สำหรับ windows เวอร์ชัน 19 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05

ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มแสดงในตารางที่ 1 (Table 1) เมื่อใช้สถิติ Independent student's t-test เปรียบเทียบอายุ ดัชนีมวลกาย ระดับการศึกษา ประวัติการหกล้มในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา คะแนน MMSE และคะแนน MoCA และใช้สถิติ Chi-square เปรียบเทียบเพศ พบว่าทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) อาสาสมัครกลุ่มไทชิสามารถฝึกไทชิได้ถูกต้องภายในระยะเวลาการเรียนและฝึกปฏิบัติกับครูฝึก 10 ครั้ง สำหรับการฝึกเองที่บ้านพบมีอัตราการฝึก (compliance rate) เท่ากับร้อยละ 94.4 (ค่าเฉลี่ย 34 ครั้ง ช่วงพิสัยตั้งแต่ 30-36 ครั้ง) จากโปรแกรมการฝึกที่กำหนดไว้ทั้งสิ้น 36 ครั้ง ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ และระหว่างการศึกษาวิจัยไม่มีรายงานการบาดเจ็บหรือการหกล้มเกิดขึ้นจากการศึกษาคั้งนี้

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังสิ้นสุด 12 สัปดาห์ภายในกลุ่ม ด้วยสถิติ Dependent student's t-test พบว่ากลุ่มไทชิมี postural sway ลดลงทั้ง 4 เงื่อนไข และมี

**Table 1** Demographic characteristics of the participants (mean±SD).

Variables	Tai Chi (n=17)	Control (n=17)	p-value
Age, year	68.8±5.56	65.29±5.49	0.067
Gender, women: men	16:1	15:2	0.545
BMI, kg.m <sup>2</sup>	24.20±4.82	24.82±2.85	0.651
Education level, year	12.88±4.53	9.41±5.77	0.060
Fall history in the last 12 month, time	0.65±0.99	0.65±0.99	1.000
MMSE score (maximum: 30 points)	26.50±2.06	26.80±1.47	0.675
MoCA score (maximum: 30 points)	22.15±1.69	22.35±1.98	0.363
TGDS score (maximum: 15 points)	1.65±0.93	1.55±0.83	0.266

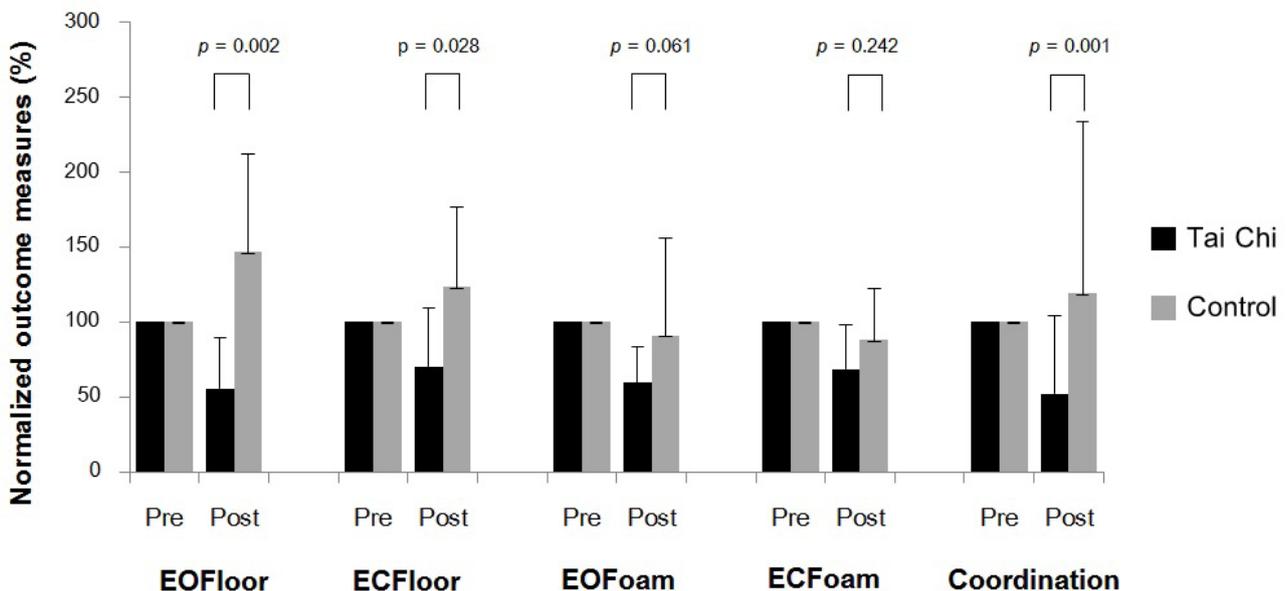
**Note:** BMI = body mass index; MMSE = Mini Mental State Examination; MoCA = Montreal Cognitive Assessment; TGDS-15 = Thai version of the 15-item Geriatric Depression Scale.

trunk coordination stability ดีขึ้น (ควบคุมการลากเส้นด้วยการเคลื่อนไหวส่วนลำตัวได้แม่นยำขึ้น) หลังสิ้นสุดการฝึกไทชิ 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในขณะที่กลุ่มควบคุมพบว่ามี postural sway ทั้ง 4 เงื่อนไข และ trunk coordination stability ระหว่างก่อนและหลังสิ้นสุด 12 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 2 (Table 2) และเมื่อนำข้อมูลหลังสิ้นสุด 12 สัปดาห์ที่ปรับเป็นร้อยละของค่าเริ่มต้น (normalized data) มาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Independent student's t-test พบว่ากลุ่มไทชิมี postural sway ลดลงจากก่อนการฝึก

มากกว่ากลุ่มควบคุมในเงื่อนไขการทดสอบล้มตาและหลับตายืนบนพื้นแข็ง และมี trunk coordination stability ดีขึ้นจากก่อนการฝึกมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วน postural sway ในเงื่อนไขล้มตายืนบนพื้นนุ่มพบว่ากลุ่มไทชิมีแนวโน้มลดลงจากก่อนการฝึกมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีค่า p value ใกล้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.061$ ) ในขณะที่เงื่อนไขการทดสอบหลับตายืนบนพื้นนุ่มไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ( $p = 0.242$ ) ดังแสดงในภาพที่ 3 (Figure 3)

**Table 2** Comparisons of outcome measures within group (mean±SD).

Variable	Tai Chi (n=17)		p-value	Control (n=17)		p-value
	Pre-test	Post-test		Pre-test	Post-test	
Postural sway, mm <sup>2</sup>						
eyes open on floor	228.17±115.89	126.68±76.69	0.001	102.98±81.83	152.29±66.84	0.061
eyes closed on floor	263.31±114.50	185.58±102.99	0.015	191.90±138.95	236.91±101.55	0.259
eyes open on foam	644.39±266.28	382.72±156.99	0.001	470±212.86	427.50±304.50	0.528
eyes closed on foam	1572.57±114.50	1077.61±462.00	0.001	920.25±398.95	810.09±314.70	0.432
Trunk coordination stability, errors	14.76±10.20	7.71±7.62	0.001	4.29±5.03	5.12±4.92	0.211



**Figure 3** Comparisons of normalized outcome measures (%) between the Tai Chi and control groups after 12-week period.

### วิจารณ์ผลการศึกษา

โปรแกรมการออกกำลังกายในผู้สูงอายุในการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการออกกำลังกายในรูปแบบของการรวมกลุ่มตามสถานที่ต่างๆ โดยมีผู้นำออกกำลังกาย (center-based, supervised exercise) การฝึกในลักษณะนี้มีข้อดีคือมีผู้เชี่ยวชาญช่วยแนะนำการฝึก และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มทำให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกายดังกล่าว มีข้อจำกัดเรื่องการเดินทาง การออกนอกบ้านของผู้สูงอายุ และตารางเวลาที่ผู้สูงอายุหรือผู้ดูแลอาจสะดวกไม่ตรงกัน ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญและพบบ่อย ทำให้ผู้สูงอายุขาดการออกกำลังกาย<sup>14</sup> วิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดข้อจำกัดนี้คือการออกกำลังกายที่บ้าน (home-based exercise) เนื่องจาก

ผู้สูงอายุมีความยืดหยุ่นเกี่ยวกับช่วงเวลาในการออกกำลังกายสะดวก อยู่ในสภาพแวดล้อมที่คุ้นเคย และลดปัญหาอุปสรรคในการเดินทาง<sup>14</sup> ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าอาสาสมัครสามารถฝึกไทชิที่บ้านได้ตามโปรแกรมที่กำหนด ทั้งนี้จากโปรแกรมที่กำหนดให้ฝึกไทชิที่บ้านสัปดาห์ละ 3 ครั้ง เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ รวมจำนวนการฝึก 36 ครั้ง อาสาสมัครมีอัตราการฝึกไทชิ (compliance rate) สูงถึงร้อยละ 94.4 (ค่าเฉลี่ย 34 ครั้ง ช่วงพิสัยตั้งแต่ 30-36 ครั้ง)

ท่าฝึกไทชิมีจำนวนทั้งสิ้น 108 ท่า การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่มีการฝึกไทชิโดยใช้ท่าฝึก 24 ท่า และ 48 ท่า<sup>12,16,25</sup> สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เลือกใช้ท่าฝึกไทชิตามการศึกษาของ Wolf และคณะ<sup>17</sup> ซึ่งมีจำนวน 10 ท่า เพื่อลดข้อจำกัดด้าน

ความจำของผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI ผลการศึกษาพบว่า อาสาสมัครสามารถเรียนรู้และฝึกได้ครบทุกท่า และสามารถกลับไปฝึกได้เองที่บ้าน อย่างไรก็ตาม อาสาสมัครได้รับวิดีโอ ภาพและเสียงเพลงสำหรับประกอบการฝึกด้วย

ภายหลังสิ้นสุด 12 สัปดาห์ ผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI กลุ่ม Tai Chi มี postural sway ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ ก่อนฝึกทั้ง 4 เงื่อนไข ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับหลาย การศึกษาที่ผ่านมาในกลุ่มผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่อง ทั้งผู้สูงอายุกลุ่มที่มีกิจกรรมทางกาย (active group) และกลุ่มที่ไม่ค่อยมีกิจกรรมทางกาย (inactive group) กล่าวคือ พบว่าการฝึก Tai Chi ช่วยเพิ่มความสามารถ ในการทรงตัวขณะยืนนิ่ง (static balance)<sup>12-16</sup> โดยการศึกษา เหล่านี้มีระยะเวลาการฝึก Tai Chi ตั้งแต่ 12 สัปดาห์ขึ้นไป มีความถี่ ของการฝึก 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ และใช้เวลาในการฝึกแต่ละครั้ง 45 นาทีขึ้นไป อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาในครั้งนี้ไม่สอดคล้อง กับการศึกษาของ Lelard และคณะ<sup>26</sup> และการศึกษาของ Ross และคณะ<sup>27</sup> ทั้งนี้อาจเป็นผลจากระยะเวลา และความถี่ในการฝึกที่ น้อยกว่า การศึกษาของ Lelard มีความถี่และระยะเวลาการฝึก เหมือนกับการศึกษาในครั้งนี้ (3 ครั้งต่อสัปดาห์ 12 สัปดาห์) แต่เวลาในการฝึกแต่ละครั้งน้อยกว่าคือ 30 นาที ในขณะที่ การศึกษาของ Ross มีความถี่และระยะเวลาการฝึกแต่ละครั้ง เหมือนกับการศึกษาในครั้งนี้ (ครั้งละ 50 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์) แต่ระยะเวลาการฝึกสั้นกว่าคือ 8 สัปดาห์ จึงอาจยังไม่เพียงพอที่ จะทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงการทรงตัว ดังที่ Liu และคณะ<sup>28</sup> ได้วิเคราะห์จากการศึกษาที่ผ่านมาอย่างเป็นระบบ (systematic review) แล้วสรุปว่าปริมาณ (dose) ของการฝึกเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่มีผลต่อประสิทธิผลของการฝึก โดยพบว่า การศึกษาส่วนใหญ่ ที่รายงานไว้ว่า Tai Chi สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัว กำหนดระยะเวลาการฝึก 12 สัปดาห์ขึ้นไป มีความถี่ 2-3 ครั้ง ต่อสัปดาห์ และใช้เวลาในการฝึกแต่ละครั้งอย่างน้อย 45 นาที

ภายหลังสิ้นสุดการฝึก Tai Chi 12 สัปดาห์ อาสาสมัคร กลุ่ม Tai Chi มี postural sway ลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุมใน เงื่อนไขการทดสอบลิ้มตาและหลับต่ายืนบนพื้นแข็ง ส่วนการ ทดสอบบนพื้นนุ่มทั้งขณะลิ้มตาและหลับตาไม่พบความแตกต่าง ระหว่างกลุ่ม ทั้งนี้มีข้อสังเกตคือ แม้การศึกษาครั้งนี้อาสาสมัคร ทั้งสองกลุ่มมีอายุ เพศ และข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ใกล้เคียงกัน ตลอดจนใช้วิธีการสุ่มในการจัดเข้ากลุ่ม Tai Chi หรือกลุ่มควบคุมแล้ว แต่พบว่าอาสาสมัครกลุ่ม Tai Chi มีความสามารถการทรงตัวดีกว่ากลุ่มควบคุมตั้งแต่ก่อนเริ่มการศึกษา ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่า ความสามารถการทรงตัวที่ดีขึ้นหลังฝึก Tai Chi อาจไม่มากพอที่ จะเห็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มในเงื่อนไขการทดสอบลิ้มตา และหลับต่ายืนบนพื้นนุ่ม ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ท้าทายความสามารถ การทรงตัวมากกว่าการทดสอบบนพื้นแข็ง

การที่อาสาสมัครกลุ่ม Tai Chi มี postural sway ลดลง น่าจะเกิดจากลักษณะท่าทางของการฝึกที่มีการถ่ายน้ำหนักตัว ในทิศทางต่างๆ มีการเคลื่อนไหวของจุดรวมมวลอย่างต่อเนื่อง มีการถ่ายน้ำหนักจากขาข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่ง และมีการยืนบน ขาข้างเดียว ซึ่งเป็นการลดขนาดฐานรองรับ จึงทำให้มีความ สามารถในการทรงตัวดีขึ้น นอกจากนี้ลักษณะการฝึก Tai Chi เป็นการเคลื่อนไหวร่างกายช้าๆ ซ้ำๆ ต่อเนื่องกันตลอดเวลา การเคลื่อนไหวลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลทำให้การรับรู้ ตำแหน่งของข้อต่อ (joint proprioception) แม่นยำขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วย ให้การควบคุมการทรงตัวขณะยืนดีขึ้น การศึกษาที่ผ่านมา เกี่ยวกับผลของการฝึก Tai Chi ต่อ proprioception และความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อ พบว่าผู้สูงอายุที่ฝึก Tai Chi มีความแม่นยำ ในการรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อดีกว่ากลุ่มควบคุมที่มีอายุ เพศ และระดับการทำกิจกรรมทางกายเท่ากัน<sup>29</sup> และมีความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อขามากขึ้น<sup>30-32</sup> ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นอาจส่งผล ให้การควบคุมการเคลื่อนไหวของจุดรวมมวลดีขึ้น จึงทำให้กลุ่ม Tai Chi มี postural sway ลดลงหลังฝึก Tai Chi นอกจากการฝึก Tai Chi จะช่วยส่งเสริมความสามารถทางด้านร่างกายดังกล่าวข้างต้นแล้ว น่าจะช่วยส่งเสริมด้านการรับรู้และความเข้าใจของผู้สูงอายุที่มี ภาวะ MCI ร่วมด้วย เนื่องจากขณะฝึก Tai Chi ต้องมีสมาธิ จิตใจ จดจ่อ รับรู้การเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ซึ่งต้องอาศัยการทำงาน ของสมองในส่วนของการรับรู้และความเข้าใจด้านความสนใจ (attention) การฝึกที่ต่อเนื่อง เคลื่อนไหวเป็นลำดับขั้นตอน การจัดทำทาง การถ่ายน้ำหนักตัวไปในทิศทางต่างๆ ต้องอาศัย การทำงานของสมองในส่วนของการรับรู้และความเข้าใจด้าน การบริหารจัดการ (executive function) เพื่อทำให้เกิด การเคลื่อนไหวได้อย่างเหมาะสม จึงส่งผลทำให้ผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI มีระดับการรับรู้และความเข้าใจความสนใจ (attention) และด้านการบริหารจัดการ (executive function) ซึ่งเป็น องค์ประกอบของการรับรู้และความเข้าใจที่มีบทบาทสำคัญใน การควบคุมการทรงตัวเพิ่มขึ้นร่วมด้วย จึงทำให้มีความสามารถใน การทรงตัวดีขึ้น และการเรียนรู้ จดจำท่า ลำดับการเคลื่อนไหว อาจทำให้ผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI มีการรับรู้และความเข้าใจ ด้านความจำดีขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้เน้น ประเด็นในเรื่องของความจำเป็นสำคัญ เนื่องจากต้องการให้ อาสาสมัครรำ Tai Chi ได้ถูกต้อง ครบทุกท่า โดยการศึกษาที่ผ่านมา เกี่ยวกับผลของการฝึก Tai Chi ต่อการรับรู้และความเข้าใจใน ผู้สูงอายุที่มีปัญหาการรับรู้และความเข้าใจบกพร่อง พบว่า การฝึก Tai Chi สามารถช่วยเพิ่มระดับการรับรู้และความเข้าใจ ด้านความสนใจ การบริหารจัดการและความจำได้<sup>33-35</sup>

ผลการประเมิน trunk coordination stability ใน การศึกษานี้พบว่าภายหลังสิ้นสุด 12 สัปดาห์ ผู้สูงอายุ

ที่มีภาวะ MCI กลุ่มไทธิมี trunk coordination stability ดีขึ้น สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนลำตัวได้ดี ลากเส้นให้อยู่ภายในกรอบที่กำหนดโดยมีความผิดพลาดลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึก และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Voukelatos และคณะ<sup>15</sup> ที่พบว่าผู้สูงอายุที่ฝึกไทธิมี coordinated stability ดีกว่ากลุ่มควบคุม และการศึกษาของ Tsang และคณะ<sup>29</sup> พบว่าผู้สูงอายุที่ฝึกไทธิมีความสามารถในการทดสอบ limit of stability ดีกว่ากลุ่มควบคุม จากหลักฐานการศึกษาที่ผ่านมาและผลการศึกษานี้สนับสนุนว่าการฝึกไทธิทำให้ trunk coordination stability ดีขึ้น ผลของการฝึกไทธิต่อ trunk coordination stability อาจเป็นผลจากรูปแบบการฝึกไทธิที่เป็นการเคลื่อนไหวร่างกายที่ราบเรียบอย่างช้าๆ ต่อเนื่องกันตลอดเวลา มีการทำงานประสานสัมพันธ์ส่วนต่างๆ ของร่างกาย มีการเคลื่อนไหวลำตัวและแขน ถ่ายน้ำหนักตัวและเคลื่อนจุดศูนย์กลางมวลไปยังทิศทางต่างๆ ออกนอกฐานรองรับโดยไม่เสียการทรงตัวซึ่งทำลายความสามารถในการทรงตัว นอกจากนี้ การฝึกไทธิยังอาจส่งผลต่อปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการประเมิน trunk coordination stability เช่น เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกล้ามเนื้อรอบข้อเท้า เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและลำตัว และการรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อโดยเฉพาะข้อเท้า มีหลักฐานการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าไทธิช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังและขา<sup>36</sup> ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา<sup>30-32</sup> และการรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อในผู้สูงอายุได้<sup>29</sup>

## ข้อจำกัดในการศึกษาและข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ประเมินระดับการรับรู้และความเข้าใจของอาสาสมัคร จึงทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าการทรงตัวที่ดีขึ้นภายหลังการฝึกไทธิในผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI นั้นเกิดขึ้นร่วมกับการเปลี่ยนแปลงระดับการรับรู้และความเข้าใจหรือไม่ ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรมีการประเมินการรับรู้และความเข้าใจของอาสาสมัครร่วมด้วย ผลการศึกษาจะช่วยให้ทราบว่า การฝึกไทธิ มีผลช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัวและระดับการรับรู้และความเข้าใจไปด้วยกันดังที่นิยมเรียกการฝึกไทธิว่าเป็น “mind and body exercise” หรือไม่

## สรุปผลการศึกษา

โปรแกรมการฝึกไทธิที่บ้าน 50 นาทีต่อครั้ง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มความสามารถการทรงตัวของผู้สูงอายุที่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย ดังนั้นการออกกำลังกายไทธิจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่อง และอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อการหกล้มได้

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาบัณฑิตศึกษา จากคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และส่วนหนึ่งจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (รหัสโครงการ RSA5680020)

1. Zoltan B. Vision, perception, and cognition: a manual for the evaluation and treatment of the neurologically impaired adult. 3<sup>rd</sup> Ed. New Jersey: SLACK Incorporated; 1996.
2. Montero-Odasso M, Muir SW, Speechley M. Dual-task complexity affects gait in people with mild cognitive impairment: the interplay between gait variability, dual tasking, and risk of falls. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93: 293-9.
3. Buracchio TJ, Mattek NC, Dodge HH, Hayes TL, Pavel M, Howieson DB, et al. Executive function predicts risk of falls in older adults without balance impairment. *BMC Geriatr* 2011, 11: 74.
4. Allan LM, Ballard CG, Rowan EN, Kenny RA. Incidence and prediction of falls in dementia: A prospective study in older people. *PLoS ONE* 2009; 4: 1-8.
5. Grundman M, Petersen RC, Ferris SH, Thomas RG, Aisen PS, Bennett DA, et al. Mild cognitive impairment can be distinguished from Alzheimer disease and normal aging for clinical trials. *Arch Neurol* 2004; 61: 59-66.
6. Leandri M, Cammisuli S, Cammarata S, Baratto L, Campbell J, Simonini M, et al. Balance features in Alzheimer's disease and amnesic mild cognitive impairment. *J Alzheimers Dis* 2009; 16: 113-20.
7. Liu-Ambrose TY, Ashe MC, Graf P, Beattie BL, Khan KM. Increased risk of falling in older community-dwelling women with mild cognitive impairment. *Phys Ther* 2008; 88: 1482-591.
8. Shin BM, Han SJ, Jung JH, Kim JE, Fregni F. Effect of mild cognitive impairment on balance. *J Neurol Sci* 2011; 305: 121-5.
9. Petersen RC, Doody R, Kurz A, Mohs RC, Morris JC, Rabins PV, et al. Current concepts in mild cognitive impairment. *Arch Neurol* 2001; 58: 1985-92.
10. Plassman BL, Langa KM, Fisher GG, Heeringa SG, Weir DR, Ofstedal MB, et al. Prevalence of cognitive impairment without dementia in the United States. *Ann Intern Med* 2008; 148: 427-34.
11. Winblad B, Palmer K, Kivipelto M, Jelic V, Fratiglioni L, Wahlund LO, et al. Mild cognitive impairment—beyond controversies, towards a consensus: Report of the international working group on mild cognitive impairment. *J Intern Med* 2004; 256: 240-6.
12. Li F, Harmer P, Fisher KJ, McAuley E, Chaumeton N, Eckstrom E, et al. Tai Chi and fall reductions in older adults: A randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005; 60: 187-94.
13. Audette JF, Jin YS, Newcomer R, Stein L, Duncan G, Frontera WR. Tai Chi versus brisk walking in elderly women. *Age Ageing* 2006; 35: 388-93.
14. Wu G, Keyes LM. Group tele-exercise for improving balance in elders. *Telemed J E Health* 2006; 12: 561-70.
15. Voukelatos A, Cumming RG, Lord SR, Rissel C. A randomized, controlled trial of Tai Chi for the prevention of falls: the central Sydney Tai Chi trial. *JAGS* 2007; 55: 1185-91.
16. Pereira MM, Oliveira RJ, Silva MAF, Souza LHR, Vianna LG. Effects of Tai Chi Chuan on knee extensor muscle strength and balance in elderly women. *Ther Rev Bras Fisioter* 2008; 12(2): 121-6.
17. Wolf SL, Coogler C, Xu T. Exploring the basis for Tai Chi Chuan as a therapeutic exercise approach. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 886-92.
18. Thai Cognitive Test Development Committee 1999. Mini-Mental State Examination-Thai 2002. Bangkok: Institute of Geriatric Medicine, Department of Medical Services, Ministry of Public Health, Thailand; 2002.

19. Nasreddine ZS, Phillip NA, Bedirian V, Charbonneau S, Whitehead V. The Montreal Cognitive Assessment MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *JAGS* 2005; 53: 695-9.
20. Wongpakaran N, Wongpakaran T. Prevalence of major depressive disorders and suicide in long-term care facilities: A report from northern Thailand. *Psychogeriatrics* 2012; 12: 11-7.
21. Lord SR, Menz HB, Tiedemann A. A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention. *Phys Ther* 2003; 83: 237-52.
22. Sturnieks DL, Arnold R, Lord SR. Validity and reliability of the Swaymeter device for measuring postural sway. *BMC Geriatr* 2011; 11:63.
23. Lord SR, Ward JA, Williams P. Exercise effect on dynamic stability in older women: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 232-6.
24. Tsang WW, Hui-Chan CW. Effect of 4- and 8-wk Intensive Tai Chi Training on Balance Control in the Elderly. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(4): 648-57.
25. Yang Y, Verkuilen JV, Rosengren KS, Grubisich SA, Reed MR, Hsiao-Weckler ET. Effect of combined Taiji and Qigong training on balance mechanisms: a randomized controlled trial of older adults. *Med Sci Monit.* 2007; 13(8): 339–348.
26. Lelard T, Doutrelot PL, David P, Ahmaidi S. Effects of a 12-Week Tai Chi Chuan Program Versus a Balance Training Program on Postural Control and Walking Ability in Older People. *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91(1): 9-14.
27. Ross MC, Bohannon AS, Davis DC, Gurchiek L. The effects of a short-term exercise program on movement, pain, and mood in the elderly. Results of a pilot study. *J Holist Nurs* 1999; 17: 139-47.
28. Liu H, Frank A. Tai chi as a balance improvement exercise for older adults: a systematic review. *J Geriatr Phys Ther* 2010; 33(3): 103-9.
29. Tsang WW, Hui-Chan CW. Effects of tai chi on joint proprioception and stability limits in elderly subjects. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 1962-71.
30. Chan SP, Luk TC, Hong Y. Kinematic and electromyographic analysis of the push movement in Tai Chi. *Br J Sports Med* 2003; 37: 339-44.
31. Wu G. Muscle action pattern and knee extensor strength of older Tai Chi exercisers. *Med Sport Sci* 2008; 52: 30-9.
32. Xu DQ, Li JX, Hong Y. Effects of long term Tai Chi practice and jogging exercise on muscle strength and endurance in older people. *Br J Sports Med* 2006; 40: 50-4.
33. Lam LW, Chau RM, Wong BL. Interim follow-up of a randomized controlled trial comparing Chinese style mind body (Tai Chi) and stretching exercises on cognitive function in subjects at risk of progressive cognitive decline. *Int J Geriatr Psychiatry* 2010; 26: 733-40.
34. Kasai JYT, Busse AL, Magaldi RM, Soci MA, Moraes RP, Curiati JA, et al. Effects of Tai Chi Chuan on cognition of elderly women with mild cognitive impairment. *Einstein* 2010; 44: 40-5.
35. Cheng ST, Chow PK, Song YQ, et al. Mental and physical activities delay cognitive decline in older persons with dementia. *Am J Geriatr Psychiatry* 2012; 22(1): 63-74.
36. Zhang JG, Ishikawa TK, Yamazaki H, Morita T, Ohta T. The effects of Tai Chi Chuan on physiological function and fear of falling in the less robust elderly: An intervention study for preventing falls. *Arch Gerontol Geriatr* 2006; 42: 107-16.

# ผลทันทีและผลระยะสั้นของการรักษา ด้วยวิธีแอคทีฟ รีลีส แบบดัดแปลง ในผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจม

## Immediate and short term effect of modified active release technique (mART) in patients with scapulocostal syndrome

■ ณัฐวุฒิ วรณพงษ์<sup>1</sup> ยอดชาย บุญประกอบ<sup>2,3\*</sup> อุไรวรรณ ชัชวาลย์<sup>2,3</sup> สาวิตรี วันเพ็ญ<sup>2,3</sup> สุภาภรณ์ ผดุงกิจ<sup>3</sup>  
Nattawut Wannapong<sup>1</sup> Yodchai Boonprakob<sup>2,3\*</sup> Uraiwan Chatchawan<sup>2,3</sup> Sawitri Wanpen<sup>2,3</sup> Supaporn Phadungkit<sup>3</sup>

<sup>1</sup>หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กายภาพบำบัด) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

<sup>1</sup>Physical Therapy Program, Graduate School, Khon Kaen University, Khon Kaen Province, Thailand

<sup>2</sup>ศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ (BNOJPH) มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

<sup>2</sup>Research Center in Back, Neck, Other Joint Pain and Human Performance (BNOJPH) Khon Kaen University, Khon Kaen Province, Thailand

<sup>3</sup>คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

<sup>3</sup>Faculty of Associated Medical Science, Khon Kaen University, Khon Kaen Province, Thailand

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

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

Received December 2015

Accepted as revised January 2016

### Abstract

**Objectives:** To determine the immediate and short-term effect of modified active release technique (mART) in patients with scapulocostal syndrome on pain intensity, average intensity of pain within 24 hours, pressure pain threshold, and cervical and shoulder range of motion.

**Methods:** Fifty two patients with scapulocostal syndrome (5 males, 47 females) were recruited in this study. They were divided into two groups by stratified block random allocation. Usual care of physical therapy (hot pack and ultrasound) and sham manual therapy were applied for control group. Usual care of physical therapy and mART technique were applied for the experimental group. Each group was received 3 times per week of treatment within 3 weeks. Pain intensity, average intensity of pain within 24 hours, pressure pain threshold, and cervical and shoulder range of motion were investigated before and after first treatment and one day after last treatment. Paired samples t-test was used to determine significant difference within group. ANCOVA was used to evaluate significant difference between groups, using a pre-test as a covariate variable.

**Results:** Results showed the reduction of pain intensity and average intensity of pain within 24 hours, increasing of pressure pain threshold, cervical and shoulder range of motion in both groups when compared within group ( $p < 0.05$ ) before and after first treatment and one day after last treatment. However, the outcome measurements in experimental group were shown significant difference compared to control ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The mART with usual care of physical therapy showed immediate and short term effects for pain reduction and improvement of cervical and shoulder range of motion in patients with scapulocostal syndrome.

*Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 134-145. Doi: 10.14456/jams.2016.5*

**Keywords:** Scapulocostal syndrome, modified active release technique

## บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลทันทีและผลระยะสั้นของการรักษาด้วยวิธีแอกทีฟ รีลีส แบบดัดแปลง ในผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจม ที่มีต่อระดับอาการปวด ค่าเฉลี่ยของอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง ระดับก้นของอาการปวด และองศาการเคลื่อนไหวของคอและข้อไหล่

**วิธีการศึกษา:** ผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจม จำนวน 52 คน (เพศชายจำนวน 5 คน และเพศหญิงจำนวน 47 คน) สุ่มตัวอย่างเป็นชั้น (stratified block random allocation) เพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมโดยได้รับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัด (แผ่นประคบร้อนและคลื่นเหนือเสียง) ร่วมกับหัตถบำบัดชนิดหลอก และกลุ่มทดลองโดยได้รับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัดรวมกับการรักษาด้วยวิธีแอกทีฟ รีลีส แบบดัดแปลง ทั้งสองกลุ่มได้รับการรักษาสัปดาห์ละ 3 ครั้ง เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ผู้ป่วยได้รับการประเมินระดับของอาการปวด ค่าเฉลี่ยของระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง ระดับก้นของอาการปวด และองศาการเคลื่อนไหวของคอและข้อไหล่ ก่อนการรักษา หลังการรักษาทันที และหนึ่งวันหลังการรักษาค้างสุดท้าย ประเมินผลก่อนและหลังการรักษาภายในกลุ่มด้วยสถิติ paired samples t-test ประเมินผลความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ ANCOVA โดยใช้ค่า pre-test เป็นตัวแปรร่วมในการศึกษา

**ผลการศึกษา:** พบว่าระดับอาการปวด ค่าเฉลี่ยของระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง ระดับก้นของอาการปวด และองศาการเคลื่อนไหวของคอและข้อไหล่ ทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ( $p < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

**สรุปผลการศึกษา:** การรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัดร่วมกับวิธีแอกทีฟ รีลีส แบบดัดแปลงมีผลทันทีและผลระยะสั้นในการลดอาการปวดและเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของคอและข้อไหล่ในผู้ป่วยที่มีภาวะสะบักจมได้

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 134-145. Doi: 10.14456/jams.2016.5

**คำรหัส:** กลุ่มอาการสะบักจม แอกทีฟ รีลีส เทคนิคแบบดัดแปลง

## บทนำ

กลุ่มอาการสะบักจม (scapulocostal syndrome) เป็นกลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อรอบๆ กระดูกสะบัก คอ และบริเวณข้อไหล่ พบมากถึงร้อยละ 24.76 จัดอยู่ในกลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและพังผืด (myofascial pain syndrome) ลักษณะเด่นของกลุ่มอาการคือ พบจุดกดเจ็บไก (trigger point) ภายในกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวคอ ไหล่และสะบัก<sup>1,2</sup> และมีอาการปวดแผ่ร้าว (referred pain) ไปยังบริเวณใกล้เคียงได้ พยาธิกำเนิดที่แท้จริงของกลุ่มอาการสะบักจมยังไม่สามารถสรุปได้ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการเกิดจุดกดเจ็บไกอธิบายได้ตั้งแต่ระดับชีวโมเลกุลจนถึงระดับมหภาค ซึ่งมีความซับซ้อนมาก อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาสามารถสรุปสาเหตุที่เป็นไปได้ของกลุ่มอาการสะบักจมมีดังนี้ ความผิดปกติของตำแหน่งกระดูกสะบักและโครงอกทางด้านหลัง<sup>3,4</sup> ท่าทางในการทำงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ การใช้กล้ามเนื้อ

ทำงานในท่าทางใดท่าทางหนึ่งเป็นระยะเวลานานๆ และขาดการออกกำลังกาย<sup>6</sup>

เนื่องจากสาเหตุและกลไกการเกิดโรคที่ไม่ชัดเจน จึงทำให้เกิดความซับซ้อนของกลุ่มอาการ และข้อจำกัดในการตรวจวินิจฉัยว่าโครงสร้างใดที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดกลุ่มอาการสะบักจม จึงมีความหลากหลายของวิธีรักษา อย่างไรก็ตาม จุดประสงค์หลักของการรักษาผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจมคือลดอาการปวด และเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของกระดูกสะบัก คอและข้อไหล่<sup>7</sup> ปัจจุบันการรักษากลุ่มอาการสะบักจมแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ การรักษาโดยการผ่าตัด และไม่ผ่าตัด การรักษาโดยไม่ผ่าตัดสามารถแบ่งเป็น การรักษาโดยใช้ยา ได้แก่ ยา กลุ่มลดปวดและต้านการอักเสบ และการรักษาโดยไม่ใช้ยา ได้แก่ การรักษาทางกายภาพบำบัด การรักษาโดยแพทย์ทางเลือก เช่น การนวดแผนไทย การฝึกสมาธิ การฝึกโยคะ หรือการออกกำลังกาย

ชนิดอื่น ๆ<sup>2,8</sup>

หัตถบำบัด (manual therapy) เป็นหนึ่งในหลายวิธีของการรักษาทางกายภาพบำบัดที่นิยมใช้รักษาอาการสะบักจม การคิดค้นวิธีการทางหัตถบำบัดชนิดใหม่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพราะสาเหตุการเกิดพยาธิสภาพยังไม่แน่ชัด ตำแหน่งของรอยโรคมีความหลากหลาย และการตอบสนองต่อวิธีการรักษาที่แตกต่างกันในผู้ป่วย การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาวิธีการทางหัตถบำบัดเรียกว่า แอคทีฟ รีลีซ แบบดัดแปลง (modified active release technique: mART) อาศัยพื้นฐานจากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาได้ชี้ประเด็นว่าการรักษาจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อไม่ควรให้กล้ามเนื้อมัดที่มีจุดกดเจ็บถูกแรงกระทำบวกรวม หรือมีการออกแรงหดตัวมากเกินไป เพราะอาจเกิดอาการระบมและปวดมากขึ้นได้ mART คือ การออกแรงกระทำผสมผสานระหว่างแรงดึง แรงกดอัด และแรงเฉือนรอบๆ จุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อมัดหลัก (agonist) ที่มีจุดกดเจ็บไปรวมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อตรงกันข้าม (antagonist) ของกล้ามเนื้อมัดนั้น โดยอาศัยกลไกทางประสาทสรีรวิทยา คือ reciprocal inhibition เพื่อให้กล้ามเนื้อมัดหลักเกิดการคลายตัว ซึ่งเป็นการเสริมผลของการรักษา การพัฒนาเทคนิค mART มีความคล้ายคลึงกับเทคนิคแอคทีฟ รีลีซ (active release technique: ART) ซึ่งเป็นเทคนิคที่คิดค้นและนำมาใช้ในผู้ป่วยที่มีจุดกดเจ็บกล้ามเนื้อเรื้อรังจนมีสภาพเป็นพังผืด<sup>10</sup> วิธีการ ART สามารถชะลอ หรือลดการเกิดพังผืดที่เกิดขึ้นบริเวณกล้ามเนื้อและเอ็นข้อต่อได้ อย่างไรก็ตาม มีรายงานผลข้างเคียงของเทคนิค ART ว่า อาจทำให้ผู้ป่วยระบมหรือมีอาการปวดขึ้นได้เพราะแรงกระทำนั้นลงโดยตรงที่จุดกดเจ็บ<sup>11,12</sup> จึงเป็นที่มาของแนวคิดในการพัฒนาเทคนิคและการศึกษาผลทันทีและผลระยะสั้น (3 สัปดาห์) ของการรักษาด้วยวิธี mART ต่ออาการปวด และองศาการเคลื่อนไหวของคอและข้อไหล่ ในผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจม ซึ่งคาดว่าจะมีผลในการลดปวด เพิ่มองศาการเคลื่อนไหวได้ และไม่ทำให้เกิดการระบมติดตามมาเหมือนการกดลงที่จุดกดเจ็บโดยตรง

## วัสดุและวิธีการศึกษา

### 1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นกลุ่มอาการสะบักจมโดยแพทย์ออร์โธปิดิกส์ จำนวน 52 ราย เพศชายจำนวน 5 ราย และเพศหญิงจำนวน 47 ราย อายุระหว่าง 20-50 ปี ทั้งหมดเป็นผู้ป่วยนอกที่เข้ารับการรักษาทางกายภาพบำบัดที่หน่วยงานกายภาพบำบัด โรงพยาบาลชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ โดยเกณฑ์คัดเข้าคือ มีกลุ่มอาการสะบักจมเป็นระยะเวลามากกว่า 12 สัปดาห์ ระดับอาการปวดขณะพัก (visual analog scale; VAS) มีค่าระหว่าง 5-7 พบจุดกดเจ็บที่บริเวณกล้ามเนื้อรอบๆ สะบัก

เช่น กล้ามเนื้อ upper trapezius, levator scapulae, rhomboid, subscapularis และ teres major ไม่มีประวัติการบาดเจ็บ เช่น รากประสาทคอ เอ็นหมุนหัวไหล่อักเสบ ข้อไหล่เสื่อม และข้อไหล่ติด การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างได้จากการศึกษาวิจัยของ Butttagat และคณะ<sup>2</sup> โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรหลักที่วัดประกอบด้วย ระดับอาการปวดในที่นี้เท่ากับ 4.3 ระดับความแตกต่างที่น้อยที่สุดที่ยอมรับได้ว่ามีนัยสำคัญทางคลินิกของระดับอาการปวดในที่นี้เท่ากับ 1.7 และค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดที่ baseline และ follow up ในที่นี้เท่ากับ 0.5 ทั้งนี้การคำนวณทางสถิติอ้างอิงจากการศึกษาของ Born และคณะ<sup>13</sup> ได้จำนวนอาสาสมัคร 46 ราย และมีการเพิ่มจำนวนอาสาสมัครเพื่อชดเชยการ drop out 10% รวมได้อาสาสมัครจำนวนทั้งสิ้น 52 ราย ผู้ป่วยที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าต้องลงนามในใบยินยอม การเข้าร่วมโครงการวิจัย และโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาของ คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นหมายเลข HE 572195

### 2. วิธีการศึกษา

เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่ม (randomized controlled trial) ผู้ป่วยได้รับการจับสลากแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มทดลอง (experimental group) และกลุ่มควบคุม (control group) สุ่มตัวอย่างเป็นชั้น (stratified randomization) โดยใช้อายุเป็นเกณฑ์ในการแบ่งชั้น (ชั้นที่ 1 = 20-29 ปี ชั้นที่ 2 = 30-39 ปี และชั้นที่ 3 = 40-50 ปี) แต่ละชั้นทำบัญชีกลุ่มย่อย (block randomization) ที่มีขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 4 คน (block sizes 4) เพื่อให้คุณสมบัติพื้นฐานของผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มมีความใกล้เคียงกัน (Figure 1)

ผู้ป่วยกลุ่มควบคุมได้รับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัด (แผ่นประคบร้อนและคลื่นเหนือเสียง) ร่วมกับหัตถบำบัดชนิดหลอก (sham therapy) ส่วนผู้ป่วยกลุ่มทดลองได้รับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัดเช่นเดียวกับกลุ่มควบคุมร่วมกับการรักษาด้วยวิธีแอคทีฟ รีลีซ แบบดัดแปลง โดยนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ 6 ปี จำนวนครั้งในการรักษาของทั้งสองกลุ่ม คือ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ตัวแปรที่ใช้ประเมินประสิทธิผลการรักษา ได้แก่ ระดับอาการปวดปัจจุบัน ค่าเฉลี่ยของระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง ระดับกันของอาการปวด และองศาการเคลื่อนไหวของคอและข้อไหล่ โดยมีการตรวจประเมินก่อนและหลังการรักษาครั้งแรก และหนึ่งวันหลังการรักษาครั้งสุดท้าย โดยผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ทางคลินิก 5 ปี และเป็นคนละคนกับผู้ให้การรักษา จึงถือว่าเป็นการปิดบังเงื่อนไขของโปรแกรมการรักษา (blinding the outcome assessor) โดยประเมินความเที่ยงของผู้วัดเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ทั้งหมดได้ค่าความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับที่ดีเยี่ยม (ICC = 0.84 ถึง 0.99) รายละเอียดการรักษาในแต่ละกลุ่มมีดังต่อไปนี้

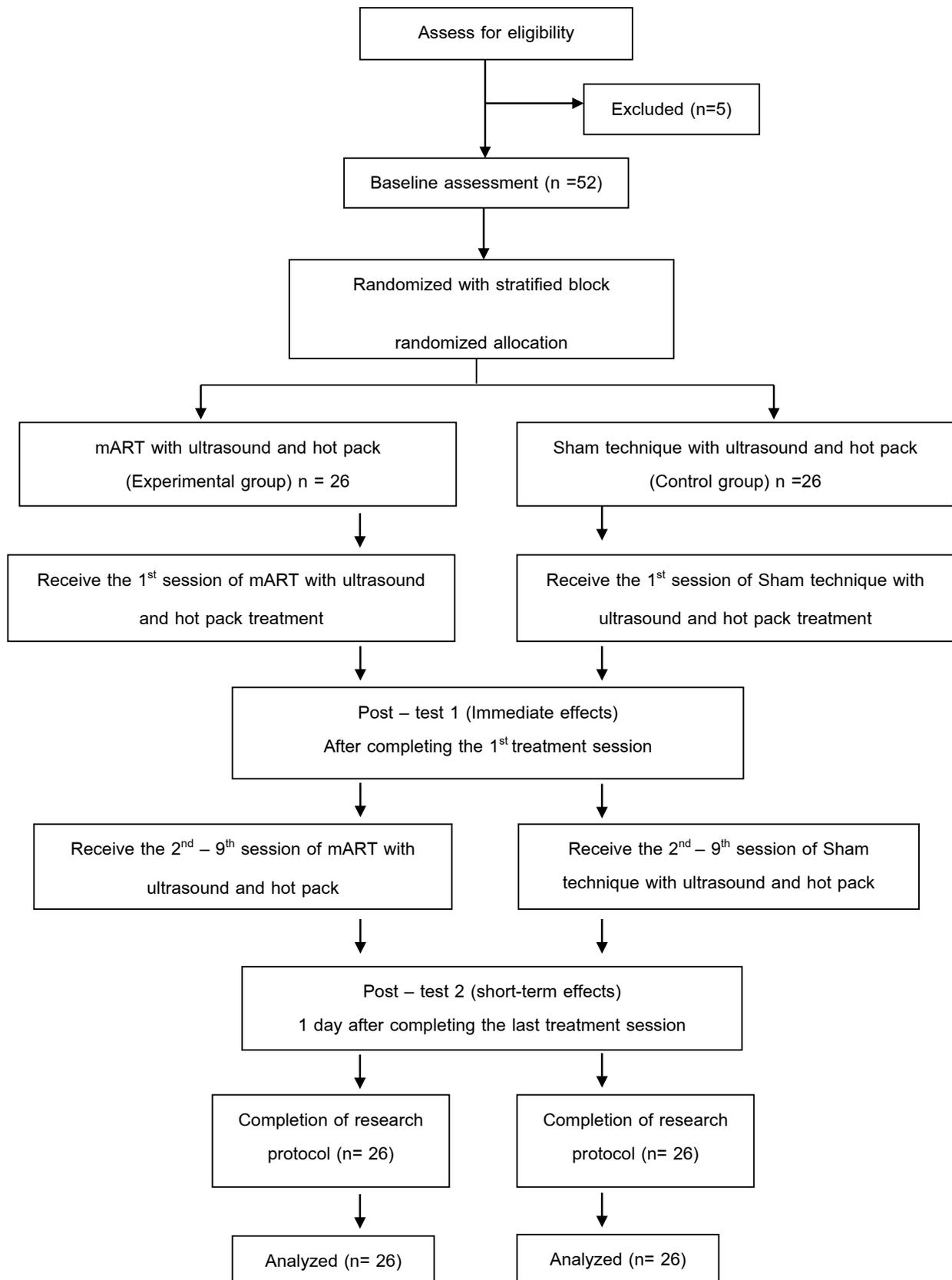


Figure 1 Participants flow chart

## 2.1 กลุ่มควบคุม

กลุ่มควบคุมได้รับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัด ได้แก่ แผ่นประคบร้อน (hot pack) ที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (วัดจากแผ่นประคบร้อน) เป็นเวลา 15 นาที วางบริเวณกระดูกสะบักและหัวไหล่ ส่วนคลีนเนื้อเสียงใช้ความถี่ 1 เมกะเฮิรตซ์ และความเข้ม 1 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 10 นาที รอบกระดูกสะบักและสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อ upper trapezius, levator scapulae, rhomboid, subscapularis และ teres major (Figure 2) ร่วมกับหัตถบำบัดชนิดหลอก (sham therapy)



Figure 2 Usual care of physical therapy (hot pack and ultrasound).

โดยใช้มือทั้งสองข้างวางลงบริเวณกระดูกสะบักผ่านเสื้อผ้าของผู้ป่วยโดยไม่มีการเคลื่อนไหวและออกแรงกระทำแต่ประการใด (Figure 3) เป็นเวลา 10 นาที รวมเวลาในการรักษา 35 นาที ตามลำดับ



Figure 3 Sham technique.

## 2.2 กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลองได้รับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัด เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม เป็นเวลารวม 25 นาที ร่วมกับการรักษาด้วยวิธี mART โดยวิธีดังกล่าวทำโดยให้ผู้ป่วยมีเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อด้านตรงข้าม (antagonist) ของกล้ามเนื้อที่มีจุดกดเจ็บโก สลับกับการรักษาด้วยหัตถบำบัด กล่าวคือ เมื่อผู้ป่วยมีจุดกดเจ็บโกบริเวณกล้ามเนื้อ upper trapezius และ levator scapulae ให้ผู้ป่วยเคลื่อนไหวในท่าดึงกระดูกสะบักไปทางด้านล่าง (scapular depression) เพื่อให้มีการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่ม lower trapezius และ pectoralis ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อด้านตรงข้าม หากผู้ป่วยมีจุดกดเจ็บโกบริเวณกล้ามเนื้อกลุ่ม subscapularis และ teres major ให้ผู้ป่วยเคลื่อนไหวข้อไหล่ในท่าหมุนหัวไหล่ออกด้านนอก (external rotation) เพื่อให้มีการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่ม teres minor และ infraspinatus ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อด้านตรงข้าม และเมื่อผู้ป่วยมีจุดกดเจ็บโกบริเวณกล้ามเนื้อกลุ่ม rhomboid ให้ผู้ป่วยเคลื่อนไหวข้อไหล่ในท่าดึงกระดูกสะบักไปทางด้านหน้า (scapular protraction) เพื่อให้มีการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่ม pectoralis ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อด้านตรงข้าม ทั้งนี้ การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อด้านตรงข้ามทุกลักษณะทำร่วมกับแรงต้านเล็กน้อย 5 ครั้ง สลับกับการรักษาด้วยหัตถบำบัดเพื่อคลายกล้ามเนื้อบริเวณรอบจุดกดเจ็บโก เป็นเวลา 10 นาที (Figure 4) รวมเวลาที่ใช้ในการรักษาทั้งหมด 35 นาที ตามลำดับ เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม



Figure 4 Modified active release technique (mART).

### 3. ตัวแปรการศึกษา

#### 3.1 การประเมินระดับอาการปวดในขณะนั้น (Current pain intensity)

ประเมินด้วย visual analogue scales (VAS) โดยใช้เส้นตรงยาว 10 เซนติเมตร ให้ปลายข้างหนึ่งแทนค่าด้วยเลข 0 หมายถึง ไม่ปวด ปลายอีกข้างหนึ่งแทนค่าด้วยเลข 10 หมายถึง ปวดรุนแรงมากที่สุด วิธีการประเมินกระทำโดยผู้ป่วยขีดเครื่องหมายบนเส้นตรง เพื่อแสดงระดับอาการปวด จากนั้นนำค่าที่ได้มาวัดเป็นเซนติเมตร เพื่อแทนค่าความปวด เพื่อให้คะแนนความปวด (pain score) เป็น 0-10 คะแนน โดยวัดก่อนการรักษา หลังการรักษาทันที และหนึ่งวันหลังการรักษาครั้งสุดท้าย วัดสองครั้งและนำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ผลการศึกษาในอดีตพบว่ามีความเที่ยงในระดับดีมาก กล่าวคือ (Intraclass Correlation Coefficient, ICC) เท่ากับ 0.97-0.9914

#### 3.2 การประเมินค่าเฉลี่ยระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง (Average intensity of pain within 24 hours)

การประเมินค่าเฉลี่ยของระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง ของวันก่อนการรักษา และหนึ่งวันหลังการรักษาครั้งสุดท้าย เป็นการวัดโดยใช้เส้นตรงยาว 10 เซนติเมตร เป็นการประเมินรูปแบบเดียวกับ VAS โดยผู้ป่วยจะได้รับคำถามระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมงที่ผ่านมา ประเมินตัวแปรนี้ก่อนการทดลองในวันแรก และประเมินอีกครั้ง 1 วัน หลังการรักษาไปแล้ว 3 สัปดาห์

#### 3.3 การประเมินระดับกั้นของอาการปวด

ประเมินด้วยเครื่องมือ Pressure algometer เป็นการประเมินระดับกั้นของอาการปวด (pain threshold) โดยกดเครื่องมือลงบริเวณจุดกดเจ็บไขว้ของกล้ามเนื้ออย่างช้าๆ และหยุดเมื่อผู้ถูกวัดให้สัญญาณว่าเริ่มมีอาการปวด หรือรู้สึกไม่สบายโดยพูดว่าปวด (ผู้ป่วยแต่ละรายได้รับการบันทึกตำแหน่งของจุดกดเจ็บไขว้ผ่านแผ่นพลาสติกใส เพื่อลดอัตราความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งของการวัดซ้ำ) โดยวัดก่อนการรักษา หลังการรักษาทันที และหนึ่งวันหลังการรักษาครั้งสุดท้าย (วัดสองครั้งและนำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ผล) ผลการศึกษาในอดีตพบว่ามีความเที่ยงในระดับดีมาก กล่าวคือ Intraclass correlation coefficient (ICC) เท่ากับ 0.94-0.9715

#### 3.4 การประเมินองศาการเคลื่อนไหวของข้อไหล่

ประเมินองศาการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ด้วยเครื่องมือโกนิโอมิเตอร์แบบมาตรฐาน (standard goniometer) โดยการวัดองศาในทิศทางต่อไปนี้เป็นคือ องศาการงอข้อไหล่ (shoulder flexion) และองศาการกางข้อไหล่ (shoulder abduction) เหตุผลในการเลือกประเมินองศาการเคลื่อนไหวข้อไหล่ในสองทิศทางเท่านั้น เนื่องจากเป็นการเคลื่อนไหวที่มีความสัมพันธ์กับระนาบการเคลื่อนไหวของกระดูกสะบัก วิธีการวัดองศา

การงอข้อไหล่กระทำในท่านอนหงาย จุดอ้างอิงในการวางแกนของโกนิโอมิเตอร์และการวางตำแหน่งแขนทั้งสองของโกนิโอมิเตอร์อ้างอิงจากการวาง stationary arm ขนานลำตัว และ movable arm วางบริเวณ lateral epicondyle ของกระดูกต้นแขน ใช้ข้อไหล่ด้านข้างเป็นจุดหมุน วิธีการวัดองศาการกางข้อไหล่กระทำในท่านอนหงาย จุดอ้างอิงในการวางแกนของโกนิโอมิเตอร์และการวางตำแหน่งแขนทั้งสองของโกนิโอมิเตอร์อ้างอิงจาก stationary arm วางขนานลำตัว ส่วน movable arm วางตามแนวของกระดูกต้นแขน ใช้ข้อไหล่ด้านหน้าเป็นจุดหมุน จุดสิ้นสุดขององศาที่ต้องการวัดคือผู้ป่วยสามารถเคลื่อนไหวข้อไหล่ได้เองโดยไม่มีอาการปวด โดยวัดก่อนการรักษา หลังการรักษาทันที และหนึ่งวันหลังการรักษาครั้งสุดท้าย (วัดสองครั้ง และนำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ผล) การศึกษาในอดีตพบว่ามีความเที่ยงในระดับดีมาก กล่าวคือ Intraclass correlation coefficient (ICC) เท่ากับ 0.84-0.8916

#### 3.5 การประเมินองศาการเคลื่อนไหวของคอ

ประเมินด้วยเครื่องมือ inclinometer ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อด้วยหลักการของความเอียงตามแรงโน้มถ่วง การวัดประกอบด้วย การก้มคอ (neck flexion) เงยคอ (neck extension) การเอียงคอไปทางด้านข้าง (neck lateral flexion) และการหมุนคอ (neck rotation) วิธีการประเมินองศาของการก้มและเงยคอกระทำในท่านั่ง ผู้วัดวาง inclinometer ที่บริเวณกึ่งกลางของศีรษะของผู้ถูกวัดในระนาบข้าง (sagittal plane) ส่วนการประเมินองศาการเอียงคอไปทางด้านข้างกระทำในท่านั่งเช่นกัน แต่ผู้วัดวาง inclinometer ที่บริเวณกึ่งกลางศีรษะของผู้ป่วยในระนาบแบ่งหน้าหลัง (coronal plane) และการประเมินองศาการหมุนคอกระทำในท่านอนหงาย ผู้วัดวาง inclinometer บริเวณหน้าผากในระนาบตัดขวาง (transverse plane) จุดสิ้นสุดขององศาที่ต้องการวัดคือผู้ป่วยสามารถเคลื่อนไหวข้อต่อได้เองโดยไม่มีอาการปวด โดยวัดก่อนการรักษา หลังการรักษาทันที และหนึ่งวันหลังการรักษาครั้งสุดท้าย (วัดสองครั้งและนำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ผล) การศึกษาในอดีตพบว่ามีความเที่ยงในระดับดีมาก กล่าวคือ Intraclass correlation coefficient (ICC) เท่ากับ 0.84-0.9217 การประเมินตัวแปรเรียงลำดับจาก การประเมินระดับอาการปวดในขณะนั้น การประเมินค่าเฉลี่ยระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง การประเมินระดับกั้นของอาการปวด การประเมินองศาการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ และการประเมินองศาการเคลื่อนไหวของคอตามลำดับ โดยไม่มีการสุ่ม

## การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ paired samples t-test เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนการรักษา หลังการรักษาครั้งแรก และหนึ่งวันหลังการรักษาครั้งสุดท้ายภายในกลุ่มใช้ Analysis of covariance (ANCOVA) เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนการรักษา หลังการรักษาครั้งแรก และหนึ่งวันหลังการรักษาครั้งสุดท้ายระหว่างกลุ่ม โดยใช้ค่า pre-test เป็นตัวแปรร่วมในการศึกษา และใช้ระดับนัยสำคัญ  $\alpha=0.05$  วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS 17.0 (SPSS Inc. Released 2008. SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago: SPSS Inc.)

## ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีผู้ป่วยทั้งหมด 52 ราย (ผ่านการยินยอมการเป็นอาสาสมัครทั้งสิ้น 57 ราย ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า 5 ราย เนื่องจาก มีระยะเวลาปวดสะบักไม่ถึง 12 สัปดาห์ มีประวัติการบาดเจ็บได้แก่ รากประสาทคอ และ ข้อไหล่ติด) แบ่งเป็นกลุ่มละ 26 ราย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในแต่ละกลุ่มพบว่าส่วนใหญ่ทั้งสองกลุ่มมีข้อมูลพื้นฐานที่ใกล้เคียงกัน (Table 1)

**Table 1** Demographic data (Mean±SD unless noted).

Characteristics	Exp (n=26)	Con (n=26)	p-value
<b>Demographic data</b>			
Gender (male: female)	3:23	2:24	
Age (year) <sup>a</sup>	35.7±8.1	36.2±7.4	0.886
Weight(kg) <sup>a</sup>	58.3±9.2	56.9±6.5	0.530
Height (cm) <sup>a</sup>	158.3±6.7	158±7.4	0.876
Body mass index <sup>a</sup>	22.9±3.3	23.1±2.7	0.756
<b>Occupation (n)</b>			
Dentist	2	1	
Nurse	6	7	
Physiotherapist	1	-	
Office worker	14	15	
Other	3	3	
<b>Causes of scapular pain (n)</b>			
Do not know or cannot remember	2	3	
Carrying heavy objects	6	4	
Prolonged sitting with hand forward reaching	16	17	
Other	2	2	
<b>Affected muscles (n)</b>			
Rhomboid group	13	11	
Levator scapulae muscle	7	8	
Upper trapezius	6	7	
Current Severity of scapular pain: by pain scale <sup>a</sup>	6.08±0.65	6.01±0.7	0.781
Duration of scapular pain episode (week) <sup>a</sup>	31.±15.42	30.3±14.97	0.677

**Note:** Exp: experimental group, Con: Control group, a: The data are presented in mean and standard deviation. The difference between experimental group and control group were compared using independent sample t-test with the level of different significances at  $p<0.05$

## 1. ระดับอาการปวดในขณะนั้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ paired samples t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างก่อนและหลังการรักษาภายในกลุ่ม พบว่าระดับอาการปวดในทั้งสองกลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) หลังได้รับการรักษาทันที และหลังการรักษา ระยะสั้น (3 สัปดาห์) ( $p < 0.05$ ) (Table 2) และเมื่อวิเคราะห์

ข้อมูลความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ ANCOVA พบว่า ระดับอาการปวดหลังการรักษาทันทีของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน แต่หลังการรักษาระยะสั้นกลุ่มทดลองมีระดับอาการปวดลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (Table 3)

**Table 2** Comparison of outcome measures between baseline, immediate effect, and short term effect in experimental group and control group (paired sampled t-test) (n= 52, Exp=26, Con=26).

Outcome	Group	Baseline	Immediate effect	p-value	Short term effect	p-value
Current pain intensity (VAS)	Exp	6.09 (0.65)	3.92 (0.99)*	0.001*	2.33 (1.19)*	0.001*
	Con	6.01 (0.72)	4.40 (0.80)*	0.001*	3.30 (0.96)*	0.001*
Average intensity of pain within 24 hours	Exp	6.16 (0.69)	N/A	N/A	2.67 (1.54)*	0.001*
	Con	6.07 (0.66)	N/A	N/A	3.60 (1.45)*	0.001*
Pressure pain threshold (PPT)	Exp	1.94 (0.56)	2.29 (0.57)*	0.004*	3.16 (0.83)*	0.001*
	Con	1.81 (0.53)	1.86 (0.39)	0.619	2.10 (0.51)*	0.037*
Shoulder flexion	Exp	168.90 (7.85)	170.78 (8.15)*	0.017*	173.88 (7.45)*	0.001*
	Con	168.17 (6.76)	168.69 (8.33)	0.497	169.38 (5.16)	0.395
Shoulder abduction	Exp	169.15 (8.58)	172.48 (6.59)*	0.001*	175.78 (5.34)*	0.001*
	Con	168.98 (6.54)	169.23 (7.34)	0.801	169.90 (6.24)	0.367
Neck flexion	Exp	58.23 (6.23)	62.50 (7.36)*	0.002*	65.78 (6.91)*	0.001*
	Con	59.19 (5.62)	60.11 (5.45)	0.220	63.42 (6.35)*	0.001*
Neck extension	Exp	55.80 (6.71)	59.19 (7.35)*	0.001*	62.55 (9.15)*	0.007*
	Con	54.16 (8.89)	57.03 (8.24)	0.110	60.11 (9.31)*	0.001*
Neck lateral flexion to left	Exp	38.76 (5.8)	41.80 (5.43)*	0.001*	43.11 (6.72)*	0.001*
	Con	39.19 (6.55)	39.88 (7.38)	0.336	39.92 (7.61)	0.528
Neck lateral flexion to right	Exp	39.11 (6.18)	42.53 (6.75)*	0.001*	44.53 (8.02)*	0.001*
	Con	38.69 (7.42)	40.30 (7.14)	0.117	40.70 (6.84)	0.159
Neck rotation to left	Exp	52.80 (7.49)	55.80 (7.79)*	0.001*	56.61 (6.69)*	0.001*
	Con	53.11 (6.08)	53.96 (6.76)	0.094	52.69 (6.75)	0.687
Neck rotation to right	Exp	51.32 (7.12)	54.44 (7.98)*	0.001*	56.53 (7.69)*	0.002*
	Con	52.19 (5.95)	52.42 (6.24)	0.691	52.37 (6.6)	0.442

**Note:** Exp: Experimental group, Con: Control group, N/A: not available, \* Statistically significant differences from baseline ( $p < 0.05$ )

**Table 3** Comparison of outcome measures between group (experimental group and control group) in baseline, immediate effect, and short term effect (ANCOVA) (n= 52, Exp=26, Con=26).

Outcome	Immediate effect				Short term effect			
	Exp	Con	Difference (95%CI)	p-value	Exp	Con	Difference (95%CI)	p-value
Current pain intensity (VAS) <sup>a</sup>	3.91	4.41	0.49 (-0.11 to 1.00)	0.55	2.33	3.30	0.97* (0.35 to 1.58)	0.030*
Average intensity of pain within 24 hours <sup>a</sup>	N/A	N/A	N/A	N/A	2.65	3.62	0.96* (0.13 to 1.79)	0.024*
Pressure pain threshold (PPT) <sup>b</sup>	2.26	1.89	-0.36* (-0.6 to -0.12)	0.004*	3.14	2.11	-1.03* (-1.425 to -0.64)	0.001*
Shoulder flexion <sup>b</sup>	170.46	169.02	-1.44 (-3.53 to 0.65)	0.174	173.69	169.57	-4.12* (-7.05 to -1.19)	0.007*
Shoulder abduction <sup>b</sup>	172.41	169.29	-3.12* (-5.37 to -0.86)	0.008*	175.74	169.94	-5.79* (-8.27 to -3.32)	0.001*
Neck flexion <sup>b</sup>	62.67	59.93	-2.74* (-5.32 to -0.16)	0.038*	65.98	63.22	-2.75* (-5.20 to -0.30)	0.028*
Neck extension <sup>b</sup>	58.77	57.45	-1.32 (-4.48 to 1.82)	0.402	62.00	60.60	-1.45 (-5.14 to 2.23)	0.432
Neck lateral flexion to left <sup>b</sup>	41.99	39.69	-2.30* (-4.15 to -0.46)	0.015*	43.26	39.76	-3.50* (-6.65 to -0.34)	0.030*
Neck lateral flexion to right <sup>b</sup>	42.37	40.47	-1.89 (-4.36 to 0.57)	0.129	44.38	40.23	-4.14* (-7.2 to -1.08)	0.009*
Neck rotation to left <sup>b</sup>	55.95	53.81	-2.14* (-3.79 to -0.49)	0.012*	56.73	52.57	-4.15* (-6.63 to -1.67)	0.002*
Neck rotation to right <sup>b</sup>	57.84	52.01	-2.83* (-4.95 to -0.70)	0.010*	56.94	52.32	-4.62* (-6.67 to -2.57)	0.001*

**Note:** Exp: Experimental group, Con: Control group, N/A: not available

\*Statistically significant differences from baseline ( $p < 0.05$ )

<sup>a</sup>Experimental group showed greater improvements than control group if the different mean value is positive.

<sup>b</sup>Experimental group showed greater improvements than control group if the different mean value is negative.

## 2. ค่าเฉลี่ยระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ paired samples t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างก่อนและหลังการรักษา ระยะสั้นภายในกลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง ในทั้งสองกลุ่ม มีระดับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ ANCOVA พบว่าหลังการรักษา ระยะสั้น ค่าเฉลี่ยระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง ในกลุ่มทดลองมีค่าลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (Table 3)

## 3. ระดับกันของอาการปวด

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ paired samples t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างก่อนและหลังการรักษาภายในกลุ่ม พบว่ามีเพียงระดับกันของอาการปวดในกลุ่มทดลองเท่านั้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) หลังการรักษาทันที ส่วนหลังการรักษาระยะสั้นพบว่าทั้งสองกลุ่มมีระดับกันของอาการปวดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (Table 2) และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ ANCOVA พบว่าระดับกันของอาการปวด หลังการรักษาทันทีและหลังการรักษาระยะสั้นของกลุ่มทดลองเพิ่ม

มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (Table 3)

## 4. องศาการเคลื่อนไหวของข้อไหล่

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ paired samples t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างก่อนและหลังการรักษา ภายในกลุ่ม พบว่ามีเพียงองศาการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ของกลุ่มทดลอง ทั้งในท่าข้อไหล่และทางข้อไหล่เท่านั้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ทั้งหลังการรักษาทันทีและหลังการรักษาระยะสั้น (Table 2) ในขณะที่วิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ ANCOVA พบว่า หลังการรักษาทันทีกลุ่มทดลอง องศาการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ในท่าทางข้อไหล่มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม และหลังการรักษาระยะสั้น กลุ่มทดลองมีองศาการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ในท่าข้อไหล่และทางข้อไหล่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (Table 3)

## 5. องศาการเคลื่อนไหวของคอ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ paired samples t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างก่อนและหลังการรักษาภายในกลุ่ม พบว่า องศาการเคลื่อนไหวของคอของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้น

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในทุกทิศทางหลังการรักษาทันที และหลังการรักษาระยะสั้น ส่วนกลุ่มควบคุมพบองศาการเคลื่อนไหวที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในท่าก้มคอ (neck flexion) และเงยคอ (neck extension) หลังการรักษาระยะสั้นเท่านั้น (Table 2) และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ ANCOVA พบว่าหลังการรักษาทันทีกลุ่มทดลองมีองศาการเคลื่อนไหวของคอเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในท่าก้มคอ (neck flexion) เอียงคอซ้าย (neck lateral flexion to left) หมุนคอซ้าย (neck rotation to left) และหมุนคอขวา (neck rotation to right) หลังการรักษาระยะสั้น กลุ่มทดลองมีองศาการเคลื่อนไหวของคอที่เพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในทุกทิศทางยกเว้นท่าเงยคอ (Table 3)

## วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาพบว่าการรักษาด้วยวิธี mART ร่วมกับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัด เปรียบเทียบกับหัตถบำบัดชนิดหลอกร่วมกับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัดในผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจม สามารถลดระดับอาการปวด ค่าเฉลี่ยของอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง เพิ่มระดับกั้นของอาการปวดและเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของคอและองศาการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ ( $p < 0.05$ ) หลังการรักษาทันทีและหลังการรักษาระยะสั้นเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม ส่วนการเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มพบว่า กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยวิธี mART มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่กล่าวมาดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (Table 2 และ 3) ผลการศึกษาคั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Butttagat และคณะ<sup>2</sup> ซึ่งเป็นการศึกษาผลของการนวดไทยต่ออาการปวด ความตึงตัวของกล้ามเนื้อ และระดับความวิตกกังวลในผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจม ความคล้ายคลึงของการศึกษาทั้งสองได้แก่ ลักษณะระเบียบวิธีการวิจัย ความถี่ในการรักษา ระยะเวลาในการรักษา และตัวแปรที่ใช้ในการประเมินผลการรักษา ส่วนประเด็นที่แตกต่างได้แก่ ลักษณะของแรงกระทำของวิธีการ โดยการศึกษาของ Butttagat และคณะ ใช้การนวดแผนไทยซึ่งมีลักษณะเด่นคือ กดค้าง เน้น หน่วง นิ่งบริเวณจุดกดเจ็บไก ในขณะที่ mART ใช้การผสมผสานแรงดึง แรงกดอัด และแรงเฉือนกระทำพร้อมๆ กันรอบจุดกดเจ็บไกในลักษณะแรงกระทำซ้ำเป็นรอบ (cyclic loading) สลับกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อตรงกันข้ามทันที นอกจากนี้ การศึกษาคั้งนี้มีไว้วัดผลประเมินด้านระดับความผิดปกติทางอารมณ์ เช่น ภาวะวิตกกังวลหรือภาวะซึมเศร้าเป็นต้น อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาออกมาสอดคล้องกันในด้าน การลดปวด แม้ว่าการศึกษาครั้งนี้มิได้ศึกษาถึงกลไกที่ทำให้เกิดผลการรักษาโดยตรง แต่สามารถอ้างอิงถึงกลไกที่

อาจเป็นไปได้โดยทำการวิพากษ์เป็นประเด็นดังต่อไปนี้

### 1. ผลของ mART ในการลดปวด

ระดับอาการปวด ค่าเฉลี่ยระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมง ที่ลดลงและระดับกั้นของอาการปวดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มสามารถอธิบายแยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับประสาทสรีรวิทยา สรีรวิทยาระบบไหลเวียนเลือดและชีวกลศาสตร์ ได้ดังนี้ ในด้านประสาทสรีรวิทยา อาจอธิบายจากทฤษฎีที่นิยมใช้อ้างอิง เช่น ทฤษฎีควบคุมประตู (gate control theory) เชื่อว่าแรงกระทำต่อกล้ามเนื้อเป็นการกระตุ้นผ่านใยประสาทขนาดใหญ่ ซึ่งยับยั้งการนำพลังประสาทความเจ็บปวดที่ไปยังศูนย์ควบคุมสมองได้ อาจเป็นเหตุผลอีกประการหนึ่งที่อธิบายว่า เพราะเหตุใดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอาการปวดที่กล่าวมาเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นในกลุ่มที่ได้รับหัตถบำบัดชนิดหลอกรวมกับการปวดลดลงเช่นกัน เนื่องจากการวางมือสัมผัสบนผิวหนังผู้ป่วยเปรียบได้กับการกระตุ้นใยประสาทขนาดใหญ่ที่ทำให้อาการปวดลดลงได้<sup>18</sup> การใช้หัตถบำบัดอาจส่งผลเพิ่มระดับสารส่งผ่านประสาทบางชนิด เช่น serotonin หรือการหลั่งสารกลุ่มโอปิออยด์ภายในร่างกาย (endogenous opioid) เช่น endorphin ซึ่งสามารถทุเลาอาการปวดได้เช่นกัน<sup>20</sup> อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของการศึกษานี้มิได้ติดตามกลไกในระดับชีวโมเลกุล ประเด็นที่น่าสนใจของ mART อีกประการหนึ่งคือ การสลับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อตรงข้าม (antagonist) ที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อหลักที่มีจุดกดเจ็บไก ทฤษฎีที่อ้างถึงคือ การเกิด reciprocal inhibition มาที่กล้ามเนื้อหลัก ส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดภาวะคลายตัวร่วมด้วย จึงอาจเสริมผลกันในการลดระดับอาการปวดและค่าเฉลี่ยระดับอาการปวดภายใน 24 ชั่วโมงและเพิ่มระดับกั้นของอาการปวดได้ ประเด็นที่น่าสนใจคือ การเสริมฤทธิ์ (potentiating effect) ของการรักษาเนื่องจากการให้แผ่นประคบร้อนและคลื่นเหนือเสียงมีผลในการลดปวดหลังการรักษาระยะสั้นได้เช่นกัน

ในด้านสรีรวิทยาระบบไหลเวียนเลือดและชีวกลศาสตร์พบว่า การให้แรงกระทำต่อกล้ามเนื้อที่มีจุดกดเจ็บไกหรือบริเวณรอบๆ ช่วยเพิ่มการไหลเวียนเลือดส่งผลให้เกิดการเคลื่อนย้ายสารเคมีที่กระตุ้นอาการปวดหรือการอักเสบ เช่น substance P, bradykinin หรือ cytokines ชนิดก่ออาการปวดออกจากบริเวณจุดกดเจ็บไก จากการศึกษาพบว่า การเคลื่อนย้ายสารเคมีที่กระตุ้นอาการปวดช่วยลดการกระตุ้นใยประสาทรับความเจ็บปวดบริเวณจุดกดเจ็บไกด้วย<sup>19</sup> และจากหลักการของ Simons และคณะ<sup>20</sup> เชื่อว่า แรงกระทำที่จุดกดเจ็บไกอาจมีผลในการคลายปมการหดตัวของ sarcomere จึงทำให้บริเวณดังกล่าวมีเลือดไหลเวียนเพิ่มขึ้นและมีการผลิตพลังงานช่วย

ในการหดและคลายตัวของใยกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพดีขึ้น ด้วยเหตุนี้อาการปวดจึงลดลง ระดับก้นอาการเจ็บปวดจึงมีค่าเพิ่มขึ้น<sup>20</sup> สำหรับประเด็นนี้ mART มีได้ลงแรงกระทำลงไปตรงจุดกดเจ็บโกโดยตรง ดังนั้นการลงแรงรอบๆ จุดกดเจ็บโก อาจเพิ่มการไหลเวียนเลือดได้จริง แต่สิ่งที่ควรศึกษาต่อไปคือ แม้แรงกระทำมีได้ลงตรงจุดกดเจ็บโกเป็นบริเวณรอบๆ จะสามารถทำให้คลายปมการหดตัวได้หรือไม่

อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยวิธี mART ร่วมกับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัด สามารถลดอาการปวดในระยะสั้นได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีหัตถบำบัดชนิดหลอกร่วมกับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัด แต่เมื่อพิจารณาความแตกต่างของระดับอาการปวดที่มีผลทางคลินิก (clinical significant) ซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1.8 คะแนนจากการวัดด้วย VAS<sup>21</sup> พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันของระดับอาการปวดที่น้อยกว่า 1.8 คะแนน (Table 3) ทั้งนี้ อาจเกิดจากผลการรักษาที่ทั้งสองกลุ่มได้รับการรักษาด้วยแผ่นประคบร้อนและคลื่นเหนือเสียงซึ่งการรักษาทั้งสองชนิดนี้สามารถลดปวดได้เช่นกัน

## 2. ผลของ mART ต่อองศาการเคลื่อนไหวของคอและข้อไหล่

การเพิ่มขึ้นขององศาการเคลื่อนไหวของคอและไหล่อาจอธิบายได้ดังนี้ เมื่อระดับอาการปวดลดลง ระดับก้นอาการปวดเพิ่มขึ้น ทำให้การเคลื่อนไหวของคอและไหล่เกิดขึ้นอย่างสะดวก เพราะการวัดองศาการเคลื่อนไหวดังกล่าวใช้จุดที่เริ่มมีอาการปวดเป็นตัวอ่านค่าองศาการเคลื่อนไหวในแต่ละทิศทาง ยิ่งไปกว่านั้น วิธี mART มีการส่งแรงกระทำในหลายทิศทางลงบนกล้ามเนื้อหลักที่มีจุดกดเจ็บโก ร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อตรงกันข้ามเพื่อให้เกิด reciprocal inhibition มายังกล้ามเนื้อหลัก ทำให้เกิดการคลายตัวของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวคอและกระดูกสะบัก จึงอนุมานได้ว่าเป็นเหตุที่ทำให้องศาการเคลื่อนไหวคอและไหล่เพิ่มมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยวิธี mART ร่วมกับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัด สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของคอและไหล่ได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับหัตถบำบัดชนิดหลอกร่วมกับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัด แต่เมื่อพิจารณาความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวที่มีผลทางคลินิก ซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 องศา<sup>22</sup> พบว่าความแตกต่างขององศาการกางข้อไหล่เท่านั้นที่มีผลทางคลินิก (Table 3) ทั้งนี้ อาจเกิดจากการกางข้อไหล่เป็นการเคลื่อนไหวที่มีความสัมพันธ์กับระนาบการเคลื่อนไหวของกระดูกสะบักมากที่สุด รวมถึงเมื่อระดับอาการปวดที่ลดลง และมีการคลายตัวของกล้ามเนื้อที่

เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวกระดูกสะบักหลังการรักษา จึงอนุมานได้ว่าเป็นเหตุที่ทำให้องศาการเคลื่อนไหวที่เพิ่มขึ้นของการกางข้อไหล่มีผลทางคลินิก เมื่อเปรียบเทียบกับกรเคลื่อนไหวในทิศทางอื่นๆ

## ข้อจำกัดของการศึกษาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การศึกษาในครั้งนี้มีข้อจำกัดในการวางแผนการศึกษาที่ต้องการให้มีจำนวนเท่ากันในกลุ่มผู้ป่วยทั้งสองกลุ่ม จึงทำให้มีผู้ป่วยเพศชายเพียง 5 ราย ทำให้ไม่สามารถนำผลการศึกษาไปใช้กับกลุ่มประชากรเพศชายได้ รวมถึงขณะอยู่ในโปรแกรมการรักษา ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานประจำของผู้ป่วยแต่ละรายได้ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระดับอาการปวดหลังการรักษาได้ เช่น การออกกำลังกายการรักษาท่าทางให้ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ขณะทำงานหรือระดับความเครียดที่เกิดจากการทำงานเป็นต้น ส่วนการศึกษาในอนาคตอาจมีการศึกษาผลระยะยาวของวิธี mART และการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของ mART ระหว่างเพศ ศึกษาผลของ mART เชิงลึกสัมพันธ์กับอาชีพเฉพาะที่มีท่าทางการทำงานที่อาจเสี่ยงต่อการเกิดกลุ่มอาการสะบักจมเช่น ทันตแพทย์ นักกายภาพบำบัด นักกีฬา คนงานในโรงงาน หรือ นักเรียนนักศึกษาทั่วไป นอกจากนี้ อาจศึกษาผลของ mART ร่วมกับการออกกำลังกายเฉพาะในกลุ่มอาการสะบักจมเป็นต้น

## สรุปผลการศึกษา

การรักษาด้วยวิธี mART ร่วมกับการรักษาพื้นฐานทางกายภาพบำบัดเป็นระยะเวลา 35 นาที จำนวน 9 ครั้ง ในระยะเวลา 3 สัปดาห์ สามารถลดระดับอาการปวด การเพิ่มระดับก้นของอาการปวดของจุดกดเจ็บโก และเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของคอและไหล่ในผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจมได้

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ นายแพทย์ณรงค์ศักดิ์ บำรุงถิ่น และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลชัยภูมิทุกท่านที่ให้สนับสนุนการศึกษานี้ ขอขอบคุณคณะเทคนิคการแพทย์และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบคุณผู้ป่วยทุกท่านที่สละเวลาเข้าร่วมการศึกษานี้

1. Eungpinichpong W. Therapeutic Thai massage. Bangkok: Chomromdek Publishing House; 2008.
2. Butttagat V, Eungpinichpong W, Chatchawan U, Arayawichanon P. Therapeutic effects of traditional Thai massage on pain, muscle tension and anxiety in patients with scapulocostal syndrome: a randomized single-blinded pilot study. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16: 57-63.
3. Waldman SD. Pain management. Philadelphia: Saunders; 2007.
4. Williams GR Jr, Shakil M, Klimkiewicz J, Iannotti J. Anatomy of the scapulothoracic articulation. *Clin Orthop Relat Res* 1999; 359: 237-46.
5. Punnett L and Wegman DH. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *J Electromyogr Kinesiol* 2004; 14(1): 13–23.
6. Cohen CA. Scapulocostal syndrome: diagnosis and treatment. *South Med J* 1980; 73(4): 433-4, 437.
7. Fourie LJ. The scapulocostal syndrome. *S Afr Med J* 1991; 79(12): 721-4.
8. Ormandy L. Scapulocostal syndrome. *Va Med Q* 1994; 121:105-8.
9. Simons DG, Travell JG, Simons LS. Travell and Simons' myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Volume 1 upper half of body. 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1999.
10. Leahy PM. Active release techniques soft tissue management system, manual. In: Active Release Techniques. Colorado, CO: LLC 2000.
11. Pajaczkowski JA. Mimicking turf-toe: myofasopathy of the first dorsal interosseous muscle treated with ART®. *J Can Chiropr Assoc* 2003; 47 (1): 28-32.
12. Howitt SD. Lateral epicondylitis: a case study of conservative care utilizing ART® and rehabilitation. *J Can Chiropr Assoc* 2006; 50(3): 182-9.
13. Borm GF, Fransen J, Lemmens WA. A simple sample size formula for analysis of covariance in randomized clinical trials. *J Clin Epidemiol.* 2007; 60(12): 1234-8.
14. Gallagher EJ, Bijur PE, Latimer C, Silver W. Reliability and validity of a visual analog scale for acute abdominal pain in the ED. *Am J Emerg Med* 2002; 20(4): 287-90.
15. Jones DH, Kilgour RD, Comtois AS. Test-retest reliability of pressure pain threshold measurements of the upper limb and torso in young healthy women. *J Pain* 2007; 8(8): 650-6.
16. Riddle DL, Rothstein JM, Lamb RL. Goniometric reliability in a clinical setting. Shoulder measurements. *Phys Ther.* 1987; 67(5): 668-73.
17. Hole DE, Cook JM, Bolton JE. Reliability and concurrent validity of two instruments for measuring cervical range of motion: effects of age and gender. *Man Ther* 1995; 1(1): 36-42.
18. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965; 150: 971–9.
19. Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *Spine J* 2002; 2: 357-371.
20. Simons DG, Hong CZ, Simons LS. Endplate potentials are common to midfiber myofascial trigger points. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81(3): 212-22.
21. Farrar JT, Portenoy RK, Berlin JA, Kinman JL, Strom BL. Defining the clinically important difference in pain outcome measures. *Pain* 2000; 88(3): 287-94.
22. Abbott JH. Mobilization with movement applied to the elbow affects shoulder range of movement in subjects with lateral epicondylagia. *Man Ther* 2001; 6(3): 170-7.

# ผลของการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหว ต่อสมรรถนะทางกายในนักกีฬาเรือยาวชาย

## Effect of dynamic core stability exercise on physical performance in male dragon boat paddlers

■ ณัฐวรรณ สมอคำ<sup>1</sup>     ภัทรพร สิทธิเลิศพิศาล<sup>2\*</sup>  
Natthawat Samokham<sup>1</sup>     Pataraporn Sitilertpisan<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>1</sup>The Graduate School, Division of Sport Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

<sup>2</sup>ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

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

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: patraporn.s@cmu.ac.th)

\* Corresponding author (Email: patraporn.s@cmu.ac.th)

Received January 2016

Accepted as revised January 2016

### Abstract

**Introduction:** Boat paddling requires the stability of trunk for force transmission to extremities effectively. Core muscles stabilizing exercise is an important component and necessary to create exercise program for dragon boat paddlers.

**Objectives:** The purpose of this study was to determine the effects of dynamic core stability exercise on physical performance in male dragon boat paddlers.

**Materials and Methods:** Thirty-fifth male dragon boat paddlers aged  $20.94 \pm 1.65$  years old participated in the study. They were randomly divided into two groups; the control group was received regular training program while the experimental group was added dynamic core stability exercise for 8 weeks. Both groups were tested the speed of paddling using single paddler for distance 330 meters and the ability of trunk endurance muscles before and after training in 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks. The ability of paddling and ability of trunk endurance muscles before and after training in 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks between experimental and control groups were analyzed using two way repeated measures analysis of variance (ANOVA) (3 times x 2 groups) and post-hoc test using bonferroni at  $p < 0.05$ .

**Results:** The experimental group, with dynamic core stability exercise had significantly increased speed of paddling and significantly higher trunk muscle endurance (trunk flexor, extensor and lateral flexor muscles) than control after training at 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The present study demonstrated that dynamic core stability exercise increased trunk muscles endurance result in better trunk control during paddling and improved performance of paddling. Thus, dynamic core stability training program could be suggest for improving the physical performance in dragon boat paddlers effectively.

*Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 146-154. Doi: 10.14456/jams.2016.4*

**Keywords:** Dragon boat paddler; dynamic core stability exercise; physical performance.

## บทคัดย่อ

**บทนำ:** การพายเรืออาศัยความมั่นคงของลำตัวขณะเคลื่อนไหวเพื่อส่งแรงไปยังรยางค์ส่วนปลายอย่างมีประสิทธิภาพ การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวจึงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับโปรแกรมการออกกำลังกายในนักกีฬาเรือพาย

**วัตถุประสงค์:** เพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหวต่อสมรรถนะทางกายในนักกีฬาเรือยาวชาย

**วัสดุและวิธีการศึกษา:** กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเรือยาวชาย จำนวน 35 คน อายุเฉลี่ย  $20.94 \pm 1.65$  ปี สุ่มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมฝึกซ้อมตามโปรแกรมฝึกซ้อมพายเรือตามปกติ และกลุ่มทดลองได้รับการฝึกโปรแกรมเสริมสร้างกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพิ่มเติมจากการฝึกพายเรือตามปกติ โดยมีระยะเวลาการฝึกนาน 8 สัปดาห์ ทดสอบความสามารถในการพายเรือโดยพายเรือเดี่ยว 330 เมตรและทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการพายเรือและความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัวก่อนและหลังการฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ Two way repeated measures analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบภายในและระหว่างกลุ่ม (3 ช่วงเวลา x 2 กลุ่ม) และใช้ bonferroni post-hoc ในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคู่ที่  $p < 0.05$

**ผลการศึกษา:** กลุ่มทดลองมีความสามารถเพิ่มความเร็วในการพายเรือ และความทนทานของกล้ามเนื้อของลำตัว เหยียดลำตัว และกล้ามเนื้อลำตัวด้านข้างมากกว่ากลุ่มควบคุมหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

**สรุปผลการศึกษา:** การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวช่วยเพิ่มความสามารถในการควบคุมความมั่นคงลำตัว และเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้เคลื่อนไหวออกแรงแขนขณะพายเรือได้ดีขึ้น สะท้อนให้เห็นการเพิ่มสมรรถนะของการพายเรือ ดังนั้น รูปแบบการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหวจึงสามารถนำไปใช้สำหรับการฝึกนักกีฬาพายเรือยาวเพื่อเพิ่มสมรรถนะทางกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 146-154. Doi: 10.14456/jams.2016.4

**คำรหัส:** นักกีฬาเรือพาย การออกกำลังกายแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหว สมรรถนะทางกาย

## บทนำ

กีฬาเรือพายเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายอยู่ในขณะนี้ทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในทวีปเอเชีย กีฬาเรือพายสามารถแบ่งชนิดของการแข่งขันได้อีกหลายประเภท ได้แก่ เรือคายัค เรือแคนู เรือกรรเชียง และเรือยาว กีฬาพายเรือยาวเป็นกีฬาประเภททีม ประกอบด้วยฝีพาย 10-20 คน นายท้าย 1 คน และคนตีกลองอีก 1 คน รวมเรือทั้งลำมีจำนวนคนทั้งหมด 12-22 คน<sup>1</sup> การแข่งขันมีหลายระดับทั้งในระดับนานาชาติ ระดับภูมิภาคต่างๆ รวมถึงการจัดการแข่งขันภายในองค์กรต่างๆ<sup>2</sup>

การพายเรือที่มีประสิทธิภาพและป้องกันการบาดเจ็บของร่างกายต้องใช้ทักษะต่างๆ โดยเน้นไปที่ลำตัว หลังส่วนล่าง ข้อไหล่และแขน สัมพันธ์กับเทคนิคการหายใจ<sup>3</sup> สมรรถภาพร่างกายของนักกีฬาพายเรือต้องมีความทนทาน ความแข็งแรง กำลังและความยืดหยุ่น อย่างไรก็ตาม ความทนทานและ

ความสามารถในการพายเรือให้ได้แรงมากที่สุดในการแข่งขันถือว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญยิ่ง<sup>3</sup> ท่าทางที่ต้องใช้ในการพายคือ ดึงพายไปข้างหลังอย่างรวดเร็ว เป็นท่าทางที่ต้องใช้ความแข็งแรงของลำตัวและรยางค์แขน เนื่องจากการพายเรือต้องใช้การงอ เหยียด และบิดลำตัวซ้ำๆ รวมถึงการบิดหมุนของข้อไหล่อีกด้วย ในขณะที่พายเรือที่ต้องใช้ความเร็วต้องใช้อำลังขาและเท้ายึดให้ความมั่นคงกับลำตัว เพื่อให้การพายเรือมีประสิทธิภาพและป้องกันการเกิดการบาดเจ็บโดยเฉพาะต่อกระดูกสันหลังซึ่งเสี่ยงต่อการบาดเจ็บมาก<sup>4,5</sup> จากการศึกษาที่ผ่านมา<sup>6</sup> พบว่า การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มความมั่นคงของกระดูกสันหลังเนื่องจากกระดูกสันหลังเป็นโครงสร้างเริ่มต้นในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย<sup>8</sup> กลุ่มกล้ามเนื้อที่เป็นเป้าหมายของการออกกำลังกายนี้คือ กลุ่มกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว

เช่น กล้ามเนื้อท้องตามขวาง (transversus abdominis) กล้ามเนื้อลัมบาร์ มัลติฟิดัส (lumbar multifidus) กล้ามเนื้อกระบังลม (diaphragmatic) และ กล้ามเนื้ออุ้งเชิงกราน (pelvic floor)<sup>7</sup> การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวไม่เพียงแต่จะมีประโยชน์ในเรื่องการเคลื่อนไหวของการทำกิจกรรมประจำวัน แต่ยังมีหน้าที่ในเรื่องของสมรรถนะทางกาย กำลัง ความมั่นคง และการประสานสัมพันธ์ของร่างกาย และช่วยลดการบาดเจ็บในนักกีฬาได้<sup>8</sup> การศึกษาของ Schilling และคณะ<sup>9</sup> ที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อสมรรถนะทางกาย ความแข็งแรง และความทนทานกล้ามเนื้อ พบว่าการฝึกออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพื่อเพิ่มความทนทานแบบคงค้างอย่างเฉพาะเจาะจง และการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพื่อความแข็งแรงแบบมีการเคลื่อนไหว สามารถเพิ่มสมรรถนะทางกายได้ และไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสองรูปแบบ<sup>9</sup> และการศึกษาของ Chan<sup>10</sup> ซึ่งประเมินความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัวในนักกีฬาเรือพายเพศชายของมหาวิทยาลัยฮ่องกง พบว่า นักกีฬาเรือพายมีความทนทานกล้ามเนื้อลำตัว สูงกว่าผู้ที่ไม่ใช่ นักกีฬาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.001$ ) แต่ความทนทานกล้ามเนื้อลำตัวด้านข้างและกล้ามเนื้อเหยียดหลัง ไม่แตกต่างกับผู้ที่ไม่ใช่ นักกีฬา<sup>10</sup> โดยการศึกษาก่อนหน้านี้<sup>4</sup> พบว่า การพายเรือต้องอาศัยความมั่นคงของลำตัว ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญในการเสริมประสิทธิภาพของการพายเรือ และช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานของข้อต่อต่างๆ ขณะเคลื่อนไหวเพื่อส่งแรงไปยังรยางค์ส่วนปลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สิ่งที่สำคัญคือ ก่อนที่จะเคลื่อนไหวรยางค์ส่วนปลายกล้ามเนื้อลำตัวมีการทำงานก่อนเสมอเพื่อเตรียมพร้อมการเคลื่อนไหว ทั้งนี้การถ่ายโยงแรงเกิดขึ้นจากการหดตัวของกล้ามเนื้อลำตัวไปยังส่วนแขนและขาทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬา ทักษะในการเคลื่อนไหวนี้จะทำให้การพายเรือมีประสิทธิภาพสูงและลดอาการบาดเจ็บต่อร่างกาย สรุปได้ว่า การทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวซึ่งมีส่วนช่วยให้ความมั่นคงของลำตัวและการถ่ายโยงแรงไปยังรยางค์ จะทำให้การพายเรือมีประสิทธิภาพสูงขึ้น มีความสำคัญในการวางแผนการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายในนักกีฬาเรือพาย อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาถึงการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางในนักกีฬาเรือพาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวโดยใช้รูปแบบที่มีการเคลื่อนไหว ต่อสมรรถนะในการพายเรือของนักกีฬาเรือยาว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบเวลาในการพายเรือและความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัว ก่อน และ หลังการฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเรือยาวเพศชาย สถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตลำปาง อายุระหว่าง 18-22 ปี รวมทั้งสิ้น 35 คน (คำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G power 3.0.1 กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 และใช้อำนาจการทดสอบที่ 0.8 จากการศึกษาก่อนหน้านี้<sup>11</sup> พบว่า ต้องการอาสาสมัคร 32 คน เมื่อคำนวณเผื่อกรณีที่อาจมีอาสาสมัครออกระหว่างการฝึก (drop out) ร้อยละ 10 คิดเป็น 4 คน รวมมีอาสาสมัคร 36 คน แต่อาสาสมัครถอนตัวจากการวิจัยเนื่องจากไม่สามารถเข้ารับโปรแกรมฝึกซ้อมพายเรือ 1 คน จึงมีอาสาสมัครในการศึกษาครั้งนี้ทั้งสิ้น 35 คน) โครงการวิจัยผ่านการรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์ โดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยจากสถาบันการศึกษา (รหัสโครงการ AMSEC 57EX-063) จากนั้นศึกษาความน่าเชื่อถือของการจับเวลาในการพายเรือ 3 ตำแหน่งคือ บนบกบริเวณจุดเริ่มต้น ในเรือ และบนบกบริเวณปลายเส้นชัย พบว่า มีค่า Intra-class correlation coefficient (ICC) อยู่ในระดับดีเยี่ยม และการจับเวลาในเรือ มีค่า ICC ดีเยี่ยมที่สุด (ICC = 0.987) และทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อมีค่าความน่าเชื่อถือ ICC > 0.9 จากนั้นประชาสัมพันธ์และประกาศรับสมัครอาสาสมัครเข้าร่วมงานวิจัย ผู้วิจัยปฐมนิเทศรายละเอียดการทดสอบและรายละเอียดการทดสอบก่อนและการหลังการฝึก วิธีการฝึกและเกณฑ์คัดออก ให้อาสาสมัครทราบคัดกรองอาสาสมัครตามเกณฑ์เข้าร่วมงานวิจัยและลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยตามลำดับ ทำการทดสอบความสามารถในการพายเรือโดยให้ผู้ทดสอบพายเดี่ยว ระยะ 330 เมตร จับเวลาโดยผู้จับเวลานั่งในเรือ ใช้เรือ 12 ผีพาย พายทีละคน ใช้พายพายคนเดิม 12 สุ่มอาสาสมัคร โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (systematic random sampling) โดยนำเวลาที่พายเดี่ยวมาจัดอันดับ เรียงลำดับจากมากไปน้อย แล้วสุ่มเพื่อแบ่งออกเป็นสองกลุ่มในความสามารถทางการพายเรือเท่าๆ กัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม อาสาสมัครทำการทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัว (trunk endurance test) ก่อนการทดลองดังนี้ (1) ทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้องอลำตัว (The flexor endurance test) (2) ทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อเหยียดลำตัว (The extensor endurance test) (3) ทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อด้านข้าง (The side bridge test) การทดสอบในแต่ละท่ามีระยะเวลาในการพักระหว่างการทดสอบ 5 นาที จากนั้นใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบครั้งแรกเป็นค่าพื้นฐานของการทดสอบทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง คือ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองได้รับการฝึกโปรแกรมเสริมสร้างกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพิ่มจากการฝึกพายเรือตามปกติ

3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการพายเรือตามปกติ 6 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบความสามารถในการพายเรือและความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม หลังการฝึกเป็นระยะเวลา 4 และ 8 สัปดาห์ โดยทดสอบความเร็วในการพายเรือและความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัว มีผู้เชี่ยวชาญอาสาสมัครเป็นผู้ทดสอบโดยไม่ทราบเงื่อนไขการออกกำลังกายของอาสาสมัคร (blind investigator)

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 17 ทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติสถิติ Kolmogorv-Smirnov Test พบว่ามีการกระจายเป็นโค้งปกติ ( $p>0.05$ ) และเปรียบเทียบข้อมูลทั่วไประหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ Independent t-test วิเคราะห์ความแตกต่างของความสามารถในการพายเรือและความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัวก่อนฝึก

หลังการฝึก 4 สัปดาห์ และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ two way repeated measures analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบภายในและระหว่างกลุ่ม (3 ระยะเวลา x 2 กลุ่ม) และใช้การทดสอบ bonferroni post-hoc ในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคู่ที่  $p<0.05$

### ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และประสบการณ์ฝึกซ้อมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorv-Smirnov Test พบว่า มีการกระจายของข้อมูลทั้งหมดเป็นโค้งปกติ ( $p>0.05$ ) และเปรียบเทียบข้อมูลทั่วไประหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ Independent t-test พบว่า คุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) (Table 1)

**Table 1** Demographic characteristics of the experimental and control groups (mean±SD).

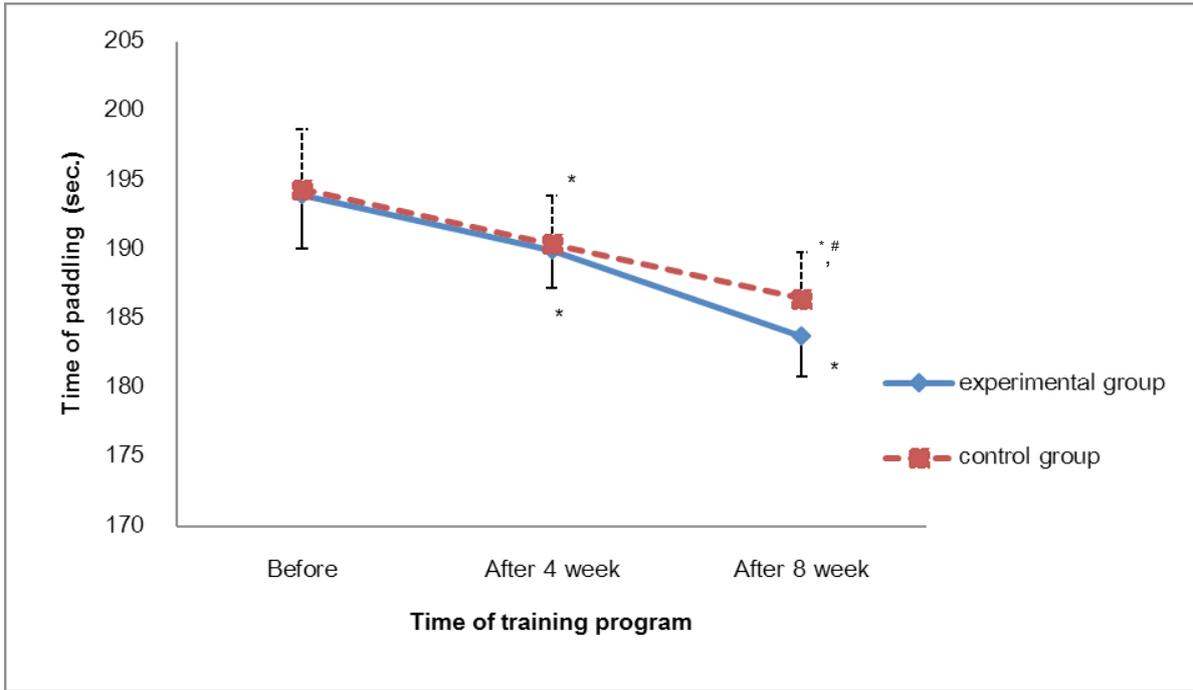
Data	Experimental group (n=18)	Control group (n=17)	p-value
Age (years)	20.94±1.65	20.59±1.53	0.251
Weight (kg)	72.50±4.07	73.94±5.16	0.538
Height (cm)	176.11±3.65	177.88±3.72	0.435
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.39±1.27	23.34±1.23	0.301
Paddling experience (years)	2.11±0.80	2.18±0.78	0.632

ผลการศึกษาแสดงค่าเฉลี่ยของเวลาในการพายเรือของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ลดลงหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.001$ ) (Figure 1) และกลุ่มทดลองมีค่าเวลาของการพายเรือลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุมหลังการฝึก 8 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

ความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัว พบว่า กล้ามเนื้อลำตัวกลุ่มทดลองดีขึ้นหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) (Figure 2) แต่กลุ่มควบคุมดีขึ้นเฉพาะหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

( $p<0.05$ ) แต่หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่มีความแตกต่างกับก่อนการฝึก และกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมหลังการฝึก 8 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

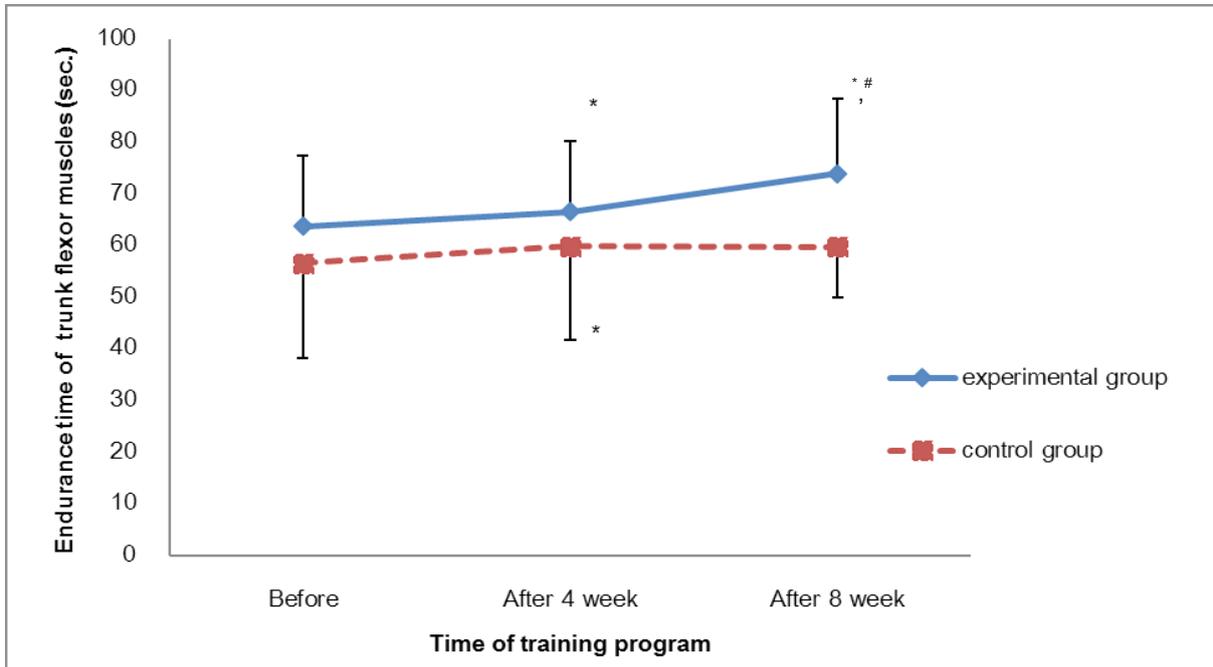
ความทนทานของกล้ามเนื้อเหยียดลำตัว (Figure 3) และกล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง (Figure 4) แสดงผลในทิศทางเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดีขึ้นหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.001$ ) และกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมหลังการฝึก 8 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )



**Figure 1** Time of paddling of experimental and control groups before and after training 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks.

\* Before and after training 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks significantly different at  $p < 0.001$

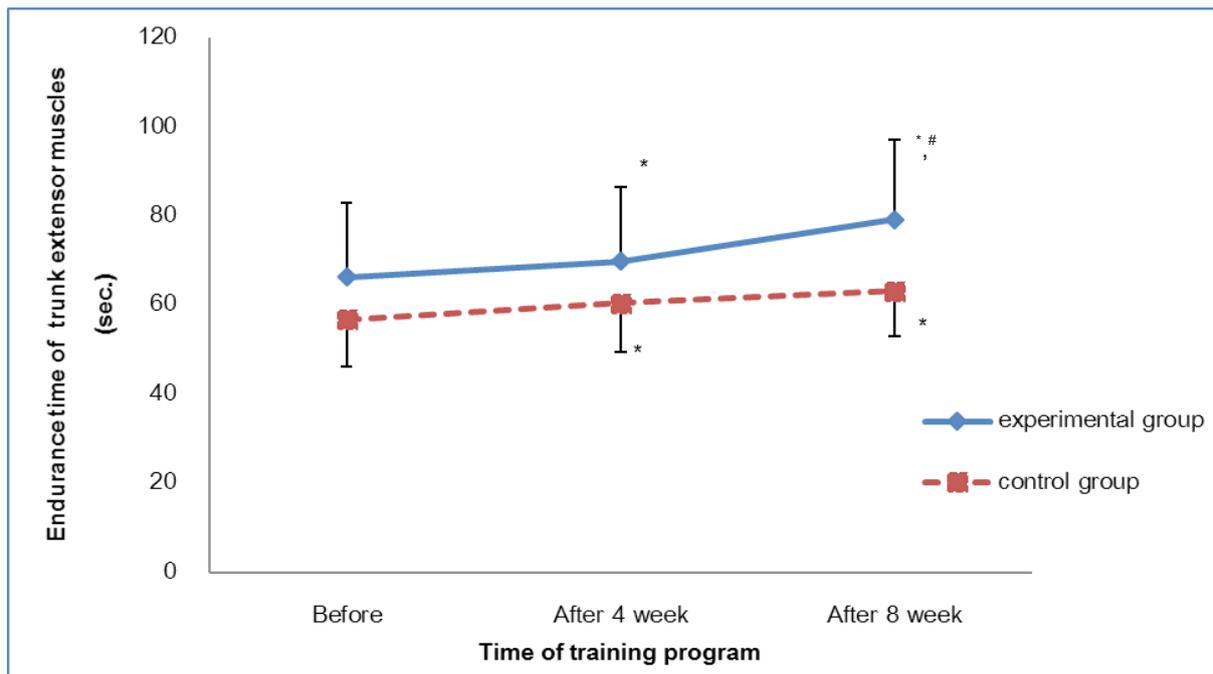
# Experimental and control groups significantly different at  $p < 0.05$



**Figure 2** Endurance time of trunk flexor muscles of experimental and control groups before and after training 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks.

\* Before and after training 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks significantly different at  $p < 0.05$

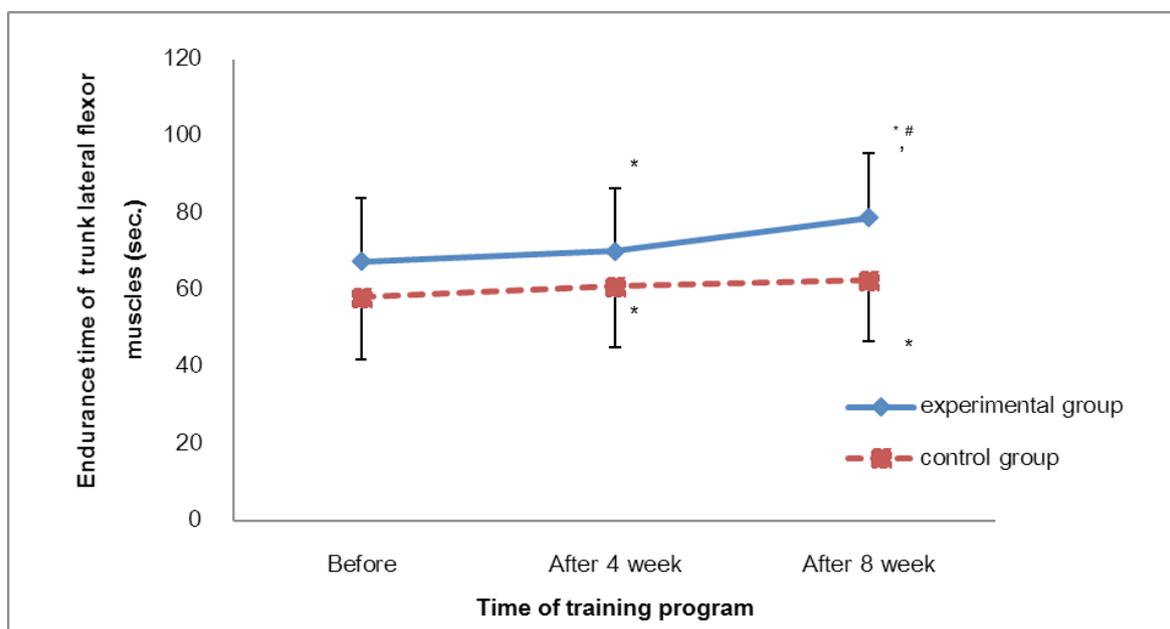
# Experimental and control groups significantly different at  $p < 0.05$



**Figure 3** Endurance time of trunk extensor muscles of experimental and control groups before and after training 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks.

\* Before and after training 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks significantly different at  $p < 0.001$

# Experimental and control groups significantly different at  $p < 0.05$



**Figure 4** Endurance time of trunk lateral flexor muscles of experimental and control groups before and after training 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks.

\* Before and after training 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> weeks significantly different at  $p < 0.001$

# Experimental and control groups significantly different at  $p < 0.05$

โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหว (dynamic core stability) ในการศึกษานี้มีรูปแบบการฝึกซ้อมประกอบด้วย front plank leg lift, front plank knee-to elbow, front plank cross arm, front plank opposite arm/leg lifts, side plank knee bend, side plank arm threads, side plank hip lifts ทำที่ใช้ฝึกเพื่อเพิ่มความมั่นคงของกล้ามเนื้อของลำตัว กล้ามเนื้อเหยียดลำตัว และกล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง ซึ่งใช้กล้ามเนื้อลำตัว แขน ขา และเป็นท่าที่คล้ายกับการพายเรือโดยเฉพาะได้แก่ ท่า front plank cross arm, front plank opposite arm/leg lift เป็นต้น ได้รับการฝึกที่มีความหนักต่อเนื่องทำให้มีความทนทานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sekendiz และคณะ<sup>13</sup> ที่ศึกษาผลการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวด้วยสวิสบอลในผู้หญิงวัยทำงาน อายุระหว่าง 21-42 ปี จำนวน 21 คน ฝึกเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน พบว่า ความแข็งแรง ความทนทาน ความอ่อนตัว และการทรงตัวเพิ่มขึ้น การทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อท้อง กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง ซึ่งนักกีฬาเรือยาวจำเป็นต้องพัฒนาความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่ส่งผลต่อการฝึกพายเรือให้ได้นานขึ้นและพัฒนาสถิติที่เวลาดีขึ้นตามลำดับ การฝึกพายเรือตามโปรแกรมดังกล่าวเป็นประจำทำให้มีการพัฒนาการทำงานของกล้ามเนื้อและพัฒนาเทคนิคการพายดีขึ้น สถิติการพายเรือดีขึ้น หลังจากการฝึกต่อเนื่อง 8 สัปดาห์ เป็นผลจากการปรับตัวทางสรีรวิทยา<sup>14</sup> โดยในช่วงระยะเวลา 2-3 สัปดาห์แรกของการฝึกออกกำลังกายความแข็งแรงกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้นหรืออาจไม่เปลี่ยนแปลงเลยก็ได้ สิ่งสำคัญที่มีการตอบสนองอย่างมากในระยะแรกของการฝึก คือ การปรับตัวของระบบประสาทที่มีผลต่อการควบคุมกล้ามเนื้อให้เกิดการทำงานสัมพันธ์กันมากขึ้น มีผลทำให้เกิดการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะเวลา 2-4 สัปดาห์ของการฝึก หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นมากอย่างมีนัยสำคัญภายหลังการฝึกประมาณ 8-12 สัปดาห์ เป็นต้นไป

โปรแกรมการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหวในการศึกษานี้ มีทั้งเน้นการฝึกความแข็งแรงและความทนทานกล้ามเนื้อลำตัว ให้รักษาความมั่นคงของกระดูกสันหลังในขณะที่เคลื่อนไหวแขนและขาในท่าทางต่างๆ ที่ใช้เป็นการทำงานในการพายเรือ จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Sekendiz และคณะ<sup>13</sup> พบว่า การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวทำให้เกิดการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ส่งผลให้ระบบประสาทควบคุมการทำงานได้ดีขึ้น

ส่งผลให้ความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัวทำงานอยู่ในท่าที่ต้องรักษาความมั่นคงของลำตัวได้ดีและนานขึ้น และการศึกษาของ Hagins และคณะ<sup>15</sup> แสดงให้เห็นว่าความมั่นคงของกล้ามเนื้อกระดูกสันหลังและเชิงกรานนำไปสู่การควบคุมการส่งถ่ายทอดแรงจากลำตัวไปสู่การเคลื่อนไหวไปสู่ยางค์ส่วนปลาย (kinetic chain) ในการทำกิจกรรมหรือออกกำลังกายได้ดีขึ้น เช่น การวิ่ง และกระโดด ในขณะที่เล่นกีฬา เช่น กีฬาเรือพาย จำเป็นต้องมีความมั่นคงของกล้ามเนื้อกระดูกสันหลังและเชิงกรานที่ดีและมีความทนทาน ซึ่งช่วยลดการเมื่อยล้าและยังลดการบาดเจ็บได้ ในการพายเรือนักกีฬาต้องมีการเคลื่อนไหวลำตัวในลักษณะโน้มไปข้างหน้า บิดเอวตัวตลอดการพายเรือ หากร่างกายมีการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่ดีจะช่วยทำให้กระดูกสันหลังมีความมั่นคงและกล้ามเนื้อที่มีความทนทานดี ส่งผลต่อการควบคุมการเคลื่อนไหวร่างกายได้ดียิ่งขึ้น และการถ่ายทอดส่งแรงไปยังส่วนแขนที่เคลื่อนไหวได้ดี ทำให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานหดตัวได้ประสานสัมพันธ์ขึ้น<sup>4</sup> มีผลต่อจังหวะการพายเรือ ทำให้สามารถพายได้เร็วขึ้น จึงส่งผลต่อสถิติเวลาในการพายเรือยาวดีขึ้นเป็นลำดับ การศึกษานี้กลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหวร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมตามปกติ พบว่าความเร็วในการพายเรือและความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัวมากกว่ากลุ่มควบคุม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แสดงถึงโปรแกรมการฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหวในการศึกษานี้มีส่วนช่วยให้เกิดการพัฒนาการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวได้ดี ซึ่งมีส่วนช่วยพัฒนาความเร็วในการพายเรือให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Hedrick<sup>16</sup> ที่ศึกษาผลการฝึกการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว ทำให้กล้ามเนื้อลำตัวทำงานได้ดีขึ้นและสามารถส่งแรงหรือถ่ายทอดแรงจากลำตัวไปยังอีกส่วนหนึ่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Thumrongson<sup>11</sup> ที่พบว่าการฝึกด้วยโปรแกรมฝึกความมั่นคงของลำตัว สามารถช่วยให้พายเรือแคนูน้ำเรียบได้เร็วขึ้นเนื่องจากกล้ามเนื้อลำตัวมีความแข็งแรงและความทนทานมากขึ้น ทำให้เกิดแรงในการดึงไม้พายในแต่ละจังหวะการพายแรงขึ้น ร่างกายมีความทนทานต่อความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อลำตัว นักกีฬามีสถิติความเร็วในการพายเรือที่ดีขึ้นได้ และจากการศึกษานี้แสดงความสามารถในการพายเรือของกลุ่มทดลองหลังการฝึกออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 8 สัปดาห์ได้เร็วขึ้น  $10.23 \pm 1.92$  วินาที ขณะที่กลุ่มควบคุมที่ฝึกซ้อมตามโปรแกรมพายเรือปกติได้เร็วขึ้น  $7.91 \pm 3.93$  วินาที ซึ่งทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน  $2.72 \pm 1.11$  วินาที ซึ่งในสถานการณ์การฝึกซ้อมและแข่งขัน เวลาที่ห่างกันประมาณ 3 วินาที ทำให้สามารถทิ้งห่างจากทีมแข่งขันมากกว่าหนึ่งช่วงความยาวเรือ

ซึ่งเป็นระยะทางที่ค่อนข้างห่าง เนื่องจากการแข่งขันส่วนใหญ่จะเอาชนะกันด้วยช่วงเวลาไม่ถึงวินาที ดังนั้นผลการศึกษานี้ยังส่งผลในทางปฏิบัติสามารถเพิ่มความสามารถในการพายเรือได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวยังสามารถใช้เป็นโปรแกรมในการฟื้นฟูอาการปวดหลังได้ดี<sup>7</sup> อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้ศึกษาอาการปวดหลังในนักกีฬาเรือพาย ซึ่งอาจจะศึกษาผลการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในนักกีฬาเรือพายที่มีอาการปวดหลังต่อไป

ดังนั้น ในนักกีฬาเรือพายยาวควรได้รับการฝึกออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหวเพิ่มจากโปรแกรมการฝึกซ้อมพายเรือปกติ เพื่อเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัวและพัฒนาสมรรถนะในการพายเรือของนักกีฬาได้เร็วขึ้น

### สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้สรุปได้ว่านักกีฬาเรือยาวเพศชายที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหวเพิ่มจากโปรแกรมการฝึกซ้อมพายเรือตามปกติสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีความสามารถในการพายเรือและความทนทานของกล้ามเนื้อลำตัว เขยียดลำตัว และต้านข้างลำตัวดีขึ้น ตั้งแต่หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมหลังการฝึก 8 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) สามารถแนะนำโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบเคลื่อนไหวเพื่อเพิ่มสมรรถนะทางกายในการพายเรือยาวชายได้ต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทีมกีฬาเรือพาย สโมสรธารณะหนองกระเทียม และสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตลำปาง ที่ให้ความร่วมมือและการสนับสนุนการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## References

1. Singapore Sports Council. Safe Dragon Boating Guide 2013.
2. The Rowing & Canoeing Association of Thailand. Traditional Boat Race 2551 [cited 2014 July 7]. Available from: <http://www.rcat.or.th/th/traditional.html>. (in Thai)
3. Wood R. *Rowing Fitness* 2001 [cited 2014 July 17]. Available from: <http://www.topendsports.com/sport/rowing/fitness.htm>.
4. Zandi S, Rajabi R, Tavanaei AR. Are gender, position in boat and training load associated with the injuries in elite dragon boat paddlers? *World J Sport Sci* 2010; 3(2): 113-8.
5. Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80(9): 1005-12.
6. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2003; 13(4): 371-9.
7. Standaert CJ, Weinstein SM, Rumpeltes J. Evidence-informed management of chronic low back pain with lumbar stabilization exercises. *Spine J* 2008; 8(1): 114-20.
8. Handzel TM. Core Training for improved performance. *NSCA's Performance Training Journal*. 2003; 2 (6): 26-30.
9. Schilling JF, Murphy JC, Bonney JR, Thich JL. Effect of core strength and endurance training on performance in college students: Randomized pilot study. *J Bodyw Mov Ther* 2013; 17(3): 278-90.
10. Chan RH. Endurance times of trunk muscles in male intercollegiate rowers in Hong Kong. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(10): 2009-12.
11. Thumrongson Khansuwan. Effect of trunk stabilization training in flat water racing canoeist of Lanna Canoe Team [Master Thesis]. Chiang Mai: Chiang Mai University; 2002. (in Thai).
12. Jones D. National team athlete selection protocols overview [Internet]. 2012 [cited July 17, 2014]. Available from: [http://www.dragonboat.ca/files/SENIOR%20C%20ATHLETE%20SELECTION%20PROTOCOLS-2\\_0.pdf](http://www.dragonboat.ca/files/SENIOR%20C%20ATHLETE%20SELECTION%20PROTOCOLS-2_0.pdf).
13. Sekendiz B, Cug M, Korkusuz F. Effects of Swiss-ball core strength training on strength, endurance, flexibility, and balance in sedentary women. *J Strength Cond Res* 2010; 24 (11): 3032-40.
14. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology: nutrition, energy, and human performance*. 8<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2014.
15. Hagins M, Adler K, Cash M, Daugheq J, Mitrani G. Effects of practice on the ability to perform lumbar stabilization exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999; 29 (9): 546-55.
16. Hedrick A. Dynamic flexibility training. *Strength Cond J* 2000; 22 (5): 33.

# จุดกดเจ็บไก: รักษาได้หรือเพียงทุเลาอาการ

## Trigger point: Curable or palliative symptoms

■ ยอดชาย บุญประกอบ<sup>1\*</sup>      สุภาภรณ์ ผดุงกิจ<sup>1</sup>      เศรษฐพงศ์ หนองหารพิทักษ์<sup>2</sup>  
Yodchai Boonprakob<sup>1\*</sup>      Supaporn Phadungkit<sup>1</sup>      Settapong Nonghampitak<sup>2</sup>  
ธนาภรณ์ ศรีเจษฎารักษ์<sup>1</sup>      วันชัยพร สุภเสถียร<sup>2</sup>      โชคชริน นามั่งฤทธิ์<sup>2</sup>  
Thanaporn Srijessadarak<sup>2</sup>      Wanachapom Supasatean<sup>2</sup>      Chokcharin Nakhengrit<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Science, Khon Kaen University, Khon Kaen Province, Thailand

<sup>2</sup>กลุ่มวิจัยและพัฒนาด้านประสาทวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

<sup>2</sup>Neuroscience Research and Development Group, Khon Kaen University, Khon Kaen Province, Thailand

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

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

Received December 2015

Accepted as revised January 2016

### Abstract

Trigger point (TrP) is an important sign of patients with myofascial pain syndrome. It is a focal area or nodule within the affected muscle. It presents localized pain and referred pain to other areas of the body when compression or tension is applied to the affected trigger point. Complex pathogenesis according to trigger involved various functions of organ system, i.e. nervous and musculoskeletal system. This review article provides knowledge of muscle physiology, integrated hypothesis for initiation and persistence of trigger points, and several of reports of current trigger point's therapies.

Doi: 10.14456/jams.2016.2

### บทคัดย่อ

จุดกดเจ็บไกเป็นอาการสำคัญที่พบในผู้ป่วยกลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและพังผืด มีลักษณะคือ เป็นปุ่มหรือก้อนขนาดเล็กภายในกล้ามเนื้อ เมื่อได้รับแรงกระทำ เช่น แรงกดหรือแรงดึง ทำให้แสดงอาการปวดเฉพาะที่และพบร่วมกับอาการปวดแผ่ร้าว เกิดจากกลไกที่ซับซ้อนของพยาธิกำเนิดของจุดกดเจ็บไก ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบอวัยวะภายในร่างกายหลายระบบ เช่น ระบบประสาท และระบบกล้ามเนื้อและกระดูก นิพนธ์ปริทรรศน์นี้จึงรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับ สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ สมมุติฐานเชิงบูรณาการของการเกิดและการคงสภาพของจุดกดเจ็บไก และผลงานการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการรักษาจุดกดเจ็บไกในปัจจุบัน

### 1. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและพังผืด

กลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและพังผืด (myofascial pain syndrome: MPS) เป็นปัญหาสุขภาพของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (musculoskeletal system) ที่พบบ่อยในประชากรทั่วไป อาการสำคัญ ได้แก่ ปวดกล้ามเนื้อเฉพาะที่และปวดแผ่ร้าว ออศากการเคลื่อนไหว ข้อที่สัมพันธ์กับกล้ามเนื้อที่มีพยาธิสภาพลดลง ภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรง กรณีปวดเรื้อรังมักพบร่วมกับความผิดปกติของอารมณ์ เช่น วิตกกังวล (anxiety) หรือ ซึมเศร้า (depression) เป็นต้น อาการทางคลินิกดังกล่าวแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างพยาธิสภาพของ MPS กับการทำงานของระบบประสาท เช่น ระบบประสาทรับสัมผัส ระบบประสาทยนต์ และระบบประสาทอัตโนมัติ ประเด็นสำคัญเกี่ยวกับอาการสำคัญทางคลินิกของ MPS คือ การพบจุดกดเจ็บไก (Trigger point: TrP) ในกล้ามเนื้อที่มีพยาธิสภาพ<sup>1</sup> การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับจุดกดเจ็บไกใน MPS เกิดขึ้นอย่างมากมาย และต่อเนื่องทั้งในด้านองค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานของจุดกดเจ็บไก และการคิดค้นวิธีการรักษาจุดกดเจ็บไก โดยมีประเด็นสำคัญการศึกษา ได้แก่ สาเหตุที่ทำให้เกิดจุดกดเจ็บไกและการก่อให้เกิดอาการปวด ปัจจัยเสริมที่ทำให้เกิดจุดกดเจ็บไกคงสภาพอยู่นาน และแนวทางการรักษาจุดกดเจ็บไก โดยมีประเด็นคำถามหลักสำคัญคือ จุดกดเจ็บไกสามารถรักษาให้หายขาดได้ หรือเพียงทุเลาอาการเท่านั้น

จุดกดเจ็บไก (trigger point: TrP) เป็นความผิดปกติที่พบในกล้ามเนื้อ มีลักษณะเป็นจุด ก้อน หรือปม ที่มีความไวต่อการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อได้รับแรงกดหรือแรงดึงจะเกิดอาการปวดเฉพาะที่และพบร่วมกับอาการปวดแผ่ร้าว (referred pain) ไปยังบริเวณอื่นๆ ภายในร่างกาย

ในกรณีที่พบจุดปวดในกล้ามเนื้อเฉพาะที่มักเรียกว่า จุดกดเจ็บ (tenderness) ส่วนจุดกดเจ็บที่ต้องพบอาการปวดแผ่ร้าวร่วมด้วยเสมอ จุดกดเจ็บที่พบได้ทั่วไปในเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ในร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อ ฟังผืด (fascia) เยื่อกระดูก (periosteum) เอ็นยึดกระดูก (ligament) และผิวหนัง อย่างไรก็ตาม ในทางคลินิก เมื่อกล่าวถึงจุดกดเจ็บมักอ้างถึงจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อลายและฟังผืด (myofascial trigger point) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของผู้ป่วย MPS<sup>2</sup>

สามารถจำแนกจุดกดเจ็บได้โดยใช้เกณฑ์การตอบสนองต่อแรงกระทำภายนอก ออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ จุดกดเจ็บที่แอคทีฟ (active TrP) หมายถึง จุดกดเจ็บที่แสดงอาการปวดแม้ไม่ได้รับการกระตุ้นจากแรงกระทำภายนอก และจุดกดเจ็บที่แฝง (latent TrP) ซึ่งหมายถึง จุดกดเจ็บที่แสดงอาการปวดเมื่อได้รับแรงกระทำภายนอก เช่น แรงแกด หรือแรงยืด เป็นต้น หากจำแนกโดยใช้ตำแหน่งของการเกิดจุดกดเจ็บเป็นเกณฑ์สามารถจำแนกได้ 2 ชนิดเช่นกัน คือ กรณีที่จุดกดเจ็บอยู่ในบริเวณกลางมัดของกล้ามเนื้อเรียกว่า จุดกดเจ็บในส่วนกลาง (central TrP) หากพบจุดกดเจ็บที่บริเวณใกล้กับจุดเกาะของกล้ามเนื้อเรียกว่า จุดกดเจ็บที่จุดเกาะ (attachment TrP)<sup>3</sup>

## 2. สรีรวิทยาและพยาธิสรีรวิทยาของการเกิดจุดกดเจ็บ

บุคลากรทางการแพทย์ที่มีบทบาทหน้าที่เกี่ยวข้องกับ การรักษาจุดกดเจ็บใน MPS เช่น แพทย์ พยาบาล เภสัชกร และนักกายภาพบำบัด มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีความรู้ความเข้าใจองค์ความรู้เกี่ยวกับจุดกดเจ็บทั้งในระดับมหภาคและระดับจุลภาค ได้แก่ กลไกการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อลาย ลักษณะธรรมชาติของจุดกดเจ็บ เช่น สาเหตุที่ทำให้เกิดจุดกดเจ็บ ปัจจัยเสริมที่ทำให้จุดกดเจ็บคงสภาพอยู่นานในกล้ามเนื้อ เพื่อใช้พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการรักษาจุดกดเจ็บต่อไป

จากพื้นฐานสรีรวิทยาของระบบกล้ามเนื้อพบว่า เมื่อกระแสประสาทผ่านไปยังปลายแอกซอนของใยประสาทชนิด I ในบริเวณรอยต่อของปลายประสาทและกล้ามเนื้อ (neuromuscular junction: NMJ) ทำให้เกิดการหลั่งสารส่งผ่านประสาทคือ อะเซทิลโคลีน (acetylcholine: Ach) ไปจับกับตัวรับนิโคตินิก (nicotinic receptor) ของกล้ามเนื้อลาย เมื่อผลรวมของแรงกระตุ้นสูงถึงระดับกั้น (threshold) ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นช่องทางโซเดียม (sodium channel) บนซาร์โคเล็มมา (sarcolemma) ทำให้เกิดดีโพลาไรเซชัน (depolarization) ของใยกล้ามเนื้อ<sup>4</sup> และกระตุ้นการหลั่งแคลเซียมจากท่อตามขวาง (transverse tubule: t-tubule) ในเส้นใยกล้ามเนื้อเข้าสู่ไมโอพลาสซึม (myoplasm) ต่อไป โดยมีช่องทางแคลเซียมชนิดแอล (L-type calcium channel) และตัวรับยาโนดีนชนิด I (Type-I ryanodine receptors) เข้ามาเกี่ยวข้อง<sup>5</sup>

แคลเซียมไอออนที่หลั่งออกมาจากซาร์โคพลาสซึม เรติคิวลัม (sarcoplasmic reticulum) จับกับโทรโปนิน (troponin) บนเส้นใยแอคติน (actin) ทำให้เกิดการบิดหมุนของโทรโปมัยโอซิน (tropomyosin) โดยเปิดบริเวณให้เส้นใยมัยโอซิน (myosin) ตวัดมาเกาะกับเส้นใยแอคตินทำให้ซาร์โคเมียร์หดสั้น จากนั้นจึงเกิดการคลายตัวและมีกระบวนการเก็บกลับแคลเซียมไอออนตามมา กระบวนการทั้งหมดต้องอาศัย อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (adenosine triphosphate: ATP) โดยผ่านปฏิกิริยาสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในกระบวนการดังกล่าว อวัยวะของเซลล์ (organelle cell) ที่ทำหน้าที่สร้าง ATP คือ ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) ที่อยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ (myocyte) โดยทั่วไปพบว่า กล้ามเนื้อลายมีไมโทคอนเดรียสูงถึง 12% โดยปริมาตรเพราะต้องสร้าง ATP ตลอดเวลาเพื่อใช้ในกิจกรรมของกล้ามเนื้อ

กระบวนการหายใจระดับเซลล์ (cellular respiration) ต้องการออกซิเจนในการทำปฏิกิริยาสลายสารอาหารเพื่อสร้างพลังงาน เนื่องจากออกซิเจนเป็นก๊าซที่ละลายอยู่ในกระแสเลือด การไหลเวียนเลือดภายในกล้ามเนื้อจึงเป็นปัจจัยกำหนดปริมาณออกซิเจนที่ผ่านเข้าไปในกล้ามเนื้อ เนื่องจากภายในกล้ามเนื้อมีเส้นเลือดแดงขนาดต่างๆ แทรกอยู่ หากกล้ามเนื้อหดตัวเป็นเวลานานๆ ไม่ว่าจะจากการทำงานหรือการทรงตัวในชีวิตประจำวัน แรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดแรงกดอัดต่อเส้นเลือดที่อยู่ภายใน ส่งผลให้การไหลเวียนเลือดและปริมาณออกซิเจนภายในกล้ามเนื้อลดลง ขัดขวางกระบวนการสร้าง ATP เมื่อปริมาณของ ATP ลดลงจึงทำให้กระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อคลายตัว และกระบวนการเก็บกลับแคลเซียมไอออนเกิดความบกพร่อง จึงเชื่อว่าเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดจุดกดเจ็บ<sup>6</sup>

ในการตรวจประเมินจุดกดเจ็บในร่างกายผู้ป่วย MPS โดยเฉพาะการคลำพบว่า บริเวณที่เป็นจุดกดเจ็บมีลักษณะเป็นก้อนขนาดเล็กและมีความแข็ง เมื่อกดผู้ป่วยจะรู้สึกปวดร่วมกับมีอาการปวดแผ่ร้าวไปยังบริเวณอื่นที่เกี่ยวข้อง ความแข็งของจุดกดเจ็บอาจเกิดจากการหดตัวที่มากเกินไป (hypercontracture) ของซาร์โคเมียร์<sup>7</sup> จากการศึกษาทางด้านจุลกายวิภาคศาสตร์ด้วยการตรวจตัวอย่างชิ้นกล้ามเนื้อบริเวณจุดกดเจ็บ พบว่า มีการคั่งของแคลเซียมไอออนในปริมาณสูง การปล่อยแคลเซียมจากซาร์โคพลาสซึม เรติคิวลัมอย่างต่อเนื่อง มีการสร้างศักยะงาน (action potential) ตลอดเวลาได้เองในบริเวณที่เป็นจุดกดเจ็บ<sup>8</sup> ยิ่งไปกว่านั้น การศึกษาทางพยาธิวิทยายังพบว่า บริเวณจุดกดเจ็บมีการหดสั้นของซาร์โคเมียร์ การทำลายโปรตีนองค์ประกอบของกล้ามเนื้อภาวะบวมของเส้นใยกล้ามเนื้อ และภาวะบวมของไมโทคอนเดรีย ซึ่งสัมพันธ์กับภาวะขาดแคลน ATP



#### 4. กลไกที่ทำให้จุดกดเจ็บไคคงสภาพ

เชื่อว่ากลไกการป้อนล่วงหน้าเชิงบวก (positive feed-forward mechanism) ทำให้เกิดการคงสภาพของจุดกดเจ็บไคดังแสดงในรูปที่ 1 (Figure 1) เริ่มจากความผิดปกติของการหลั่งอะเซทิลโคลีนที่ปลายประสาทยนต์ทำให้เพิ่มความตึงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อทั้งมัดมีแถบตึง (taut band) เกิดแรงกดอัดต่อเส้นเลือดที่อยู่ภายใน ผลคือการไหลเวียนเลือดลดน้อยลงนำไปสู่ภาวะขาดออกซิเจนเฉพาะที่ (local hypoxia) ระดับออกซิเจนที่ลดลงกระทบต่อกระบวนการหายใจระดับเซลล์ ไมโทคอนเดรียลดการสร้าง ATP และเกิดการบาดเจ็บในกล้ามเนื้อ เหนียวหนาให้มีการหลั่งสารสื่อการอักเสบและความเจ็บปวด สารเคมีในกลุ่มนี้ได้แก่ โปแตสเซียม (potassium) แบริดีไคนิน (bradykinin) ไซโตไคนิน (cytokines) ATP และสารเคมีก่ออาการปวด (substance P) สารเคมีดังกล่าวสามารถกระตุ้นตัวรับความเจ็บปวด (nociceptors) ภายในกล้ามเนื้อ และมีผลกลับไปกระตุ้นให้มีการหลั่งอะเซทิลโคลีนจากปลายประสาทยนต์เพิ่มมากขึ้น<sup>12</sup>

การศึกษาที่สนับสนุนและอธิบายในรายละเอียดเกี่ยวกับกลไกการป้อนล่วงหน้าเชิงบวกมีอีกหลากหลายบริบท เช่น ภาวะขาดเลือดหรือขาดออกซิเจนทำให้ค่าความเป็นกรดเบส (pH) ในบริเวณจุดกดเจ็บไคลดลง ส่งเสริมให้อาการปวดของจุดกดเจ็บไคเพิ่มมากขึ้น โดยมีการศึกษาจัดสารละลายกรดที่มีค่า pH=4 ลงไปในกล้ามเนื้อ ผลคือ เกิดการกระตุ้นตัวรับความเจ็บปวดในกล้ามเนื้อ คือ ช่องทางแอซิด เซ็นซิง-ไอออน (acid sensing-ion channels: ASIC3) ทำให้เกิดอาการปวดในกล้ามเนื้อได้ นอกจากนี้ ภาวะขาดเลือดหรือขาดออกซิเจนหากเกิดขึ้นเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและหลั่งสารสื่อการอักเสบและความเจ็บปวด อาการปวดจึงเพิ่มระดับความรุนแรงขึ้นอีกตามกลไกการป้อนล่วงหน้า<sup>13</sup>

การเกิดดีโพลาไลเซชันของเซลล์ประสาทรับความเจ็บปวดสัมพันธ์กับการหลั่งแคลซิโทนิน จิน รีเลตเท็ด เปปไทด์ (calcitonin gene related peptide: CGRP) ในบริเวณจุดกดเจ็บไค<sup>14</sup> การทำงานของ CGRP สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีน เอสเตอเรส (acetylcholinesterase: AchE) ส่งเสริมให้เกิดการปรับตัวเพิ่มขึ้น (upregulation) ของตัวรับของตัวรับอะเซทิลโคลีน และเพิ่มการหลั่งอะเซทิลโคลีนร่วมด้วย ดังนั้น ระดับของอะเซทิลโคลีนในบริเวณมอเตอร์เอนด์เพลตจึงสูงขึ้น สะท้อนให้เห็นการเพิ่มขึ้นของมินิเอนด์เพลต โพเทนเชียล (miniature end plate potential: MEPP) ของใยกล้ามเนื้อบริเวณจุดกดเจ็บไค การหดตัวของซาร์โคเมียร์บริเวณจุดกดเจ็บไคมีความแข็งแรงและหดตัวนานยิ่งขึ้น กระบวนการที่อะเซทิลโคลีนมีการปรับระดับเพิ่มขึ้นเนื่องจาก CGRP เรียกว่า อะเซทิลโคลีน ลีเกจ (acetylcholine

leakage)<sup>15</sup>

ความเครียดของจิตใจมีผลต่อระดับความปวดของจุดกดเจ็บไค โดยความเครียดส่งผลเพิ่มการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก ระดับของอะเซทิลโคลีนในช่องว่างของเซลล์ประสาทและรอยต่อระหว่างปลายประสาทกับใยกล้ามเนื้อจึงเพิ่มขึ้น ยิ่งทำให้การหดตัวของใยกล้ามเนื้อบริเวณจุดกดเจ็บไคเพิ่มมากขึ้น และเมื่อระดับความเจ็บปวดมากขึ้นจึงส่งผลกระทบต่อจิตใจที่มีความเครียดเพิ่มขึ้นติดตามมา<sup>3</sup>

กระบวนการเผาผลาญสารอาหาร (metabolism) นอกจากทำให้ได้พลังงานสำหรับกิจกรรมของเซลล์แล้ว ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีอีกกลุ่มหนึ่งคือ โปร-ออกซิแดนท์ (pro-oxidant) หรือ อนุมูลอิสระ (free radical) สารประกอบสำคัญคือ รีแอกทีฟ ออกซิเจน สปีชีส์ (reactive oxygen species: ROS) ซึ่งเกิดขึ้นในชั้นการขนส่งอิเล็กตรอน (electron) ของกระบวนการหายใจระดับเซลล์ เป็นออกซิเจนที่มีประจุลบและเป็นผลผลิตสุดท้าย ROS ที่จัดเป็นอนุมูลอิสระ ได้แก่ ซูเปอร์ออกไซด์ เรดิคัล (superoxide radical) ไฮโดรซิล เรดิคัล (hydroxy radical) หรือ อัลโคซิล เรดิคัล (alkoxyl radical) เป็นต้น สารประกอบเหล่านี้มีวาเลนซ์ อิเล็กตรอน (valent electron) หรือ อิเล็กตรอนวงนอกเป็นเลขคี่จึงไม่คงตัวและไวต่อการเกิดปฏิกิริยากับสารชนิดอื่น ระดับ ROS ที่เพิ่มขึ้นในกล้ามเนื้อส่งผลสองประการ ประการที่หนึ่งคือเพิ่มปฏิกิริยาออกซิเดชันของตัวรับยาโนดีน (ryanodine receptor: RyR) ส่งผลเพิ่มการหลั่งแคลเซียมไอออนจากซาร์โคพลาสมิก เรติคิวลัม การหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อบริเวณจุดกดเจ็บไคจึงนำไปสู่ภาวะขาดเลือด ขาดออกซิเจน และการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อตามมา ประการที่สอง ระดับ ROS ที่เพิ่มขึ้นกระตุ้นตัวรับทรานส์เซิน รีเซปเตอร์ โพเทนเชียล ชาเนล วี 1 (transient receptor potential channel V1: TRPV1) จึงส่งผลให้เกิดการกระตุ้นตัวรับความเจ็บปวดในกล้ามเนื้อต่อไป<sup>16</sup>

ในสภาวะปกติ ร่างกายมีการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ขึ้นได้เองทั้งชนิดที่เป็นและไม่เป็นเอ็นไซม์ สารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นเอ็นไซม์สร้างจากตับ ได้แก่ ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase) ไซโตโครม ซี เพอร์ออกซิเดส (cytochrome C peroxidase) และ กลูตาไธโอน เพอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) เป็นต้น การศึกษาพบว่าการทำงานของกล้ามเนื้อที่หนักและนานเกินไปทำให้การสร้างสารต้านอนุมูลอิสระลดลงและเพิ่มระดับ ROS จึงส่งเสริมให้จุดกดเจ็บไคมีอาการปวดมากยิ่งขึ้น<sup>17</sup>

จากสมมุติฐานเชิงบูรณาการเกี่ยวกับการเกิดจุดกดเจ็บไคของ Simmons กับภาวะเซ็นซิไทเซชัน (sensitization) ได้รับความสนใจตั้งแต่ ปี ค.ศ.1999 และเป็นข้อมูลทางวิชาการที่กระตุ้นให้เกิดการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ต่อมาอีกมากมาย

พื้นฐานประสาทสรีรวิทยายืนยันว่า ภาวะที่ตัวรับความเจ็บปวด (nociceptor) มีความไวต่อการกระตุ้นมากขึ้น หรือ มีการลดระดับกันลง เรียกว่าเกิดภาวะเพอริเฟอรัล เซ็นซิไทเซชัน (peripheral sensitization) ในขณะที่ช่องว่างระหว่างเซลล์ประสาท (synapse) ภายในสมองหรือไขสันหลัง มีการส่งสัญญาณประสาทผ่านช่องว่างเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติเรียกว่า เซ็นทรัล เซ็นซิไทเซชัน (central sensitization) ในกรณีของจุดกดเจ็บไคคาดว่า การหดตัวมากและนานเกินไปของซาร์โคเมียร์มีผลทำให้กล้ามเนื้อขาดออกซิเจน ขาด ATP และเกิดการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อติดตามมา ภาวะกล้ามเนื้อบาดเจ็บทำให้มีการหลั่งสารสื่อการอักเสบและอาการปวด เช่น โปแตสเซียม (potassium) แบริคไคนิน (bradykinin) ไซโตไคน์ (cytokines) ATP และ สารเคมีก่ออาการปวด (substance P) สารเคมีเหล่านี้ นอกจากกระตุ้นให้มีการหลั่งอะเซทิลโคลีนแล้ว ยังทำให้ระดับกันของตัวรับความเจ็บปวดภายในเส้นใยกล้ามเนื้อลดลง เกิดภาวะเพอริเฟอรัล เซ็นซิไทเซชัน ร่วมด้วย<sup>18</sup> ยิ่งไปกว่านั้น การอธิบายเกี่ยวกับกลไกการเกิดจุดกดเจ็บไคคาดที่พบบ่อย ภาวะเซ็นทรัล เซ็นซิไทเซชัน ยังมีรายละเอียดที่น่าสนใจ คือ การศึกษาของ Shah และคณะ<sup>18</sup> ได้นำเสนอว่า ขณะที่กล้ามเนื้อบาดเจ็บ เซลล์ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบมีการหลั่งสารสื่อชนิดต่างๆ หลายชนิด เช่น สารสื่อการอักเสบ (inflammatory mediators) แคทีโคลามีน (catecholamines) นิวโรเจนิค เปปไทด์ (neurogenic peptide) และไซโตไคน์ที่ก่อการอักเสบ เหล่านี้ทำให้เกิดภาวะเพอริเฟอรัล เซ็นซิไทเซชัน นอกจากนี้ เซลล์ประสาทอาจสร้างสารสื่อการอักเสบ (neurogenic inflammation) โดยพบว่าสารสื่อในกลุ่มนี้หลั่งจากปลายประสาทรับความเจ็บปวดที่ไม่มีเยื่อหุ้มใยลึง (myelinated afferent fiber) และพบด้วยว่าปมประสาทบริเวณคอร์น ฮอร์น (dorsal horn) มีการสร้างสารเคมีก่ออาการปวด (substance P) และแคลซิโทนิน จิน รีเลตเท็ด เปปไทด์ นำไปสู่ภาวะอื่นๆ อีกมากมาย เช่น การทำลายเซลล์มาส (mast cell) เส้นเลือดขยายตัว การหลั่งของหลอดเลือดนอกเซลล์ ซึ่งเชื่อว่าเหนี่ยวนำให้เกิดจุดกดเจ็บไคคาดที่พบบ่อย<sup>19</sup>

ภาวะเซลล์ประสาทสร้างสารสื่อการอักเสบ (neurogenic inflammation) ยังสามารถเหนี่ยวนำให้มีการหลั่งสารสื่ออีกหลายชนิดติดตามมา เช่น แบริคไคนิน (bradykinin) ซีโรโทนิน (5-HT) นอร์เอพิเนฟริน (norepinephrine) อะดีโนซีน (adenosine) และสารส่งเสริมการเจริญของเซลล์ประสาท (nerve growth factor) สารต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดภาวะอัลโลดีเนีย (allodynia) และภาวะไวต่อความเจ็บปวด (hyperalgesia) ทั้งสองภาวะนี้พบในเซ็นทรัล เซ็นซิไทเซชัน (central sensitization) จึงทำให้อาการปวดบริเวณจุดกดเจ็บไคคาดที่พบบ่อยเพิ่มมากขึ้น และคงสภาพนานมากยิ่งขึ้น หากภาวะนี้เกิดเป็นระยะเวลานาน

สามารถทำให้ปมประสาทบริเวณคอร์น ฮอร์น และเซลล์ประสาทบริเวณคอร์น ฮอร์น (dorsal horn neuron) สูญเสียโครงสร้างและทำงานผิดปกติได้<sup>20</sup>

เพอริเฟอรัล เซ็นซิไทเซชัน และเซ็นทรัล เซ็นซิไทเซชันที่สัมพันธ์กับอาการปวดกล้ามเนื้อ จำเป็นต้องใช้พื้นฐานชีวเคมีในการอธิบายกลไก จากการศึกษาพบว่า หากมีการกระตุ้นตัวรับความเจ็บปวดในกล้ามเนื้อเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดการหลั่งสารเคมีที่มีบทบาทสำคัญ คือ สารเคมีก่ออาการปวด (substance P) และ แอล-กลูตาเมท (L-glutamate) จากปลายประสาท เหนี่ยวนำให้ช่องทางแคลเซียมไอออน (calcium ion channel) เปิดกว้างตลอดเวลา ส่งเสริมให้อาการปวดเพิ่มมากขึ้นและนานมากขึ้นจนอาจทำให้เกิดการตาย (apoptosis) ของเซลล์ประสาทประสานงานชนิดยับยั้ง (inhibitory interneuron) รวมถึงรบกวนการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางร่วมด้วย<sup>21</sup>

โดยสรุป กลไกการป้อนล่วงหน้าเชิงบวกเกี่ยวข้องกับการเพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาทอะเซทิลโคลีน การยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์อะเซทิลโคลีน เอสเตอเรส และการปรับตัวเพิ่มขึ้นของตัวรับอะเซทิลโคลีน ทำให้เกิดการกระตุ้นมอเตอร์ ยูนิท (motor unit) บริเวณจุดกดเจ็บไคคาดอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้จุดกดเจ็บไคคาดคงสภาพอยู่ยาวนาน จากสมมุติฐานเชิงบูรณาการของการคงสภาพของจุดกดเจ็บไคคาดจึงนำไปสู่การศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์อย่างมากมายที่พยายามอธิบายว่าวิธีการรักษาที่คิดค้นขึ้นมีผลต่อการรบกวนกลไกการป้อนล่วงหน้าของการเกิดจุดกดเจ็บไคคาดอย่างไร

## 5. แนวทางการรักษาจุดกดเจ็บไคคาดในปัจจุบันและกลไกที่เป็นไปได้

เนื่องจากความซับซ้อนในพยาธิกำเนิดของจุดกดเจ็บไคคาดส่งผลให้วิธีการรักษา มีความหลากหลาย เช่นกัน การรักษามีลักษณะเป็นแบบสหวิชาชีพ (multidisciplinary approaches) เช่น การรักษาด้วยยา ได้แก่ การใช้ยาต้านการอักเสบและยาลดปวดทั้งชนิดฉีดและรับประทาน ยาคลายกล้ามเนื้อ ยาต้านภาวะซึมเศร้า หรือ ยาคลายเครียด เป็นต้น การรักษาทางกายภาพบำบัด เช่น การจัดและขยับเคลื่อนข้อ (mobilization) การนวดคลายกล้ามเนื้อและพังผืด (myofascial release) การใช้ไฟฟ้าบำบัด (electrotherapy) การใช้ความร้อนหรือความเย็นบำบัด (thermotherapy) คลื่นเหนือเสียง (ultrasound) รวมถึงนวัตกรรมใหม่ในการรักษา เช่น การบำบัดด้วยช็อกเวฟ (shock wave therapy) นอกจากนี้ การแพทย์ทางเลือกยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีความนิยม เช่น ฟังซีเม นวดแผนไทย ผักโยคะ ผักฤๅษีตัดตน หรือ ไร่ไม้พลอง เป็นต้น มีการคิดค้นวิธีการรักษาใหม่ๆ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนผลของวิธีการเหล่านั้น อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีการระบุชี้ชัดว่าวิธีการรักษาใดที่เป็นมาตรฐาน

และมีประสิทธิภาพในการรักษาจุดกดเจ็บโกได้ดีที่สุด อาจเป็นเพราะผลการรักษาของแต่ละวิธีไม่สามารถจัดการกับสาเหตุของการเกิดจุดกดเจ็บโกได้ในทุกกระบวนการ นอกจากนี้ปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้เกี่ยวกับผู้ป่วยอาจมีผลกระทบต่อการรักษาด้วย เช่น ท่าทางในการทำงานไม่ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ การทำงานที่ใช้กล้ามเนื้อหนักและนานเกินไป หรือ ระดับความเครียดของจิตใจ ล้วนเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกิดจุดกดเจ็บโกได้ จากการรวบรวมการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกกลุ่มการรักษาออกเป็นหมวดหมู่ดังนี้

### 5.1 การรักษาด้วยหัตถบำบัด (Manual therapy)

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการใช้หัตถบำบัดในการรักษาจุดกดเจ็บโกพบว่า รูปแบบที่มีคุณภาพดียังมีจำนวนน้อย เช่น การใช้เทคนิคกดค้างให้ขาดเลือด (ischemic compression) เป็นวิธีการใช้แรงกดค้างบนกล้ามเนื้อบริเวณจุดกดเจ็บโกให้ขาดเลือดชั่วคราวในระดับความปวดที่ผู้ป่วยสามารถทนต่อแรงกระทำได้ และเมื่อปล่อยแรงกด จะส่งผลให้มีการเพิ่มการไหลเวียนเลือดมายังบริเวณจุดกดเจ็บโกมากขึ้น เชื่อว่าระดับการไหลเวียนเลือดที่ดีขึ้นทำให้อาการปวดของจุดกดเจ็บโกลดลง เนื้อเยื่อมีความยืดหยุ่นดีขึ้น ผลการศึกษาพบว่าเทคนิคการกดค้างให้ขาดเลือดสามารถลดปวดและลดความไวต่อการกระตุ้นของจุดกดเจ็บโกชนิดแอคทีฟและจุดกดเจ็บโกชนิดแฝงได้ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดคอ<sup>22</sup> หรือ ใช้วิธีการผสมผสานเทคนิคการกดค้างให้ขาดเลือดร่วมกับเทคนิคผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังการเกร็งค้าง (post-isometric relaxation) ต่อจุดกดเจ็บโกแฝงในกล้ามเนื้อแมสเสเตอร์ (masseter) การศึกษาพบว่าวิธีนี้สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อขากรรไกรได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ<sup>23</sup> อย่างไรก็ตาม ผลในการลดปวดและเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวข้อต่อด้วยวิธีดังกล่าวเป็นการศึกษาผลทันทีหลังการรักษาเท่านั้น ดังนั้นการศึกษาระยะสั้นและระยะยาวยังคงต้องมีการทำวิจัยต่อไปในอนาคต

การนวดเป็นหัตถบำบัดอีกประเภทหนึ่งที่ได้รับคามนิยมในการรักษาจุดกดเจ็บโก โดยมีจุดประสงค์หลักคล้ายคลึงกับเทคนิคการกดค้างให้ขาดเลือด จากการศึกษาผลของการนวดต่อการไหลเวียนเลือดของเส้นเลือดแดงที่เบียด (tibial artery) ภายใต้อาการปวดด้วยการใช้ดอปเพลอร์ อัลตราซาวด์ (doppler ultrasound) พบว่า ระดับการไหลเวียนเลือดเพิ่มขึ้นหลังการนวดจากสมมุติฐานบูรณาการเกี่ยวกับกลไกการป้อนล่วงหน้าเชิงบวกว่าเมื่อการนวดเพิ่มการไหลเวียนเลือดที่จุดกดเจ็บโกได้จึงน่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการรักษาจุดกดเจ็บโก<sup>24</sup> นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับผลของการนวดไทยต่ออาการปวดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ และระดับความวิตกกังวลในผู้ป่วย

กลุ่มอาการสะบักจม พบว่าการนวดไทยสามารถลดปวดและลดระดับความวิตกกังวลในผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อธิบายว่าอาจเกี่ยวข้องกับทฤษฎีประตูควบคุมความเจ็บปวด (gate control theory) และการเพิ่มการไหลเวียนเลือดไปยังบริเวณจุดกดเจ็บโก<sup>25</sup> อย่างไรก็ตาม การศึกษาผลของการนวดต่อการไหลเวียนเลือดพบว่า ระดับการไหลเวียนเลือดด้วยการนวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงอาจเป็นไปได้ว่าการนวดอาจมีผลในการเพิ่มระดับการไหลเวียนเลือดได้เพียงชั่วคราว<sup>26</sup> ดังนั้นการศึกษาในอนาคตอาจต้องมุ่งประเด็นไปที่ระดับแรงนวด เวลาที่ใช้ในการนวด ตลอดจนผลคงค้างจากการนวด เป็นต้น

การศึกษาเกี่ยวกับผลของการนวดต่อการเปลี่ยนแปลงระดับสารชีวโมเลกุลหลายชนิดที่คาดว่าเกี่ยวข้องกับจุดกดเจ็บโกเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจ โดยมีสมมุติฐานว่า การนวดสามารถกระตุ้นการส่งผ่านสัญญาณด้วยแรงเชิงกล (mechanotransduction signaling pathway) ของเอ็นไซม์โฟคอล แอดฮีชัน ไคเนส (focal adhesion kinase: FAK) และเอ็นไซม์เอ็กตราเซลล์ลูลาร์ ซิกแนล-เรกูเลต ไคเนส (extracellular signal-regulated kinase: ERK) เนื่องจากแรงเชิงกลจากการนวดช่วยลดการหดตัวของซาร์โคเมียร์ในจุดกดเจ็บโกผ่านการกระตุ้นเส้นทางของ FAK โดยอาศัยเอ็นไซม์ไนโคตินาไมด์ อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์ ฟอสเฟต/แรส รีเลต C3 โบทูลินัม ทอกซิน ซับสเตรท 1 (NADPH oxidase/Rac1) สามารถเพิ่มการเกิดออโตฟอสฟอรีเลชัน (autophosphorylation) ของ FAK และ FAK เป็นสารตัวกลางในการกระตุ้น ERK ซึ่งทำให้ปมที่จุดกดเจ็บโกคลายตัว<sup>27</sup> และมีการศึกษาสนับสนุนอีกว่า เมื่อยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ NADPH oxidase/Rac1 จะทำให้การหดตัวของซาร์โคเมียร์ในจุดกดเจ็บโกเพิ่มมากขึ้น<sup>28</sup> ส่วนการศึกษาอีกจำนวนหนึ่งเชื่อว่า การนวดสามารถลดไซโตไคน์ที่กระตุ้นกระบวนการอักเสบ และเพิ่มการสังเคราะห์ไมโทคอนเดรีย (mitochondria biogenesis)<sup>27</sup> จากพื้นฐานทางชีวเคมีกล่าวว่าการเพิ่มการสังเคราะห์ไมโทคอนเดรียภายในกล้ามเนื้อมีส่วนช่วยกระบวนการหายใจระดับเซลล์ ทำให้ใยกล้ามเนื้อสามารถผลิต ATP อย่างเพียงพอสำหรับกระบวนการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อ จึงลดการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อในจุดกดเจ็บโกได้

### 5.2 การยืดกล้ามเนื้อ (Muscle stretching)

มีการนำการยืดกล้ามเนื้อมาใช้ในทางคลินิกและการกีฬาเป็นระยะเวลานานแล้ว แต่กลไกแท้จริงยังไม่สามารถอธิบายแน่ชัดว่าสามารถลดปวดที่เกิดจากจุดกดเจ็บโกได้อย่างไร แม้มีการยืนยันว่าการยืดกล้ามเนื้อสามารถเพิ่มการไหลเวียนเลือดได้ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาตามหลักการ



ผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจม (scapulocostal syndrome) มักทำ โดยคลายกล้ามเนื้อและพังผืด (myofascial release) ร่วมกับการจัดและขยับเคลื่อนไหวข้อ (joint mobilization) ดังนั้นจึงเกิด เป็นประเด็นการศึกษาวิจัยที่น่าสนใจคือ ผู้ป่วยที่มีจุดกดเจ็บใน กล้ามเนื้อทำให้ข้อต่อที่เกี่ยวข้องมีการเคลื่อนไหวน้อยลง ร่วมด้วยหรือไม่

มีหลายการศึกษาทางคลินิกที่ประเมินความสัมพันธ์ ระหว่างจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อและภาวะข้อต่อเคลื่อนไหว น้อยลงในผู้ป่วยปวดคอ การศึกษาแรกพบว่าคุณสมบัติ ระดับสูงระหว่างจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อทราพีเซียส (trapezius) ส่วนบนกับการเคลื่อนไหวข้อต่อระหว่างกระดูกสันหลังบริเวณ คอชั้นที่ 3-4 ลดลง โดยประเมินจากความรู้สึกสุดท้ายที่ผิดปกติ (abnormal end-feel) แรงต้านทานที่มากขณะส่งแรงกระทำ ผ่านข้อต่อ และการไถลของข้อต่อที่ลดน้อยลง<sup>38</sup> การศึกษาที่สอง ใช้วิธีการจัดและการขยับเคลื่อนไหวข้อต่อในทิศทางหลังไปหน้า (postero-anterior technique) ลงบนข้อต่อฟาเส็ท (facet joint) ของกระดูกสันหลังบริเวณคอชั้นที่ 3-4 พบว่า มีการเคลื่อนไหว น้อยลงร่วมกับมีจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อทราพีเซียสส่วนบน กล้ามเนื้อสเตอร์โนไครโดมาสโตอยด์ (sternocleidomastoid) และกล้ามเนื้อลิเวเตอร์ สแคพูล่า (levator scapulae)<sup>39</sup>

ปัจจุบันมีหลายทฤษฎีที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ ระหว่างการเกิดจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อกับการเคลื่อนไหวข้อที่น้อยกว่า ปกติ บางทฤษฎีอ้างว่า การเพิ่มขึ้นของความตึงตัวในกล้ามเนื้อที่มี แถบตึง (taut band) และการกระตุ้นใยประสาทยนต์ของ กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องเป็นการรักษาสภาพของข้อมิให้เกิด การเคลื่อนไหวที่มากเกินไป จึงอาจเป็นไปได้ว่า จุดกดเจ็บใน กล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้ออยู่ในลักษณะหดสั้นและเกิด แรงกระทำในข้อต่อทำให้เคลื่อนไหวได้น้อยลง ในทางตรงกันข้าม บางทฤษฎีอธิบายว่า อาจเกิดจากกระแสประสาทนำเข้าที่ผิดปกติ จากข้อต่อที่มีการเคลื่อนไหวน้อยลงส่งผลกระตุ้นให้เกิด จุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อติดตามมา แนวคิดของทฤษฎีนี้มีการ ยืนยันที่พบว่า ข้อต่อที่เคลื่อนไหวน้อยกว่าปกติ หรือข้อต่อที่มีความผิดปกติในการทำงาน มีส่วนทำให้ใยประสาทยนต์ของกล้ามเนื้อ ที่อยู่ใกล้เคียงข้อตอดังกล่าวทำงานมากขึ้น และตอบสนอง ต่อสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความเจ็บปวดจากจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อ กลไกทางประสาทสรีรวิทยาอธิบายว่า จุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อ ทำให้กระแสประสาทนำความเจ็บปวดผ่านเข้าทางดอร์ซัล ฮอร์น (dorsal horn) เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้การตอบสนองของ ใยประสาทยนต์เพิ่มมากขึ้นตามมา ดังนั้นการศึกษาจำนวนมาก เกี่ยวกับการดัดข้อ (manipulation) ที่ข้อต่อ จึงเชื่อว่าเป็นการ ยับยั้งก่อนช่องว่างระหว่างเซลล์ประสาท (presynaptic inhibition) ของเส้นทางการนำความเจ็บปวดบริเวณข้อต่อและกล้ามเนื้อ ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นและข้อต่อเคลื่อนไหว

ได้มากขึ้น<sup>40</sup>

## 7. ปัจจัยเกี่ยวข้องกับการเกิดจุดกดเจ็บที่ไม่เกี่ยวข้อง กับโครงสร้าง

นอกจากปัจจัยด้านโครงสร้างของระบบกล้ามเนื้อและ กระดูกที่มีส่วนเป็นสาเหตุของการเกิดจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นที่อาจเกี่ยวข้องต่อภาวะปวดกล้ามเนื้อ (myalgia) หรือ การเกิดจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อได้ เช่น การขาดวิตามิน B12 ขาด ธาตุเหล็ก และต่อมไทรอยด์ทำงานผิดปกติ เป็นต้น

### 7.1 ภาวะขาดวิตามิน B12 (Vitamin B 12 deficiency)

การขาดวิตามิน B12 หรือไซยาโนโคบาลามีน (cyanocobalamin) เป็นภาวะที่พบบ่อยในผู้สูงอายุที่มีอายุเกิน 65 ปี ขึ้นไป เนื่องจาก เมื่ออายุเพิ่มขึ้น การสังเคราะห์ปัจจัยภายใน (intrinsic factor) ที่เกี่ยวข้องกับวิตามิน B12 ลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ร้อยละ 15-20 ของผู้ที่อายุเกิน 65 ปี มักพบภาวะขาด วิตามิน B12 ยิ่งไปกว่านั้น กระบวนการดูดซึมและการนำ วิตามินไปใช้ยังบกพร่องไปตามอายุที่เพิ่มขึ้นด้วย ผู้สูงอายุที่มีความเสื่อมถอยของระบบประสาท เช่น ความจำเสื่อม มี ภาวะเส้นประสาทรอบนอกอักเสบ (peripheral neuropathy) พบภาวะขาดวิตามิน B12 เช่นกัน และยังพบความสัมพันธ์ ระหว่างภาวะขาดวิตามิน B12 ในผู้ป่วยที่มีภาวะเส้นประสาท รอบนอกอักเสบด้วย จึงเป็นที่สังเกตว่าแพทย์มักให้วิตามิน B12 ในการรักษาอาการปลายประสาทอักเสบเสมอ<sup>41</sup>

### 7.2 ภาวะขาดธาตุเหล็ก (Iron deficiency)

ธาตุเหล็กจำเป็นอย่างยิ่งในการสร้าง ATP ของเซลล์ โดยทำงานผ่านระบบเอนไซม์ไซโตโครม ออกซิเดส (cytochrome oxidase enzyme system) การขาดธาตุเหล็กทำให้กล้ามเนื้อ เกิดภาวะล้า (fatigue) ได้ง่าย ความทนทานของกล้ามเนื้อลดลง และทำให้ปวดกล้ามเนื้อได้ การขาดธาตุเหล็กส่งผลต่อการ ขาดพลังงานสำหรับกระบวนการหดและคลายตัวของเส้นใย กล้ามเนื้อตามสมมุติฐานการขาดแคลน ATP ดังนั้น การขาด ธาตุเหล็กจึงมีส่วนทำให้จุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อคงสภาพอยู่นาน และยัง พบว่าส่งผลกระทบต่อผู้ที่มีภาวะขาดธาตุเหล็กไม่สามารถกลับคืนได้ จึงเชื่อว่าเป็นปัจจัยที่พบในผู้ป่วย MPS เรื้อรัง ซึ่งนอกจากมี อาการปวดแล้วยังประสบปัญหานอนไม่หลับร่วมด้วย<sup>42</sup>

### 7.3 ภาวะขาดวิตามินดี (Vitamin D deficiency)

มีรายงานว่าผู้ป่วยที่มีอาการปวดของโครงสร้างระบบ กล้ามเนื้อและกระดูก ปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 (type II muscle fiber) ลดลง และกล้ามเนื้อส่วนต้นฟอสิบ (proximal muscle atrophy) มักพบร่วมกับภาวะขาดวิตามินดี มีการศึกษา อ้างว่าร้อยละ 89 ของผู้ป่วยที่มีอาการปวดเรื้อรังของระบบกล้ามเนื้อ และกระดูก มีภาวะขาดวิตามินดีร่วมด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า

พฤติกรรมบางประการส่งเสริมให้ขาดวิตามินดีได้ เช่น ขาดการออกกำลังกายกลางแจ้งในที่มีแสงสว่าง เป็นต้น<sup>43</sup>

### สรุป (Conclusion)

MPS เป็นกลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและพังผืดที่มีกล้ามเนื้อและพยาธิกำเนิดที่มีความสลับซับซ้อน ลักษณะเด่นของจุดกดเจ็บไกคือความผิดปกติที่พบในกล้ามเนื้อ มีลักษณะเป็นจุด ก้อน หรือปมที่มีความไวต่อการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อได้รับแรงกดหรือแรงดึงจะเกิดอาการปวดเฉพาะที่และพบร่วมกับอาการปวดแผ่ร้าว (referred pain) ไปยังบริเวณอื่นภายในร่างกาย จุดกดเจ็บไกเป็นปัญหาหลักที่ต้องการวิธีการรักษาที่มีประสิทธิภาพ จากการรวบรวมองค์ความรู้ทำให้ทราบว่าสาเหตุหลักสำคัญที่ทำให้เกิดจุดกดเจ็บไกคือ ความบกพร่องทางสรีรวิทยาการหดตัวและการคลายตัวของกล้ามเนื้อลาย โดยมีปัจจัยส่งเสริมหลายประการ เช่น อายุ เพศ การออกกำลังกาย ลักษณะท่าทางการทำงาน การใช้กล้ามเนื้อในการทำงานที่มากเกินไป เป็นต้น สมมุติฐานหลักเชื่อว่า ภาวะบกพร่องทางสรีรวิทยาการหดตัวและการคลายตัวของกล้ามเนื้อลายเกิดจากการขาดแคลน ATP ที่เป็นพลังงานใช้ในการหดตัว การคลายตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ และกระบวนการเก็บกลับแคลเซียมออก

จากแบบจำลองกลไกการบ่อนล่งหน้าเชิงบวกทำให้ทราบถึงปัจจัยที่เสริมและทำให้จุดกดเจ็บไกคงสภาพอยู่นานขึ้น ดังนั้น การป้องกันมิให้ตัวรับความเจ็บปวดของจุดกดเจ็บไกในกล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้นมากเกินไป คือการลดปัจจัยกระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ส่งเสริมการเพิ่มการไหลเวียนเลือดของกล้ามเนื้อที่มีพยาธิสภาพ ลดความเครียดทั้งร่างกายและจิตใจ ออกกำลังกายที่ไม่หักโหมเกินไป เป็นต้น

การศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกลไกบ่อนล่งหน้าของการคงสภาพจุดกดเจ็บไก ทำให้ทราบว่าเหตุใดปัจจุบันจึงยังไม่มีข้อสรุปว่าวิธีการใดเป็นมาตรฐานในการรักษาจุดกดเจ็บไกในผู้ป่วย MPS ทั้งนี้เนื่องจากการรักษาเพียงวิธีการใดวิธีการหนึ่งยังไม่สามารถแก้ไขสาเหตุหรือตัดปัจจัยเสริมได้ครบทุกประการ ดังนั้น จึงยังมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาความจริงเกี่ยวกับการรักษาจุดกดเจ็บไกต่อไปในอนาคตทั้งในระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับชีวโมเลกุล

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้เรียบเรียง นพ.นริศ ปริทธิรงค์ ขอขอบคุณกองบรรณาธิการวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ ที่มอบโอกาสให้ได้รับรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับจุดกดเจ็บไกในครั้งนี้

1. Gerber LH, Sikdar S, Armstrong K, Diao G, Heimur J, Kopecky J, et al. A systematic comparison between subjects with no pain and pain associated with active myofascial trigger points. *PM&R* 2013; 5(11): 931-8.
2. Fernández-de-Las-Peñas C. Interaction between trigger points and joint hypomobility: a clinical perspective. *J Man Manip Ther* 2009; 17(2): 74-7.
3. Simons DG, Travell JG, Simons LS. Travell and Simons' Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Volume 1 upper half of body. 2nd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1999; p. 32-6.
4. Hopkin PM. Skeletal muscle physiology. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 2006; 6(1): 1-6.
5. Capes EM, Loaiza H, Valdivia H. Ryanodine receptors. *Skelet Muscle* 2011; 1(1): 1-18
6. Hoppeler H, Mathieu O, Krauer R, Claassen H, Armstrong B, Weibel ER. Design of the mammalian respiratory system. VI. Distribution of mitochondria and capillaries in various muscles. *Respir Physiol* 1981; 44(1): 87-111.
7. Dommerholt J, Bron C, Franssen J. Myofascial trigger points: an evidence-informed review. *J Man Manip Ther* 2006; 14(4): 203-21.
8. Borg-Stein J, Simons DG. Focused review: myofascial pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83 (3 Suppl 1): S40-7, S48-9.
9. Jaeger B. Myofascial trigger point pain. *Alpha Omegan* 2013; 106(1-2): 14-22.
10. Gerwin RD, Dommerholt J, Shah JP. An expansion of Simons' integrated hypothesis of trigger point formation. *Curr Pain Headache Rep* 2004; 8(6): 468-75.
11. Ge HY, Fernández-de-las-Peñas C, Arendt-Nielsen L. Sympathetic facilitation of hyperalgesia evoked from myofascial tender and trigger points in patients with unilateral shoulder pain. *Clin Neurophysiol* 2006; 117(7): 1545-50.
12. Simons DG. Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. *J Electromyogr Kinesiol* 2004; 14(1): 95-107.
13. Sluka KA, Kalra A, Moore SA. Unilateral intramuscular injections of acidic saline produce a bilateral, long-lasting hyperalgesia. *Muscle Nerve* 2001; 24(1): 37-46.
14. Capuano A, Currò D, Dello Russo C, Tringali G, Pozzoli G, Di Trapani G, et al. Nociceptin (1-13) NH2 inhibits stimulated calcitonin-gene-related-peptide release from primary cultures of rat trigeminal ganglia neurones. *Cephalalgia*. 2007; 27(8): 868-76.
15. Gerwin RD. The taut band and other mysteries of the trigger point: an examination of the mechanisms relevant to the development and maintenance of the trigger point. *J Musculoskelet Pain* 2008; 16(1-2): 115-21.
16. Supinski GS, Callahan LA. Free radical-mediated skeletal muscle dysfunction in inflammatory conditions. *J Appl Physiol* 2007; 102(5): 2056-63.
17. Power SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev*. 2008; 88(4): 1243-76.
18. Shah JP, Thaker N, Heimur J, Aredo JV, Sikdar S, Gerber L. Myofascial trigger points then and now: a historical and scientific perspective. *PM R* 2015; 7(7): 746-61.
19. Camanθο L, Imamura M, Arendt-Nielsen L. genesis of pain in arthrosis. *Revista Brasileira de Ortopedia* 2011: 14-7.
20. Woolf CJ. Central sensitization: Uncovering the relation between pain and plasticity. *Anesthesiology* 2007; 106(4): 864-7.

21. Hoheisel U, Koch K, Mense S. functional organization in the rat dorsal horn during an experimental myositis. *Pain* 1994; 59(1): 111-8.
22. Ibáñez-García J, Albuquerque-Sendín F, Rodríguez-Blanco C, Girao D, Atienza-Meseguer A, Planella-Abella S, et al. Changes in masseter muscles trigger points following strain-counterstrain or neuro-muscular technique. *J Bodyw Mov Ther.* 2009; 13(1): 2-10.
23. Gemmell H, Miller P, Nordstrom H. Immediate effect of ischemic compression and trigger point pressure release on neck pain and upper trapezius trigger points: a randomized controlled trial. *Clin Chiropr* 2008; 11(1): 30-6.
24. Taspinar F, Bas Aslan U, Sabir N, Cavlak U. Implementation of matrix rhythm therapy and conventional massage in young females and comparison of their acute effects on circulation. *J Altern Complement Med* 2013; 19(10): 826-32.
25. Butttagat V, Eungpinichpong W, Chatchawan U, Arayawichanon P. Therapeutic effects of traditional Thai massage on pain, muscle tension, and anxiety in patients with scapulocostal syndrome: A randomized single-blinded pilot study. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16(1): 57-63.
26. Crane JD, Ogborn I, Cupido C et al., Massage therapy attenuates inflammatory signaling after exercise-induced muscle damage. *Sci Transl Med* 2012; 4(119): 119-23.
27. Flinder LI, Timofeeva OA, Rosseland CM, Wierød L, Huitfeldt HS, Skarpen E. EGF-induced ERK-activation downstream of FAK requires eac1-NADPH oxidase. *J Cell Physiol* 2011; 226(9): 2267-78.
28. Webb DJ, Donais K, Whitmore LA, Thomas SM, Turner CE, Parsons JT, et al. FAK-Src signaling through paxillin, ERK and MLCK regulates adhesion disassembly. *Nat Cell Biol* 2004; 6(2): 154-61.
29. Supinski GS, Bark H, Guancialr A, Kelsen SG. Effect of alterations in muscle fiber length on diaphragm blood flow. *J Appl Physiol* 1986; 60(5): 1789-96.
30. Otsuki A, Fujita E, Ikegawa S, Kuno-Mizumura M. Muscle oxygenation and fascicle length during passive muscle stretching in ballet-trained subjects. *Int J Sports Med* 2011; 32(7): 496-502.
31. Cagnie B, Barbe T, De Ridder E, Van Oosterwijck J, Cools A, Danneels I. The influence of dry needling in the trapezius muscle on muscle blood flow and oxygenation. *J Manipulative Physiol Ther* 2012; 35(9): 685-91.
32. Draper DO, Mahaffey C, Kaiser D, Eggett D, Jarmin J. Thermal ultrasound decreases tissue stiffness of trigger points in upper trapezius muscles. *Physiother Theory Pract* 2010; 26(3): 167-72.
33. Ferraresi C, Hamblin MR, Parizotto NA. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue, and repair benefited by the power of light. *Photonics Lasers Med* 2012; 1(4): 267-86.
34. Agostino MC, Craig K, Tibalt, Respizzi S. Shock wave as biological therapeutic tool: From mechanical stimulation to recovery and healing, through mechanotransduction. *Int J Surg* 2015; 24(Pt B): 147-53.
35. Hsueh TC, Cheng PT, Kuan TS, Hong CZ. The immediate effectiveness of electrical nerve stimulation and electrical muscle stimulation on myofascial trigger point. *Am J Phys Med Rehabil* 1997; 76(6): 471-6.
36. Ardic F, Sarhus M, Topuz O. comparison of two different techniques of electrotherapy on myofascial pain. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2002; 16(1): 11-6.
37. Rodriguez-Fernandez AL, Garrido-santofimia V, Gueita- Rodriguez J, Fernandez-de-las-Penas C. Effects of burst-type transcutaneous electrical nerve stimulation on cervical range of motion and latent myofascial trigger point pain sensitivity. *Arch Phys Med Rehabil* 2011; 92(9): 1353-8.

38. Fernandez-de-las-Penas C, Fernandez J, Miangolarra JC. Musculoskeletal disorders in mechanical neck pain: myofascial trigger points versus cervical joint dysfunction: A clinical study. *J Musculoskeletal Pain* 2005; 13: 27-35.
39. Fernandez-de-las-Penas C, Alonso-Blanco C, Alguacil-Diego IM, Miangolarra JC. Myofascial trigger points and posterior-anterior joint hypomobility in the mid-cervical spine in subjects presenting with mechanical neck pain: A pilot study. *J Man Manip Ther* 2006; 14: 88-94.
40. Fernandez-de-las-Penas C. Interaction between trigger points and joint hypomobility: a clinical perspective. *J Man Manip Ther* 2009; 17(2):74-7.
41. Andres E, Loukili NH, Noel E, Kaltenbach G, Abdelgheni MB, Perrin AE, et al. Vitamin B12 (cobalamin) deficiency in elderly patients. *CMAJ* 2004; 171(3): 251-9.
42. Hallberg L, Hulthen L. Perspective on iron absorption. *Blood Cells Mol Dis* 2002; 29(3): 562-73.
43. Plotnikoff GA, Quigley JM. Prevalence of severe hypovitaminosis D in patients with persistent, non-specific musculoskeletal pain. *Mayo Clin Proc* 2003; 78(12): 1463-70.

## คำแนะนำสำหรับพู่เขียน

### การส่งบทความต้นฉบับ

นิพนธ์ต้นฉบับสามารถส่งผ่านระบบออนไลน์เว็บไซต์ <http://www.ams.cmu.ac.th/journal> หรือ ส่งต้นฉบับจำนวน 2 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล (CD) ที่ระบุโปรแกรมที่ใช้พิมพ์มายัง

บรรณาธิการวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เลขที่ 110 ถนนอินทวโรรส ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

โทรศัพท์ : (053) 945080 ต่อ 17

โทรสาร : (053) 946042

E-mail : preeyanat.v@cmu.ac.th

### ข้อมูลทั่วไป

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ เป็นวารสารทางวิชาการของคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ยินดีพิจารณาบทความที่มีคุณภาพด้านเทคนิคการแพทย์ วัสดุเทคนิค กิจกรรมบำบัด กายภาพบำบัด และด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยผ่านระบบการตรวจประเมินและได้รับการยอมรับจากผู้ทรงคุณวุฒิภายในหรือภายนอก ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นๆ อย่างน้อย 2 ท่าน บทความที่เสนอขอรับการพิจารณาต้องไม่เคยตีพิมพ์ หรืออยู่ในระหว่างการเสนอต่อวารสารอื่นใด บทความที่ตีพิมพ์ในวารสารนี้แล้ว ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

### ประเภทของบทความที่ส่งตีพิมพ์

1. **นิพนธ์ต้นฉบับ (Research article)** เป็นรายงานผลงานวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้องโดยที่บทความนั้นยังไม่เคยตีพิมพ์ หรืออยู่ในระหว่างการตีพิมพ์ในวารสารอื่นใด
2. **รายงานเทคนิคทางห้องปฏิบัติการ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด และวัสดุเทคนิค (Short technical report)** เป็นรายงานการประยุกต์ใช้เทคนิคการตรวจในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด และวัสดุเทคนิค โดยแสดงรายละเอียดทั้งวิธีการและผลการใช้เทคนิคนั้น เปรียบเทียบกับวิธีเดิม รวมถึงการวิจารณ์และสรุปผล
3. **นิพนธ์ปริทรรศน์ (Review article)** เป็นบทความที่รวบรวมเอาผลงานในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเคยลงตีพิมพ์แล้วนำมาวิเคราะห์วิจารณ์เปรียบเทียบเพื่อให้เกิดความกระจ่างในเรื่องนั้นยิ่งขึ้น
4. **บทความทั่วไป (General article)** เป็นบทความที่มีวิชาการเฉพาะด้านรวมอยู่ด้วยค่อนข้างน้อย เขียนเพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถอ่านเข้าใจตลอด
5. **บันทึก (Note)** เป็นบทความหรือรายงานผลการวิจัยคล้ายข้อ 1 และข้อ 2 แต่มีความกะทัดรัดกว่าทั้งในเนื้อหาและรายละเอียด
6. **ปกิณกะ (Miscellany)** เป็นบทความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ เช่น การวิจารณ์ผลเวชศาสตร์ชั้นสูง การตอบปัญหาทางด้านเวชศาสตร์ชั้นสูง เป็นต้น
7. **จดหมายถึงบรรณาธิการ (Letter to editor)** เป็นบทความทางวิชาการหรืออื่นๆ ที่เป็นบันทึกสั้นๆ ในรูปของจดหมายถึงบรรณาธิการ เพื่อแสดงความคิดเห็นและประสบการณ์ในทางวิชาการ
8. **การออกความเห็น (Commentaries)** และ รายงานการประชุม (Meeting report) การแสดงออกความเห็นสามารถแสดงความสนใจ ความสำคัญและความถูกต้องแท้จริง อย่างไรก็ตามยังสามารถแสดงความไม่เห็นด้วยได้เช่นกัน ในส่วนของรายงานการประชุมจะถูกพิจารณาในลักษณะเดียวกับการแสดงออกความเห็น

### คำแนะนำสำหรับการเตรียมต้นฉบับ

1. **ภาษาที่ใช้** มี 2 ภาษาคือ ภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ ใช้อักษร Browallia New 14 สำหรับตัวอักษรและขนาด 12 สำหรับสัญลักษณ์ต้นฉบับภาษาไทย ควรใช้ถ้อยคำและศัพท์ภาษาไทยให้มากที่สุด โดยใช้พจนานุกรมศัพท์แพทย์อังกฤษ-ไทยฉบับราชบัณฑิตยสถานเป็นบรรทัดฐาน คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่บัญญัติเป็นภาษาไทยแล้วแต่ยังไม่เป็นที่ทราบกันอย่างแพร่หลายหรือแปลแล้วเข้าใจยาก ให้ใส่ภาษาเดิมกำกับไว้ในวงเล็บหรืออนุโลมให้ใช้ภาษาอังกฤษได้
2. **ต้นฉบับ** ใช้กระดาษสีขาวขนาด 8.5x11 นิ้ว พิมพ์หน้าเดียว ชิดซ้าย เว้นระยะระหว่างบรรทัด 2 ช่วง (2 spaces) ใช้โปรแกรม และตัวพิมพ์มาตรฐาน มีเลขที่หน้ากำกับทุกหน้า
3. **ชื่อเรื่อง** ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นข้อความสั้นๆ และสื่อความหมาย บ่งชี้ให้เห็นสาระสำคัญของเนื้อหาในบทความไม่ควรใช้คำย่อนอกจากคำย่อนั้นเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไป
4. **ชื่อผู้แต่ง** ให้ใส่ชื่อตัวและชื่อสกุลเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ กรณีที่ผู้แต่งหลายคนให้เรียงตามลำดับความสำคัญในงานนั้นๆ และให้ระบุชื่อและสถานที่ติดต่อพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร หรือ E-mail address ของผู้รับผิดชอบบทความเพื่อการติดต่อได้สะดวก กรณีที่มีผู้วิจัยมากกว่าหนึ่งคน ให้ลำดับด้วยตัวอักษรก-ข-ค-ง-ด และเครื่องหมายดอกจันทน์สำหรับผู้รับผิดชอบบทความ
5. **บทคัดย่อ** ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (Abstract) ความยาวไม่เกิน 400 คำ โดยแบ่งเป็น 5 หัวข้อเรียงตามลำดับ ดังนี้ บทนำที่มาของปัญหาวิจัย วัตถุประสงค์ วัสดุและวิธีการ ผลการศึกษา และสรุป ผลการศึกษา ทั้งนี้ให้มีคำรหัส (Keyword) จำนวน 3-5 คำ

6. โครงสร้างของบทความ สำหรับนิพนธ์ต้นฉบับให้เรียงลำดับตามหัวข้อ ดังนี้:-

- บทนำ (Introduction) ซึ่งรวมถึงวัตถุประสงค์หรือสมมติฐานในการศึกษา เนื้อหาที่สำคัญสั้นๆ ความสำคัญของงานปัจจุบันที่ทำ พร้อมอ้างถึงงานที่มีการพิมพ์เผยแพร่มาก่อนหน้าและแสดงความคิดเห็นประกอบ
- วัสดุและวิธีการ (Materials and methods) การทดลองสั้นๆ พอที่ผู้อ่านเข้าใจในรายละเอียดของการศึกษา และผู้อ่านอาจสามารถนำไปทดลองต่อได้
- ผลการศึกษา (Results) ผลการศึกษาริบายเฉพาะผลการศึกษาที่ได้รับจากการศึกษานี้ เช่น ข้อมูลจากรูปภาพ ตารางข้อมูล สามารถอธิบายเหตุผลที่เกินกว่าข้อมูลได้ในส่วนของวิจารณ์ผลการศึกษา
- วิจารณ์ผลการศึกษา (Discussion)
- สรุปผลการศึกษา (Conclusion)
- กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) กรณีที่งานวิจัยนั้นได้รับทุนวิจัยให้ระบุแหล่งที่มาของทุนวิจัยนั้นด้วย
- เอกสารอ้างอิง (References) การอ้างอิงเอกสารในเรื่องให้อ้างอิงเรียงตามลำดับเลขที่ของเอกสารอ้างอิงซึ่งอยู่ท้ายเรื่อง โดยใส่ตัวเลขแบบยกต่อท้ายข้อความนั้นๆ

7. ตาราง แผนภูมิ รูปภาพประกอบ

- ตาราง แผนภูมิ รูปภาพประกอบ ให้แยกไว้ต่างหาก หนึ่งไฟล์ ต่อ 1 ตาราง หรือ 1 แผนภูมิ หรือ 1 รูปภาพ บันทึกโดยใช้นามสกุล .jpg หรือ .tif ให้มีความละเอียดเพียงพอ
- คำอธิบายรูป (Figure legend) ให้พิมพ์แยกไว้ต่างหาก คำอธิบายภายในรูปให้ใช้ภาษาอังกฤษ
- ชื่อตารางและคำอธิบายในตารางให้ใช้ภาษาอังกฤษ

### การตรวจทาน (Proof)

บทความที่ได้การยอมรับให้พิมพ์จะส่งกลับไปยังผู้วิจัยเพื่อตรวจทานผ่าน E-mail ของผู้วิจัยก่อนการตีพิมพ์

### ค่าใช้จ่ายในการพิมพ์ (Page charge)

ไม่มี

### 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 2002Aug 12];102(6):[about 1 p.]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm> Article
- 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
- Chanungklang P, Vongchan P. Screening and identification of alloantibodies in blood samples from Community Medical Service Project, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University [Term paper]. Faculty of Associated Medical Sciences: Chiang Mai University; 2012 (in Thai).
- Harnden P, Joffe JK, Jones WG, editors. Germ cell tumours V. Proceedings of the 5th 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. 2nd United States of America. Julie Alexandar; 2000.

## Instructions for Authors

### How to send original article/thesis

Original article/thesis can be submitted through the on-line system via website <http://www.ams.cmu.ac.th/journal> or by sending 2 original hard copies and CD (please specify the program used to print) to the editorial office at

The Office of Editor of Bulletin of Chiang Mai Associated Medical Sciences  
Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University  
110 Inthawaroros Rd., T.Sriphum, A.Muang,  
Chiang Mai Thailand 50200  
Telephone: (053) 945080 Ext. 17 Fax: (053) 946042  
E-mail: [preeyanat.v@cmu.ac.th](mailto:preeyanat.v@cmu.ac.th)

### General Principles

Bulletin of Chiang Mai Associated Medical Sciences is a scientific journal of the Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University. The articles submitted to the bulletin that are relevant to any of all aspects of Medical Technology, Radiologic Technology, Occupational Therapy, Physical Therapy and other aspects related to the health sciences are welcome. Before publication, the articles will go through a system of assessment and acceptance by at least two experts who are specialized in the relevant discipline. All manuscripts submitted to Bulletin of Chiang Mai Associated Medical Sciences should not have been previously published or under consideration for publication elsewhere. All publications are protected by the Bulletin of Chiang Mai Associated Medical Sciences' copyright.

### Manuscript categories

1. Research article is a research paper that is relevant to any of all aspects described above and must not have been previously published or be under consideration for publication elsewhere.
2. Short technical report is a formal report of a technology innovation in a field of Medical laboratory, Physical Therapy, Occupational Therapy and Radiologic Technology which details method, results, discussion and conclusion.
3. Review article is an article that provides a comprehensive review of a topic having direct relevance to research on the specific topics. It analyzes or discusses research previously published by others.
4. General article is an article that is less technical and permits access by the people in general, compared to a research article.
5. Note is an article or research report similar to a research article but short and limited in scope.
6. Miscellany is an article relating to an article published in the health sciences such as a discussion of the result of laboratory medicine or to answer a research question on laboratory medicine.
7. Letters to the Editor is a technical article or notes or letter sent to a publication about issues of opinions and experiences from authors.
8. Commentaries and Meeting report are a series of comments or annotations of the meeting.

### Manuscript Format

1. **Language.** Thai and/or English, Browsers New 14 for text and 12 for all symbols. For an original Thai article, the manuscript should use as many Thai words as possible. Author should use the Royal Institute English-Thai Medical Dictionary as a guideline for translation. For English words that have been formally translated into Thai, but not widely recognized or too difficult to understand, the English words can be placed in parenthesis for those original words.
2. **Format.** Print the original hard copy in A4 paper, size 8.5x11 inch, one-side printing, double spacing. Use standard program and fonts and, add page and line number for all pages.
3. **Title of the article.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
4. **Author names and affiliation.** Where the family name may be ambiguous (e.g. a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with superscript number immediately after author's name and in front of appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the province, country and, if available, the e-mail address of each author.
5. **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication, ensure that telephone and fax numbers (with postal area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author
6. **Abstract.** In Thai and English not exceeding 400 words. The abstract must include background, objectives, methods, results and conclusion, and 3-5 keywords should be included. The manuscripts should be arranged in the following headings: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, and Conclusion, Acknowledgement and Reference.

7. **Article structure.** Prepare according to following contents;
  - Introduction: State the objectives of work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results..
  - Materials and Methods: Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference. Only relevant modifications should be described.
  - Results: Results should be clear and concise. Present the new results of the study such as tables and figures mentioned in the main body of the article, and numbered in the order in which they appear in the text or discussion.
  - Discussion: This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.
  - Conclusions: The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a “Discussion” or “Results and Discussion”.
  - Acknowledgement: Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g. providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.)
  - References: Numbering with superscript is in required.
8. **Artworks**
  - Each table, graph and figure should be self-explanatory one page per each. Save the figures as high resolution i.e., .jpg or .tiff files.
  - Separate and self-explanatory of figure legend and using English for figure description.
  - Title and description of the tables and figures should be in English.

#### Proof correction

The Proofs of final paper approved for publication are to be returned by e-mail to the corresponding author before publication publication.

#### Page charge

No page charge

#### References Format

1. In details of content of the article; using a superscript number after the text or paragraph to refer to the references.
2. References using the Vancouver reference system.
3. In case of references source from non-English language, translate the title to English and retain “in Thai” in the parentheses.

#### Examples of References list

- 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 2002Aug 12];102(6):[about 1 p.]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm> Article
- Forooghian F, Yeh S, Faia LJ, Nussenblatt RB. Uveiticfoveal 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
- Chanungklang P, Vongchan P. Screening and identification of alloantibodies in blood samples from Community Medical Service Project, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University [Term paper].Faculty of Associated Medical Sciences: Chiang Mai University; 2012 (in Thai).
- Harnden P, Joff e 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.