



วารสาร เทคนิคการแพทย์ และกายภาพบำบัด

ISSN 0857-6653

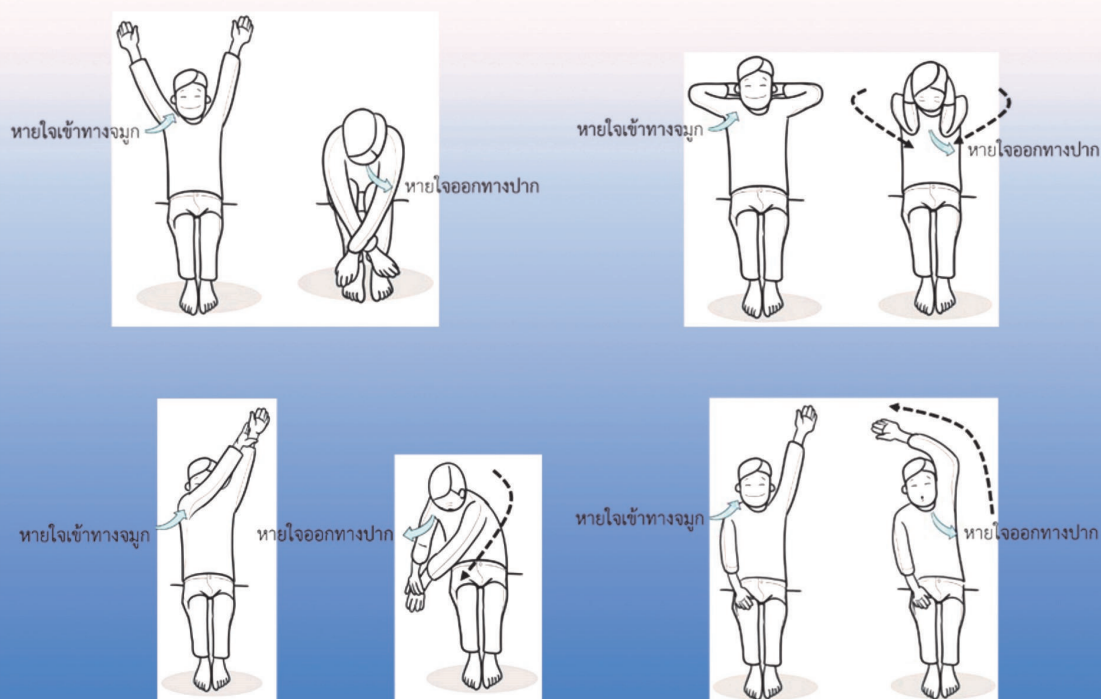
VOLUME 30 NUMBER 2 MAY - AUGUST 2018

<http://www.tci-thaijo.org/index.php/ams>

*** วารสารวิชาการระดับชาติที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก TCI และ สกว. ***

ปีที่ 30 ฉบับที่ 2

พฤษภาคม - สิงหาคม 2561



การขยับเคลื่อนไหวทรวงอกด้วยตนเอง เพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพปอด
(ภาพจากหน้า 233)

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY



วารสาร

เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

วัตถุประสงค์

1. เป็นสื่อกลางเผยแพร่วิชาการทางด้านเทคนิคการแพทย์ กายภาพบำบัด วิทยาศาสตร์การแพทย์ และสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง
2. ส่งเสริมความเข้าใจอันดีระหว่างนักเทคนิคการแพทย์ นักกายภาพบำบัด และบุคลากรทางการแพทย์

เจ้าของและสำนักงาน

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

โทรศัพท์/โทรสาร 0-4320-2399, 0-4334-7482

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. พชัย เจริญนัยกุล

คณบดีคณะเทคนิคการแพทย์

กองบรรณาธิการ

บรรณาธิการ รศ.ดร. จุรีรัตน์ ดาดวง
รองบรรณาธิการ ผศ.ดร. พลลพภูมิ ยงฤทธิปกรณ์
อ.ดร. อัญชลี เตชะเสน
กองบรรณาธิการ ศ.ดร. วิษระ กสิณฤกษ์
รศ.ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล
รศ.ดร. ธีระชัย ธนานันต์
รศ.ดร. อรุณวดี ชนะวงศ์
ศ.ดร. เต็มดวง ลิ้มไพบูลย์
รศ.ดร. วิชรินทร์ ลอยลม
รศ.ดร. อาทิตย์ พวงมะลิ
รศ.ดร. วิมลวรรณ เที่ยงแก้ว
รศ.ดร. วิชัย อิงพิณจงส์
รศ.ดร. สุกัลยา อมตฉายา
ผศ.ดร. อุไรวรรณ ชัชวาลย์
ผศ.ดร. อลงกต เอมะสิทธิ์

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

International Editorial Board

Assoc. Prof. Dr. Xingze Wang

Gannan Normal University, China

กองจัดการ

ผู้จัดการ นางสาวชลธิศา พลทองมาก
กรรมการ นางสาวสุทธิลักษณ์ พัดเพ็ง
นายศุภกร ชรรค์แก้ว

กำหนดออก ปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน

ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม

ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม

พิมพ์ที่

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

โทรศัพท์/โทรสาร 0-4320-2100



วารสาร

เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

OBJECTIVES

1. To serve as a medium for propagating knowledge, technology and research in medical technology, physical therapy and health sciences.
2. To promote better understanding among medical technologists, physical therapists and other health personnels.

OWNER AND OFFICE

Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University 40002

Tel./Fax. 0-4320-2399, 0-4334-7482

ADVISORY

Assoc. Prof. Dr. Patcharee Jearanaikoon

Dean, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

EDITORIAL BOARD

Editor	Assoc. Prof. Dr. Jureerut Daduang	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
Deputy Editor	Assis. Prof. Dr. Ponlapat Yonglitthipagon	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
	Dr. Aunchalee Techasen	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
Members	Prof. Dr. Wachara Kasinrer	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
	Assoc. Prof. Dr. Somchai Santiwatanakul	Faculty of Medicine, Srinakharinwirot University
	Assoc. Prof. Dr. Theerachai Thanananta	Faculty of Science and Technology, Thammasat University
	Assoc. Prof. Dr. Aroonwadee Chanawong	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
	Prof. Dr. Temduang Limpai boon	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
	Assoc. Prof. Dr. Watcharin Loilome	Faculty of Medicine, Khon Kaen University
	Assoc. Prof. Dr. Aatit Paungmali	Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
	Assoc. Prof. Dr. Vimonwan Hiengkaew	Faculty of Physical Therapy, Mahidol University
	Assoc. Prof. Dr. Wichai Eungpinichpong	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
	Assoc. Prof. Dr. Sugalya Amatachaya	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
	Assis. Prof. Dr. Uraiwon Chatchawan	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
	Assis. Prof. Dr. Alongkot Emasithi	Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University

International Editorial Board

Assoc. Prof. Dr. Xingze Wang

Gannan Normal University, China

MANAGEMENT BOARD

Manager	Chontisa Ponthongmak
Members	Sutthilak Phatpheng
	Supakorn Khankaew

Publication 3 issues per year

Issue 1: January – April

Issue 2: May – August

Issue 3: September – December

PRINTED AT

KKU Printing House, Khon Kaen University

Naimuang, Muang, Khon Kaen 40002 Thailand

Tel./Fax 0-4320-2100



วารสาร

เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

ปีที่ 30 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2561

สารบัญ

หน้า

นิพนธ์ต้นฉบับและบทความปริทัศน์

- ผลของการนวดไทยที่ทำได้ด้วยตนเองต่อการเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าและ
นิ้วหัวแม่เท้าในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีความผิดปกติของปลายประสาท 131
กวิตา จรัสรังสีชล, อุไรวรรณ ชัชวาลย์, วนิดา ดรปัญญา, วิชัย อังพินิจพงศ์, เสาวนีย์ นาคมะเร็ง
- ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการปวดไหล่ของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ 146
สุนิสา ชายเกลี้ยง, พรนภา ศุกรเวทย์ศิริ, วรพรรณ ภูษาด
- ความเชื่อถือได้ของการวัดองศาข้อสะโพกในการทดสอบ Modified Thomas, 159
ระยะห่างในท่า Sign of four และการคลำกล้ามเนื้อ quadratus lumborum และ
psoas muscles และ sacrotuberous ligament
รัชนิวรรณ อติชัยเผ่าพันธุ์, ชมพูนท สุวรรณศรี, สราวุธ สุวรรณรัตน์
- การใช้ค่า event/sec ใน single platform โพลไซโทเมทรีในการคำนวณ absolute CD4 171
ทีลิมโฟไซด์และจำนวนเม็ดเลือดขาวในผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์
สุวรรณี ลิรัฐพงศ์
- การกลายพันธุ์ของยีน PIK3CA ตำแหน่งใหม่ในผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูก 182
*สุวิทย์ วงษ์เชียงขวาง, ภาณุพรรณ กฤษเพชรรัตน์, สุทธิพรณ กิจเจริญ,
อรอนงค์ กฤษเพชรรัตน์, สุรศักดิ์ แวนรัมย์*
- การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสปีเกต 191
โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายรังสีซีทีในการเปรียบเทียบเชิงปริมาณ
พรไพสิน ไพโรจน์สันติกุล, สุพจน์ เอื้ออภิลิทธิวงศ์, ธิวิภา แก้วเชื้อ, มลฤดี เอกมหาชัย
- ความตรงเชิงเนื้อหาและความเชื่อมั่นของชุดรหัสหลักของบัญชีสากลเพื่อการจำแนกการทำงาน 205
ความพิการ และสุขภาพฉบับปรับปรุงสำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม (ภาษาไทย) ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม
รชนี หมั่นตรวจ, รุ่งทิพย์ พันธเมธากุล, พรณี ปิงสุวรรณ
- การศึกษานำร่อง: การออกกำลังกายบนเตียงด้วยจักรยานประยุกต์ “ปั่นง่าย” ในอาสาสมัครสุขภาพดี 216
*สุนันท์นิ เหมฤดี, อรรถพล ครบุรี, จิตรภณ ปาละกุล, เสาวนีย์ นาคมะเร็ง,
วนิดา ดรปัญญา, พลลพัทธ์ ยงฤทธิปกรณ์, รวยริน ชนาวิรัตน์*



วารสาร

เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

ปีที่ 30 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
● การออกกำลังกายที่บ้านในผู้ป่วยปอดอุดกั้นเรื้อรัง เสาวนีย์ เหลืองอร่าม, พรทิพย์ ศรีโสภ, รวยริน ชนาวิรัตน์	226
● ความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องมือวัดการเคลื่อนไหวคอ “WE-CAP” กัลยา ปานงเหลื่อม, วิชัย อิงพิณิจพงศ์	237
● การศึกษาการแสดงออกของโมเลกุล CD36 บนเกล็ดเลือด ในผู้บริจาคโลหิตชาวไทย ด้วยวิธีโพลีไซโตเมทรี รุ่งอรุณ พวงธรรม, ยุภาภรณ์ สุตวิสัย, ชาญวิทย์ ลีลาวัฒน์, อมรรัตน์ รมพฤษ	244
● ความตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงของบัญชีสากลเพื่อการจำแนกการทำงาน ความพิการ และสุขภาพสำหรับการล้ม (ฉบับภาษาไทย) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง จารุวรรณ จันสอน, อุไรวรรณ ชัชวาลย์, พรรณี ปิงสุวรรณ	253



วารสาร

เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

VOLUME 30 NUMBER 2 MAY - AUGUST 2018

CONTENTS

page

ORIGINAL ARTICLE & REVIEW ARTICLE

- Effect of self-Thai foot massage on range of motion of ankle and first metatarsophalangeal joints in type 2 diabetic patients with peripheral neuropathy 132
Kawita Jarusrungsichol, Uraiwan Chatchawan, Wanida Donpunha, Wichai Eungpinichpong, Saowanee Nakmareong
- Risk factors associated with shoulder pain among assembly electronic workers 147
Sunisa Chaiklieng, Pornnapa Suggaravetsiri, Worawan Poochada
- Reliability of hip and knee angle measurement in Modified Thomas test, distance in Sign of four and palpation of quadratus lumborum and psoas muscles and sacrotuberous ligament 160
Rachaneewan Adisaiphaopan, Chompunoot Suwanasri, Sarawut Suwannarat
- Event/sec from single platform flow cytometry for calculation of absolute CD4+ T-lymphocyte and total WBC count in HIV/AIDS patients 172
Suwannee Lirathpong
- New *PIK3CA* gene mutation in cervical cancer patients 183
Suwit Wongchiangkhwang, Panutas Kritpetcharat, Suttiphon Kitcharoen, Onanong Kritpetcharat, Surasak Wanrum
- The development program for tissue attenuation correction of SPECT image by using CT image data in quantitative comparison 192
Phornpailin Pairodsantikul, Supoj Uaapisitwong, Tawika Kaewchur, Molrudee Ekmahachai
- Content validity and reliability of the modified international classification of functioning, disability and health (ICF) core set for osteoarthritis (Thai version) in patients with knee osteoarthritis 206
Rotjane Mantruad, Rungthip Puntumetakul, Punnee Peungsuwan
- A pilot study: Bed exercise with a modified bicycle “Pun Ngai” in healthy volunteers 217
Sunantinee Hemrudee, Auttapon Konburee, Jittapon Palakul, Saowanee Nakmareong, Wanida Donpunha, Ponlapat Yonglitthipagon, Raoyrin Chanavirut



วารสาร

เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

VOLUME 30 NUMBER 2 MAY - AUGUST 2018

CONTENTS

page

-
- Home-based exercise in COPD patients 227
Saowanee Luangaram, Porntip Srisopa, Raoyrin Chanavirut
 - Reliability and validity of a “WE-CAP” device for measurement of cervical range of motion 238
Kallaya Panngooluem, Wichai Eungpinichpong
 - The study of CD36 expression on platelets in Thai blood donors using flow cytometry 245
Roongaroon Phuangtham, Yupaporn Sudwilai, Chanvit Leelayuwat, Amornrat V Romphruk
 - Content validity and reliability of the international classification of functioning, disability and health for falls (Thai version) in stroke patients 254
Jaruwan Junsorn, Uraiwan Chatchawan, Punnee Peungsuwan



ผลของการนวดไทยที่เท้าด้วยตนเองต่อการเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้า และนิ้วหัวแม่เท้าในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีความผิดปกติของปลายประสาท

กวิตา จรัสรังสีชล^{1,2} อุไรวรรณ ชัชวาลย์^{2,3*} วณิดา ดรปัญญา^{2,3} วิชัย อิงพินิจพงศ์^{2,3} เสาวนีย์ นาคมะเร็ง³

Received: June 6, 2017

Revised: August 2, 2017

Accepted: September 29, 2017

บทคัดย่อ

ผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาทอาจส่งผลให้มุมการเคลื่อนไหวของเท้าลดน้อยลง การศึกษานี้ต้องการทราบผลของการนวดไทยที่เท้าด้วยตนเองในการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหว โดยศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาทจำนวน 25 คน อาสาสมัครได้รับการสุ่มเพื่อรับการรักษาออกเป็น 2 ลำดับคือ 1) นวดไทยที่เท้าด้วยตนเอง (STFM) ก่อนการนวดเท้าโดยหมอนวด (FM) และ 2) นวด FM ก่อน นวด STFM หลังการรักษาทันทีวัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าและนิ้วหัวแม่เท้าด้วยการเคลื่อนไหวด้วยตนเอง (active) และผู้อื่นทำให้ (passive) โดยใช้โปรแกรม Kinovea ผลการศึกษาพบว่า การเคลื่อนไหวส่วนใหญ่มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสอง การรักษา ($p < 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองการรักษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น การนวดไทยที่เท้าอาจเป็นทางเลือกหนึ่งของการดูแลตนเองในผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาท

คำสำคัญ: นวดเท้า, องศาการเคลื่อนไหว, ผู้ป่วยเบาหวาน

¹ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กายภาพบำบัด) คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² กลุ่มวิจัยปวดหลัง ปวดคอ และปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ (BNOJPH) เทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้รับผิดชอบบทความ



Effect of self-Thai foot massage on range of motion of ankle and first metatarsophalangeal joints in type 2 diabetic patients with peripheral neuropathy

Kawita Jarusrungsichol^{1,2}, Uraiwan Chatchawan^{2,3*}, Wanida Donpunha^{2,3},
Wichai Eungpinichpong^{2,3}, Saowanee Nakmareong³

Abstract

A diabetic patient with diabetic peripheral neuropathy (DPN) is characterized by a poor range of motion of foot. Therefore, this study was conducted to determine whether self-traditional Thai foot massage could improve range of motion of foot in these group of patients. Twenty-five diabetic patients with peripheral neuropathy. Each subject was randomly assigned into two treatments as: 1) self-Thai foot massage (STFM) followed by Thai foot massage by a massage therapist (FM) and 2) FM followed by STFM with a washout period of one week. Active and passive range of motion of ankle and foot were measured by the program of Kinovea before and immediately after a single treatment. After massage, almost all directions of range of motion of ankle and 1st metatarsophalangeal foot were significantly increased in both groups ($p < 0.05$). However, there was no statistically significant difference between groups ($p > 0.05$). Both self-massage and massage by therapist of Thai foot massages could improve range of motion of foot. Therefore, Thai foot massage could be a promising alternative primary health care for this group of patient.

Keywords: Foot massage, Rang of motion, Diabetic patients

¹Master of Sciences, School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

²Research Center in Back, Neck, Other Joint Pain and Human Performance, Khon Kaen University

³School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kean Univeristy

*Corresponding author: (E-mail: pomuraiwan67@gmail.com)

บทนำ

ความผิดปกติของการไหลเวียนเลือดและระบบประสาทส่วนปลายของเท้าเป็นผลข้างเคียงที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาท (diabetic peripheral neuropathy)⁽¹⁾ ที่ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ของเนื้อเยื่อรอบๆ เช่น การหนาตัวของผิวหนังและพังผืดฝ่าเท้า ลดความยืดหยุ่นของเอ็น กล้ามเนื้อ และส่งผลต่อการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อของรยางค์ขา⁽²⁾ โดยเฉพาะ ข้อต่อโคนของกระดูกนิ้วหัวแม่เท้า (1st metatarsal joint) และข้อเท้า ทำให้มีปัญหาต่อการทรงตัว (balance) ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุ⁽³⁾ ในรายที่เกิดปัญหาเรื้อรังจนเกิดแผลที่เท้าอาจนำไปสู่การตัดขาจนเกิดเป็นความพิการตามมา⁽⁴⁾ และทำให้มีคุณภาพชีวิตลดลง⁽⁵⁾

สำหรับการรักษาและฟื้นฟูผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของเท้า นอกจากการรักษาที่เป็นมาตรฐานซึ่งได้แก่ การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด การใช้ยา และการออกกำลังกายแล้ว⁽⁶⁾ American Diabetes Association ปี 2015 ได้เสนอให้มีการบูรณาการหลักของการสนับสนุนและให้ความรู้ในการจัดการตนเองในผู้ป่วยเบาหวาน (Diabetes self-management support and education) ได้เน้นให้ใช้หลักของการดูแลตนเอง (self-care) ที่พิสูจน์ได้ว่าให้ผลดีขึ้นนอกเหนือจากการได้รับบริการทางการแพทย์ตามปกติ⁽⁸⁾ ซึ่งรวมถึงการนวดเท้า (foot massage) ที่เป็นการรักษาทางเลือกที่ให้ผลดีในผู้ป่วยเบาหวาน⁽⁹⁾ สำหรับการนวดด้วยตนเอง (self-foot massage) เป็นวิธีการที่สอดคล้องกับมาตรฐานการดูแลตนเองในผู้ป่วยเบาหวาน ที่ทำได้ง่าย และอาจเป็นการดูแลตนเองเบื้องต้นที่สามารถปฏิบัติเองได้อย่างต่อเนื่อง

ในอดีตการศึกษาผลของการนวด ส่วนใหญ่เป็นการนวดแบบตะวันตกในคนทั่วไป ที่มีผู้อื่นนวดให้ (massage therapist) ผลวิจัยพบว่า หลังนวดทำให้อารมณ์ลดลง นอนหลับได้ดีขึ้น การทำงานดีขึ้น⁽¹⁰⁾ อาการเจ็บปวดลดลง⁽¹¹⁾ เพิ่มการไหลเวียนเลือดที่เส้นเลือดฝอย ส่งผลให้มีการไหลเวียนเลือดเพิ่มมากขึ้นที่กล้ามเนื้อ⁽¹²⁾ นอกจากนี้การนวดยังส่งผลต่อจิตใจในเรื่องของความเครียด

ทำให้ความเครียดลดลง ปรับปรุงความดันให้เข้าสู่สมดุลง ส่งผลให้ผู้ป่วยรู้สึกมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น⁽¹⁴⁾ สำหรับผลการนวดในผู้ป่วยเบาหวานทั่วไปมักใช้การนวดแบบตะวันตกที่ให้ผลดีต่อการเพิ่มผลทางด้านสรีระเช่น การไหลเวียนเลือด อ่อนหภูมิ ความอึดตัวของออกซิเจน⁽¹⁵⁾ และให้ผลต่อเพิ่มความยืดหยุ่นหรือเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อลดอาการเกร็งตัว และการบวมของเนื้อเยื่อรอบๆ ข้อ⁽²⁾ สำหรับการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่มีความผิดปกติของปลายประสาทนั้น ได้มีหลักฐานผลของการนวดไทยในการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าและนิ้วเท้า และการทรงตัว⁽¹⁶⁾

สำหรับผลของการนวดด้วยตนเองในผู้ป่วยเบาหวานต่างๆ ไป นั้นมักเป็นการนวดแบบตะวันตกหรือไม่ระบุวิธีการนวด เป็นผลที่เกิดจากการรักษาร่วมกับวิธีอื่นๆ เช่น การออกกำลังกาย การให้ความรู้ในการดูแลตนเอง และโภชนาการ ซึ่งให้ผลดีต่อคุณภาพชีวิต สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด ความดันเลือด และปรับอัตราการเต้นของหัวใจเข้าสู่สมดุลง⁽¹⁷⁾ อีกทั้งยังพบว่า ให้ผลดีต่อระบบประสาทรับความรู้สึก⁽¹⁸⁾

จากหลักฐานในอดีตยังมีข้อจำกัดในการศึกษาผลของการนวดเท้าด้วยตนเอง โดยการประยุกต์ใช้การนวดไทยที่เป็นการนวดที่คนไทยมีความคุ้นเคยและเป็นภูมิปัญญาดั้งเดิม อีกทั้งยังไม่มีหลักฐานเพื่อพิสูจน์ว่า สามารถเทียบเคียงผลของการนวดไทยที่ทำการนวดโดยผู้อื่น โดยเฉพาะผลต่อการเคลื่อนไหวของข้อต่อของข้อเท้าและเท้า ที่ยังขาดผลการศึกษาในอดีตมาสนับสนุน เพื่อทำการพิสูจน์ผลของการนวดด้วยตนเองเพียงอย่างเดียวในเบื้องต้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาผลทันทีของการนวดไทยที่เท้าด้วยตนเองต่อมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าและเท้า เปรียบเทียบกับการนวดไทยโดยผู้อื่นหรือหมอนวดนวดให้ โดยคาดหวังว่าการนวดเท้าด้วยตนเองน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการดูแลตนเองเบื้องต้น ที่อาจหวังผลให้เกิดความยั่งยืนในการดูแลตนเองต่อไปของผู้ป่วยเบาหวาน ที่มีความผิดปกติของปลายประสาท

วัสดุและวิธีการ

อาสาสมัคร

ทำการศึกษาในอาสาสมัครที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีความผิดปกติของปลายประสาท (DPN) จากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านโนนม่วงและสามเหลี่ยม จังหวัดขอนแก่น อายุระหว่าง 40-75 ปี โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกคือ มีประวัติสามารถควบคุมระดับน้ำตาลจากการติดตามผลต่อเนื่องกัน 3 ครั้ง (ข้อมูลในเวชระเบียน) ทำการตรวจประเมินเท้าเบาหวานด้วยแบบประเมิน The Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI) ได้คะแนนการตรวจร่างกายมากกว่า 2 จากทั้งหมด 10 คะแนน⁽¹⁹⁾ เป็นผู้ที่สามารถสื่อสาร และทำตามคำสั่งได้ มีเกณฑ์คัดออกได้แก่ 1) ได้รับการวินิจฉัยหรือมีประวัติการเจ็บปวดมีอาการของโรคหลอดเลือดส่วนปลาย โรคหัวใจ โรคตับ โรคไต 2) ไม่สามารถควบคุมความดัน 3) มีความผิดปกติที่เกิดกับกล้ามเนื้อและระบบประสาทยกตัวอย่างเช่น อัมพฤกษ์ โรคพาร์กินสัน และความผิดปกติจากสมองส่วนซีรีเบลลัม ส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้หรือสูญเสียการรับรู้ความรู้สึก 4) มีแผลที่เท้า 5) มีข้อห้ามของการนวดได้แก่ โรคติดเชื้อ มีไข้ โรคผิวหนัง เป็นต้น และ 6) ผู้ป่วยเบาหวานที่ได้รับการนวดเป็นประจำ ตั้งแต่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

การศึกษานี้มีรูปแบบการวิจัยแบบไขว้กลุ่ม (crossover trial) ทำการศึกษาที่ คณะเทคนิคการแพทย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ผ่านการพิจารณาของ คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE592188) และอาสาสมัครทุกรายได้มีการลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัยก่อนเริ่มวิจัย

ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษามีอธิบายเป็นข้อๆ ดังนี้

- 1) การตรวจคัดกรองด้วยแบบประเมิน MNSI
- 2) ได้รับการอบรมการนวดเท้าด้วยตนเอง 3 ครั้ง

ภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์

3) ในวันแรกหรือช่วงแรก (period I) ของการทดสอบ อาสาสมัครต้องนอนพักเป็นระยะเวลา 15 นาที จากนั้นได้รับการวัดองค์การเคลื่อนไหวก่อนการนวด

4) ทำการสุ่มเพื่อให้อาสาสมัครแต่ละราย ให้ได้ลำดับการรับการรักษาก่อน-หลัง (sequence) คือลำดับที่ 1 ทำนวดด้วยตนเอง (self -Thai foot massage หรือ STFM) ในช่วงแรก (period I) ก่อนการนวดโดยหมอนวด (Thai foot massages by a massage therapist หรือ TFM) ในช่วงที่ 2 (period II) หรือลำดับที่ 2 ที่ได้รับการนวดโดยหมอนวดก่อนการนวดด้วยตนเองทำการสุ่มที่แบบ block randomize (ขนาด block size เป็น 4) เพื่อให้ได้ขนาดเท่ากันของแต่ละกลุ่มที่สุ่มลำดับการสุ่มดังกล่าวถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม STATA และผลที่ได้ถูกปิดผนึกในซองจดหมาย ทำโดยผู้ช่วยผู้วิจัยที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย

5) ก่อนทำการนวดในแต่ละแบบ อาสาสมัครแต่ละรายจะได้รับการยืดกล้ามเนื้อของขาข้างที่ทำการนวดในท่านอน บริเวณกล้ามเนื้อหลัง กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า-หลัง กล้ามเนื้อน่อง ข้อเท้า และนิ้วเท้า ทำละ 3 ครั้ง ครั้งละ 15 วินาที เป็นระยะเวลาทั้งหมด 10 นาที จากนั้นถ่ายภาพขาข้างที่นวด เนื่องจากเป็นเหตุผลให้อาสาสมัครสามารถนั่งได้นาน

6) ทำการรักษาตามลำดับที่สุ่มได้ในแต่ละช่วง (period I-II) หลังการรักษาในช่วงแรกอาสาสมัครจะได้พักก่อนเปลี่ยนการรักษา 1 สัปดาห์ (wash out period) ก่อนรับการรักษาที่เหลือในช่วงที่สอง

การรักษา

การรักษาทั้งสองแบบ STFM และ TFM ทำในขาข้างที่อาสาสมัครนัด ทำการนวดเป็นระยะเวลา 20 นาที รายละเอียดการนวดมีดังนี้

1) การนวดเท้าด้วยตนเอง (STFM) อาสาสมัคร

ทำการนวดเท้าตนเองในท่านั่งบนเก้าอี้ กดนวดตามแนวนวดโดยใช้นิ้วโป้งออกแรงกด โดยแรงที่ให้ในการนวดมีน้ำหนักของแรงที่อาสาสมัครรู้สึกสบายไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกเจ็บ ในขณะที่ทำการนวดให้กดแรงค้างไว้ในแต่ละจุด 5-10 วินาที และทำซ้ำในแต่ละแนวนวด 3-5 ครั้ง แนวการนวดประยุกต์มาจากการศึกษาของ Chatchawan และคณะ (2015) โดยเรียงลำดับการนวดจากบริเวณด้านฝ่าเท้า หลังเท้า ปลายขาด้านนอก และน่อง⁽¹⁶⁾ จากนั้นตามด้วยการยืด ดังแสดงในรูปที่ 1

2) การนวดโดยหมอนวด (FM) อาสาสมัคร จะถูกทำการนวดในท่านั่งบนเก้าอี้โดยหมอนวดแผนไทย ที่มีประสบการณ์การนวดมากกว่า 5 ปี แรงที่ใช้ในการนวด เป็นแรงที่อาสาสมัครรู้สึกสบายไม่รู้สึกเจ็บในขณะที่ทำการ นวดให้กดแรงค้ำไว้ในแต่ละจุด 5-10 วินาที และทำซ้ำ ในแต่ละแขนวด 3-5 ครั้ง แขนวดและการยืดหลัง นวด ทำเช่นเดียวกับการนวดด้วยตนเอง (STFM) ก่อนการ ทดลอง หมอนวดได้รับการทดสอบความตรงของการ ออกแรงกด จังหวะ และแขนวดจากผู้วิจัยที่เป็น นักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ในการนวดไทยนาน 15 ปี

ตัวแปรและเครื่องมือวัดผลที่ใช้การศึกษา

การวัดองศาหรือมุมการเคลื่อนไหวในทิศงอและเหยียดของข้อเท้า (dorsiflexion/ plantarflexion of ankle joint) และนิ้วหัวแม่เท้า (flexion/ extension of 1st metatarsophalangeal joint; MTP) อาสาสมัครแต่ละ รายได้รับการประเมินการเคลื่อนไหว ทั้งแบบเคลื่อนไหว ด้วยตนเอง (active movement) และเคลื่อนไหวโดยผู้อื่น ทำให้ (passive movement) จากนั้นนำภาพที่ได้ทำการ วัดมุมเริ่มต้นและมุมสุดท้ายด้วย โปรแกรม Kinovea ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้วิเคราะห์การเคลื่อนไหวที่มีเซ็นเซอร์ ตรวจวัดมุมการเคลื่อนไหว⁽²⁰⁾ มุมการเคลื่อนไหวที่ได้จริง ได้จากค่าความแตกต่างระหว่างมุมเริ่มต้นและมุมสุดท้าย รายละเอียดของการวัดในแต่ละทิศทางของแต่ละข้อ ดังแสดงในรูปที่ 2

ก่อนทำทดสอบจริง ได้ทำการทดสอบความเที่ยง ของการวัดในแต่ละรูปแบบ ทิศทางการเคลื่อนไหวของทั้ง ข้อเท้าและเท้า ในอาสาสมัครที่เป็นผู้ป่วยเบาหวาน อายุ 40-75 ปี จำนวน 15 ราย จากนั้นทำการวิเคราะห์ ความเที่ยงภายในผู้วัด (Intrarater reliability) โดยการหา ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (Intra-class Correlation Coefficient: ICC) โมเดล (3, 1) หรือ two way mixed effect และค่า 95 เปอร์เซนต์ ช่วงเชื่อมั่น (ใช้ค่า single measure) ด้วยโปรแกรม SPSS version 17 ผลการทดสอบพบว่ามีความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก โดยค่า ICC อยู่ระหว่าง 0.82 ถึง 0.98



ก

ข

ค



ง

จ

ฉ



ช

ซ

ฌ

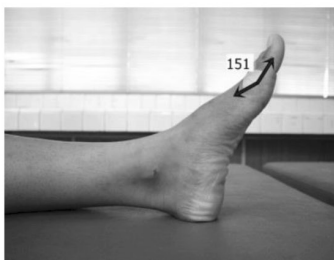
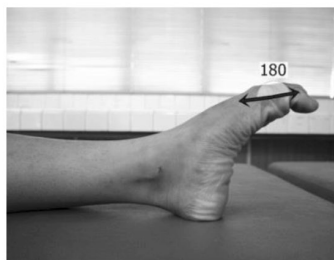
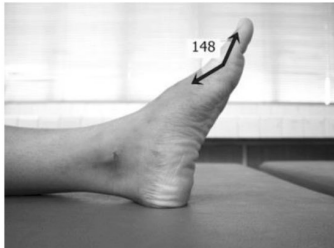
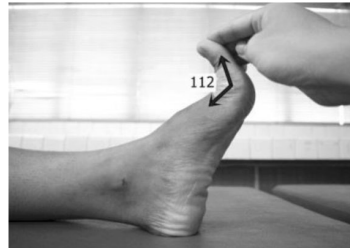
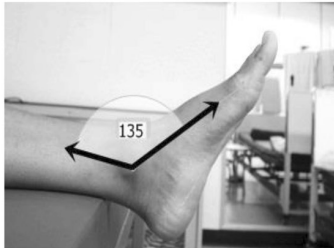
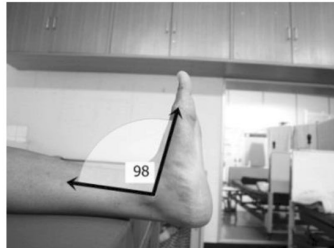
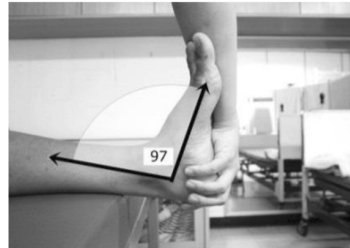
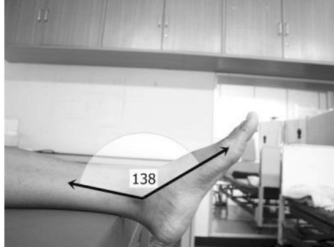
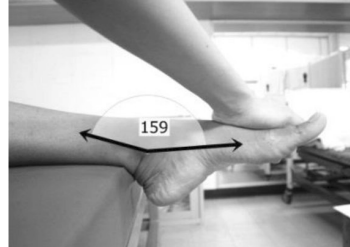


ญ

ฎ

ฏ

- รูปที่ 1** การนวดเท้าด้วยตนเอง ในท่านั่งบนเก้าอี้ นวดตามแนวนวดโดยใช้นิ้วโป้งกด ตามลำดับดังนี้
- 1) ด้านฝ่าเท้า ส้นเท้ากดจนถึงฐานข้อต่อนิ้วเท้า (ก) กึ่งกลางฝ่าเท้า (ข) โคนนิ้วเท้าทั้ง 5 จุด (ค)
 - 2) ด้านหลังเท้า ร่องนิ้วเท้า (ง) ฐานกระดูกของนิ้วเท้าทั้ง 5 จุด (จ) ดึงข้อนิ้วเท้าของแต่ละนิ้ว (ฉ)
 - 3) ปลายขาด้านนอก 2 แนว (ช) ด้านใน (ซ) และน่องด้านหลัง (ฌ) 4) ยืดกล้ามเนื้อน่อง ฝ่าเท้า และหลังเท้า (ญ-ฏ)

งอนิ้วหัว แม่เท้า	ท่าเริ่มต้น  ก	เคลื่อนไหวด้วยตนเอง  ก1	เคลื่อนไหวโดยผู้อื่นทำให้  ก2
เหยียดนิ้ว หัวแม่เท้า	 ข	 ข1	 ข2
กระดกข้อ เท้าขึ้น	 ค	 ค1	 ค2
เหยียดข้อ เท้าลง	 ง	 ง1	 ง2

รูปที่ 2 การวัดมุมการเคลื่อนไหวของนิ้วหัวแม่เท้าและข้อเท้า โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม Kinovea มุมการเคลื่อนไหวที่ทำได้จริง ได้จากค่าความแตกต่างระหว่างมุมเริ่มต้น (ก-ง) และมุมสุดท้ายของการเคลื่อนไหวแต่ละแบบ (ก1-2 ถึง ง1-2) ตัวอย่างเช่น มุมงอนิ้วหัวแม่เท้าที่เคลื่อนไหวด้วยตนเอง คือ $180-151 = 29$ องศา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณนาเพื่ออธิบายลักษณะของอาสาสมัคร และแสดงข้อมูลก่อนและหลังการรักษาขององค์การเคลื่อนไหวของข้อเข่า ข้อเท้า และนิ้วหัวแม่เท้า ทั้ง active/passive movement) ในแต่ละทิศทาง โดยแยกในแต่ละลำดับ (sequence) ก่อนวิเคราะห์ข้อมูล ได้ทำการทดสอบการกระจายเป็นปกติ (normal distribution) ด้วย Shapiro-Wilk W test ($p>0.05$) จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลการรักษา (treatment effect) ของการนัดทั้งของแบบ (โดยใช้ข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยของค่าความแตกต่าง (change score) ที่ใช้ค่าหลังนัดลบด้วยก่อนนัด ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติ independent sample t-test โดยนำเสนอด้วยค่าความแตกต่างและ 95%CI⁽²¹⁾ ทั้งนี้ได้คำนึงถึงผลกระทบของเวลา (period effect) และผลของการคงค้างของการรักษา (carry over effects) โดยตรวจสอบจากผลกระทบร่วมของทั้งเวลาและการรักษา (interaction effect) ที่เกิดระหว่าง period และ treatment effect⁽²²⁾ และกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) น้อยกว่า 0.05 วิเคราะห์โดยโปรแกรม STA-TA Version 10 (ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ผลการศึกษา

อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกและร่วมการทดลองจนเสร็จสิ้นเป็นผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาท ทั้งเพศชายและเพศหญิงจำนวน 25 คน มีอายุเฉลี่ย 60.16 ± 7.72 ปี ค่าดัชนีมวลกาย (body mass index หรือ BMI) เฉลี่ย 25.33 ± 3.30 กก./ม² ระยะเวลาการเป็นโรคเบาหวานเฉลี่ย 10.64 ± 5.97 ปี ระดับน้ำตาลในกระแสเลือดเฉลี่ย 131.61 ± 9.88 มิลลิกรัม/เดซิลิตร เมื่อพิจารณาแยกตามลำดับของการรักษาก่อน-หลังที่สุ่มได้พบว่า ข้อมูลส่วนบุคคลที่สำคัญเช่น อายุ เพศ ระยะเวลาของการวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวาน ระดับน้ำตาล การเป็นแผลที่เท้า และอาการขาที่เท้า ต่างๆ มีความใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วยเบาหวานแบ่งตามลำดับการรักษาก่อน-หลัง ดังนี้ ลำดับที่ 1 คือ การนัดด้วยตนเอง (STFM) ก่อน นัดด้วยผู้อื่น (FM) หรือ STFM-FM และลำดับที่ 2 คือการนัดด้วยผู้อื่น (FM) ก่อนการนัดด้วยตนเอง (STFM) หรือ FM-STFM

ข้อมูล	ลำดับที่ 1 STFM-FM (n=13)	ลำดับที่ 2 FM-STFM (n=12)	รวมทั้งหมด (n=25)
ข้อมูลส่วนบุคคล			
1. เพศ:ชาย:หญิง,จำนวน (%)	3(23.08):10(76.92)	3(25.00):9(75.00)	6(24.00):19(75.00)
2. อายุ (ปี) (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	60.53 ± 7.05	59.75 ± 8.69	60.16 ± 7.72
3. ค่าดัชนีมวลกาย (กก./ ม. ²)	25.00 ± 3.33	25.63 ± 3.37	25.33 ± 3.30
4. สถานภาพ, จำนวน (%)			
- สมรส	12(92.31)	9(75.00)	21(84.00)
- หม้ายและหย่าร้าง	1(7.69)	3(25.00)	4(16)

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วยเบาหวานแบ่งตามลำดับการรักษา ก่อน-หลัง ดังนี้ ลำดับที่ 1 คือ การวัดด้วยตนเอง (STFM) ก่อน นวดด้วยผู้อื่น (FM) หรือ STFM-FM และลำดับที่ 2 คือการนวดด้วยผู้อื่น (FM) ก่อนการวัดด้วยตนเอง (STFM) หรือ FM-STFM (ต่อ)

ข้อมูล	ลำดับที่ 1 STFM-FM (n=13)	ลำดับที่ 2 FM-STFM (n=12)	รวมทั้งหมด (n=25)
1. ระดับการศึกษา, จำนวน (%)			
ประถมศึกษา	10(76.92)	9(75)	19(76)
มัธยมศึกษา ขึ้นไป	3(23.08)	3(25.00)	6(24.00)
2. อาชีพ, จำนวน (%)			
งานเบา (ไม่ได้ประกอบอาชีพ, แม่บ้าน, ค้าขาย และธุรกิจส่วนตัว)	10(46.15)	9(25)	19(36)
งานหนัก (เกษตรกรรมและรับจ้าง)	3(23.08)	3(33.33)	6(28)
ประวัติสุขภาพ			
1. ระยะเวลาได้รับการวินิจฉัย เป็นโรคเบาหวาน, (ปี)	11.30±5.97	9.91±6.15	10.64±5.97
2. เคยมีอาการขาที่เท้า, จำนวน (%)	1(7.69)	2(16.67)	3(12)
3. เคยมีแผลที่เท้า, จำนวน (%)	8(61.54)	6(50)	14(56)
4. ระดับน้ำตาลในเลือด (มก./ดล.)	131±12.48	129±13.34	130.12±12.66
5. แบบประเมิน The Michigan Neuropathy Screening Instru- ment (MNSI)			
คะแนนตรวจร่างกาย (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)	2.73±0.33	2.8761.5±0.56	2.8±0.45
คะแนนแบบสอบถาม (คะแนนเต็ม 13 คะแนน)	6.07±1.25	6.2561.5±1.48	6.16±1.34
12. ขาข้างที่นวด:ขวา:ซ้าย	12(92.31):1(7.69)	9(75.00):3(25.00)	21(84.00):4(16.00)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขององศาการเคลื่อนไหวของนิ้วหัวแม่เท้าและข้อเท้า ทั้งแบบเคลื่อนไหวด้วยตนเอง (active movement) และเคลื่อนไหวโดยผู้อื่นทำให้ (passive movement) ตามลำดับการรักษาของผู้ป่วยทั้งการนวดด้วยตนเอง (STFM) และการนวดด้วยผู้อื่น (FM)

ลักษณะ/ทิศทางการเคลื่อนไหว (องศา)	ลำดับที่ 1 (STFM-FM)						ลำดับที่ 2 (FM-STFM)					
	STFM			TFM			TFM			STFM		
	ก่อน	หลัง	หลัง-ก่อน	ก่อน	หลัง	หลัง-ก่อน	ก่อน	หลัง	หลัง-ก่อน	ก่อน	หลัง	หลัง-ก่อน
เคลื่อนไหวด้วยตนเอง												
งอนิ้วหัวแม่เท้า	29.2±7.9	33.8±9.1	4.2±8.6	27.5±6.7	35.5±5.5	8.0±4.8*	28.3±5.8	33.0±6.8	4.8±7.7	26.4±6.6	37.3±5.8	10.8±6.7*
เหยียดนิ้วหัวแม่เท้า	37.6±5.1	40.9±10.0	3.3±9.4	36.4±6.6	44.2±6.6	7.8±4.6*	33.3±10.1	37.3±10.9	4.0±9.3	36.4±6.3	41.8±9.1	5.4±6.9*
กระดูกข้อเท้าขึ้น	35.1±10.9	43.8±10.2	8.8±8.3*	40.3±6.4	44.5±6.7	4.2±5.0*	30.7±9.0	38.3±9.7	7.6±10.8*	34.8±7.6	41.3±10.4	6.4±7.6*
เหยียดข้อเท้าลง	28.53±8.0	35.9±8.6	7.4±5.7*	33.4±7.0	33.8±9.6	0.4±12.2	26.0±7.4	31.8±7.7	5.8±7.8*	28.7±8.0	33.0±11.7	4.3±10.3
เคลื่อนไหวโดยผู้อื่นทำให้												
งอนิ้วหัวแม่เท้า	37.4±9.0	46.2±10.5	8.8±9.4*#	33.8±6.7	43.3±8.4	9.5±7.6*	39.8±6.8	45.1±8.1	5.3±7.3*	35.3±6.5	48.8±2.3	13.6±6.0*#
เหยียดนิ้วหัวแม่เท้า	45.9±7.7	54.5±9.3	8.5±6.7*#	47.1±7.1	54.5±7.5	7.5±8.6*	43.3±10.8	53.0±8.1	9.7±8.3*#	46.2±7.6	54.3±6.9	8.2±5.7*
กระดูกข้อเท้าขึ้น	41.3±9.4	52.8C9.0	11.5±8.0*	47.9±7.1	52.2±6.5	4.2±5.3*	39.5±5.3	51.0±6.4	11.5±4.5*	44.3±8.6	48.3±9.3	4.0±7.6
เหยียดข้อเท้าลง	33.6±4.4	40.5±6.0	6.8±3.1*	29.0±7.5	35.5±9.8	6.6±7.8*	29.0±4.7	34.1±8.0	5.1±6.9*	33.1±9.6	37.7±11.9	4.6±5.3*

*กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่าก่อน/ หลังของการรักษา (หลัง-ก่อน)
กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าการเคลื่อนไหวด้วยตนเอง/ การเคลื่อนไหวโดยผู้อื่นทำให้

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความแตกต่าง (change score: หลัง-ก่อน) ระหว่าง การนวดด้วยตนเอง (STFM) กับ นวดด้วยผู้อื่น (FM) โดยการเปรียบเทียบลำดับการรักษาก่อน-หลัง (STFM-FM vs FM-STFM) วิเคราะห์การศึกษาโดยใช้วิธี cross analysis ⁽²¹⁾

การเคลื่อนไหว (องศา)	ลำดับที่ 1 (STFM-FM)	ลำดับที่ 2 (FM-STFM)	ค่าเฉลี่ยของค่าความแตกต่าง ระหว่าง STFM และ FM (95%CI)*	p-value
เคลื่อนไหวด้วยตนเอง				
งอนิ้วหัวแม่เท้า	-1.9±5.8	-3.0±5.8	1.1(-3.7 to 5.9)	0.6352
เหยียดนิ้วหัวแม่เท้า	-2.3±4.7	-0.7±6.9	-1.6(-6.4 to 3.3)	0.5113
กระดูกข้อเท้าขึ้น	2.3±4.6	0.6±7.1	1.7(-3.2 to 6.6)	0.4822
เหยียดข้อเท้าลง	3.5±6.1	0.7±7.0	2.8(-2.6 to 8.2)	0.2984
เคลื่อนไหวโดยผู้อื่นทำให้				
งอนิ้วหัวแม่เท้า	-0.4±6.0	-4.2±4.3	3.8(-0.6 to 8.2)	0.0843
เหยียดนิ้วหัวแม่เท้า	0.5±4.3	0.8±5.6	-0.2(-4.3 to 3.9)	0.9162
กระดูกข้อเท้าขึ้น	3.6±4.5	3.8±4.6	-0.1(-3.9 to 3.6)	0.9412
เหยียดข้อเท้าลง	0.2± 3.6	0.3±2.8	-0.1(-2.73 to 2.6)	0.9648

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบก่อนและหลังของแต่ละการรักษา ขององศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าและนิ้วหัวแม่เท้าในแต่ละทิศทาง ทั้งแบบ active และ passive movement) โดยจำแนกตามลำดับ (STFM-FM และ FM-STFM) ผลการศึกษาพบว่า ไม่ว่าจะรักษาลำดับใดก่อน-หลัง ภายหลังการนวด ทั้ง STFM และ FM ต่างก็มีองศาการเคลื่อนไหวของนิ้วหัวแม่เท้าและข้อเท้าในทุกทิศทางเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นในกลุ่ม STFM (ลำดับที่ 1) ในการเคลื่อนไหวแบบ active ของนิ้วหัวแม่เท้าทั้งงอและเหยียด และในลำดับที่ 2 ของการเหยียดข้อเท้าด้วยตนเองและการกระดูกข้อเท้าขึ้นโดยผู้อื่นทำให้ สำหรับในกลุ่ม FM ในการกระเหยียดข้อเท้าลง (ลำดับที่ 1) และการงอและเหยียดของนิ้วหัวแม่เท้า ในการเคลื่อนไหวด้วยตนเอง (ลำดับที่ 2)

จากผลการศึกษาใน**ตารางที่ 3** เป็นการเปรียบเทียบผลของการทดลองระหว่างการนวด 2 แบบนั้น ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความแตกต่างที่ได้จากค่าหลัง (post-test)

ลบด้วยค่าก่อนนวด (pre-test) ในเบื้องต้นได้ทำการทดสอบผลของ period และ carry over effects ซึ่งพบว่าในทุกทิศทางของการเคลื่อนไหว ผลดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อทำการเปรียบเทียบผลของการทดลองระหว่างการนวด 2 แบบ ในจาก**ตารางที่ 3** พบว่ามุมการเคลื่อนไหวที่เพิ่มขึ้นหลังการนวดทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$) โดยพบว่าทั้ง STFM เพิ่มองศาการเคลื่อนไหวมากกว่า FM ในทิศทางของการงอนิ้วหัวแม่เท้า กระดูกขึ้น และเหยียดข้อเท้าลง ที่มีการเคลื่อนไหวแบบ active และการงอนิ้วหัวแม่เท้าของการเคลื่อนไหวแบบ passive ส่วนการเคลื่อนไหวอื่นๆ ที่เหลือ นั้น FM สามารถเพิ่มมุมได้มากกว่า (**ตารางที่ 3**)

เพื่อให้เข้าใจผลของการศึกษาใน**ตารางที่ 3** ได้ง่ายขึ้น ขออธิบายผลโดยยกตัวอย่างผลของการเคลื่อนไหวแบบ active ของการงอนิ้วหัวแม่เท้าในลำดับที่ 1 ดังนี้ จาก**ตารางที่ 3** หลังนวดแบบ STFM มีค่ามุมเพิ่มขึ้นมากกว่า FM ที่มีเฉลี่ยเป็น -1.9 ± 5.8 องศา ซึ่งคำนวณได้จากผลของ**ตารางที่ 2** โดยคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของมุมที่เพิ่มขึ้น

ของ STFM ลบด้วย FM คือ $(4.2-8.0)/2$ ส่วนในลำดับที่ 2 หลังการนวดแบบ FM มีค่ามุมเพิ่มขึ้นมากกว่า STFM เป็น -3.0 ± 5.8 องศา ซึ่งคำนวณได้จากผลของตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของมุมที่เพิ่มขึ้นของ FM ลบด้วย STFM คือ $(4.8-10.8)/2$ จากนั้น ทำการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างที่ได้จาก 2 ลำดับ จะได้ค่าความแตกต่างระหว่างการนวด 2 แบบ เป็น 1.1 องศา ที่ได้จากค่า $-1.9 - (-3.0) = 1.1$ ที่หมายถึง การนวดแบบ STFM มีค่ามุมที่เพิ่มมากกว่าอีกกลุ่ม เป็น 1.1 องศา (95%CI อยู่ระหว่าง -3.7 ถึง 5.9 องศา และ $p\text{-value} = 0.6352$)

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษานี้พบว่า ผลทันทีหลังการนวดไทยที่เท้าทั้งนวดเท้าด้วยตนเองและนวดโดยหมอนวด ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาท สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวส่วนใหญ่ของนิ้วหัวแม่เท้าและข้อเท้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) อย่างไรก็ตาม องศาการเคลื่อนไหวที่เพิ่มขึ้นหลังการนวดทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$)

โดยภาพรวมหลังการนวดทั้ง 2 แบบ มีมุมของนิ้วเท้าและข้อเท้าเพิ่มขึ้น กล่าวคือ องศาการเคลื่อนไหวในนิ้วหัวแม่เท้าทั้งงอและเหยียดที่มีผู้อื่นทำให้ (passive) ประมาณ 5-13 องศา ซึ่งมีมุมที่มากกว่า เมื่อทำด้วยตนเอง (active) (มีองศาเพิ่มขึ้น 3-10 องศา) สำหรับการเคลื่อนไหวของข้อเท้าทั้งกระดกข้อเท้าขึ้นและลงนั้น การเคลื่อนไหวทั้ง active และ passive ได้มุมใกล้เคียงกัน ประมาณ 4-10 องศา ผลของการศึกษาในครั้งนี้ ได้มุมที่เพิ่มขึ้นแตกต่างจากการศึกษาในอดีตที่มีมุมของทั้งนิ้วหัวแม่เท้าและข้อเท้าซึ่งมีมุมที่เพิ่มขึ้นเพียง 1-2 องศา⁽²⁴⁾ จากผลการศึกษานี้ได้ผลของมุมการเคลื่อนไหวที่มากกว่าการศึกษาในอดีต เนื่องจากใช้วิธีการวัดมุมการเคลื่อนไหวที่ต่างกัน โดยได้ประยุกต์ใช้การถ่ายภาพและอ่านค่าจากโปรแกรม Kinovea ที่ทำการวัดโดยมีท่าเริ่มต้นของข้อเท้าของอาสาสมัคร ที่อยู่ในท่าผ่อนคลาย มีลักษณะ การเหยียดปลายเท้าเล็กน้อย (plantar flexion) ซึ่งเป็นท่าเริ่มต้นที่แตกต่างไปจากการวัดด้วย

goniometer⁽²⁵⁾ นอกจากนี้ยังเป็นผลจากการการยืดกล้ามเนื้อก่อนการนวดทั้ง 2 แบบ ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับอาสาสมัครที่ต้องอยู่ในท่านั่ง (long sitting) ตลอดการทดลอง 20 นาที

ผลของการเพิ่มขึ้นของมุมการเคลื่อนไหวจากการนวดทั้ง 2 แบบ เป็นผลจาก แรงกดนวดจะส่งผลเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อไปลดการเกร็งตัวของเนื้อเยื่อ ส่งผลให้เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นรอบๆ ข้อ นอกจากนี้ขั้นตอนของการนวดไทยที่เท้าในงานวิจัยครั้งนี้ นั้นจะมีการยืดกล้ามเนื้อร่วมด้วย ซึ่งเป็นที่พิสูจน์ได้แล้วว่า การยืดกล้ามเนื้อนั้นได้ส่งผลให้เกิดมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่เพิ่มมากขึ้น⁽²⁶⁾ ผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตโดย P Finch และคณะ (2007) ได้ทำการศึกษา พบว่าการนวดในผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาทนั้นส่งผลให้มีความแข็งแรงของเท้าขณะก้าวเดิน (plantar pressure) เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มุมการเคลื่อนไหวของนิ้วหัวแม่เท้าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับการรักษาปกติ⁽²⁷⁾ การเพิ่มขึ้นของมุมการเคลื่อนไหวมีความสัมพันธ์ต่อการทรงตัว และการทรงตัวที่ดีขึ้นมีผลต่อการลดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้ม⁽²⁸⁾ Chatchawan U และคณะ 2014⁽²⁴⁾ พบว่า การนวดไทยในผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาทนั้นส่งผลให้เพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของทั้งข้อเข่า ข้อเท้า และนิ้วหัวแม่เท้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของนิ้วหัวแม่เท้าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการนวด

การศึกษานี้ต้องการพิสูจน์ผลของการนวดเท้าด้วยตนเอง เปรียบเทียบกับการนวดที่มีผู้อื่นทำให้ ซึ่งได้ผลจากการศึกษาในอดีต ใช้รูปแบบการวิจัยแบบไขว้ ซึ่งมีข้อดีคือ 1) เป็นการเปรียบเทียบวิธีการรักษาสองแบบในคนเดียวกัน สามารถลดปัจจัยความแตกต่างระหว่างบุคคล และเหมาะกับการศึกษาผลทันทีของการรักษาหรือการนวดเพียงครั้งเดียว 2) การวัดองศาการเคลื่อนไหวมีการประยุกต์ใช้โปรแกรม Kinovea แม้ว่าวิธีการวัดมุมมีความแตกต่างไปจากการวัดที่ใช้กันอย่างปกติ แต่ได้มีการทดสอบความเที่ยงภายในวัดผู้วัดและได้ผลของความเที่ยงในเกณฑ์ดีถึงดีมาก และ 3) การวิเคราะห์ข้อมูลยังได้คำนึงถึงการประเมิน carry over effect ซึ่งการศึกษานี้ไม่มีผล

กระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนการรักษาภายหลังจากการ washout นานถึง 1 สัปดาห์

อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัด กล่าวคือ การนวดเท้าด้วยตนเองยังขาดงานวิจัยรองรับในการศึกษา ผลต่อการเพิ่มการทรงตัว และตัวแปรอื่นๆ เช่น การไหลเวียนเลือด อุณหภูมิผิวหนัง เพิ่มประสาทรับความรู้สึกของข้อต่อและผิวหนัง ซึ่งต้องการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต การ เพื่อพิสูจน์ว่าได้ผลเช่นเดียวกับการนวดโดยผู้อื่นนวดให้ โดยเฉพาะผลต่อการเพิ่มองศาของการเคลื่อนไหวในข้อเท้าหรือข้อเท้าที่มีความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวาน⁽¹⁶⁾

ดังนั้นการนวดไทยที่เท้าด้วยตนเองและการนวดเท้าโดยผู้อื่นในการศึกษานี้ สามารถเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อของข้อเท้าและข้อเท้า ข้อเท้า ดังนั้นจึงเป็นการยืนยันผลของการนวดไทยบริเวณปลายขาและข้อเท้า ซึ่งอาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งของการดูแลตนเองแบบปฐมภูมิในผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาท ที่อาจมีความสำคัญต่อการทรงตัวและอาจเป็นวิธีป้องกันความเสี่ยงในการล้มได้

การนวดไทยที่เท้าทั้งนวดเท้าด้วยตนเองและนวดโดยหมอนวด ในการวิจัยครั้งนี้ได้ผลในการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหว แต่ผลที่ได้ก็เกิดจากการนวดเพียงครั้งเดียว ซึ่งนั้นไม่สามารถยืนยันถึงผลการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวในผู้ป่วยเบาหวานจะคงอยู่นานหรือไม่ การศึกษานอกจากนี้ การศึกษานี้ได้มุ่งหวังให้ผู้ป่วยสามารถนวดเท้าได้ด้วยตนเอง ดังนั้นในการศึกษาในอนาคตจึงควรเพิ่มจำนวนครั้งของการนวด และศึกษาผลในระยะเวลายาวขึ้น และอาจเพิ่มการติดตามการนำการนวดด้วยตนเองไปใช้ในการดูแลตนเองของผู้ป่วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย มหาวิทยาลัยขอนแก่น และทุนอุดหนุนส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะเทคนิคการแพทย์ ที่สนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ได้สละเวลาเข้าร่วมงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Tesfaye S. Neuropathy in diabetes. *Medicine* 2010; 38(12): 649-55.
2. Abate M, Schiavone C, Salini V, Andia I. Management of limited joint mobility in diabetic patients. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy* 2013; 6: 197-207.
3. Mueller MJ, Sinacore DR, Hastings MK, Strube MJ, Johnson JE. Effect of a chilles tendon lengthening on neuropathic plantar ulcers: a randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A(8): 1436-45.
4. Zimny S1, Schatz H, Pfohl M. The role of limited joint mobility in diabetic patients with an at-risk foot. *Diabetes Care* 2004;27(4):942-6.
5. Tesfaye S, Boulton AJM, Dyck PJ, Freeman R, Horowitz M, Kempler P, et.al. Diabetic Neuropathies: Update on Definitions, Diagnostic Criteria, Estimation of Severity, and Treatments. *Diabetes Care* 2010;33(10): 2285-93.
6. Dejgaard A. Pathophysiology and treatment of diabetic neuropathy. *Diabet Med* 1998; 15(2): 97-112.
7. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes--2015: summary of revisions. *Diabetes care* 2015; 38Suppl: S4.
8. Johnson TM, Murray MR, Huang Y. Associations between self-management education and comprehensive diabetes clinical care. *Diabetes Spectr* 2010; 23: 41-46.

9. Bril V, England J, Franklin GM, Backonja M, Cohen J, Del Toro D, et. al. Evidence-based guideline: Treatment of painful diabetic neuropathy: report of the American Academy of Neurology, the American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *PM R* 2011; 3(4): 345-52
10. Andersson K, Törnkvist L, Wändell P. Tactile massage within the primary health care setting. *Complement Ther Clin Pract* 2009; 15 (3): 158-60
11. Frey Law LA, Evans S, Knudtson J, Nus S, Scholl K, Sluka KA. Massage reduces pain perception and hyperalgesia in experimental muscle pain: a randomized, controlled trial. *J Pain* 2008; 9(8): 714-21.
12. Kaada B, Torsteinbø O. Increase of plasma beta-endorphins in connective tissue massage. *Gen Pharmacol* 1989; 20(4): 487-9.
13. Munk N, Symons B, Shang Y, Cheng R, Yu G. Noninvasively measuring the hemodynamic effects of massage on skeletal muscle: a novel hybrid near-infrared diffuse optical instrument. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16(1): 22-8.
14. Wändell PE, Carlsson AC, Gåfvels C, Andersson K, Törnkvist L. Measuring Possible effect on health-related quality of life by tactile massage or relaxation in patients with type 2 diabetes. *Complement Ther Med* 2012; 20 (1-2): 8-15
15. Castro-Sánchez AM¹, Moreno-Lorenzo C, Matarán-Peñarrocha GA, Feriche-Fernández-Castanys B, Sánchez Labraca N, Sánchez Joya Mdel M. [Efficacy of a massage and exercise programed on the ankle-brachial index and blood pressure in patients with diabetes mellitus type 2 and peripheral arterial disease: a randomized clinical trial]. *Med Clin (Barc)* 2010; 134(3): 107-10.
16. Chatchawan U, Eungpinichpong W, Plandee P, Yamauchi J. Effects of thai foot massage on balance performance in diabetic patients with peripheral neuropathy: a randomized parallel-controlled trial. *Med Sci Monit Basic Res* 2015; 21: 68-75.
17. Bhumisawasdi J, Vanna O, Surinpang N. The self-reliant system for alternative care of diabetes mellitus patients experience macrobiotic management in Trad Province. *JMed Assoc Thai* 2006; 89(12): 2104-15.
18. Lapanantasin S, Jedtanaprakrit S, sarach R, Inklum W, Jamnongphon S. Effect of massage with peripheral vascular circulation exercise on neuropathic symptoms of lower legs in type 2 diabetic patients: a pilot study. *PTAT* 2014; 36 :97-105.
19. Moghtaderi A, Bakhshipour A, Rashidi H. Validation of Michigan neuropathy screening instrument for diabetic peripheral neuropathy. *Clin Neurol Neurosurg* 2006; 108(5): 477-81
20. Guzmán-Valdivia CH, Blanco-Ortega A, Oliver-Salazar MA, Carrera-Escobedo JL. Therapeutic Motion Analysis of Lower Limbs Using Kinovea . *IJSCE* 2013; 2(3): 2231-2307.
21. Alman DG. Confidence intervals in research evaluation. *ACP J Club* 1992; 116: A28

22. Kenward MG. A method for comparing profiles of repeated measurements. *Applied Statistics* 1987; 36: 296-308.
23. Bland M. Cross-over trials [serial online] September 2010 [cited 2017 may 18]; 25(1): 1-9. Available from: URL: <https://www-users.york.ac.uk/~mb55/msc/trials/cross.htm>
24. Chatchawan U, Plandee P, Eungpinithpong W. Immediate effects of foot massage on balance performance in diabetic patients with peripheral neuropathy. *JMTPT* 2014; 2: 174-85.
25. Ress NB, Bandy WD. Joint range of motion and muscle length testing. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2002.
26. Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Med* 2005; 35: 235-56.
27. Finch P, Baskwill A, Marincola F, Becker P. Changes in pedal plantar pressure variability and contact time following massage therapy: A case study of a client with diabetic neuropathy. *J Bodyw Mov Ther* 2007; 11: 295-301.
28. Mecagni C, Smith JP, Roberts KE, O'Sullivan SB. Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: a correlational study. *Physical therapy*. 2000; 80(10): 1004-11.
29. Tutun Yumin E, Simsek TT, Sertel M, Ankarali H, Yumin M. The effect of foot plantar massage on balance and functional reach in patients with type II diabetes. *Physiotherapy theory and practice*. 2017; 33(2): 115-23.

ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการปวดไหล่ของพนักงานผลิต และประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

สุนิสา ชายเกลี้ยง^{1,2*} พรนภา ศุกรเวทย์ศิริ³ และ วรวรรณ ภูษาดา¹

Received: October 18, 2017

Revised: December 11, 2017

Accepted: December 13, 2017

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytical study) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของรายภาคส่วนบน และหาปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการปวดไหล่ของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มตัวอย่างคือ พนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 168 คน ทำการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของรายภาคส่วนบนใช้เทคนิค Rapid Upper Limb Assessment (RULA) การสัมภาษณ์ความรู้สึกไม่สบายบริเวณไหล่ โดยประยุกต์จาก Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ) ผลการศึกษาพบว่าในพนักงาน 168 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 73.2 จากการสัมภาษณ์ความรู้สึกไม่สบายบริเวณไหล่ พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีระดับความรู้สึกไม่สบายเล็กน้อย ร้อยละ 34.5 ผลการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของรายภาคส่วนบน พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีระดับความเสี่ยงระดับที่ 2 (งานนั้นควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมและติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง) ร้อยละ 39.9 และความเสี่ยงระดับ 3 (งานนั้นมีปัญหาทางการยศาสตร์ และต้องมีการปรับปรุงลักษณะงาน) ร้อยละ 38.1 โดยพบระดับความเสี่ยงที่ระดับ 4 (งานนั้นมีปัญหาทางการยศาสตร์ ต้องปรับปรุงทันที) ร้อยละ 21.4 มีสูงสุดในด้านตำแหน่งควบคุมการทำงานเครื่องจักรที่ต้องมีงานซ้ำๆ ผลการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์ต่อการปวดไหล่ ได้แก่ ทำงานท่าเดิมซ้ำๆ ($OR_{adj} = 2.29$, 95% CI = 1.04-5.05, p -value = 0.040) ส่วนปัจจัยป้องกันต่อการปวดไหล่ ได้แก่ ระดับการศึกษาต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ ปวช. ($OR_{adj} = 0.31$, 95% CI = 0.11-0.88, p -value = 0.027) และระยะเวลาในการปฏิบัติงานในตำแหน่งปัจจุบันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี ($OR_{adj} = 0.26$, 95% CI = 0.09-0.70, p -value = 0.007) การศึกษานี้พบว่าการทำงานของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ตามลักษณะงาน รวมทั้งพบปัจจัยของลักษณะการทำงานท่าเดิมซ้ำๆ สัมพันธ์กับการปวดไหล่ของพนักงาน จึงควรปรับปรุงลักษณะการทำงานในตำแหน่งควบคุมเครื่องจักร และมีการติดตามเฝ้าระวังเพื่อป้องกันโรคเรื้อรังด้านการปวดไหล่ในพนักงานต่อไป

คำสำคัญ: ประเมินความเสี่ยงการยศาสตร์ ความรู้สึกไม่สบายบริเวณไหล่ พนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

¹ สาขาวิชานาฏยศาสตร์และกายภาพบำบัด อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

² ศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ (BNOJPH) มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

³ สาขาวิชาวิทยาการระบาดและชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

* ผู้รับผิดชอบบทความ



Risk factors associated with shoulder pain among assembly electronic workers

Sunisa Chaiklieng^{1,2*}, Pornnapa Suggaravetsiri³ and Worawan Poochada¹

Abstract

This cross-sectional analytical study aimed to assess ergonomics risk and risk factors of shoulder pain. One hundred and sixty-eight electronic workers were conducted by assessment of ergonomics risk with Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and shoulder discomfort by applied Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires CMDQ. Risk factors were identified by multiple logistic regression analysis. The result showed that, among 168 electronic workers, 73.2% were female. Electronic workers had most complaints of shoulder discomfort at low level (34.5%). Thirty-nine percent of electronic workers had ergonomics risk at moderate risk level or level 2 (further investigate, continuously monitoring) and 38.1% had high risk level or level 3 (implemented change soon). The very high risk (level 4; implemented change immediately) was found 21.4% predominated in workers who controlled machine repetitively. Significant risk factors of shoulder pain from multivariate analysis was repetitive work ($OR_{adj}=2.29$, 95%CI =1.04-5.05, $p-value=0.040$). Protective factors of shoulder pain were education lower than high school ($OR_{adj}=0.31$, 95%CI= 0.11-0.88, $p-value=0.027$) and experience at present position less than three years ($OR_{adj}=0.26$, 95%CI=0.09-0.70, $p-value=0.007$). This study explained that the high ergonomics risk of shoulder pain among electronic workers depends on task and posture characteristics. Repetitive work was risk factor associated with the shoulder pain. Therefore, there should be an improvement of workstation and the characteristic of controlling machine. Health surveillance program should be promoted in order to prevent chronic shoulder pain.

Keywords: Ergonomics risk assessment, Shoulder discomfort, Assembly electronic workers

¹Department of Environmental Health, Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University, 40002

²Research Center in Back, Neck, Other Joint Pain and Human Performance (BNOJPH), Khon Kaen University, 40002

³Department of Epidemiology and Biostatistics, Faculty of Public Health, Khon Kaen University, 40002

*Corresponding author: (email: csunis@kku.ac.th)

บทนำ

ความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (Musculoskeletal disorders) เป็นปัญหาทางสุขภาพที่พบได้บ่อยในกลุ่มคนทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัยทำงาน⁽¹⁾ จากการรายงานสถานการณ์การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ระหว่างปี พ.ศ. 2554-2558 ที่จำแนกตามความรุนแรงและโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงาน พบว่า ความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานหรือสาเหตุจากลักษณะงานที่จำเพาะหรือมีปัจจัยเสี่ยงสูงในการทำงาน มีจำนวนสูงที่สุดถึง 13,695 คน⁽²⁾ สอดคล้องกับการศึกษาความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ซึ่งมีอาการปวดหรือล้าตามส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายตั้งแต่บริเวณคอ ไหล่ หลัง ulyang ส่วนบน และ ulyang ส่วนล่าง ในพนักงานสถานประกอบการเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พบว่าปัจจัยด้านการทำงาน ทางด้านการยศาสตร์ เช่น การทำงานที่ต้องออกแรงมาก ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม การทำงานที่มีระยะส่วนใดส่วนหนึ่งถูกกด มีความเกี่ยวข้องกับโรคนี้⁽³⁾ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ส่งผลต่อระบบกล้ามเนื้อและกระดูก การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความเสี่ยงทางการยศาสตร์ระดับสูงมีความสัมพันธ์กับระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในพนักงานบางอาชีพ⁽⁴⁾

โรงงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ มีการกระจายและขยายตัวเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย โดยในพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการกระจายตัวของโรงงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มากกว่า 14 โรงงาน⁽⁵⁾ ซึ่งลักษณะการทำงานในกลุ่มอุตสาหกรรมประเภทนี้ต้องนั่งหรือยืนทำงานด้วยท่าซ้ำเดิมนานๆ ต่อเนื่องกัน 2 ชั่วโมง มีระยะเวลาทำงานโดยเฉลี่ย 10 ชั่วโมงต่อวัน⁽⁶⁾ และจากการรายงานความผิดปกติระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา ของพนักงานกลุ่มโรงงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย พบว่า มีความชุกในการปวดสูงที่สุดบริเวณไหล่ (ร้อยละ 79.4) รองลงมาคือ คอ (ร้อยละ 75.0) และหลังส่วนบน (ร้อยละ 70.6)⁽⁶⁾ และจากการศึกษาในพนักงานผู้หญิงประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์กิ่งตัวนำ อุตสาหกรรม

อิเล็กทรอนิกส์ ประเทศมาเลเซีย มีการรายงานความชุกสูงสุด 3 ตำแหน่งแรกของการบาดเจ็บของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา ได้แก่ หลัง (ร้อยละ 57.8) รองลงมาคือ ปลายขา (ร้อยละ 48.4) และไหล่ (ร้อยละ 44.8)⁽⁷⁾ ซึ่งพบว่าลักษณะงานในทำยีนมีความสัมพันธ์ต่อการปวดขา และลักษณะงานในทำยีนมีความสัมพันธ์กับการปวดคอและไหล่⁽⁷⁾ อย่างไรก็ตาม หากไม่มีวิธีการป้องกันหรือรักษาอาการปวดไหล่ของพนักงานดังกล่าวในระยะยาว อาจทำให้เกิดอาการปวดเรื้อรังได้ ซึ่งทำให้สูญเสียทั้งค่ารักษาพยาบาล พนักงานขาดงาน และการลดลงของผลผลิต ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความเสี่ยงทางการยศาสตร์และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปวดไหล่ของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการเกิดอาการปวดไหล่ในพนักงานกลุ่มนี้และกลุ่มที่มีลักษณะการทำงานที่ซ้ำซาก

วัสดุและวิธีการ

1. รูปแบบการวิจัยและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytic study) นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับการปวดไหล่ของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประชากร คือพนักงานในกระบวนการผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งที่มีพนักงานจำนวน 282 คน การคำนวณขนาดตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อแรกคือ การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประมาณค่าสัดส่วนประชากร ในกรณีทราบจำนวนประชากรและประชากรมีขนาดเล็ก⁽⁸⁾ โดยใช้ค่าสัดส่วนของพนักงานที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ต้องมีการตรวจสอบและแก้ไข ตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป เท่ากับ 0.56 แทนค่าจากการศึกษาในพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จังหวัดอุดรธานี⁽⁹⁾ ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวนไม่น้อยกว่า 162 คน ที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า คือ เป็นพนักงานประจำ (full time) ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยมีประสบการณ์ทำงานตั้งแต่ 6 เดือนขึ้นไป ในด้านผลิต

และประกอบขึ้นส่วน มีอายุ 18 ปีขึ้นไป และเกณฑ์คัดออก คือ โรคประจำตัวจากการวินิจฉัยแพทย์ ส่งผลต่อความผิดปกติระบบโครงกล้ามเนื้อและกระดูก (เช่น รูมาตอยด์ โรคเกาต์ ความผิดปกติหรือพิการแต่กำเนิด และโรคข้อไหล่ติด) ได้รับอุบัติเหตุ เช่น ข้อไหล่หลุดหรือกระดูกไหลหัก และการตั้งครรภ์ พนักงานถูกสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple random sampling) เพื่อเป็นตัวแทนลักษณะงานของกระบวนการผลิตแต่ละแผนกตามหลัก SEG (Similar exposure group)

2. นิยามศัพท์

2.1 พนักงานผลิตและประกอบขึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง พนักงานที่ทำงานประจำด้านการผลิตและประกอบขึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ในขั้นตอนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในภาคตะวันออก เฉียงเหนือ อย่างน้อย 8 ชั่วโมงการทำงานต่อวัน

2.2 การปวดไหล่ หมายถึง อาการปวด บวม ชา เมื่อยล้า หรืออ่อนแรงอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่เกิดบริเวณไหล่ของพนักงานผลิตและประกอบขึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยคำนึงถึงระดับความรุนแรง ความถี่ และอุปสรรคในการทำงาน โดยอาศัยเครื่องมือประเมินความไม่สบายบริเวณไหล่ที่ประยุกต์มาจาก Cornell musculoskeletal discomfort questionnaires (CMDQ)⁽¹⁰⁾ โดยให้ระดับความรุนแรงปานกลางขึ้นไปเพื่อจัดกลุ่มในการวิเคราะห์หาปัจจัยที่สัมพันธ์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างที่ประยุกต์จาก นภานันท์ ดวงพรหม และสุนิสา ชายเกลี้ยง⁽⁶⁾ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้มาแล้วในการศึกษาในกลุ่มพนักงานอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นกลุ่มพนักงานอาชีพและลักษณะงานเดียวกันประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย การศึกษา การออกกำลังกาย 2) ข้อมูลลักษณะงาน เช่น ลักษณะงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน การทำงานล่วงเวลา จำนวนวันปฏิบัติงาน ความเหมาะสมของพื้นที่ทำงาน ความสูงของหน้างาน การทำงานซ้ำ 3) แบบสัมภาษณ์เพื่อประเมินความรู้สึกไม่สบายของร่างกาย Cornell musculoskeletal discomfort questionnaires (CMDQ) พัฒนาโดย Hedge et al.⁽¹⁰⁾

เพื่อนำมาประเมินความรู้สึกไม่สบายของร่างกายบริเวณ ไหล่ คอ หลังส่วนบน และหลังส่วนล่าง

แบบประเมินความเสี่ยงทางกายศาสตร์ Rapid Upper Limb Assessment (RULA) พัฒนาโดย McAtamney & Corlett⁽¹¹⁾ เพื่อนำมาประเมินความเสี่ยงทางกายศาสตร์โดยประเมินบริเวณ ศีรษะ คอ ลำตัว แขน มือ ข้อมือ ขา และเท้า แล้วนำผลรวมคะแนนที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงทางกายศาสตร์มาเทียบกับระดับความเสี่ยง โดยสรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ท่าทางการทำงานโดยใช้ RULA แบ่งออกเป็น 4 ระดับดังนี้ ระดับ 1 (คะแนนตั้งแต่ 1-2): งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจมีปัญหาทางกายศาสตร์ได้ ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม ระดับ 2 (คะแนนตั้งแต่ 3-4): งานนั้นควรได้รับการศึกษาเพิ่มอย่างละเอียด และติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง ระดับ 3 (คะแนนตั้งแต่ 5-6): งานนั้นมีปัญหาและควรดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว ระดับ 4 (คะแนน 7): งานนั้นมีปัญหาด้านการกายศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที ซึ่งการศึกษาของสุนิสา ชายเกลี้ยง และคณะ⁽¹²⁾ ได้จัดความเสี่ยงในระดับ 4 จากการประเมิน RULA ให้เป็นกลุ่มความเสี่ยงสูงในวิเคราะห์ปัจจัยสัมพันธ์กับการปวดไหล่ จึงใช้หลักเกณฑ์นี้ในการศึกษานี้

4. จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

งานวิจัยครั้งนี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมจาก คณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE582342

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรม STATA 10.0 ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปวดไหล่และตัวแปรอิสระที่ละตัว สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรเดียว (Univariate analysis) แบบ Simple logistic regression ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$ นำเสนอด้วยค่า OR และช่วงความเชื่อมั่น 95% CI และวิเคราะห์ตัวแปรอิสระกับการปวดไหล่ของพนักงานผลิตและประกอบขึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิเคราะห์หลายตัวแปร (Multivariate analysis) ใช้สถิติวิเคราะห์ถดถอยพหุโลจิสติก (Multiple logistic regression) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบกำจัดทีละตัว (Backward elimination) โดยนำตัวแปรที่สำคัญ

จากการทบทวนวรรณกรรมทุกตัวแปรที่มีการวิเคราะห์ตัวแปรเดียว แล้วพบว่ามีความสัมพันธ์ที่ค่า $p\text{-value} < 0.05$ จึงนำเข้าสู่มอเดล ควบคุมตัวแปรกวนที่มีอิทธิพลในการศึกษานี้ ได้แก่ เพศ และอายุ ขั้นตอนการวิเคราะห์ถดถอยพหุโลจิสติก โดยวิเคราะห์หามอเดลที่ดีที่สุด ด้วยวิธีคัดออกทีละตัวแปร (Backward elimination) หลังจากที่ได้โมเดลเริ่มต้นแล้วจะคัดตัวแปรอิสระออกทีละตัว โดยพิจารณา Likelihood ratio test ระหว่างสองโมเดลคือ โมเดลที่มีตัวแปรทั้งหมดตอนเริ่มต้นกับโมเดลที่ตัดตัวแปรอิสระนั้นๆ ออก แล้วพบว่าได้ค่า $p\text{-value} > 0.05$ โดยปัจจัยที่สัมพันธ์กับการปวดไหล่มี $p\text{-value} < 0.05$ และแสดงด้วยค่า OR_{adj} และ 95%CI ของ OR_{adj}

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล และลักษณะงาน

พนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 168 คน ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 73.2) เป็นเพศหญิง ช่วงอายุระหว่าง 19-24 ปี (ร้อยละ 27.4) มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 28 ปี (ค่าต่ำสุด = 19.0, ค่าสูงสุด = 44.0) ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 58.9) ปฏิบัติงานตำแหน่งระดับปฏิบัติการ (ร้อยละ 94.0) ไม่ประกอบอาชีพเสริม (ร้อยละ 87.5) ระดับการศึกษาสูงสุด สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ ปวช. (ร้อยละ 75.0) และมีประสบการณ์การทำงานในโรงงานแห่งนี้อยู่ในช่วง 6 เดือน ถึง 2 ปี (ร้อยละ 28.0) มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.3 ปี (ค่าต่ำสุด = 6 เดือน, ค่าสูงสุด = 22 ปี) ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 48.2) มีดัชนีมวลกายในเกณฑ์ปกติ (18.5-22.9 กิโลกรัม/เมตร²) มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 22 กิโลกรัม/เมตร² (ค่าต่ำสุด = 15.8, ค่าสูงสุด = 39.0) ออกกำลังกาย ร้อยละ 50.6 ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 92.3 และไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 82.7

ลักษณะงานส่วนใหญ่ (ร้อยละ 48.2) ครอบคลุมงานด้านการตรวจสอบที่พนักงานใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานตำแหน่งงานปัจจุบันอยู่ในช่วง 1 เดือน ถึง 1.6 ปี และ 1.8 ปี ถึง 2.8 ปี ร้อยละ 25.6 เท่ากัน มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.8 ปี (ค่าต่ำสุด = 1 เดือน, ค่าสูงสุด = 15 ปี) ระยะเวลาปฏิบัติงานต่อวันมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 11 ชั่วโมง (ค่าต่ำสุด = 8.0, ค่าสูงสุด = 11.0) ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 84.5) ทำงานล่วง

เวลา และร้อยละ 84.5 เป็นระบบหมุนกะ ปฏิบัติงาน 6 วัน/สัปดาห์ ร้อยละ 85.1 พื้นที่ทำงานมีความเหมาะสม ร้อยละ 92.9 ระดับความสูงหน้างานมีความเหมาะสม ร้อยละ 87.5 มีการทำงานซ้ำๆ ในท่าเดิมๆ ร้อยละ 67.3 โดยนั่งส่วนใหญ่หรือสลับยืนเป็นครั้งคราว ร้อยละ 82.7 ซึ่งบางส่วนมีลักษณะงานยืนเป็นส่วนใหญ่ ร้อยละ 17.3 ส่วนใหญ่ใช้สายตาเพ่งชิ้นงาน (ร้อยละ 87.5) โดยเครื่องมือส่วนใหญ่ (ร้อยละ 46.4) เป็นกล้องจุลทรรศน์ ด้านอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ส่วนใหญ่พนักงานมีการใช้ ร้อยละ 94.6 ซึ่งเป็นการใช้ถุงมือหรือปลอกนิ้วสูงที่สุด ร้อยละ 52.4 และงานส่วนใหญ่มีการยกของ ร้อยละ 72.0 จำนวนครั้งการยกมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 2 ครั้ง/วัน (ค่าต่ำสุด = 1.0, ค่าสูงสุด = 60.0) และน้ำหนักของการยกมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 5 กิโลกรัม (ค่าต่ำสุด = 0.3, ค่าสูงสุด = 25.0) และลักษณะท่าทางการทำงานส่วนใหญ่ (ร้อยละ 54.8) อยู่ในท่านั่ง คืองานตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์และคอมพิวเตอร์

2. ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของรายงค์ส่วนบน

พนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 168 คน จากการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของรายงค์ส่วนบน โดยใช้ RULA พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในความเสี่ยงระดับที่ 2 ร้อยละ 39.9 รองลงมาคือ ความเสี่ยงระดับที่ 3 ร้อยละ 38.1 และความเสี่ยงระดับที่ 4 ร้อยละ 21.4 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของรายงค์ส่วนบนของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (n=168)

ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับ 1 ยอมรับได้	1	0.6
ระดับ 2 ศึกษาเพิ่มเติม	67	39.9
ระดับ 3 เสี่ยง	64	38.1
ระดับ 4 เสี่ยงสูง	36	21.4

เมื่อประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของรายค์ ส่วนบน โดยแบ่งตามตำแหน่งงาน พบว่าที่มีระดับ ความเสี่ยงที่ 4 สูงสุดซึ่งเป็นตำแหน่งงานที่มีปัญหาทาง การยศาสตร์ต้องมีการปรับปรุงทันที คือ ตำแหน่งควบคุม เครื่องจักร ซึ่งมีลักษณะงานยืนเป็นส่วนใหญ่ และมีการ สลับเดินเป็นครั้งคราว ร้อยละ 11.3 รองลงมาคือตำแหน่ง ตรวจสอบชิ้นงานได้กล่องจุลทรรศน์ซึ่งเป็นงานนั่ง ร้อยละ 5.4 และตรวจสอบชิ้นงานได้โคมไฟซึ่งเป็นงานนั่ง ร้อยละ 3.0 และตำแหน่งงานที่มีระดับความเสี่ยงระดับ 3 คือ ตำแหน่งตรวจสอบชิ้นงานได้กล่องจุลทรรศน์ซึ่งเป็นงานนั่ง ตลอดการทำงาน ร้อยละ 20.2 รองลงมาคือตำแหน่ง ควบคุมเครื่องจักร ร้อยละ 11.9 และตำแหน่งตรวจสอบชิ้น งานได้โคมไฟ ร้อยละ 4.2 ซึ่งงานควบคุมเครื่องจักรเป็นงาน ที่ต้องยืนทำงานตลอดเวลา และอาจมีการสลับเดินหรือยืน เป็นครั้งคราว

3. ระดับความรู้สึกไม่สบายของไหล่ จาก CMDQ

พนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 168 คน จากการเก็บข้อมูลโดยใช้ CMDQ ได้นำข้อมูล ความถี่ ความรุนแรง และคะแนน อุปสรรค นำมาวิเคราะห์ระดับความรู้สึกไม่สบาย พบว่า ส่วนใหญ่พนักงานมีระดับความรู้สึกไม่สบายเล็กน้อย ร้อยละ 34.5 รองลงมาคือระดับไม่รู้สึก ร้อยละ 30.4 และ ระดับความรู้สึกไม่สบายปานกลาง ร้อยละ 23.8 ดังตาราง ที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความรู้สึกไม่สบายของไหล่จาก CMDQ ของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ (n=168)

ระดับความรู้สึกไม่สบาย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่รู้สึกไม่สบาย	51	30.4
เล็กน้อย	58	34.5
ปานกลาง	40	23.8
มาก	17	10.1
รุนแรง	2	1.2

4. ข้อมูลปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการปวดไหล่

การปวดไหล่ใช้ผลความรู้สึกไม่สบายตั้งแต่ ระดับปานกลางขึ้นไป มีจำนวน 59 คนหรือ ร้อยละ 35.1 และจากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์แบบ Univariate analysis ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับการปวดไหล่ พบว่า ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการปวดไหล่ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ได้แก่ เพศหญิง (OR=2.74, 95%CI= 1.16-7.01) ระดับการศึกษา (OR=0.23, 95%CI= 0.07-0.61) ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ในตำแหน่งงานปัจจุบัน (OR=0.45, 95%CI= 0.22-0.9) และท่าทางการทำงานที่เป็นงานนั่งเป็นส่วนใหญ่ หรือสลับยืนเป็นครั้งคราวจะมีความเสี่ยงต่อการปวดไหล่ สูงกว่างานยืน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (OR=3.05, 95%CI=1.05-10.7) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์แบบ Univariate analysis ระหว่างข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลและลักษณะงาน และความเสี่ยงทางารยศาสตร์กับการปวดไหล่ (n=168)

ปัจจัย	อาการปวดไหล่		OR	95%CI	p-value
	มี จำนวน (ร้อยละ)	ไม่มี จำนวน (ร้อยละ)			
เพศ					
ชาย	9 (20.0)	36 (80.0)	1.00		
หญิง	50 (40.6)	73 (59.3)	2.74	1.16-7.01	0.013*
อายุ (ปี)					
≤28	27 (31.4)	59 (68.6)	1.00		
>28	32 (39.0)	50 (61.0)	1.40	0.70-2.78	0.300
ดัชนีมวลกาย (กก./ม²)					
≤23.0	32 (33.3)	64 (66.7)	1.00		
>23.0	27 (37.5)	45 (62.5)	1.20	0.60-2.38	0.576
ระดับการศึกษา					
≥มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ ปวช.	53 (42.1)	73 (57.9)	1.00		
<มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ ปวช.	6 (14.3)	36 (85.7)	0.23	0.07-0.61	0.001*
ตำแหน่งงาน					
Leader/Supervisor	2 (20.0)	8 (80.0)	1.00		
Operator	57 (36.1)	101 (63.9)	2.26	0.43-22.43	0.302
ประสบการณ์ทำงาน (ปี)					
≥3	37 (37.8)	61 (62.2)	1.00		
<3	22 (31.4)	48 (68.6)	0.75	0.37-1.52	0.397
ระยะเวลาในการปฏิบัติงานในตำแหน่งปัจจุบัน (ปี)					
>3	29 (46.8)	33 (53.2)	1.00		
≤3	30 (28.3)	76 (71.7)	0.45	0.22-0.91	0.015*
การออกกำลังกาย					
ออกกำลังกาย	33 (39.8)	50 (60.2)	1.00		
ไม่ออกกำลังกาย	26 (30.6)	59 (69.4)	0.67	0.34-1.32	0.213
การสูบบุหรี่					
ไม่สูบ	56 (36.1)	99 (63.9)	1.00		
สูบ	3 (23.1)	10 (76.9)	0.53	0.09-2.18	0.344

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์แบบ Univariate analysis ระหว่างข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลและลักษณะงาน และความเสี่ยงทางกายศาสตร์กับการปวดไหล่ (n=168) (ต่อ)

ปัจจัย	อาการปวดไหล่		OR	95%CI	p-value
	มี จำนวน (ร้อยละ)	ไม่มี จำนวน (ร้อยละ)			
โรคประจำตัว					
ไม่มี	46 (33.1)	93 (66.9)	1.00		
มี	13 (44.8)	16 (55.2)	1.64	0.66-3.98	0.228
ระยะเวลาการทำงาน (ชั่วโมง)					
≤8	13 (50.0)	13 (50.0)	1.00		
>8	46 (32.4)	96 (67.6)	0.48	0.19-1.23	0.083
ท่าทางการทำงาน					
ยืนเป็นส่วนใหญ่	5 (17.2)	24 (82.3)	1.00		
นั่งเป็นส่วนใหญ่หรือสลับยืนเป็นครั้งคราว	54 (38.8)	85 (61.1)	3.05	1.05-10.79	0.027*
การทำงานท่าเดิมซ้ำๆ					
ไม่ใช่	14 (25.4)	41 (74.5)	1.00		
ใช่	45 (39.8)	68 (60.2)	1.94	0.90-4.29	0.067
ระดับพนักงาน					
เหมาะสม	52 (35.4)	95 (64.6)	1.00		
ไม่เหมาะสม	7 (33.3)	14 (66.7)	0.91	0.29-2.61	0.855
ความเสี่ยงทางกายศาสตร์					
ไม่เสี่ยง (ระดับ 1,2,3)	44 (33.3)	88 (66.7)	1.00		
เสี่ยง (ระดับ 4)	15 (41.2)	21 (58.8)	1.43	0.62-3.23	0.353

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์แบบ Multivariate analysis ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับการปวดไหล่ ซึ่งเข้าสู่โมเดลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณจิสติก โดยการคัดเลือกตัวแปรต่างๆ เพื่อเข้าสู่โมเดลเริ่มต้นนั้น และควบคุมผลกระทบของปัจจัยกวนคือ เพศ และอายุ พบว่ามีตัวแปรที่นำเข้าสู่โมเดลเริ่มต้น จำนวน 10 ตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ทำงาน ระยะเวลาปฏิบัติงานในตำแหน่งปัจจุบัน การออกกำลังกาย

ระยะเวลาการทำงาน การทำงานท่าเดิมซ้ำๆ และความเสี่ยงทางกายศาสตร์ โดยจากการวิเคราะห์โมเดลสุดท้ายพบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปวดไหล่ในพนักงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ได้แก่ ระดับการศึกษา ($OR_{adj} = 0.31$, $95\%CI = 0.11-0.88$) ระยะเวลาในการปฏิบัติงานในตำแหน่งปัจจุบัน ($OR_{adj} = 0.26$, $95\%CI = 0.09-0.70$) และการทำงานท่าเดิมซ้ำๆ ($OR_{adj} = 2.29$, $95\%CI = 1.04-5.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่ศึกษากับอาการปวดไหล่ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (n=168)

ปัจจัย	อาการปวดไหล่		OR	OR _{adj} (95%CI)	p-value
	มี จำนวน (ร้อยละ)	ไม่มี จำนวน (ร้อยละ)			
เพศ					
ชาย	9 (20.0)	36 (80.0)	1.00		
หญิง	50 (40.6)	73 (59.3)	2.74	1.69 (0.66-4.31)	0.272
อายุ (ปี)					
≤28	27 (31.4)	59 (68.6)	1.00		
>28	32 (39.0)	50 (61.0)	1.40	1.22 (0.56-2.68)	0.616
ระดับการศึกษา					
≥มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ ปวช.	53 (42.1)	73 (57.9)	1.00		
<มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ ปวช.	6 (14.3)	36 (85.7)	0.23	0.31 (0.11-0.88)	0.027*
ประสบการณ์ทำงาน (ปี)					
≥3	37 (37.8)	61 (62.2)	1.00		
<3	22 (31.4)	48 (68.6)	0.75	2.35 (0.81-6.82)	0.117
ระยะเวลาในการปฏิบัติงานในตำแหน่งปัจจุบัน (ปี)					
>3	29 (46.8)	33 (53.2)	1.00		
≤3	30 (28.3)	76 (71.7)	0.45	0.26 (0.09-0.70)	0.007*
ระยะเวลาการทำงาน (ชั่วโมง/วัน)					
≤8	13 (50.0)	13 (50.0)	1.00		
>8	46 (32.4)	96 (67.6)	0.48	0.58 (0.22-1.50)	0.263
การทำงานทำเต็มซ้ำๆ					
ไม่ใช่	14 (25.4)	41 (74.5)	1.00		
ใช่	45 (39.8)	68 (60.2)	1.94	2.29 (1.04-5.05)	0.040*

Log likelihood = -96.071123; Prob > chi2=0.4683; Pseudo R²=0.1178

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value < 0.05

อภิปรายผล

1. ระดับความรู้สึกไม่สบายบริเวณไหล่ จาก CMDQ

ระดับความรู้สึกไม่สบายบริเวณไหล่พิจารณาจากระดับอาการ ความถี่ของการปวด และอุปสรรคในการทำงาน พบว่า ส่วนใหญ่พนักงานมีระดับความรู้สึกไม่สบาย

เล็กน้อย ร้อยละ 34.5 รองลงมาคือระดับไม่รู้สึกไม่สบาย ร้อยละ 30.4 และระดับความรู้สึกไม่สบายปานกลาง ร้อยละ 23.8 สอดคล้องกับการศึกษาของ Cotelez et al.⁽¹³⁾ ที่ทำการศึกษาในพนักงานอุตสาหกรรมรองเท้า พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีความรู้สึกไม่สบายหรืออาการ

ล้าของกล้ามเนื้อ โดยมีอาการล้าของกล้ามเนื้อระดับเล็กน้อย ร้อยละ 81.25 และมีอาการล้าของกล้ามเนื้อระดับปานกลาง ร้อยละ 18.75 ซึ่งทั้งการศึกษาที่ผ่านมาและการศึกษาในครั้งนี้ มีลักษณะการทำงานในท่าเดิมซ้ำๆ โดยเป็นท่าโน้มตัวและศีรษะไปด้านหน้าเหมือนกัน ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อ แม้ว่าพนักงานมีความรู้สึกไม่สบายหรืออาการล้าเพียงเล็กน้อย แต่สามารถนำไปสู่ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกหรือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงได้ ซึ่งการศึกษาของ Vathna et al.⁽¹⁴⁾ ที่ทำการศึกษาในพนักงานอุตสาหกรรมบดเหล็ก ซึ่งมีลักษณะท่าทางการทำงานซ้ำๆ เป็นเวลานาน เนื่องจากลักษณะท่าทางการทำงานไม่เหมาะสมจะนำไปสู่ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อและความรู้สึกไม่สบายของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก

ในการศึกษานี้ แม้ว่าพนักงานมีความรู้สึกไม่สบายบริเวณไหล่อยู่ในระดับเล็กน้อย แต่ควรปรับปรุง ควบคุม และป้องกันความรู้สึกไม่สบายในระดับเล็กน้อยเหล่านี้ ไม่สูงหรือรุนแรงขึ้น เพราะความรู้สึกไม่สบายหรืออาการล้านี้มีโอกาสเกิดและพัฒนาเป็นอาการที่รุนแรงขึ้นได้

2. ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการปวดไหล่

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าพนักงานที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ ปวช. เป็นปัจจัยป้องกันการปวดไหล่ 0.31 เท่า ซึ่งพบว่าการศึกษานี้พนักงานกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานตำแหน่ง Operation ที่มีหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรและส่วนใหญ่มีท่าทางการทำงานในลักษณะยืนดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ในผลการศึกษา จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตัวแปรเดียว พบว่าการทำงานในท่ายืนเสี่ยงต่อการปวดไหล่ น้อยกว่าการทำงานในท่านั่ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dianat et al.⁽¹⁵⁾ ที่ศึกษาในกลุ่มพนักงานทำงานจักรเย็บผ้าที่เป็นงานนั่ง โดยพบว่าส่งผลต่อการปวดไหล่ และลักษณะงานในท่ายืนมีความสัมพันธ์ต่อการปวดขามากกว่า ในขณะที่ลักษณะงานในท่านั่งมีความสัมพันธ์ต่อการปวดคอและไหล่⁽⁷⁾

พนักงานที่มีการทำงานท่าเดิมซ้ำๆ มีโอกาสเสี่ยงต่อการปวดไหล่มากกว่าพนักงานที่ไม่มีการทำงานท่าเดิมซ้ำๆ 2.29 เท่า การประเมินความเสี่ยงทางกายศาสตร์

โดยใช้ RULA ในพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กลุ่มนี้ พบว่าพนักงานกลุ่มนี้ตรวจสอบชิ้นส่วนมีระดับความเสี่ยงทางกายศาสตร์ในความเสี่ยงส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ 2 และระดับที่ 3 เนื่องจากลักษณะการทำงานส่วนใหญ่มีการทำงานแบบท่าเดิมซ้ำๆ เป็นเวลานาน และมีการทำงานล่วงเวลาอย่างน้อย 3 ชั่วโมง ทำให้มีความเสี่ยงสูงกว่าระดับที่ยอมรับได้ และจากผลการศึกษาที่แสดงว่างานนั่งหรือมีการลุกยืนเป็นครั้งคราวมีความเสี่ยงสูงกว่างานยืนเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะเมื่อมีการปฏิบัติงานไประยะยาวสะสม ซึ่งยืนยันจากผลการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ที่พนักงานที่ประสบการณ์น้อยกว่า 3 ปี จะเป็นปัจจัยป้องกันการปวดไหล่เมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า 3 ปี ($OR_{adj} = 0.26$; 95%CI = 0.09-0.70) ดังนั้นในเชิงนโยบายควรคำนึงถึงการหมุนเวียนกะการทำงาน และลักษณะงานให้กับพนักงานด้วย เพื่อป้องกันอาการทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในระยะยาว

จากการควบคุมปัจจัยต่างๆ แล้วพบเพียงปัจจัยด้านระดับการศึกษา ระยะเวลาในการปฏิบัติงานในตำแหน่งปัจจุบัน และการทำงานท่าเดิมซ้ำๆ เท่านั้นที่พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยเหล่านี้สามารถอธิบายความสัมพันธ์กับการปวดไหล่ได้เพียงร้อยละ 11.78 เท่านั้น ($Pseudo R^2 = 0.1178$) ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุจากข้อจำกัดของขนาดตัวอย่างที่ประมาณไว้ต่ำกว่าที่ควร ซึ่งการศึกษาต่อไปต้องเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มพนักงานอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะกลุ่มยืนทำงาน เพื่อลดข้อจำกัดนี้ในการศึกษาต่อไป

แม้ว่าพนักงานที่ความเสี่ยงทางกายศาสตร์ที่ระดับเสี่ยงสูง (ระดับ 4) จะมีความเสี่ยงต่อการปวดไหล่สูงกว่ากลุ่มพนักงานที่มีความเสี่ยงต่ำกว่าระดับ 4 ($OR = 1.43$; 95%CI = 0.62-3.23) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการศึกษาของ กรุณา จันทุม⁽¹⁶⁾ ที่พบว่าปัจจัยทางด้านพฤติกรรมการทำงานที่มีความสัมพันธ์กับ MSDs คือการทำงานมากกว่า 5 ชั่วโมงต่อวัน พบความสัมพันธ์บริเวณ บ่า/ไหล่/สะบัก ($OR = 0.59$; 95%CI = 0.26-1.37) การศึกษาต่อไปจึงควรมีสัดส่วนของพนักงานทั้งงานยืนและงานนั่งในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนั้นด้วยเหตุผลที่การปวดไหล่เกิดในกลุ่มพนักงานกลุ่มนี้

มากกว่าและผลการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงมาก ในการศึกษาไม่พบนัยสำคัญทางสถิติด้านความสัมพันธ์กับการปวดไหล่ซึ่งสอดคล้องกับ Nou et al.⁽¹⁷⁾ ศึกษาในพนักงานขายเพศหญิง พบว่าอาการล้าและความรู้สึกไม่สบายส่วนขา Posterior calf ในพนักงานขายกลุ่มยืนสูงกว่ากลุ่มนั่ง ส่วนที่ตำแหน่งไหล่ พบในกลุ่มนั่งสูงกว่ากลุ่มยืน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สาเหตุสำคัญของการปวดไหล่ คือ ท่าทางการยกต้นแขน (Brachium) และปลายแขน (Antebrachium) การเคลื่อนไหวแบบซ้ำๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความผิดปกติของรยางค์ส่วนบนของพนักงาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Choobineh et al.⁽¹⁸⁾ ในกลุ่มพนักงานบริษัทผลิตอุปกรณ์สื่อสารของประเทศอิหร่าน ในพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนและประกอบชิ้นส่วนวงจรโทรทัศน์ซึ่งมีลักษณะการทำงานท่าเดิมซ้ำๆ เป็นเวลานาน และท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งลักษณะงานส่วนใหญ่เป็นท่านั่ง คีร์ชะ และลำตัวโค้งไปข้างหน้า และมีการเกร็งไหล่พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่อความผิดปกติของรยางค์ส่วนบนในระดับที่ 3-4 ร้อยละ 88.1 และสอดคล้องกับการศึกษาของ Anita et al.⁽¹⁹⁾ ในกลุ่มพนักงานประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ในประเทศมาเลเซีย พบว่าพนักงานมีความเสี่ยงสูงทางการยศาสตร์ต่อความผิดปกติของรยางค์ส่วนบน (ระดับ 3-4) ร้อยละ 73.7 และพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกกับท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chaiklieng et al.⁽²⁰⁾ ที่ศึกษาในกลุ่มพนักงานตัดเย็บเสื้อผ้าแรงงานนอกระบบภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งอาจอธิบายได้จากการสังเกตพบว่าพนักงานลักษณะท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ การบิดตัว การเอี้ยว การเอื้อมมือเพื่อจับชิ้นงานและนำชิ้นงานเข้าเครื่องจักรซึ่งพนักงานทำกิจกรรมแบบเดิมซ้ำๆ นำไปสู่การปวดไหล่ได้ ซึ่งความเมื่อยล้าจากการนั่งทำงานที่มีท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม คือมีลักษณะการทำงานที่ต้องก้มและโน้มตัวไปข้างหน้า ได้รับการรายงานเช่นกันในพนักงานเย็บในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องนุ่งห่ม ที่มีความปวดเมื่อย 2 อันดับแรก คือบริเวณไหล่ขวา และบริเวณไหล่ซ้าย⁽²¹⁾

อย่างไรก็ตาม การศึกษายังพบว่าในระยะยาวพนักงานมีแนวโน้มรายงานความรู้สึกไม่สบายหรือความล้าในบริเวณไหล่น้อยกว่าบริเวณหลัง ตามที่เห็นได้จากปัจจัยด้านประสบการณ์การทำงาน <3 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอาการปวดไหล่เป็นภาวะที่เกิดขึ้นอย่างเฉียบพลันหรือในระยะสั้นๆ ซึ่งการประเมินความเสี่ยงโดยใช้หลักการของการสังเกตด้วยเครื่องมือ RULA หรือการประเมินด้วยตนเอง (self-assessment) ด้วยเครื่องมือ CMDQ เพียงหลักการเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการอ้างถึงความเสี่ยงทางสุขภาพซึ่งต้องมีการพิจารณาถึงโอกาสในการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงและความรุนแรงของผลกระทบทางการยศาสตร์ร่วมกัน ดังเช่นงานวิจัยที่ผ่านมาของสุริยา ชายเกลี้ยง และอารยา ปานนาค⁽²²⁾ ที่ศึกษาความเสี่ยงต่อการปวดไหล่ในพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เมตริกซ์ (Matrix) โดยพิจารณาผลทั้งส่วนการยศาสตร์โดย RULA (ประเมินโอกาส) และความรู้สึกไม่สบายจาก CMDQ (ประเมินความรุนแรง) ร่วมกัน พบว่า พนักงานมีความเสี่ยงต่อการปวดไหล่ตั้งแต่ระดับปานกลางถึงเสี่ยงสูงมากร้อยละ 54.9

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้สามารถอธิบายการทำงานของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ว่ามีความเสี่ยงสูงด้านการยศาสตร์ตามลักษณะงาน รวมทั้งพบปัจจัยของลักษณะการทำงานท่าเดิมซ้ำๆ ที่สัมพันธ์ต่อการปวดไหล่ของพนักงาน จึงควรปรับปรุงลักษณะการทำงาน และปรับเปลี่ยนสภาพการปฏิบัติงานที่หน้างาน รวมถึงส่งเสริม อบรมความรู้ทางด้านการยศาสตร์ เพื่อให้พนักงานมีความตระหนักในด้านความปลอดภัย และควรส่งเสริมในการออกกำลังกายเพื่อขยับร่างกายลดอาการปวดไหล่ และควรมีการเฝ้าระวังโรคเรื้อรังทางด้านระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อต่อไป นอกจากนั้นควรให้มีการศึกษาเพิ่มเติมด้านการประเมินทางกายศาสตร์โดยการใช้เครื่องมือวัดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความผิดปกติหรือการปวดไหล่ของพนักงาน

เอกสารอ้างอิง

1. Guez M, Hildingsson C, Nilsson M, Toolanen G. The prevalence of neck pain. A population-based study from northern Sweden. *Acta Orthop Scand* 2002; 73: 455-9.
2. Social Security Office. Situations of work-related accident or injuries in 2011-2015. [Internet]. Ministry of Labour, 2015. [cited 11 March 2017] Available from: <http://www.sso.go.th/wpr/uploads/uploadImages/file/accidentanalyze54-58.pdf>
3. Pulpodissakul S. Prevalence and associated factors of upper extremities musculoskeletal diseases among workers in electronical and electronic assembly. [Master's thesis], M.Sc. (Occupational Medicine). Bangkok: Graduated School, Srinakharinwirot University; 2011.
4. Sirisuriyasoonthorn S, Chaiklieng S. Ergonomics risk with neck, shoulder and back pain among computer users at Tambon health promoting hospitals in Maha Sarakham province. *KKU Res J* 2016; 8(3): 54-63.
5. Department of Industrial Works. Factory data by area [Internet]. Ministry of industry, 2016. [cited 11 March 2017]. Available from: <http://www2.diw.go.th/factory/tumbol.asp>
6. Duangprom N, Chaiklieng S. Recognition of musculoskeletal disorders among workers of the electronic industry in Udon Thani province. *KKU Res J* 2013; 18: 880-91.
7. Chadrasakaran A, Chee H, Rampa K, Tan G. The prevalence of musculoskeletal problems and risk factors among women assembly workers in the semiconductor industry. *Med J Malaysia* 2003; 58(5): 657-66.
8. Chirawatkul A. Biostatistics. 3rd ed. Khon Kaen: Khonkaen University; 2008.
9. Chaiklieng S, Pannak A, Duangprom N. The Assessment of Ergonomics Risk on Upper Limb Disorders among Electronic Workers. *Srinagarind Med J* 2016; 31(2): 201-8.
10. Hedge A, Morimoto S, McCrobie D. Effect of keyboard tray geometry on upper body posture and comfort. *Ergon* 1999; 42(10): 1333-49.
11. MacAtemneyL, Corlett EN. RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergon* 1993; 24(3): 91-9.
12. Chaiklieng S, Riabroi W, Puntumetakul R. Risk Factors of Repetitive Strain Injuries among Workers of the Stone Sculpture Industry, Chonburi Province. *KKU Res J* 2012; 17(2): 325-37.
13. Cotelez L, Serra M, Ramos E, Zala J, Toledo F. Handgrip strength and muscle fatigue among footwear industry workers. *Fisioter Mov Curitiba* 2016; 29(2): 317-24.
14. Vathna M, Abdullah NS, Dawal SZM, Aoyama H, Sothea K. Investigation on musculoskeletal symptoms and ergonomic risk factors at metal stamping industry. *Advanced Engineering Forum* 2013; 10: 293-9.
15. Dianat I, Kord M, Yahyazade P, Karimi M, Stedmon A. Association of individual and work-related risk factors with musculoskeletal symptoms among Iranian sewing machine operators. *Appl Ergon* 2015; 51(8): 180-8.
16. Chuntum K. Prevalence and risk factors for musculoskeletal disorders among Chaiphaphum Rajabhat University workers. *JNHS* 2015; 9(3): 166-78

17. Nou T, Ereline J, Gapeyeva H, Meister E, Paasuke M. Evaluation of work-related neuromusculae fatigue and discomfort in female sales. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis* 2011; 17: 139-48.
18. Choobineh A, Tabatabaei SH, Tozihian M, & Ghadami F. Musculoskeletal problems among workers of an Iranian communication company. *IJOEM* 2007; 11(1): 32-6.
19. Anita A, Yazdani A, Hayati K, Adon M. Association between awkward posture and musculoskeletal disorders (MSD) among assembly line workers in an automotive industry. *Malaysian J Medicine & Health Sciences* 2014; 10(1): 23-8.
20. Chaiklieng S, Suggaravetsiri P, Puntumetakul R. Prevalence and risk factors for work-related shoulder pain among informal garment workers in the northeast of Thailand. *Small Enterprise Research* 2014; 21(4): 180-9.
21. Pirom T, Worachetwarawat P. A study of tiredness from sitting in working of sewing workers in garment industry. *Industrial engineering network conference*, 17-19 October 2012; Phetchaburi: pp. 608-14.
22. Chaiklieng S, Pannak A. Health Risk Assessment of Shoulder Pain among Electronic Workers. *J Public Health* 2017; 47(2): 212-21.



ความเชื่อถือได้ของการวัดองศาข้อสะโพกในการทดสอบ Modified Thomas, ระยะห่างในท่า Sign of four และการคลำกล้ามเนื้อ quadratus lumborum และ psoas muscles และ sacrotuberous ligament

รัชนิวรรณ อติศัยเฒ่าพันธ์¹ ชมพูนุท สุวรรณศรี^{1*} และ สราวุธ สุวรรณรัตน์¹

Received: January 25, 2018

Revised: April 15, 2018

Accepted: April 20, 2018

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความเชื่อถือได้ในการวัดซ้ำ และระหว่างผู้วัดขององศาการกาง การงอข้อสะโพก การเหยียดข้อเข่า ในการทดสอบ Modified Thomas และ ระยะห่างระหว่าง head of fibula ถึงพื้นเตียง ในการทดสอบ Sign of 4 และการคลำตำแหน่งกล้ามเนื้อ quadratus lumborum (QL), psoas และ sacrotuberous ligament (ST ligament)

วิธีการวิจัย: อาสาสมัครจำนวน 5 คน ชายชายและหญิง ทั้งหมดจำนวน 10 ข้าง ได้รับการทดสอบ Modified Thomas และ Sign of 4 แบบสุ่มลำดับ ผู้วิจัยจำนวน 2 คนวัดองศาการกาง การงอข้อสะโพก และการเหยียดข้อเข่า ในการทดสอบ Modified Thomas และวัดระยะห่างระหว่าง Head of fibula ถึงพื้นเตียงในการทดสอบ Sign of 4 นอกจากนั้น ผู้วิจัย 2 คน คลำตำแหน่งกล้ามเนื้อ QL, psoas ระดับกระดูกสันหลังส่วนเอวระดับที่ 4 และ 5, ที่ 3 และ 4, และที่ 2 และ 3 และคลำตำแหน่ง ST ligament โดยใช้ปากกาล่องหนเขียนตำแหน่งที่คลำได้ในแต่ละครั้ง คลำตำแหน่งละ 2 ครั้ง/คน จากนั้นฉายด้วยแสงยูวี หากตำแหน่งการคลำกล้ามเนื้อและเอ็นดังกล่าวซ้อนทับกันมากกว่าร้อยละ 50 ถือว่า ผู้วิจัยคลำได้ตรงตำแหน่งที่ต้องการ นำผลการวัดองศาและการคลำที่ได้มาคำนวณค่าความเชื่อถือได้ในการวัดซ้ำและความเห็นพ้องในการคลำ

ผลการวิจัย: ค่าความเชื่อถือได้ในการวัดซ้ำขององศาการกางข้อสะโพก การงอข้อสะโพกของผู้วิจัยสองคนเท่ากับ 0.971, 0.904, 0.945, 0.953 ตามลำดับ การงอข้อเข่าของผู้วิจัยคนที่ 1, 2 เท่ากับ 0.989, 0.988 ตามลำดับ และ ค่าความเชื่อถือได้ในการวัดซ้ำของระยะห่างระหว่าง head of fibula กับพื้นเตียง ในการทดสอบ Sign of 4 ของผู้วิจัยคนที่ 1, 2 เท่ากับ 0.901, 0.947 ตามลำดับ ค่าความเชื่อถือได้ระหว่างผู้วัดขององศาการกาง การงอข้อสะโพก การเหยียดข้อเข่า เท่ากับ 0.867, 0.942, 0.992 ตามลำดับ และ ระยะห่างระหว่าง head of fibula กับพื้นเตียงของผู้วิจัยสองคน เท่ากับ 0.867 ความเห็นพ้องของการคลำกล้ามเนื้อ QL, psoas และ ST ligament ระหว่างผู้วิจัยสองคนอยู่ในช่วงร้อยละ 80-100

สรุป: ความเชื่อถือได้ขององศาการกาง การงอข้อสะโพก การเหยียดข้อเข่า ในท่าทดสอบ Modified Thomas และ ระยะห่างระหว่าง head of fibula กับพื้นเตียง ในท่าทดสอบ Sign of 4 ทั้งการวัดซ้ำ และ ระหว่างผู้วัด อยู่ในระดับดีเยี่ยม และความเห็นพ้องของการคลำกล้ามเนื้อ QL, psoas และ ST ligament ระหว่างผู้วัด อยู่ในช่วงร้อยละ 80-100

คำสำคัญ: Modified Thomas test, Sign of 4 test, Quadratus lumborum, Psoas, Sacrotuberous ligament

¹คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล 999 ถ.พุทธมนทล 4, แขวงศาลาया, เขตพุทธมนทล, นครปฐม 73170

*ผู้รับผิดชอบบทความ



Reliability of hip and knee angle measurement in Modified Thomas test, distance in Sign of four and palpation of quadratus lumborum and psoas muscles and sacrotuberous ligament

Rachaneewan Adisaiphaopan¹, Chompunoot Suwanasri^{1*} and Sarawut Suwannarat¹

Abstract

Objective: To study the inter-rater and intra-rater reliabilities of hip angle measurement and knee flexion in Modified Thomas test, the distance measurement between head of fibular to the couch in Sign of 4 test and quadratus lumborum (QL), psoas muscle and Sacrotuberous ligament (ST ligament) palpation.

Material and Method: Five subjects, both left and right legs (10 lower extremities) were randomized. Two researchers assessed the abduction and flexion of hip angle measurements in Modified Thomas test, the distance measurement between head of fibular to the couch in Sign of 4 test. Afterwards, the researchers palpated twice for QL, psoas at the lumbar spine; L4-5, L3-4, L2-3 and ST ligament. The invisible ink pen was used by the researchers (two times per a subject) to mark the area on the muscles and ligament then used black light to present the agreement area. The level of acceptance was 50% of the agreement area of palpation between the two researchers. Test-retest reliability was used to determine the outcome measurements.

Results: Intra-rater reliability of the two researchers in abduction and flexion of hip angle measurements were (0.971, 0.904), (0.945, 0.953), knee flexion angle measurements were 0.989, 0.988 and the distance between head of fibular to the couch in Sign of 4 test were 0.901, 0.947. Inter-rater reliability of the two researchers in abduction and flexion of hip and knee flexion angle measurements were 0.867, 0.942, 0.992 and the distance between head of fibular to the couch was 0.867. The 80-100% of the agreement area was shown in QL, psoas and ST ligament palpation.

Conclusion: Excellent intra-rater reliability was presented in abduction, flexion of hip and knee extension angle measurement in Modified Thomas test including the distance of head of fibular to the couch measurement in Sign of 4 test. The agreement of palpated area of QL, psoas and ST ligament between two researchers were 80-100%.

Keywords: Modified Thomas test, Sign of four test, Quadratus lumborum, Psoas, Sacrotuberous ligament

¹ Faculty of Physical therapy, Mahidol University, 999 Phuttamonthon 4 Rd., Salaya, Phuttamonthon, Nakhon Pathom 73170

*Corresponding author: (email: chompunoot.suw@mahidol.ac.th)

บทนำ

ผู้ป่วยที่มีอาการปวดเรื้อรังจากระบบกล้ามเนื้อกระดูกขาที่จะหาต้นเหตุของอาการปวดที่แท้จริงได้เนื่องจากพยาธิกำเนิดมีหลากหลายสาเหตุและมีความซับซ้อน จากแนวคิดของ Vladimir Janda ต่อพยาธิสภาพของระบบกล้ามเนื้อกระดูก กล่าวคือ การเคลื่อนไหวของมนุษย์ประกอบด้วยการทำงานของระบบอวัยวะหลักที่ทำงานเชื่อมต่อกันเหมือนห่วงโซ่ เรียกว่า ปฏิกริยาห่วงโซ่ (Chain reaction) โดยพบว่าประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวของร่างกายต้องอาศัยการทำงานที่เหมาะสมของระบบกล้ามเนื้อ ระบบข้อต่อ และระบบประสาท หากระบบใดระบบหนึ่งทำงานไม่สมดุลกับระบบอื่นอาจนำไปสู่การเกิดพยาธิสภาพตามมาได้⁽¹⁾ ความผิดปกติจากการทำงานของระบบทั้งสามที่กล่าวมาแสดงเป็นรูปธรรมชัดเจนได้ เช่น ท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักกายวิธานศาสตร์ อาจทำให้ข้อต่อของส่วนร่างกายที่ทำการเคลื่อนไหวอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาทได้รับผลกระทบ หากเป็นในระยะเวลา นานอาจส่งผลทำให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อทำงานไม่สมดุล (muscle imbalance) ได้เป็นต้น หรือในกรณีที่เกิดความไม่สมดุลจากพยาธิสภาพเอง (เช่น หกล้มข้อเท้าแพลง) ทั้งเกิดจากอุบัติเหตุ หรือเกิดร่วมกับความผิดปกติของการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อ เมื่อร่างกายมีรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติไป (abnormal movement pattern) จากภาวะกล้ามเนื้อทำงานไม่สมดุลอันประกอบด้วย กล้ามเนื้อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งมีภาวะอ่อนแรงที่มีได้เกิดจากการขาดเส้นประสาทมาเลี้ยง ส่วนกล้ามเนื้อกลุ่มตรงกันข้ามเกิดภาวะหดสั้น (tightness) ได้

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดในการระบุภาวะกล้ามเนื้อทำงานไม่สมดุลเป็นเรื่องที่กระทำได้ยาก เนื่องจากการตรวจประเมินทางคลินิกส่วนหนึ่งมีค่าความแม่นยำและความเที่ยงไม่สูงมาก ดังนั้น นักกายภาพบำบัดควรตรวจประเมินร่างกาย และตรวจซ้ำหลังการรักษาด้วยวิธีการที่มีความแม่นยำและความเที่ยง เพื่อแปรผลอย่างมีประสิทธิภาพ

การตรวจความยาวของกล้ามเนื้อ โดยวัดองศาการเคลื่อนไหวในท่าใดท่าหนึ่ง และการคลำกล้ามเนื้อ ก่อนการกด การประเมินความตึงตัวของกล้ามเนื้อส่วนครึ่งท่อนล่าง (lower quarter) เพื่อตรวจกล้ามเนื้อที่เกาะบริเวณ ขา อู้งเชิงกราน หลังส่วนล่าง เป็นการตรวจประเมินที่นักกายภาพบำบัดมักใช้ในกรณีที่สงสัยว่าผู้ป่วยอาจมี ปัญหาจากหลังส่วนล่าง หรือ ข้อต่อ sacroiliac หรือ ข้อ สะโพก/เข่า คือ การทดสอบด้วย Modified Thomas, การทดสอบด้วย Sign of 4 หรือ Faber test หรือ Patrick (ตรวจการยึดติดของข้อต่อ sacroiliac หรือ ข้อสะโพก หรือ จากความตึงของ ST ligament), การทดสอบในท่าอง ข้อสะโพก เพื่อตรวจความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ iliopsoas และการคลำกล้ามเนื้อ QL, iliopsoas, ST ligament เป็นต้น

การทดสอบด้วย Modified Thomas ใช้ตรวจ ประเมินความยืดหยุ่นของการงอข้อสะโพกที่มีผลมาจากการ ทำงานของกล้ามเนื้อ เช่น กล้ามเนื้อ iliacus, psoas, rectus femoris และ tensor fascia latae องศาการงอ ข้อสะโพก แสดงถึงความตึงตัวของกล้ามเนื้อ iliacus และ psoas องศาการกางข้อสะโพกแสดงถึงความตึงตัวของ กล้ามเนื้อ tensor fascia latae หรือ QL องศาการเหยียด ข้อเข่าแสดงถึงความตึงตัวของกล้ามเนื้อ rectus femoris มีผู้สนใจศึกษา ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด องศาของข้อสะโพก ในท่า Modified Thomas test เช่น Ferber R 2010 ใช้ inclinometer goniometer ศึกษา ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ Iliotibial band⁽¹⁾, Wakefield BC. 2015 ศึกษา ความเชื่อถือได้ของการนำเทคนิค trigonometric เพื่อวัดองศาเหยียดข้อสะโพก⁽²⁾ Peeler JD. และ Anderson JE. 2008 ศึกษาความเชื่อถือได้ของ digital photography ต่อความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ rectus femori⁽³⁾ อย่างไรก็ตาม การศึกษาความเชื่อถือได้ ของความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้ออาจมีข้อจำกัดที่ต้องทำใน ห้องปฏิบัติการ ไม่สามารถนำมาใช้ในภาคสนามได้สะดวก นอกจากการใช้การทดสอบด้วย Modified Thomas และ Sign of 4 อีกหนึ่งในการตรวจประเมิน ความไม่สมดุลของ กล้ามเนื้อ คือการคลำกล้ามเนื้อ หรือ เอ็น sacrotuberous

นั้นๆ เพื่อยืนยันว่าเป็นจากกล้ามเนื้อ ไม่ได้เกิดจากติดขัดของข้อต่อ ผู้วิจัยจึงนำผลของการทดสอบเนื้อเยื่ออ่อน (soft tissue) ด้วยการคลำมาหาค่าความเห็นพ้อง โดยการประเมินความตึงตัวของกล้ามเนื้อคือ การคลำกล้ามเนื้อหรือเอ็น โดยตรงซึ่งขึ้นกับการวางตัวของกล้ามเนื้อ ความตึง-ลึกลงของชั้นกล้ามเนื้อ และการจัดตำแหน่งท่าทาง Page P. เสนอเทคนิคการคลำให้ได้กล้ามเนื้อมัดลึก คือการจัดท่า และการแนะนำให้ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (relaxed) ขณะถูกคลำ¹

จากการคลายกล้ามเนื้อ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบตำแหน่งอย่างชัดเจน และมีความน่าเชื่อถือทั้งการทำซ้ำในคนเดียวกัน และ ความน่าเชื่อถือในแต่ละคน ยังไม่พบว่ามีผู้ศึกษาความน่าเชื่อถือได้ของตำแหน่งการคลำกล้ามเนื้อดังกล่าว เพียงแต่มีข้อเสนอแนะต่อการจัดทำท่า หรือการพิจารณาความตึง-ลึกลงของชั้นกล้ามเนื้อเท่านั้น

การทดสอบความเชื่อถือได้ ทั้ง inter-rater และ intra-rater จะทำให้ผู้วิจัยสามารถนำผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการรักษาใดๆ ได้อย่างน่าเชื่อถือ คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาค่าความเชื่อถือได้ของการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกด้วย goniometer ในท่า Modified Thomas test โดยศึกษาทั้งการกาง การงอ-ข้อสะโพก และ การเหยียดข้อเข่า การทดสอบด้วย Sign of 4 เพื่อศึกษาการยึดติดของ ST ligament และความเห็นพ้องได้ในการกำหนดตำแหน่งการคลำของ QL, psoas และ ST ligament ร่วมกัน เพื่อศึกษางานวิจัยในอนาคตต่อการคลายกล้ามเนื้อ และ ST ligament ดังกล่าว

วัสดุและวิธีการ

กลุ่มตัวอย่าง

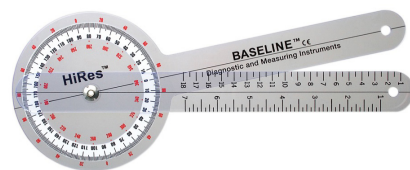
ผู้เข้าร่วมงานวิจัย เป็นนักศึกษากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 4 เพศหญิงและชาย สุขภาพดี อายุระหว่าง 18-24 ปี จำนวน 5 คน 10 ข้าง ได้รับเชิญให้เข้าร่วมโครงการงานวิจัยที่ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมในคน มหาวิทยาลัยมหิดล รหัส MU-CIRB 2015/073.1405 โดยอาสาสมัครทุกคนรับทราบรายละเอียดและวิธีการวิจัย หลังจากนั้นอาสาสมัครถูกคัดเลือกตามเกณฑ์การคัดเลือก

ดังนี้ ไม่มีประวัติปวดหลังส่วนล่างและข้อสะโพก อย่างน้อย 1 เดือนก่อนเข้าร่วมงานวิจัย สามารถเคลื่อนไหวข้อสะโพกได้เต็มช่วงองศาการเคลื่อนไหวปกติ เกณฑ์การคัดออกไม่เป็นโรคทางระบบกล้ามเนื้อกระดูก เช่น Idiopathic, scoliosis หรือ มีการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬา มีประวัติการผ่าตัดบริเวณกระดูกสันหลัง และข้อสะโพก

ผู้วัดองศาการงอ การกาง ข้อสะโพก และการเหยียดข้อสะโพก ในท่าทดสอบ Modified Thomas และการวัดระยะห่างระหว่าง head of fibula ทิศตั้งฉากกับพื้นเตียงในท่า Sign of 4 เป็นนักศึกษากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 4 ที่ได้รับการฝึก เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ส่วนผู้คลำตำแหน่ง เป็นนักกายภาพบำบัดที่ทำงานนาน 5 ปีขึ้นไป โดยมีการกำหนดตำแหน่งจากปุ่มกระดูก ในแต่ละกล้ามเนื้อ (กำหนดอีกครั้งในแต่ละกล้ามเนื้อ) ร่วมกับการอบรมกับ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชา ธนวรชกร ผู้ซึ่งผ่านการสอนกายวิภาคศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และผ่านการตกลงเพื่อให้เข้าใจตรงกัน จำนวนอาสาสมัครใช้เวลาในการวัดองศาการเคลื่อนไหวในท่าทดสอบ Modified Thomas, Sign of 4 เป็นเวลา 45 นาที และคลำกล้ามเนื้อ QL, psoas, ST ligament เป็นเวลา 30 นาที ต่ออาสาสมัคร 1 คน และอาสาสมัครแต่ละคน ต้องถูกวัด 2 ครั้งห่างกัน 10 นาที ทำให้กลุ่มผู้วิจัยกำหนดจำนวนอาสาสมัครให้น้อยที่สุดที่จะได้ค่าน่าเชื่อถือ

วัสดุอุปกรณ์

1. โกนิโอมิเตอร์ขนาดมาตรฐาน



รูปที่ 1 โกนิโอมิเตอร์ขนาดมาตรฐาน

2. สายวัด



รูปที่ 2 สายวัด

3. ปากกาล่องหนใช้มาร์คตำแหน่งกล้ามเนื้อ QL และ psoas ผู้วิจัยจะเห็นสีของปากกาที่ตัวอาสาสมัครเมื่อใช้แสงยูวีส่อง เพื่อดูว่าการกำหนดครั้งที่ 1, 2 ซ้อนทับกันเกิน 50% หรือไม่



รูปที่ 3 ปากกาล่องหน ใช้กำหนดตำแหน่งกล้ามเนื้อ QL และ psoas

วิธีการวัด

อาสาสมัครจะถูกสุ่มการวัดในแต่ละท่าสลับลำดับกันไปมา ระหว่าง อดิศารงอ การกางข้อสะโพก และการเหยียดข้อเข่า โดยมีวิธีการวัดดังนี้

1. ผู้ทดสอบคนที่ 1 และ 2 ใช้ standard goniometer ในการวัดอดิศารงอ การกางข้อสะโพก และการเหยียดข้อเข่า ในท่าการทดสอบ Modified Thomas ของอาสาสมัครทั้งหมด โดยวางตำแหน่งของ standard goniometer ตาม**ตารางที่ 1** และ ทำการบันทึกผล โดยผู้วิจัยคนที่ 3 เป็นผู้อ่านค่าจาก standard goniometer

วิธีการทดสอบ Modified Thomas

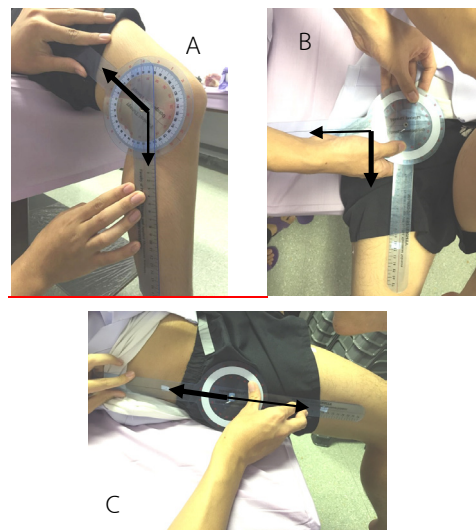
จัดท่าอาสาสมัครนั่งขอบเตียงให้กระดูกก้นกบ (coccyx) และ ischial tuberosity ติดขอบเตียง ผู้วิจัยคอยพยุงอาสาสมัครให้นอนหงาย ขณะที่อาสาสมัครกอดเข่าข้างที่ไม่ได้ทดสอบในท่างอเข่า งอสะโพกชิดอกให้แน่น และคุมไม่ให้เชิงกรานหมุนมาทางด้านหน้า (pelvic anterior tilt) วิธีการวัดอดิศารงอการกางข้อสะโพก จัดให้แกนหมุน (axis) ของโกนิโอมิเตอร์ขนาดมาตรฐานอยู่ที่ anterior superior iliac spine (ASIS), stationary arm อยู่ที่เส้นสมมติระหว่าง ASIS ทั้งสองข้าง, moveable arm อยู่ที่กึ่งกลางกระดูกสะบ้า (Patella) ตามแนวของกระดูกต้นขา (**รูปที่ 4 A**) การวัดอดิศารงอข้อสะโพก คือ จัดให้

แกนหมุนอยู่ที่ greater trochanter ของกระดูกต้นขา, stationary arm อยู่ที่กึ่งกลางลำตัวทางด้านข้าง, moveable arm อยู่ที่เส้นระหว่างกระดูกต้นขาถึง lateral condyle ของกระดูกต้นขา (**รูปที่ 4B**)

วิธีการวัดอดิศารงอข้อเข่า จัดให้แกนหมุนอยู่ที่ lateral epicondyle ของกระดูกต้นขา, stationary arm อยู่ที่เส้นระหว่างกระดูกต้นขา ถึง lateral condyle ของกระดูกต้นขา, moveable arm ลากผ่าน head of fibula ไปตามความยาวของกระดูกแข้ง tibia (**รูปที่ 4C**)

2. จัดท่าอาสาสมัคร ในท่าทดสอบ Sign of 4 ผู้ทดสอบคนที่ 1 และ 2 วัดระยะระหว่าง head of fibula กับเตียง โดยให้สายวัดตั้งฉากกับเตียง (**รูปที่ 5**)

3. การคลำกล้ามเนื้อ QL, psoas, คลำตำแหน่ง ST ligament โดยใช้เทคนิคของ ผศ.ปรีชา อินวารชร ผู้เสนอ Kinematic linkage of muscle imbalance ในการรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหากล้ามเนื้อส่วนล่าง และมีประสบการณ์สอนกายวิภาคศาสตร์นานกว่า 30 ปี อีกทั้งเป็นผู้บุกเบิกการนำเสนอการรักษาด้วย Kinematic linkage of muscle imbalance ใช้รักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อ และเอ็น โดยผู้วิจัยที่ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งกล้ามเนื้อ เป็นนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี



รูปที่ 4 โกนิโอมิเตอร์ขนาดมาตรฐานวัดมุมการเคลื่อนไหว

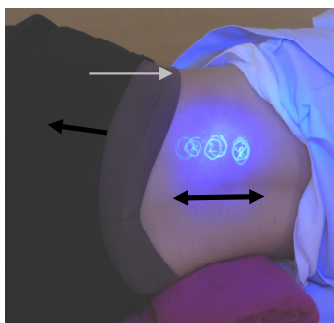
A = การกางข้อสะโพก, B = การงอข้อสะโพก, C = การงอข้อเข่า ลูกศรดำเข้ม คือ แกน stationary arm, ลูกศรดำเข้มน้อย คือ แกน moveable arm



รูปที่ 5 วิธีวัดระยะห่างระหว่าง head of fibula ตั้งฉากกับเตียง ในท่า sign of 4 วัดระยะห่างระหว่าง head of fibula (ปลายลูกศร) ที่จัดให้ตั้งฉากกับพื้นเตียง (หัวลูกศร)

รายละเอียด

กล้ามเนื้อ QL ในท่านอนตะแคง ด้านที่จะคลายกล้ามเนื้ออยู่ด้านบน มีผ้าขนหนูที่ม้วนเป็นแท่งกลมสอดใต้บั้นเอว งอข้อสะโพกและข้อเข่า ผู้วิจัยคลำ 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งที่ 1 วางนิ้วหัวแม่มือ ณ ตำแหน่งที่ลากตัดกันระหว่าง จุดสูงสุดของสันกระดูก iliac crest และขอบนอกสุดของกล้ามเนื้อ paravertebral (ประมาณระดับ L4-5) ตำแหน่งที่ 2 คือ บริเวณ transverse process ระดับ L3-4 โดยวางนิ้วระหว่างร่องดังกล่าว และ ตำแหน่งที่ 3 ร่องระหว่าง transverse process ระดับ L2-3 (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 การส่องด้วยแสงยูวี เพื่อดูการซ้อนทับของการกำหนดตำแหน่ง ของกล้ามเนื้อ QL 3 ระดับ ในท่านอนตะแคง รองด้วยผ้าขนหนูเหนือ ASIS ของผู้วิจัยทั้ง 2 คน (คนที่ 1 สัญลักษณ์วงกลม คนที่ 2 สัญลักษณ์กากบาทในวงกลม) ตำแหน่งลูกศรสีขาว คือ จุดสูงสุดของสันกระดูก iliac crest ลูกศรสีดำเป็นขอบนอกสุดของกล้ามเนื้อ paravertebral (ประมาณระดับ L4-5) ตำแหน่งที่ 2 คือ บริเวณ transverse process ระดับ L3-4 โดยวางนิ้วระหว่างร่องดังกล่าว และ ตำแหน่งที่ 3 ร่องระหว่าง transverse process ระดับ L2-3

กล้ามเนื้อ psoas อาสาสมัครในท่านอนคว่ำ หมอนรองใต้ท้องน้อย ผู้วิจัยคลำ 3 ตำแหน่ง เริ่มจาก spinous process ระดับที่อยู่ตำแหน่งเดียวกับระดับ iliac crest เลื่อนนิ้วมือออกไปด้านข้าง ประมาณ 1 นิ้ว ตำแหน่งที่ 1 คือ บริเวณข้อต่อ facet ระดับ L4-5 ตำแหน่งที่ 2 บริเวณข้อต่อ facet ระดับ L3-4 และ 1.5 เซนติเมตรจาก spinous process ระดับ L2 (รูปที่ 7)

กล้ามเนื้อ ST ligament อาสาสมัครในท่านอนตะแคง ข้างที่จะตรวจอยู่ด้านบน โดยจัดให้มีการงอสะโพกและเข่า 90 องศา ขาล่างเหยียดตรง ผู้วิจัยคลำ ST ligament ซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่างเส้นลากจากกระดูกก้นกบ และ ischial tuberosity⁽⁸⁾ ลากเส้นสมมติที่ตั้งฉากขึ้นมาประมาณ 1 นิ้ว

4. ให้ผู้วัดทำการวัดซ้ำอีกครั้ง โดยใช้เวลาห่างกัน 10 นาที และผู้วิจัยคนที่ 3 เป็นผู้อ่านค่า และบันทึกค่าองศา ที่วัดได้จากการงอ, การกางข้อสะโพก, การเหยียดข้อเข่า และระยะห่างระหว่าง head of fibula การคลำตำแหน่งกล้ามเนื้อ QL, psoas และ ST ligament คณะผู้วิจัย กำหนดให้การซ้อนทับเกินกว่า 50% แปลว่าคลำได้ตรงตำแหน่ง เนื่องจากแต่ละตำแหน่ง เป็นบริเวณแคบ และมีการอ้างอิงของตำแหน่งอย่างชัดเจน



รูปที่ 7 การส่องด้วยแสงยูวี เพื่อดูการซ้อนทับของการกำหนดตำแหน่ง ของกล้ามเนื้อ psoas 3 ระดับ ในท่านอนคว่ำ ของผู้วิจัยทั้ง 2 คน (คนที่ 1 สัญลักษณ์วงกลมจากสียูวี คนที่ 2 สัญลักษณ์กากบาทในวงกลม) โดยมีวงกลมสีขาว แสดงตำแหน่งของ spinous process ระดับที่อยู่ตำแหน่งเดียวกับระดับ iliac crest (L4-5) ตำแหน่งที่ 2 (วงกลมสีขาวมีสัญลักษณ์บวก) บริเวณข้อต่อ facet ระดับ L3-4 ตำแหน่งที่ 3 (วงกลมที่มีเส้นคาด) เป็นระดับ spinous process ระดับ L2

วิเคราะห์ทางสถิติ ข้อมูลถูกคำนวณผ่านโปรแกรม SPSS โดยใช้โปรแกรม intra-class correlation coefficients [ICC (3,1)] สำหรับระหว่างผู้วัด และความเชื่อถือได้ของการวัดซ้ำ ในผู้วิจัย 2 คน [ICC (2,1)] โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลผล ค่า Reliability ดังนี้ < 0.50 = ค่าความเชื่อถือได้ได้อยู่ในระดับต่ำ (poor), 0.50 – 0.75 = ค่าความเชื่อถือได้ได้อยู่ในระดับดี (good), > 0.75 = ค่าความเชื่อถือได้ได้อยู่ในระดับดีเยี่ยม (excellence)⁹ ส่วนการคลำกล้ามเนื้อ กำหนดให้การซ้อนทับของตำแหน่งที่คลำได้มากกว่า 50% มี agreement อยู่ระหว่าง 70-100% อยู่ในระดับดีของการคลำซ้ำ และระหว่างผู้วัด

ผลการศึกษา

คุณลักษณะของอาสาสมัคร 5 คน ชาย 2 หญิง 3 อายุ 22-23 ปี ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เซนติเมตร) และ ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร²) ดังแสดงใน**ตารางที่ 1**

อาสาสมัครจะถูกวัดต้องศาการเคลื่อนไหวของขา ทั้งซ้ายและขวา ทั้งหมด 10 ค่า โดยวัดต้องศาการกาง การงอ ข้อสะโพก และ องศาการเหยียดข้อเข่าในท่า Modified Thomas และวัดระยะห่างจาก head of fibula ถึงพื้นเตียง โดยผู้วิจัยคนที่ 1 และ 2 แต่ละผู้วิจัยวัด 2 ครั้ง มีค่า**ตารางที่ 2** ค่าความเชื่อถือได้ในการวัดซ้ำ (intra-rater reliability) ของผู้วิจัยคนที่ 1, 2 ขององศาการกางข้อสะโพก เท่ากับ 0.971, 0.904 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลดิบ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเพศ อายุ น้ำหนัก (กิโลกรัม) และ ส่วนสูง (เซนติเมตร) ของผู้เข้าร่วมวิจัย

เพศ	อายุ (ปี)	นน.(กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)	BMI (กิโลกรัม/เมตร ²)
หญิง	22	55	156	22.6
หญิง	22	47	161	18.13
หญิง	22	52	160	20.31
เฉลี่ย±SD	22±0	51.33±4.04	159±2.65	20.35±2.24
ชาย	22	85	180	26.23
ชาย	23	63	167	22.58
เฉลี่ย±SD	22.50±0.71	74.00±15.56	173.50±9.19	24.41±2.58

การงอข้อสะโพก เท่ากับ 0.945, 0.953 ตามลำดับ องศาการเหยียดข้อเข่า เท่ากับ 0.989, 0.988 ตามลำดับ (**ตารางที่ 2**)

ค่าความเชื่อถือได้ในการวัดซ้ำ (intra-rater reliability) ของผู้วิจัยคนที่ 1, 2 ของ Sign of 4 เท่ากับ 0.901, 0.947 ตามลำดับ (**ตารางที่ 3**)

ค่าความเชื่อถือได้ระหว่างผู้วิจัยคนที่ 1 และ 2 [inter-rater reliability (ICC 3,1)] ขององศาการกาง การงอข้อสะโพก, การเหยียดข้อเข่า เท่ากับ 0.867, 0.942, 0.992 ตามลำดับ และระยะห่างระหว่าง head of fibula ถึงพื้นเตียง ในท่า Sign of 4 ของผู้วิจัยที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.867 (**ตารางที่ 4**)

Agreement ของการคลำกล้ามเนื้อ QL ของนักกายภาพบำบัดคนที่ 1 ระดับ L2-3 และ L4-5 ได้กำหนดตำแหน่งตรง 90% (หมายถึง มีการคลำตรงตำแหน่ง มากกว่า 50% ถึง 9 ข้าง), 100% ระดับ L3-4 ได้ 70% (หมายถึง มีการคลำตรงตำแหน่ง มากกว่า 50% ถึง 7 ข้าง) agreement ของนักกายภาพบำบัดคนที่ 2 ได้ 100% ทุกระดับ

Agreement ของการคลำกล้ามเนื้อ psoas ของนักกายภาพบำบัดคนที่ 1 และ 2 ตรงทุกระดับ 100% agreement ของการคลำ ST ligament ของนักกายภาพบำบัดคนที่ 1 ได้ 100% นักกายภาพบำบัดคนที่ 2 ได้ 90% (หมายถึง มีการคลำตรงตำแหน่ง มากกว่า 50% ถึง 9 ข้าง) (**ตารางที่ 5**)

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลดิบ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขององศาการกาง การเหยียดข้อสะโพก การเหยียดข้อเข่าในท่าการทดสอบ Modified Thomas และ ระยะทางระหว่าง head of fibula กับพื้นเตียง ในการทดสอบ Sign of 4

ข้างที่ทดสอบ	Modified Thomas Test (องศา)												Sign of 4 (เซนติเมตร)				
	Hip Abduction				Hip Flexion				Knee Extension								
	ผู้วิจัยคนที่ 1		ผู้วิจัยคนที่ 2		ผู้วิจัยคนที่ 1		ผู้วิจัยคนที่ 2		ผู้วิจัยคนที่ 1		ผู้วิจัยคนที่ 2		ผู้วิจัยคนที่ 1		ผู้วิจัยคนที่ 2		
	ผู้สังเกต ครั้งที่ 1	ผู้สังเกต ครั้งที่ 2	ผู้สังเกต ครั้งที่ 1	ผู้สังเกต ครั้งที่ 2	ผู้สังเกต ครั้งที่ 1	ผู้สังเกต ครั้งที่ 2	ผู้สังเกต ครั้งที่ 1	ผู้สังเกต ครั้งที่ 2	ผู้สังเกต ครั้งที่ 1	ผู้สังเกต ครั้งที่ 2	ผู้สังเกต ครั้งที่ 1	ผู้สังเกต ครั้งที่ 2	ผู้สังเกต ครั้งที่ 1	ผู้สังเกต ครั้งที่ 2	ผู้สังเกต ครั้งที่ 1	ผู้สังเกต ครั้งที่ 2	
	1	2	1	2	11	10	10	2	1	2	28	25	28	12.3	12	12	12
คนที่1/ขวา	21	22	22	20	11	11	10	10	28	28	25	25	28	12.3	12	12	12
คนที่1/ซ้าย	23	25	20	21	6	8	8	6	26	25	25	25	25	9	9	9	9
คนที่2/ขวา	7	10	7	7	13	12	14	12	54	50	54	54	52	12	12.5	12	12.4
คนที่2/ซ้าย	21	24	19	22	16	13	16	16	51	50	51	51	53	8	10	11	10
คนที่3/ขวา	16	16	20	16	22	22	22	22	50	51	50	50	53	12	12.2	12	12.4
คนที่3/ซ้าย	16	17	16	16	21	19	17	19	59	60	62	62	60	11.5	11.5	11.7	11.7
คนที่4/ขวา	9	11	10	11	19	19	19	19	49	49	50	50	50	10	11	11	11
คนที่4/ซ้าย	20	20	25	21	13	13	13	14	45	47	45	45	44	12	11.4	12	12.2
คนที่5/ขวา	17	17	17	17	13	12	13	12	53	52	53	53	52	15	14	15	14
คนที่5/ซ้าย	18	18	18	18	17	19	17	19	54	54	54	54	54	14	14.5	14	14.5
AVG	16.8	18	17.4	16.9	15.1	14.8	14.9	14.9	46.9	46.6	46.9	46.9	47.1	11.58	11.81	11.97	11.92
SD	5.20	4.99	5.38	4.77	4.89	4.57	4.18	4.98	11.12	11.18	12.31	12.31	11.56	2.12	1.66	1.64	1.65

ตารางที่ 3 intra-rater reliability (ICC 2,1) ขององศาการกาง การงอ ข้อสะโพก การเหยียดข้อเข่า และ ระยะระหว่าง head of fibula กับพื้นเตียง ของการวัดซ้ำในผู้วิจัย 2 คน

	Modified Thomas Test (องศา)						Sign of 4 (องศา)	
	Hip Abduction		Hip Flexion		Knee Extension			
	ผู้วิจัยคนที่ 1	ผู้วิจัยคนที่ 2	ผู้วิจัยคนที่ 1	ผู้วิจัยคนที่ 2	ผู้วิจัยคนที่ 1	ผู้วิจัยคนที่ 2	ผู้วิจัยคนที่ 1	ผู้วิจัยคนที่ 2
intra-rater reliability	ระหว่างครั้งที่ 1-2		ระหว่างครั้งที่ 1-2		ระหว่างครั้งที่ 1-2		ระหว่างครั้งที่ 1-2	
single measures	0.971	0.904	0.945	0.953	0.989	0.988	0.901	0.947
average measure	0.985*	0.95*	0.972	0.976*	0.995*	0.994*	0.948*	0.973*
SEM=SD√(1-r)	0.807	1.57	1.11	0.99	1.17	1.31	0.60	0.38
95%CI=1.96*SEM	1.701	3.082	2.172	1.944	2.292	2.563	1.166	0.742
lower bound	0.888	0.664	0.796	0.822	0.957	0.951	0.645	0.802
upper bound	0.993	0.975	0.986	0.988	0.997	0.997	0.975	0.987

ตารางที่ 4 inter-rater reliability (ICC 3,1) ขององศาการกาง, การงอ ข้อสะโพก การเหยียดข้อเข่า และ ระยะระหว่าง head of fibula กับพื้นเตียง ระหว่างผู้วิจัยทั้ง 2 คน

Inter-rater reliability	Modified Thomas Test (องศา)			Sign of 4 (องศา)
	Hip Abduction	Hip Flexion	Knee Extension	
	ผู้วิจัยคนที่ 1 และ 2	ผู้วิจัยคนที่ 1 และ 2	ผู้วิจัยคนที่ 1 และ 2	ผู้วิจัยคนที่ 1 และ 2
single measures	0.867	0.942	0.992	0.867
average measure	0.945*	0.97*	0.996*	0.929
SEM	1.85	1.12	1.03	0.64
95%CI=1.96*SEM	3.64	2.20	2.02	1.26
lower bound	0.638	0.785	0.968	0.554
upper bound	0.973	0.985	0.998	0.965

ตารางที่ 5 Agreement ของการคลำ QL, psoas ระดับ 4-5, 3-4 และ 2-3 และ ST ligament ของผู้วิจัย 2 คน (ค่า 100% หมายถึง การคลำตรงตำแหน่ง มากกว่า 50% ทุกคน ค่า 70% หมายถึง การคลำตรงตำแหน่ง มากกว่า 50% มี 7 คน)

การคลำ		Agreement การวัดซ้ำ		Agreement ระหว่าง
ตำแหน่ง	ระดับ	ผู้วิจัยคนที่ 1	ผู้วิจัยคนที่ 2	ผู้วัด
QL	L4-L5	90%	100%	80%
	L3-L4	70%	100%	100%
	L2-L3	100%	100%	100%
psoas	L4-L5	100%	100%	90%
	L3-L4	100%	100%	100%
	L2-L3	100%	100%	90%
ST		100%	90%	100%

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษานี้ เป็นการหาความเชื่อถือได้ในการวัดซ้ำ และ ระหว่างผู้วัด ผลของการวัดซ้ำทั้งองศาการกาง การงอ ข้อสะโพก การเหยียดข้อเข่า ในการทดสอบ Modified Thomas และ ระยะห่างระหว่าง head of fibula กับเตียง ในท่า Sign of 4 อยู่ระดับดีเยี่ยม นั่นคือนักกายภาพบำบัดทั่วไป สามารถนำค่าที่วัดนั้นๆ เปรียบเทียบก่อน-หลังการรักษาด้วย repeated measure อย่างไรก็ดี การจะนำข้อมูลใดๆ มาเปรียบเทียบ ถ้าต้องใช้ผู้วัดหลายคน ควรทำความเข้าใจ และ ฝึกฝนให้มีความคล่องตัวในการวัด งานวิจัยนี้ ผู้วัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อสะโพก และข้อเข่า เป็นนักศึกษากายภาพบำบัดปีที่ 4 ใช้เวลาฝึก อย่างน้อย 6 ชั่วโมง (ฝึกครั้งละ 1 ชั่วโมง 6 ครั้ง) ทำให้ผลความเชื่อถืออยู่ในระดับดีเยี่ยม

ในงานวิจัยนี้ ท่าการทดสอบ Modified Thomas คณะผู้วิจัยระมัดระวังอย่างยิ่งในการไม่ทำให้เกิดการหมุนของกระดูกเชิงกราน โดยการคุมให้อาสาสมัครกอดเข่าข้างที่ไม่ได้วัดให้แน่น กระนั้นก็ตาม ถ้าผู้วัดไม่มีความชำนาญเพียงพอ หรือใช้เวลาในการวัดนานมากเกินไป อาสาสมัครจะมีการอาการเจ็บขาหนีบ หรือปวดหลัง หลังจากลงมายืน และอาการดังกล่าวจะหายไปในเวลาไม่เกิน 1-2 นาที

ทั้งๆ ที่อาสาสมัครมีอายุน้อย และเป็นผู้มีสุขภาพดี ในงานวิจัยอื่นที่ศึกษาความน่าเชื่อถือในการทดสอบ Modified Thomas ดังเช่น Peeler JD, Anderson JE.⁽³⁾ 2008 ศึกษาองศาการเหยียดข้อเข่า ในท่าการทดสอบ Modified Thomas โดยให้ข้อสะโพกอยู่บนเตียง หรือ Clapis PA, Davis SM, Davis RO.⁽⁹⁾ 2008 ศึกษาองศาการงอข้อสะโพก การศึกษาทั้งสอง เลือกเพียงองศาการเคลื่อนไหวตำแหน่งเดียว อย่างไรก็ดี ถ้าจะศึกษาผลการรักษาที่เกี่ยวข้องกับภาวะกล้ามเนื้อทำงานไม่สมดุล โดยเปรียบเทียบก่อน และ หลังการรักษา ต้องนำผลขององศาการเคลื่อนไหวของทั้งการกาง การงอ ข้อสะโพก และการเหยียดข้อเข่า พร้อมกับ การวัดระยะห่างของ head of fibula ตั้งฉากกับพื้นเตียง ในการทดสอบด้วย Sign of 4 เพื่อแปลผลให้ชัดเจน เหล่านี้เป็นสาเหตุให้คณะผู้วิจัยศึกษาองศาการเคลื่อนไหวหลายมุม

การวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ เพื่อศึกษาผลการรักษาเปรียบเทียบก่อนและหลัง ถ้าใช้องศาการเคลื่อนไหว ผู้วัดที่มีมากกว่า 2 คนขึ้นไป ทำให้การศึกษานี้ ยืนยันผลความเชื่อถือได้ระหว่างผู้วัด อยู่ในระดับดีเยี่ยม (ตารางที่ 4) ถ้าผู้วัด 2 คน สามารถได้ผลการวัดอยู่ในระดับดี

ถึงดีเยี่ยม จะทำให้งานวิจัยที่ศึกษาผลก่อน-หลังการรักษา มีความเชื่อมั่นสูง (สถิติ repeated measure) ในการวัด องศาการกาง การงอข้อสะโพก และการเหยียดข้อเข่า ในท่าทดสอบ Modified Thomas ครั้งนี้ ได้ค่าความเชื่อถือได้ของระหว่างผู้วัด และการวัดซ้ำของผู้วิจัย 1 และ 2 อยู่ในระดับดีเยี่ยม (ICC = 0.867, 0.942, 0.992 และ ICC = 0.971, 0.904, 0.945, 0.953, 0.989, 0.988 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับการวัดซ้ำของ Clapis PA 2008⁽⁹⁾ ICC = 0.92 (r=0.93) ซึ่งศึกษาผลของการงอข้อสะโพกเพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบความเชื่อถือได้ของทั้ง inclinometer และ goniometer ใกล้เคียงกัน แต่ถ้าศึกษาหลายมุมขององศา การเคลื่อนไหว การเปลี่ยนตำแหน่งของ inclinometer อาจต้องใช้เวลามาก อาจทำให้อาสาสมัคร ปวดขาหนีบได้ และของ Winters และคณะ ปี 2004 ICC = 0.89 (r=0.91) นอกจากนี้การวัดระยะห่างของ head of fibula ตั้งฉาก กับพื้นเตียง ในการทดสอบ Sign of 4 นอกจากนี้คณะ ผู้วิจัยยังคำนวณค่า standard of measurement (SEM) เพื่อศึกษาองศาการเปลี่ยนแปลงของการวัดองศาในแต่ละองศาของการกาง การงอข้อสะโพก การงอของข้อเข่า ของการวัดซ้ำ ของผู้วิจัยทั้ง 2 อยู่ในช่วง 0.742-3.08 ที่ความเชื่อถือได้ 95%CI และองศาการกาง การงอข้อสะโพก การงอข้อเข่า ระหว่างผู้วัดมีค่า ในช่วง 1.26-3.64 ที่ความเชื่อถือได้ 95%CI ในการศึกษาเปรียบเทียบของศาการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังการรักษาทางกายภาพบำบัด และมีการวัดองศาขณะทดสอบ Modified Thomas ถ้ามี ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ม้องศาการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า 3.6 องศา แสดงถึงการรักษา ดังกล่าวสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับดีเยี่ยม อย่างไรก็ตาม ควรมีการทำความเข้าใจระหว่างผู้วัด ในการวาง ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของ goniometer ทาบกับปุ่ม ตำแหน่งกระดูกของข้อสะโพก หรือ ข้อเข่า คณะผู้วิจัยใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมงในการฝึกคลำ/ทำความเข้าใจ ซึ่งกันและกัน

งานวิจัยนี้ได้พยายามควบคุมความผิดพลาดที่เกิดจากการอคติของผู้วัดจากการอ่านค่า โดยการให้ผู้วิจัย คนที่ 3 ที่ทำการจัดทำในการทดสอบ เป็นผู้อ่านค่า และ

บันทึกข้อมูลของผู้วิจัยทั้งสองอีกด้วย อีกทั้งยังทำการ สุ่มสลับการวัดขององศาทั้ง 3 ขณะทดสอบด้วย Modified Thomas และระยะห่างระหว่าง head of fibula และ พื้นเตียง ขณะทดสอบ Sign of 4 Elveru RA, Rothstein JM และ Lamb RL. ปี 1988 แสดงให้เห็นว่า ถ้าผู้วัด มีประสบการณ์ในการทำงานมาก จะทำให้ค่าความเชื่อถือได้สูง¹⁰ ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยกำหนดให้นักกายภาพบำบัด ที่มีประสบการณ์ทำงาน มากกว่า 5 ปี คลำกล้ามเนื้อ QL, psoas, และ ST ligament งานวิจัยในการวัดองศา ของข้อสะโพก และข้อเข่า อาจมีข้อจำกัดอีกข้อคือ BMI ของอาสาสมัคร ถ้ามีค่ามากกว่า 24 กิโลกรัม/เมตร² เพราะ ในการวัด จะต้องมีการคลำปุ่มกระดูก เพื่อเป็นเขตในการ จัดวาง movable arm, stationary arm และจุดศูนย์กลาง ของ goniometer อาจมีผลกระทบค่าความเชื่อถือได้ อย่างไรก็ตามก็ตีกลุ่มอาสาสมัครครั้งนี้มีค่า BMI เฉลี่ย = 24.41 ± 2.58 กิโลกรัม/เมตร² จึงทำให้ค่าความเชื่อถือได้สูง ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค่าความเชื่อถือได้ของการ คลำกล้ามเนื้อชั้นลึก โดยการนำเอกสารอ้างอิง¹ และ จากผู้ทรงคุณวุฒิที่นำเสนอวิธีการรักษาด้วย K.L.I.M.B ในการจัดทำ และทศการคลำกล้ามเนื้อ QL, psoas และ ST ligament ทั้ง 3 โครงสร้างมักถูกนำมากล่าวอ้างต่อ การนำมาใช้รักษาด้วยการกดคลาย โดยเชื่อมโยงกับ muscle linkage หรือการยืดกล้ามเนื้อ/เอ็นข้อต่อ งานวิจัยครั้งนี้พยายามลดความผิดพลาดที่เกิดจากการอคติ โดยใช้แสงยูวีฉายเพื่อดูการซ้อนทับของตำแหน่งการคลำ กล้ามเนื้อที่มากกว่า 50% ของพื้นที่ อีกทั้งประสบการณ์ ของผู้วิจัยในการคลำกล้ามเนื้อที่มากกว่า 5 ปีดังคำกล่าว ของ Elveru RA, Rothstein JM และ Lamb RL. ปี 1988

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ภก.ปรีชา ธันวารชร ที่กรุณา ถ่ายทอดความรู้ Kinematic Muscle Imbalance (K.L.I.M.B.) ของกล้ามเนื้อ QL Psoas และ ST ligament และอนุญาตให้คณะผู้วิจัยนำเสนอเสนอวิธีการคลำ กล้ามเนื้อ QL, psoas, และ ST ligament

เอกสารอ้างอิง

1. Page P, Frank CC, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda Approach. Illinois : Benchmark Physical therapy Inc. 2010.
2. Wakefield BC, Halls A, Difilippo N, Cottrell TG. Reliability of goniometric and trigonometric techniques for measuring hip-extension range of motion using the Modified Thomas test. J Athl Train. 2015; 50(5): 460-6.
3. Peeler JD, Anderson JE. Reliability limits of the Modified Thomas test for assessing rectus femoris muscle flexibility about the knee joint. J Athl Train. 2008; 43(5): 470-6.
4. Herrington L, Rivett N, Munro S. The relationship between patella position and length of the iliotibial band as assessed using Ober's test. Manual Therapy 2006; 11: 182-6.
5. Kim GM, Ha SM. Reliability of the Modified Thomas test using a lumbo-pelvic stabilization. J Phys. Ther. Sci 2015; 27(2): 447-9.
6. Ferber R, Kendall KD, McElroy L. Normative and critical criteria for iliotibial band and iliopsoas muscle flexibility. J Athl Train. 2010; 45(4): 344-8.
7. RANGE OF MOTION MEASUREMENTS (ม.ป.ป.) สืบค้นเมื่อ 14 พฤศจิกายน 2557, จาก <http://www.continuing-ed.cc/hsgoniometry/goniometry-standards.pdf>
8. Speicher T. E. Clinical guide to positional release therapy. Illinois : Human Kinetics, 2016.
9. Clapis PA, Davis SM, Davis RO. Reliability of inclinometer and goniometric measurements of hip extension flexibility using the modified Thomas test. Physio Ther and Prac 2008; 24(2): 135-41.
10. Winters MV, Blake CG, Trost JS, Marcello-Brinker TB, Lowe L, Garber MB, Wainner RS 2004 Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: a randomized controlled trial. Phys Ther 2004; 84: 800-7.
11. Elveru RA, Rothstein JM, Lamb RL Goniometric reliability in a clinical setting: Subtalar and ankle joint measurements. Phys Ther 1988; 68: 672-7.



การใช้ค่า event/sec ใน single platform โฟลไซโตเมทรีในการคำนวณ absolute CD4 ทีลิมโฟไซต์และจำนวนเม็ดเลือดขาวในผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์

สุวรรณณี ลิธัฐพงศ์*

Received : June 17, 2017

Revised: August 25, 2017

Accepted: September 3, 2017

บทคัดย่อ

โฟลไซโตเมทรีแบบ single platform โดยใช้น้ำยาโมโนโคลนัลแอนติบอดี 3 ชนิด และ fluorescent microbeads ที่ทราบค่าเป็นวิธีมาตรฐานในการตรวจนับจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์ ส่วนการตรวจแบบ dual platform เป็นวิธีนับจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์ในกรณีที่ไม่ใช้ fluorescent microbeads แต่คำนวณจำนวนเซลล์จากจำนวนเม็ดเลือดขาวที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์เม็ดเลือดทางโลหิตวิทยา งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีคำนวณค่าสัมบูรณ์ของจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์ และจำนวนเม็ดเลือดขาวจากค่า event/sec ที่ได้จากการตรวจตัวอย่างเลือดของผู้ที่ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์ จำนวน 193 คนโดยใช้โฟลไซโตเมทรีแบบ single platform แต่ไม่ใช้ fluorescent microbeads เปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์และเม็ดเลือดขาวที่คำนวณจากค่า event/sec ที่ได้จากการตรวจเลือดที่ใช้เวลาไม่เกิน 40 วินาที จะมีความสัมพันธ์ในระดับสูงและไม่แตกต่างกับผลตรวจจากวิธีมาตรฐาน โดยมีค่า $R^2 = 0.9718$, $p = 0.037$ และ $R^2 = 0.9196$, $p < 0.01$ ตามลำดับ นอกจากนี้การตรวจจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์โดยโฟลไซโตเมทรีในการศึกษานี้ได้มีการประเมินความถูกต้อง (%bias) ความแม่นยำ (%CV) และค่าความไม่แน่นอนของการวัด (u_c) อยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่ยอมรับ การคำนวณจำนวนเซลล์โดยใช้ค่า event/sec เป็นวิธีการที่สะดวก ช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี dual platform และลดค่าใช้จ่ายในการตรวจโดยวิธี single platform ได้ถึง 18% โดยไม่ลดคุณภาพการตรวจวิเคราะห์

คำสำคัญ: CD4 ทีลิมโฟไซต์, Event/sec, โฟลไซโตเมทรี, เอชไอวี, เอดส์



Event/sec from single platform flow cytometry for calculation of absolute CD4+ T-lymphocyte and total WBC count in HIV/AIDS patients

Suwannee Lirathpong*

Abstract

A single platform flow cytometric analysis using 3 fluorescent-tag monoclonal antibodies and fluorescent microbeads is a standard protocol for measuring CD4+ T-lymphocytes. whereas dual platform techniques require both flowcytometry and hematological analyzer. In this study absolute CD4+ T-lymphocytes and white blood cell (WBC) counts were calculated from event/sec determined from 193 blood samples from HIV infected individuals or AIDS patients by single platform flow cytometry without fluorescent microbeads comparing to the standard protocol. The results showed high correlation of absolute CD4+ T-lymphocytes and WBC counts between two methods with $R^2 = 0.9718$, $p = 0.037$ and $R^2 = 0.9196$, $p < 0.01$, respectively. This modified protocol was also evaluated for analytical accuracy (%bias), precision (%CV) and uncertainty of measurements (U_c). Calculation of absolute CD4+ T-lymphocytes and WBC counts from events/sec is simple, rapid and inexpensive comparing to dual platform measurement. This modified method can also reduce the cost of single platform analysis by 18% without decreasing analytical quality.

Keywords: CD4+ T-lymphocyte, Event/sec, Flow cytometry, HIV, AIDS

Immunology section, Department of Medical Technology and Clinical Pathology, Saraburi Hospital, Saraburi,18000

*Corresponding author: (e-mail:suwanneelir@yahoo.co.th)

บทนำ

โรคเอดส์เป็นโรคติดต่อที่เป็นปัญหาสุขภาพปัญหาอันดับต้นๆ ที่มีผลกระทบทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมไทยมานานกว่า 30 ปี สถานการณ์โรคเอดส์ของประเทศไทยในปัจจุบัน พบว่าแต่ละปีจะมีผู้ป่วยรายใหม่ประมาณ 7,000 คน จากการคาดประมาณจำนวนผู้ติดเชื้อเอชไอวีโดยกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2558 ได้จำนวน 438,100 คน แต่รายงานผู้ที่ติดเชื้อเอชไอวีที่ได้รับการวินิจฉัยในปีนี้มีจำนวน 391,484 คน⁽¹⁾ จึงยังมียังมีผู้ติดเชื้อเอชไอวีอีกประมาณ 47,000 คน ที่ยังไม่ได้รับการตรวจและทราบสถานการณ์ติดเชื้อเอชไอวีของตน ทำให้ขาดโอกาสในการรับบริการดูแลรักษาและป้องกันทั้งของตนเองและคู่ ทำให้เชื้อเอชไอวีมีโอกาสแพร่ไปยังคู่และสังคมของผู้ติดเชื้อโดยไม่รู้ตัว สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติได้จัดทำงบประมาณ แผนงานสนับสนุนระบบบริการผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์⁽²⁾ เพื่อให้เข้าถึงระบบบริการแต่เนิ่นๆ ได้รับการตรวจประเมินการติดเชื้อและตรวจระดับภูมิคุ้มกันเพื่อรับยาต้านไวรัสตลอดจนได้รับการตรวจติดตามผลการรักษาอย่างต่อเนื่องในสังคมไทยเพื่อมุ่งสู่การยุติปัญหาเอดส์ในปี 2573⁽¹⁾

เซลล์ CD4 เป็นเม็ดเลือดขาวทีลิมโฟไซต์ (T-lymphocyte) ซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์เป้าหมายที่เชื้อเอชไอวี-1 เข้าไปเพิ่มจำนวนเชื้อและทำลายเซลล์ ทำให้จำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์ลดลงเมื่อมีการดำเนินของโรคมามากขึ้น^(3,4) การตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์เป็นการทดสอบอย่างหนึ่งทางห้องปฏิบัติการ ที่สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ใช้เป็นเกณฑ์ในการพยากรณ์โรค การตัดสินใจเพื่อเริ่มให้ยาต้านไวรัสแก่ผู้ป่วย หรือกรณีให้ยาเพื่อป้องกันหรือรักษาโรคฉวยโอกาส รวมถึงการติดตามและประเมินผลการรักษา⁽⁴⁾ โดยตั้งแต่ปี 2547 โครงการระดับชาติสำหรับผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์ (National Access to Antiretroviral Programs for Program for people with HIV/AIDS หรือที่รู้จักกันว่า NAPHA) กำหนดให้ผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์ รับยาต้านไวรัสเมื่อมี CD4 เซลล์ต่ำกว่า 200 เซลล์ต่อไมโครลิตร^(5,6) โดยให้เข้ารับการตรวจติดตามระดับเซลล์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ปีละ 2 ครั้ง และเพื่อให้ผู้ติดเชื้อเอชไอวี และผู้ป่วยเอดส์

สามารถเข้าถึงบริการยาต้านไวรัสเอดส์ได้เร็วขึ้นในปี พ.ศ. 2553 โครงการฯ จึงได้กำหนดนโยบายให้ยาต้านไวรัสกับผู้ที่มิเซลล์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ต่ำกว่า 350 เซลล์ต่อไมโครลิตร ซึ่งกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุขได้ประกาศให้ใช้เกณฑ์นี้เมื่อ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2555⁽⁴⁾ ในปี พ.ศ. 2559 กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติและศูนย์วิจัยโรคเอดส์ สภากาชาดไทย เตรียมออกประกาศแนวทางปฏิบัติรักษาผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์ ให้ได้รับยาต้านไวรัสทันทีที่ติดเชื้อ และตรวจเฉพาะค่า CD4 ทีลิมโฟไซต์เมื่อรักษาต่อเนื่อง 1 ปี⁽²⁾ โดยตรวจปีละ 2 ครั้งจนกว่าระดับ CD4 ทีลิมโฟไซต์เพิ่มขึ้นมากกว่า 350 เซลล์ต่อไมโครลิตร⁽⁴⁾ การวัด CD4 ทีลิมโฟไซต์ จึงมีความสำคัญต่อการพยากรณ์ภาวะภูมิคุ้มกันต่ำและการรักษารวมทั้งการประเมินประสิทธิผลของยาต้านไวรัสที่ใช้และการประเมินการให้ยาป้องกันหรือรักษาโรคฉวยโอกาสต่างๆ ซึ่ง World Health Organization (WHO) ได้มีการสนับสนุนให้ใช้การนับ CD4 ทีลิมโฟไซต์ เป็นพื้นฐานสำหรับบ่งชี้ว่าการรักษาล้มเหลวในสถานที่ที่มีทรัพยากรจำกัดไม่สามารถตรวจ viral load ได้^(7,8) จากนโยบายและเกณฑ์ดังกล่าวจึงทำให้มีผู้มารับบริการตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์จำนวนเพิ่มขึ้น ภาระงาน และค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์จึงเพิ่มขึ้นด้วย

การตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์โดยเครื่องโฟลไซโทเมทรีสามารถตรวจได้ทั้งแบบ single platform ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน⁽⁹⁾ ที่นับ CD4 ทีลิมโฟไซต์จากการวิเคราะห์สัญญาณฟลูออเรสเซนส์แล้วคำนวณค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเซลล์ เปรียบเทียบกับ fluorescent micro beads ที่ทราบจำนวนที่ถูกต้อง และแบบ dual platform ที่ไม่ใช้ fluorescent micro beads แต่ใช้เครื่องโฟลไซโทเมทรีหาค่าร้อยละของ CD4 ทีลิมโฟไซต์ นำมาหาค่าสัมบูรณ์ (absolute CD4 T lymphocyte) โดยคำนวณกับจำนวนเม็ดเลือดขาวที่ได้จากผลตรวจ complete blood count (CBC) โดยเครื่องวิเคราะห์เม็ดเลือดทางโลหิตวิทยา (hematology analyzer) การทำ dual platform จะมีค่าผิดพลาดได้จากการใช้เครื่อง ตรวจวิเคราะห์ 2 ชนิด⁽¹⁰⁾ อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากการใช้เครื่องตรวจ 2 เครื่อง

งานภูมิคุ้มกัน กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลสระบุรี ได้ให้บริการตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์โดยเครื่องโฟลไซโทเมทรีซึ่งสามารถทำได้ทั้งแบบ single platform และแบบ dual platform มีผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์มารับบริการตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์ที่โรงพยาบาลสระบุรีจำนวนปีละประมาณ 4,200 คน มีค่าใช้จ่ายประมาณ 500 บาทต่อการวิเคราะห์ การตรวจปีละ 2 ครั้งสำหรับตรวจติดตามการรักษาผู้ที่รับยาต้านไวรัส คิดเป็นค่าใช้จ่าย 4.2 ล้านบาทต่อปี โดยค่าใช้จ่ายนี้จะสูงขึ้นมากถึง 391.5 ล้านบาทสำหรับการตรวจผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์ จำนวน 391,484 คน ที่มีรายงานในปี พ.ศ. 2558 ทำให้รัฐต้องใช้งบประมาณชดเชยในการนี้เป็นจำนวนมาก เพื่อลดงบประมาณของรัฐสำหรับค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ แต่ผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์ยังคงได้รับบริการเช่น เดิม ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและประเมินประสิทธิภาพการตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์แบบ single platform แต่ไม่ต้องใช้ fluorescent microbeads (ที่เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ค่าตรวจมีราคาสูง) โดยการนำค่า Event/sec ที่ได้จากการนับเซลล์จากเครื่องโฟลไซโทเมทรี มาคำนวณหาจำนวนเม็ดเลือดขาวและค่าสัมบูรณ์ของ CD4 ทีลิมโฟไซต์ เปรียบเทียบผลการคำนวณที่ได้กับวิธีมาตรฐานที่ใช้ fluorescent microbeads และไม่ต้องใช้การวิเคราะห์ตัวอย่างตรวจด้วยเครื่องวิเคราะห์เม็ดเลือดทางโลหิตวิทยา เพื่อหาจำนวนเม็ดเลือดขาวอย่างวิธี dual platform ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์โดยไม่ลดคุณภาพงาน

วัสดุและวิธีการ

ตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ

ข้อมูลวิเคราะห์จากตัวอย่างเลือดในหลอดที่มี K₃ EDTA เป็นสารกันเลือดแข็งที่ส่งตรวจในงานภูมิคุ้มกัน กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิกโรงพยาบาลสระบุรี ซึ่งเป็นตัวอย่างเลือดที่เก็บจากผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์ที่มารับบริการตรวจที่โรงพยาบาลสระบุรีจำนวน 193 ราย ที่ผ่านการตรวจสอบยืนยันผลบวก AntiHIV ด้วยวิธีตรวจ 3 วิธีที่ใช้หลักการตรวจและแอนติเจนต่างกัน

วิธีการตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์ โดย Trichrome fluorescent stain method

โดยดูดเลือดแต่ละตัวอย่างใส่ลงในหลอดทดสอบฟอลคอนโพลีสไตรีน 2 หลอด หลอดละ 100 ไมโครลิตร เติมน้ำยา triCHROME (CD45-FTIC/CD4-RD1/CD3-PC5) (Beckman Coulter Inc., Florida, USA) หลอดละ 10 ไมโครลิตร ผสมตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 นาทีในที่มืด แล้วนำเข้าเครื่อง TQ-Prep Workstation (Beckman Coulter Inc., Florida, USA) เพื่อทำให้เม็ดเลือดแดงแตกตรึงและรักษาสถียรภาพเซลล์เม็ดเลือดขาว จากนั้นผสม fluorescent microbeads (Flow-Count fluorospheres) 100 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดสอบหลอดหนึ่ง ก่อนนำหลอดทั้งสองไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องโฟลไซโทเมทรี (รุ่น Cytomics FC 500, Beckman Coulter Inc., Florida, USA)

การคำนวณ event/sec ค่าสัมบูรณ์ของจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์ และจำนวนเม็ดเลือดขาวจากข้อมูลผลวิเคราะห์

นำข้อมูล event และ time(sec) มาคำนวณ event/sec แล้วนำค่า event/sec มาคำนวณจำนวนเม็ดเลือดขาว (absolute white blood cell count, WBC count) จากสูตร $\text{event/sec} \times 10$ โดย factor 10 ในสูตรเป็นค่าเฉลี่ยของสัดส่วนระหว่าง WBC count ที่วิเคราะห์โดยตรงจากวิธีมาตรฐานกับค่า event/sec จากวิธีที่ศึกษาครั้งนี้ ที่ให้ผลความสัมพันธ์มากกว่า 95% จากนั้นนำค่า WBC count ที่ได้มาคำนวณ ค่าสัมบูรณ์ของจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์เก็บข้อมูลผลวิเคราะห์โดยเครื่องโฟลไซโทเมทรีจากหลอดทดสอบที่ไม่ได้เติม fluorescent microbeads จำนวน 4 ค่า ได้แก่ event, time (sec), %lymphocyte และ %CD4 T lymphocyte นำข้อมูล event และ time(sec) มาคำนวณ event/sec แล้วนำค่า event/sec มาคำนวณจำนวนเม็ดเลือดขาว (absolute white blood cell count, WBC count) จากสูตร $\text{event/sec} \times 10$ จากนั้นนำค่า WBC count ที่ได้มาคำนวณ ค่าสัมบูรณ์ของจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์ (absolute CD4+ T-lymphocyte) จากสูตร $(\text{WBC count} \times \% \text{lymphocyte} \times \% \text{CD4+ T-lymphocyte}) / 10,000$ นำข้อมูลที่คำนวณได้มา

เปรียบเทียบกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC count) และค่าสัมบูรณ์ของจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์ (absolute CD4+ T-lymphocyte) ที่วิเคราะห์โดยตรงจากหลอดทดสอบที่เติม fluorescent microbeads (วิธีมาตรฐาน)

การประเมินคุณภาพการวิเคราะห์โดยเครื่องโฟลไซโทเมทรี

ในการตรวจสอบสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยจะต้องมีคุณภาพตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บสิ่งส่งตรวจ การวิเคราะห์ และการรายงานผล ผลตรวจที่ถูกต้องจะเป็นประโยชน์ต่อการวินิจฉัยและการรักษาผู้ป่วย ในการศึกษาได้ประเมินคุณภาพการวิเคราะห์โดยประเมินความถูกต้อง (accuracy) ความแม่นยำ (precision) และความไม่แน่นอนของการวัด (uncertainty of measurement) ในการตรวจค่า CD4 ทีลิมโฟไซต์โดยใช้เครื่องโฟลไซโทเมทรีตลอดจนควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องโฟลไซโทเมทรีเครื่องเดียวกันตลอดการศึกษา ตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์ด้วยสารควบคุมคุณภาพ (Immuno-Trol) 2 ระดับ ที่มี CD4 ทีลิมโฟไซต์ ทั้งค่าปกติ (Normal level control) และค่าต่ำ (Low level control) และทำการตรวจสอบเครื่องโฟลไซโทเมทรีโดยใช้ Flow-Check และ Flow-Set ซึ่งเป็นสารตรวจสอบสัญญาณและชนิดความยาวของแสงก่อนทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างจากผู้ป่วย

การประเมินความแม่นยำ (precision)⁽¹¹⁾ โดยรวบรวมข้อมูลการควบคุมคุณภาพภายในด้วยสารควบคุมคุณภาพ (Immuno-Trol) ทั้งค่าปกติและค่าต่ำเป็นเวลา 6 เดือน คำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแสดง imprecision ด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ coefficient of variation (%CV)

การประเมินความถูกต้อง (accuracy)⁽¹¹⁾ ข้อมูลจากการเข้าร่วมโครงการประกันคุณภาพการวิเคราะห์ โดยองค์กรภายนอก (External quality assessment, EQA) เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณค่า %bias เพื่อประเมินความถูกต้องของการวิเคราะห์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ โดยห้องปฏิบัติการได้เข้าร่วมโครงการประเมินคุณภาพ Center of Excellence for Flow Cytometry

คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล และนำผลประเมินมาคำนวณหาค่า %bias จากสูตร $\%bias = (lab\ assay\ value - group\ mean) \times 100 / group\ mean$

การหาค่าความไม่แน่นอนของการวัด (uncertainty of measurement, u_c)^(12,13) ค่าความไม่แน่นอนของการวัดเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับผลการตรวจในงานวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ผู้ให้บริการสามารถขอให้ห้องปฏิบัติการแสดงค่าความไม่แน่นอนของการวัดของการวิเคราะห์เพื่อนำไปประกอบการใช้ผลวิเคราะห์นั้นได้ ในศึกษานี้ คำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดแบบ top down approach เปรียบเทียบกับวิธีการทดสอบที่เป็นวิธีเดียวกัน (โฟลไซโทเมทรี) ดังนั้นจึงคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากสูตร (u_c) = (CV_u) และนำค่า u_c ที่คำนวณได้จะนำมาคูณกับ coverage factor ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2 เพื่อแสดงค่าความไม่แน่นอนของการวัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ค่าสัมบูรณ์ของ CD4 ทีลิมโฟไซต์ และค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเม็ดเลือดขาวโดยวิธีที่คำนวณจาก event/sec กับวิธีมาตรฐาน

ผลการตรวจค่าสัมบูรณ์ของ CD4 ทีลิมโฟไซต์ และค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเม็ดเลือดขาวโดยวิธีที่คำนวณจาก event/sec เปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานที่ตรวจนับจำนวนเซลล์โดยตรงจากเครื่องโฟลไซโทเมทรีแบบ single platform ร่วมกับการใช้ fluorescent microbeads แสดงความสัมพันธ์ของวิธีที่ศึกษากับวิธีมาตรฐานด้วยค่า correlation coefficient of determination (R^2) และประเมินนัยสำคัญทางสถิติด้วย t-test ที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

การประเมินคุณภาพการวิเคราะห์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ โดย Trichrome fluorescent stain method

การประเมินความแม่นยำ (precision) โดยการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ coefficient of variation (%CV) จากผลวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ของวัสดุควบคุมคุณภาพทั้งค่าปกติ (normal level control) และค่าต่ำ (low level control) ในงานควบคุมคุณภาพภายในของห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 6 เดือน ซึ่งครอบคลุมวัสดุควบคุม

คุณภาพจำนวน 4 lots ได้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ coefficient of variation ดังแสดงใน Table 1

การประเมินความถูกต้อง (accuracy) โดยการหาค่าความไม่แน่นอนของการวัด (uncertainty of measurement, u_c) ผลการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดของวัสดุควบคุมคุณภาพค่าต่ำได้ CD4+ T-lymphocyte $\pm 7.54\%$ และวัสดุควบคุมคุณภาพค่าปกติได้ CD4+ T-lymphocyte $\pm 4.86\%$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ค่าสัมบูรณ์ของ CD4 ทีลิมโฟไซต์ และค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเม็ดเลือดขาว โดยวิธีที่คำนวณจาก event/sec กับวิธีมาตรฐานที่เติม fluorescent microbeads

ผลการคำนวณค่าสัมบูรณ์ของ CD4 ทีลิมโฟไซต์ (absolute CD4+ T4-lymphocyte) และค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเม็ดเลือดขาวจาก event/sec ของตัวอย่างทั้งหมด 193 ราย แสดงความสัมพันธ์ในระดับกลางกับวิธีมาตรฐาน โดยมีค่า $R^2 = 0.7506$ ($p < 0.01$) และ ค่า $R^2 = 0.5257$ คำนวณค่า % bias เพื่อประเมินความถูกต้องของการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ CD4 ทีลิมโฟไซต์จากการเข้าร่วมโครงการประกันคุณภาพการวิเคราะห์โดยองค์กรภายนอกจำนวน 6 trials ได้ผลดัง Table 2

($p < 0.01$) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1 (Fig 1A, Fig 1B) แต่เมื่อพิจารณาจากข้อมูลเวลาในการวิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าข้อมูลที่ใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์น้อยกว่า 40 วินาทีจะมีความสัมพันธ์กับวิธีมาตรฐานในระดับสูง โดยมีค่า $R^2 = 0.9196$ และ $R^2 = 0.9718$, $p < 0.01$ และ $p = 0.037$ สำหรับการวิเคราะห์ค่าสัมบูรณ์ของ CD4 ทีลิมโฟไซต์ และค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเม็ดเลือดขาวตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2 (Fig 2A, Fig 2B)

Table 1 Precision evaluation from IQC data of %CD4+ T-lymphocyte analyzed by flow cytometry

%CD4+ T-lymphocyte of low level control					%CD4+ T-lymphocyte of normal level control				
Lot	N	Mean	SD	%CV	Lot	N	Mean	SD	%CV
1	20	17.53	0.830	4.73	1	22	49.48	1.075	2.18
2	17	19.18	0.527	2.75	2	17	46.34	0.935	3.50
3	10	24.76	0.543	2.19	3	18	43.56	0.830	1.90
4	13	16.36	0.785	4.70	4	20	48.99	0.843	1.72
AVERAGE %CV				3.77	AVERAGE %CV				2.43

Table 2 Accuracy evaluation from EQA data of %CD4+ T-lymphocyte analyzed by flow cytometry

%Bias of low level samples				%Bias of normal level samples			
Sample	Group	Lab		Sample	Group	Lab	
trial	mean	report	%Bias	trial	mean	report	%Bias
1	22.12	19.7	-10.94	4	35.61	36.6	2.78
2	8.92	8.47	-5.04	5	39.44	35.4	-10.24
3	16.54	17.5	5.80	6	31.68	33.53	5.84
AVERAGE %BIAS			7.26	AVERAGE %BIAS			6.29

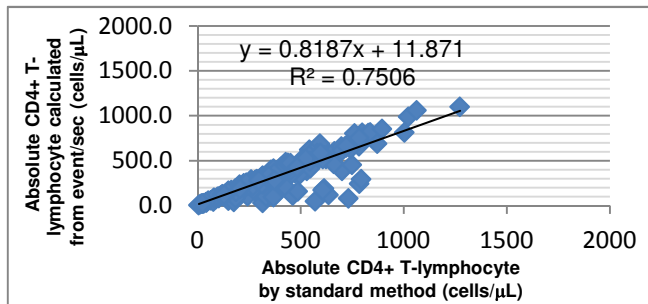


Fig.1A Correlation of absolute CD4+ T-lymphocyte between calculation from event/sec and standard method

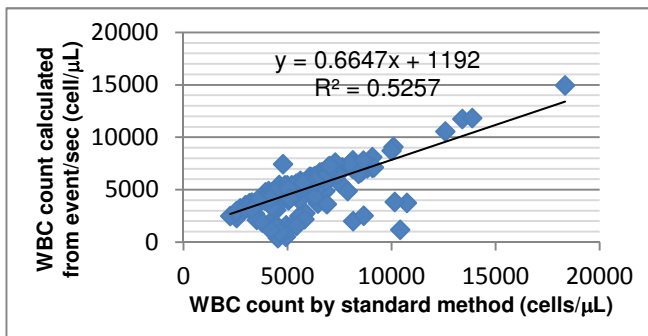


Fig.1B Correlation of WBC count between calculation from event/sec and standard method

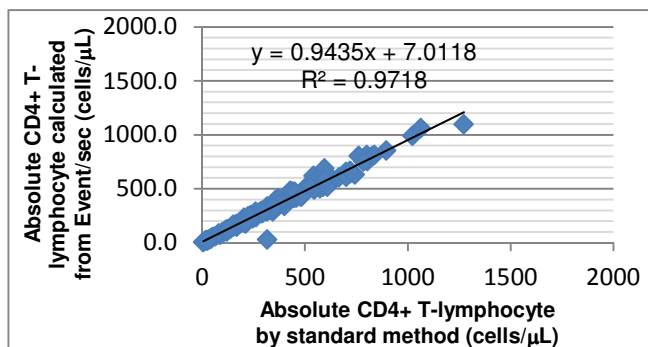


Fig.2A Correlation of absolute CD4+ T-lymphocyte between calculation from event/sec with analysis time less 40 sec. and standard method

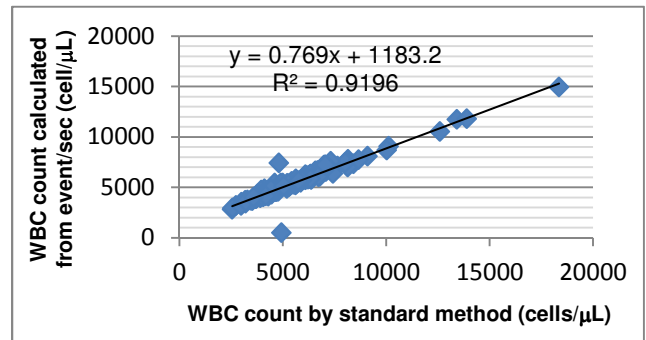


Fig.2B Correlation of WBC count between calculation from event/sec with analysis time less 40 sec. and standard method

วิจารณ์และสรุป

CD4 ทีลิมโฟไซต์เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่เป็นเซลล์เป้าหมายของเชื้อเอชไอวี เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกาย เชื้อจะเพิ่มจำนวนใน CD4 ทีลิมโฟไซต์ ทำให้เซลล์ตายและลดจำนวนลงจนผู้ติดเชื้อมีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง การนับจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์จึงเป็นการทดสอบหนึ่งที่ใช้เป็นเกณฑ์ประกอบการพิจารณาการดำเนินโรคของผู้ติดเชื้อเอชไอวีว่าถึงขั้นต้องให้ยาต้านไวรัสหรือเป็นผู้ป่วยเอดส์ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุขให้ใช้เกณฑ์พิจารณาการเริ่มให้ยาต้านไวรัสเมื่อ CD4 ทีลิมโฟไซต์ต่ำกว่า 350 เซลล์ต่อไมโครลิตร ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2555 นอกจากนี้ CD4 ทีลิมโฟไซต์ยังใช้เป็นเกณฑ์ประกอบการพิจารณาการใช้ยาป้องกันโรคติดเชื้อฉวยโอกาส (opportunistic infections) ในผู้ป่วย โดยผู้ป่วยจะได้รับยาป้องกัน pneumocystis pneumonia (PCP) เมื่อมีจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์ ต่ำกว่า 200 เซลล์ต่อไมโครลิตรหรือได้รับยาป้องกัน toxoplasmosis และ cryptococcosis เมื่อมีจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์ ต่ำกว่า 100 เซลล์ต่อไมโครลิตร และถ้า CD4 ทีลิมโฟไซต์ ต่ำกว่า 75 เซลล์ต่อไมโครลิตร ผู้ป่วยจะได้รับยาป้องกัน mycobacterium avium complex (MAC)⁽¹⁴⁾ นอกจากนี้ ยังใช้ผลตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์ ในการติดตามผลการรักษาของยาต้านไวรัส สามารถใช้การนับจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์ เพื่อประเมินการรักษาผู้ป่วยในกรณีที่ไม่สามารถตรวจปริมาณไวรัส (viral load) โดยตรง⁽⁷⁾ หรือใช้ประเมินกรณีการรักษาไม่ได้ผล^(7,8) ดังนั้น การตรวจนับจำนวน CD4 ทีลิมโฟไซต์จึงมีความสำคัญในทุกช่วงของการประเมินภาวะ

ภูมิคุ้มกันของผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์ คุณภาพการตรวจวิเคราะห์จึงมีความสำคัญต่อผลตรวจ ในการศึกษาเครื่องโฟลไซโทเมทรีที่ใช้มีความแม่นยำ มีค่า %CV เฉลี่ยของการตรวจ 3.77% และ 2.43% ในการตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์ที่ค่าต่ำและค่าปกติซึ่งมีค่าไม่เกินเกณฑ์ยอมรับ imprecision ที่ %CV ไม่เกิน 9% ($CV \leq 0.50 CV_i$, within-individual biological variation=18%)^(12,13) และไม่เกินค่า %CV ตามรายงานการประเมินเครื่องวิเคราะห์กลุ่มนี้โดยองค์การอนามัยโลก ที่กำหนดเกณฑ์ %CV น้อยกว่า 8% สำหรับวัสดุควบคุมคุณภาพค่าต่ำ และน้อยกว่า 6% สำหรับวัสดุควบคุมคุณภาพค่าปกติ⁽¹⁵⁾ ผลการประเมินความถูกต้องโดยการคำนวณค่า % bias จากการเข้าร่วมโครงการประกันคุณภาพการวิเคราะห์ โดยองค์การภายนอกพบว่าเครื่องโฟลไซโทเมทรีที่ใช้มี %bias เฉลี่ย 7.26% และ 6.29% สำหรับการตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์ที่ค่าต่ำและค่าปกติมีค่าสูงกว่ารายงานการศึกษาอื่นที่รายงาน %bias 2.84–5.87%⁽¹²⁾ เนื่องจากข้อมูลค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์จากโครงการประกันคุณภาพฯ ที่เข้าร่วมเป็นสมาชิก เป็นการประเมินผลจากเครื่องวิเคราะห์โดยรวม ไม่ได้วิเคราะห์แยกตามกลุ่มเครื่องมือ จึงอาจส่งผลให้ค่า %bias สูงขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม ผลรวมของ %bias และ %CV ของการวิเคราะห์นี้เมื่อคำนวณจากสูตร $total\ error = \%bias + 1.65 (\%CV)$ พบว่ามีค่าไม่เกินค่า CV_i (18%) การคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับวัสดุควบคุมคุณภาพค่าต่ำได้ CD4+ T-lymphocyte $\pm 7.54\%$ และวัสดุควบคุมคุณภาพค่าปกติได้ CD4+ T-lymphocyte $\pm 4.86\%$ มีค่าใกล้เคียงกับที่มีในรายงานอื่น⁽¹²⁾

ค่า events เป็นผลการนับจำนวนเซลล์ที่ไหลผ่านลำแสงเลเซอร์ จากการศึกษาพบว่าสามารถใช้ค่า events และเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ (เวลาที่เซลล์เคลื่อนที่ผ่านลำแสงเลเซอร์) มาคำนวณหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเม็ดเลือดขาวและค่าสัมบูรณ์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ของตัวอย่างตรวจได้ ซึ่งให้ผลคำนวณใกล้เคียงกับผลวิเคราะห์ที่คำนวณเปรียบเทียบกับจำนวน fluorescent microbeads (Fig. 1) และจะมีความสัมพันธ์ที่ดีเพิ่มขึ้นในกรณีที่เซลล์ในตัวอย่าง ตรวจใช้เวลาในการเคลื่อนที่ผ่านลำแสงเลเซอร์

น้อยกว่า 40 วินาที (Fig. 2) จากการศึกษาตัวอย่างจำนวน 193 ตัวอย่าง มี 35 ตัวอย่างที่แสดงเวลาวิเคราะห์เกินกว่า 40 วินาที คิดเป็น 18.1% ในการนับจำนวนเซลล์โดยเครื่องโฟลไซโทเมทรี ความแม่นยำของการนับขึ้นกับ flow rate ของเครื่อง จำนวนเซลล์เป้าหมายที่มีอยู่ จำนวนเซลล์ที่นับและระยะเวลาที่ใช้วิเคราะห์ จากผลวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ของวัสดุควบคุมคุณภาพที่ค่าปกติ (normal level control) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ (เซลล์เป้าหมาย) เฉลี่ยประมาณ 47% จากกลุ่มเซลล์ลิมโฟไซต์ (จำนวนเซลล์ที่นับประมาณ 5,000 เซลล์) พบว่า %CV มีค่า 2.43% แต่เมื่อวิเคราะห์วัสดุควบคุมที่มีค่าต่ำ (low level control) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ CD4 ทีลิมโฟไซต์เฉลี่ยประมาณ 20% พบว่า %CV มีค่าสูงขึ้นเป็น 3.77% ดังนั้น ในกรณีที่วิเคราะห์ตัวอย่างเลือดที่มีเปอร์เซ็นต์ CD4 ทีลิมโฟไซต์จำนวนที่น้อยกว่า 20 % พบว่า %CV จะมีค่าสูงขึ้น จากผลการศึกษาทางสถิติในการวิเคราะห์เซลล์โดยเทคนิคโฟลไซโทเมทรีของ Allan A.L. และ Keeney M.⁽¹⁷⁾ ได้รายงานไว้ว่าถ้าจำนวนเซลล์เป้าหมายมีประมาณ 10% ในกลุ่มเซลล์ที่นำมาวิเคราะห์ ค่า % CV ของการวิเคราะห์จะขึ้นกับจำนวนเซลล์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ เช่น หากวิเคราะห์เซลล์เป้าหมายจากกลุ่มเซลล์จำนวน 100,000 เซลล์ในตัวอย่างตรวจ จะมีค่า %CV ที่ 1% แต่หากวิเคราะห์เซลล์เป้าหมายจากกลุ่มเซลล์ลดลงเป็น 4,000 เซลล์ในตัวอย่างตรวจ %CV ของการวิเคราะห์จะเพิ่มขึ้นเป็น 5 % และถ้าวิเคราะห์จากกลุ่มเซลล์จำนวน 1,000 เซลล์ในตัวอย่างตรวจ ค่า %CV ของการวิเคราะห์จะเพิ่มขึ้นเป็น 10% ซึ่งตัวอย่างตรวจในการศึกษานี้เป็นตัวอย่างตรวจจากผู้ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ป่วยเอดส์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ CD4 ทีลิมโฟไซด์ลดลงต่ำกว่าปกติ และมีกลุ่มเซลล์ลิมโฟไซด์ลดลงในบางราย เปอร์เซ็นต์ CD4 ทีลิมโฟไซด์ที่ลดลงนี้ ส่งผลให้ค่า %CV ของการวิเคราะห์สูงขึ้นตามที่ Allan A.L. และ Keeney M. ได้รายงานไว้ นอกจากนี้ ในกรณีที่ตัวอย่างตรวจมีจำนวนเซลล์ที่ลดลง การนับจำนวนเซลล์ด้วย flow rate ของเครื่องจึงต้องใช้เวลาวิเคราะห์นานขึ้นจากเดิมเพื่อให้ได้จำนวนเซลล์มาวิเคราะห์เพิ่มขึ้นตามที่กำหนด การใช้เวลาวิเคราะห์นานขึ้นย่อมส่งผลต่อค่า %CV ได้เช่นกัน ซึ่ง %CV ที่เพิ่มขึ้น

จะกระทบต่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ correlation coefficient of determination (R^2) ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ประเมินเวลาที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ที่ให้ผล event/sec ของตัวอย่างตรวจได้ถูกต้อง สอดคล้องกับผลตรวจตามวิธีมาตรฐาน โดยใช้ correlation coefficient of determination (R^2) ที่มีความสอดคล้องของข้อมูลมากกว่า 90% และมีนัยสำคัญทางสถิติ (t-test ที่ $p < 0.05$) ซึ่งในการศึกษานี้พบว่า ข้อมูลที่มีผลวิเคราะห์ในเวลา 40 วินาที หรือน้อยกว่าจะมีความสอดคล้องกับวิธีมาตรฐาน (Fig.2) การใช้เวลาวิเคราะห์ที่นานขึ้น ความสอดคล้องกับวิธีมาตรฐานจะลดลงต่ำกว่า 90 % (Fig. 1) และตัวอย่างตรวจที่ใช้เวลาวิเคราะห์นานกว่า 40 วินาที มีจำนวน 66 % ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ต่ำกว่า 20%

การนำค่า events และเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์มาคำนวณค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเม็ดเลือดขาวและค่าสัมบูรณ์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ของตัวอย่างตรวจในการศึกษานี้ นอกจากจะช่วยลดต้นทุนในส่วนของ fluorescent microbeads แล้วยังสามารถทำการวิเคราะห์แบบ single platform ได้ ผู้ที่ตรวจวิเคราะห์แบบ dual platform สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการตรวจมาเป็นแบบ single platform technique ได้ ช่วยให้ผู้ใช้วิเคราะห์ลดภาระงานและเวลาตรวจ (turnaround time) ในการนำตัวอย่างไปตรวจนับเม็ดเลือดขาวจากเครื่องวิเคราะห์เม็ดเลือดทางโลหิตวิทยาและลดการปนเปื้อนของตัวอย่าง ลดการกระจายเชื้อจากตัวอย่างตรวจเนื่องจากสามารถตรวจได้ ณ จุดเดียว อีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจนับจำนวนเม็ดเลือดขาวโดยเครื่องวิเคราะห์เม็ดเลือดทางโลหิตวิทยาใน dual platform รวมทั้งลดข้อจำกัดในกรณีที่มีเลือดผู้ติดเชื้อหรือผู้ป่วยมีเม็ดเลือดแดงตัวอ่อน (nucleated red blood cell, NRBC) ที่รบกวนการตรวจนับจำนวนเม็ดเลือดขาว⁽⁵⁾ และข้อจำกัดในหลักการวิเคราะห์เซลล์ที่ต่างกันของเครื่องวิเคราะห์เม็ดเลือดทางโลหิตวิทยาชนิดต่างๆ^(10,16) จากนโยบายสาธารณสุขของรัฐ สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ให้การสนับสนุนค่าตรวจวินิจฉัยค่าตรวจติดตามการรักษาในผู้ติดเชื้อเอชไอวีหรือผู้ป่วยเอดส์ โดยสนับสนุนค่าตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์ปีละ

2 ครั้ง ซึ่งจะเสียงบประมาณ 400 ล้านบาทต่อปี และ 4.2 ล้านบาทต่อปีสำหรับผู้มาใช้บริการตรวจ CD4 ทีลิมโฟไซต์ที่โรงพยาบาลสระบุรี จากค่าใช้จ่าย 500 บาทต่อการวิเคราะห์หมีต้นทุน 90 บาทที่เกิดจากการใช้ fluorescent microbeads ดังนั้น หากสามารถลดต้นทุนในส่วนนี้จะทำให้ค่าการวิเคราะห์ผู้ติดเชื้อหรือผู้ป่วยที่มาตรวจวินิจฉัยและตรวจติดตามการรักษาที่ งานภูมิคุ้มกัน กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก ปีละ 2 ครั้ง จำนวนประมาณ 4,200 คน จะมีต้นทุนลดลงปีละ 756,000 บาท ($90 \times 2 \times 4,200$) หรือคิดเป็นงบประมาณที่ลดลง 18% ต้นทุนการวิเคราะห์ที่ลดลงช่วยลดค่าใช้จ่ายและรองรับการเข้าถึงการให้ยาต้านไวรัสกับผู้ติดเชื้อและผู้ป่วยเอดส์ทุกคน ตามนโยบายการขยายเกณฑ์ให้ยาต้านไวรัสจากเดิมที่กำหนดให้ยาเมื่อ ค่าสัมบูรณ์ CD4 ทีลิมโฟไซต์ต้องต่ำกว่า 200 เซลล์ต่อไมโครลิตร^(5,6) ขยายไปเป็น 350 เซลล์ต่อไมโครลิตรและในปี พ.ศ. 2559 ให้ผู้ติดเชื้อและผู้ป่วยเอดส์ได้รับ ยาต้านไวรัสทุกคน อย่างไรก็ตาม การใช้ fluorescent microbeads ยังมีความจำเป็นในกรณีที่จะพบทวนคุณภาพด้านความถูกต้องของการตรวจวิเคราะห์และการตรวจสอบ การสอบเทียบเครื่องวิเคราะห์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ปานทิพย์ วัฒนวิบูลย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Department of Disease Control. HIV prevention campaign “July 1 VCT Day” Thai people nearly 5 thousand people still do not know that they are infected. Accelerate the regulation for self-testing HIV. [Internet] Office of the Permanent Secretary, Ministry of Public Health; June 23, 2016 [cited December 1, 2016]. Available from: <https://www.riskcomthai.org/th/news/mass-media-detail.php?id=33870>

2. National Health Security Office (NHSO). Fund management guide. National Health Security Fund, fiscal year 2015, Management of services for HIV/AIDS patients and management of tuberculosis patients. National Health Security Office. October, 2014.
3. Fahey JL, Taylor JMG, Detels R, Hofmann B, Melmed R, Nishanian P, Giorgi JV. The prognostic value of cellular and serologic markers in infection with human immunodeficiency virus type I .N Eng J Med 1990; 322: 166-72.
4. Ongwandee S., Lertpiriyasuwat C., Lolekha S., Sukkul A. Editors. Thailand National Guidelines on HIV/AIDS Treatment and Prevention 2014. Bureau of AIDS, TB and STIs, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. September, 2014.
5. Department of Health and Human Services (DHHS). Panel on Antiretroviral Guidelines for Adults and Adolescents. Guidelines for the use of antiretroviral agents in HIV-1-infected adults and adolescents. [Internet] Department of Health and Human Services. January 29, 2008; 1-128. [cited December 1, 2016]. Available from:<http://www.aidsinfo.nih.gov/ContentFiles/AdultandAdolescentGL.pdf>.
6. Centers for Disease Control and Prevention. Revised classification system for HIV infection and expanded surveillance case definition for AIDS among adolescents and adults. Morbid Mortal Wkly Rep. 1992; 41: 1-35.
7. Jourdain G., Le Coeur S., Ngo-Giang-Huong N., Traisathit P., Cressey TR., Fregonese F., et al. Switching HIV treatment in adults based on CD4 count versus viral load monitoring: A randomized, non-inferiority trial in Thailand. PLOS Medicine, 2013; 10 (8): e1001494
8. WHO. Scaling up antiretroviral therapy in resource-limited settings: treatment guidelines for a public health approach 2003. Revision Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2004
9. NCCLS. Clinical application of flow cytometry: immuno-phenotyping of lymphocytes, approved guideline, National Committee for Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA, 1998
10. Robinson G., Morgan L., Evans M., Mc Dermott S., Pereira S., Wansbrough-Jones M., et. al. Effect of type of haematology analyser on CD4 count. Lancet 1992; 26: 52-89.
11. Sirisali K., Vattanaviboon P., Manochiopinij S., Wonglumsom W., Sirisali S. The vital prerequisite of hematology laboratory quality control: know why & know how Bangkok H.T.P. press Ltd, May, 2012
12. Chairatanapiwong S., Siwamoke H., Singbootra P., Klangsinrikul P., Dettrairat S. Uncertainty value of %CD4+T cell measurement. Journal of Associated Medical Sciences, 2014; 47 (2): 112-117
13. White GH., Farrance I. *on behalf of the AACB. Uncertainty of Measurement Working Group. A Laboratory Implementation Guide Clin Biochem Rev* 2004; 25 Suppl (ii) November: S1-S24
14. The AIDS Infontet. CD4 (T cell) tests. [Internet] The AIDS Infontet.; 2010 [cited January 14, 2017]. Available from:<https://www.aids.org/2010/09/cd4-t-cell-tests/>

15. Wade D., Daneau G., Aboud S., Vercauteren GH., Urassa WSK., and Kestens L. WHO Multicenter Evaluation of FACSCount CD4 and Pima CD4 T-Cell Count Systems: Instrument Performance and Misclassification of HIV-Infected Patients. *J Acquir Immune Defic Syndr* 2014; 66(5): e98-e107.
16. Reilly JT, Barnett D. UK NEQAS for leucocyte immuno-phenotyping: the first 10 years. *J Clin Pathol* 2001; 54: 508-11.
17. Allan A.L. and Keeney M. Circulating tumor cell analysis: Technical and statistical considerations for application to the clinic. [Internet] *Journal of Oncology* 2010, Article ID 426218, Available from: [https://doi.org/ 10.1155/2010/426218](https://doi.org/10.1155/2010/426218)



การกลายพันธุ์ของยีน *PIK3CA* ตำแหน่งใหม่ในผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูก

สุวิทย์ วงษ์เชียงขวาง^{1*} ภาณุพรรณ กฤษเพชรรัตน์² สุทธิพรรณ กิจเจริญ²
อรอนงค์ กฤษเพชรรัตน์³ และ สุรศักดิ์ แว่นรัมย์⁴

Received: November 11, 2017

Revised: March 3, 2018

Accepted: March 12, 2018

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาการกลายพันธุ์ของยีน *PIK3CA* จากตัวอย่าง Pap smear ในผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูก ด้วยเทคนิค SYBR green real-time PCR (SYBR green RT-PCR) และเพื่อประเมินความถี่ของการกลายพันธุ์ของยีน *PIK3CA* ในผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูกที่ได้รับการตรวจที่โรงพยาบาลกาฬสินธุ์ วิธีการศึกษา: ทำการสกัด DNA จากผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูก 73 ราย ตรวจหาการกลายพันธุ์ของยีน *PIK3CA* exons 9 และ 20 ด้วยเทคนิค SYBR green RT-PCR จากนั้นวิเคราะห์ผลโดยใช้ melting curve และทำการตรวจยืนยันการกลายพันธุ์ ด้วยวิธี DNA sequencing ผลการศึกษา: มีผู้ป่วย 3 ราย (16.6%) ที่พบการกลายพันธุ์ของยีน *PIK3CA* ใน exon 9 โดยมี 2 รายที่มีการกลายพันธุ์ที่ตำแหน่ง S555T (serine to threonine c. 1668 G> C และ c.1669T del) อีกตัวหนึ่งพบกับการกลายพันธุ์ที่ตำแหน่ง S555T (c. 1668 G> C และ c.1669T del) ร่วมกับ E545A (glutamic acid to alanine; c.134 A> C) ทั้งหมดมีค่า Tm ต่ำกว่าค่า Tm ของ negative control ส่วนใน exon 20 ไม่พบการกลายพันธุ์ สรุปผลการศึกษา: ตัวอย่าง Pap smear สามารถใช้สำหรับการตรวจคัดกรองการกลายพันธุ์ของยีน *PIK3CA* ใน exons 9 และ 20 โดยใช้เทคนิค SYBR green RT-PCR ก่อนการส่งตรวจ DNA sequencing ซึ่งอาจช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถทำได้ในโรงพยาบาลทั่วไป

คำสำคัญ: Phosphatidylinositol kinase catalytic subunit alpha, *PIK3CA*, Real-time PCR, Pap smear, มะเร็งปากมดลูก

¹ แผนกเซลล์วิทยา โรงพยาบาลกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

² ภาควิชาจุลทรรศน์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁴ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

* ผู้รับผิดชอบบทความ



New *PIK3CA* gene mutation in cervical cancer patients

Suwit Wongchiangkhwang^{1*}, Panutas Kritpetcharat², Suttiphan Kitcharoen²,
Onanong Kritpetcharat³ and Surasak Wanrum⁴

Abstract

Objectives: This study aimed to detect *PIK3CA* gene mutations in Pap smears from cervical cancer patients using SYBR green real time-PCR (SYBR green RT-PCR) and to estimate the frequency of *PIK3CA* gene mutations in cervical cancer patients from Kalasin Hospital, Kalasin Province, Thailand. **Method:** The DNA from Pap smears of 73 cervical cancer patients was extracted. Mutations of the *PIK3CA* gene on exons 9 and 20 were detected using SYBR green PCR. Then the melting curve was analyzed. The mutations in the samples were confirmed by DNA sequencing. **Result:** There were three (16.6%) cases that had a mutation of the *PIK3CA* gene on exon 9. Two of them were found to have the mutation at S555T (serine to threonine; c. 1668 G>C and c.1669T del). Another one was found with the mutation at S555T (c. 1668 G>C and c.1669T del) plus E545A (glutamic acid to alanine; c.1634A>C). All of them had Tm values lower than the Tm values of the negative control. There were no mutations on exon 20. **Conclusion:** Pap smear samples could be used for screening of the mutation of *PIK3CA* on exons 9 and 20 using SYBR green PCR before DNA sequencing. This could save costs and could be performed in general hospitals.

Keywords: Phosphatidylinositol kinase catalytic subunit alpha, *PIK3CA*; Real-time PCR, Pap smear, Cervical cancer

¹ Department of Cytology, Kalasin Hospital, Kalasin Province, 46000.

² Department of Clinical Microscopy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen Province, 40002.

³ Department of Pathology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen Province, 40002.

⁴ Department of Biomedical Sciences, Faculty of Medicine, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani Province, 34190.

* Corresponding author: (e-mail: toopsak@hotmail.com)

Introduction

The phosphatidylinositol 3-kinase (PI3K)/Akt pathway is one of the most commonly activated signal pathways in several cancer types. This pathway controls cell proliferation, growth, differentiation, protein synthesis, glucose metabolism, migration, and apoptosis. Activation of this pathway is initiated by the binding of the corresponding ligands to tyrosine kinase receptors⁽¹⁾. A regulatory subunit of PI3K is phosphorylated and results in the activation of a 110-kDa catalytic subunit⁽²⁾. Aberrant activation of this pathway is involved in cell metabolism and survival, cell cycle progression, regulation of apoptosis, protein synthesis, and genomic instability while it also promotes carcinogenesis and tumor angiogenesis⁽³⁻⁴⁾. There are several reports that showed the overexpression and mutation of the phosphatidylinositol 3-kinase catalytic subunit alpha (*PIK3CA*) was associated with several cancer types, for example, breast cancer⁽⁵⁾, bladder cancer⁽⁶⁾, and cervical cancer⁽⁷⁾, etc. In cervical cancer, there were several reports showing that *PIK3CA* mutations were predictive of a poor response to standard radiochemotherapy ± cetuximab⁽⁸⁾ and cisplatin-based concurrent chemoradiotherapy⁽⁹⁾. Whereas other reports indicated that cervical cancer patients with a *PIK3CA* mutation had higher responses to target therapy, PI3K/Akt pathway inhibitors, than patients with no *PIK3CA* mutations. Activation is frequently mediated by mutations in the p110α subunit of PI3K, *PIK3CA*, with most mutations occurring either in exon 9, which codes for the helical domain, or exon 20, which codes for the kinase domain⁽¹⁰⁻¹¹⁾.

Therefore, detection of *PIK3CA* gene mutations in cervical cancer patients can be used as a guide for treatment planning and selection of proper medicine for the highest response and benefits for the patients. However, the detection of *PIK3CA* gene mutations in cervical cancer patients can be complicated by the use of formalin-fixed, paraffin-embedded tissue. Therefore, the objectives of this study were to detect *PIK3CA* gene mutations in Pap smears from cervical cancer patients by SYBR green real time-PCR (SYBR green RT-PCR) and to estimate the frequency of *PIK3CA* gene mutations in cervical cancer patients from Kalasin Hospital, Kalasin Province, Thailand.

Materials and Methods

Pap smear samples

Pap smear samples were from 73 cervical cancer patients attending Kalasin Hospital, Kalasin Province, Thailand, during 2010 to 2014. Their pathological results were confirmed by the Institute of Pathology, Department of Medical Service Ministry of Public Health, Bangkok, Thailand.

DNA extraction

The coverglass was removed from the Pap smear slide by soaking in xylene overnight. The Pap tissue was scratched and transferred to an

Eppendorf tube, 1 mL of TE buffer was added, mixed well, and centrifuged at 14,000 rpm for 10 min at room temperature. The supernatant was discarded. Then the pellet was washed two times using 1 mL of absolute ethanol, mixed well, and centrifuged (14,000 rpm) at room temperature for 10 min. The washed

tissue pellet was extracted using a Genomic DNA Mini Kit (Geneaid Company, Taiwan) according to the manufacturer's protocol. The extracted DNA was checked by a NanoVue™ spectrophotometer (Fisher Scientific, UK) at the absorbance of 260 nm. The extracted DNA was kept at -70°C until use.

SYBR green RT-PCR

The primers for the *PIK3CA* gene on exon 9 for SYBR green RT-PCR were ex9*PIK3CA*-1F, 5'-AATCATCTGTGAATCAGAGG-3', ex9*PIK3CA*-1R, 5'-TGAGATCAGCCAAATTCAGTT-3' and the primers for exon 20 were ex20*PIK3CA*-1F, 5'-CTCAATGATGCTTGGCTCTG-3', ex20*PIK3CA*-1R, 5'-TGAATC-CAGAGTGAGCTTTC-3'⁽¹²⁾. The SYBR green RT-PCR reaction was conducted using an ExiCycler™ 96 Real-Time Quantitative Thermal Block (Bioneer, South Korea). The 50 µl of the PCR mixture were composed of 2 µl of 10 pmole of each forward and reverse primer, 25 µl of 2X Greenstar Master Mix (AccuPower Greenstar qPCR Master Mix Bioneer, South Korea), 1 µl of 50X ROX dye, 5 µl of DNA, and DW. The negative control was Pap smear samples that were negative for malignancy without the *PIK3CA* mutation on exons 9 and 20, which were confirmed by DNA sequencing. The reaction conditions were initial denaturation (at 95°C, for 5 min), 40 cycles of DNA denaturation (at 95°C, for 30 sec), annealing (57°C, for 30 sec), and extension (72°C, for 30 sec). The melting temperature (*T_m*) from the SYBR Green signal was analyzed. A positive result was a *T_m* value lower than the *T_m* value of the negative control. Then the positive sample was confirmed as having the *PIK3CA* mutation on exons 9 and 20 by DNA sequencing.

DNA sequencing

The *PIK3CA* genes were amplified using the conventional PCR technique. PCR products, forward primer, and reverse primer were sent to First Base Laboratories SDN BHD (Selangor, Malaysia) for sequencing. Each DNA sequence was analyzed by BioEdit version 7.2.6.1.

Ethical clearance

This study was reviewed and approved by the International Ethics Board, Khon Kaen University, Thailand (Reference No. HE582029).

Results

Demographic and clinical characteristics

Based on WHO age group classification, their median age was 52 years (range from 31-71 years). Pap smears were diagnosed as 82% squamous cell carcinomas and 18% adenocarcinomas (**Table 1**).

Table 1 Demographic and clinical characteristics of 73 cervical cancer patients.

Characteristics	Patients	
	N(73)	%
Age (years)		
Median	52	
Range	31-71	
<30	0	0
30-34	3	4.1
35-39	4	5.5
40-44	4	5.5
45-49	11	15.1
50-54	27	37
55-59	11	15.1
60-64	10	13.7
65-69	2	2.7
>69	1	1.4
Histology		
Squamous cell carcinoma	60	82
Adenocarcinoma	13	18

SYBR green RT- PCR

Melting curve analysis of the *PIK3CA* exon 9 and exon 20 by SYBR green RT-PCR is shown in **Figure 1**. The melting curves of *PIK3CA* on exon 9 were divided into two patterns via the T_m values (**Table 2**). The first patterns had T_m values of 82°C, which were equal to the wild type *PIK3CA* (control), and the second patterns had T_m values of 80°C (**Figure 1**). For *PIK3CA* exon 20, there were two patterns of the T_m values similar to those from exon 9.

***PIK3CA* exon 9 and exon 20 sequencing analysis**

Due to different T_m values from the *PIK3CA* exon 9 amplification, 20 conventional PCR products

were selected for DNA sequencing. The DNA sequences of *PIK3CA* exon 9 were analyzed by BioEdit version 7.2.6.1 and it was found that three cases had mutations. The mutated *PIK3CA* on exon 9 were S555T (serine to threonine; c. 1668 G>C and c.1669T del), and S555T (c.1668G>C and c.1669T del) plus E545A (glutamic acid to alanine; c.1634A>C) (**Table 2 and Figure 2**). All mutations were found from the T_m values of 80°C, and no mutations were found from the T_m values of 82°C. There were no mutated *PIK3CA* from exon 20 found in this study.

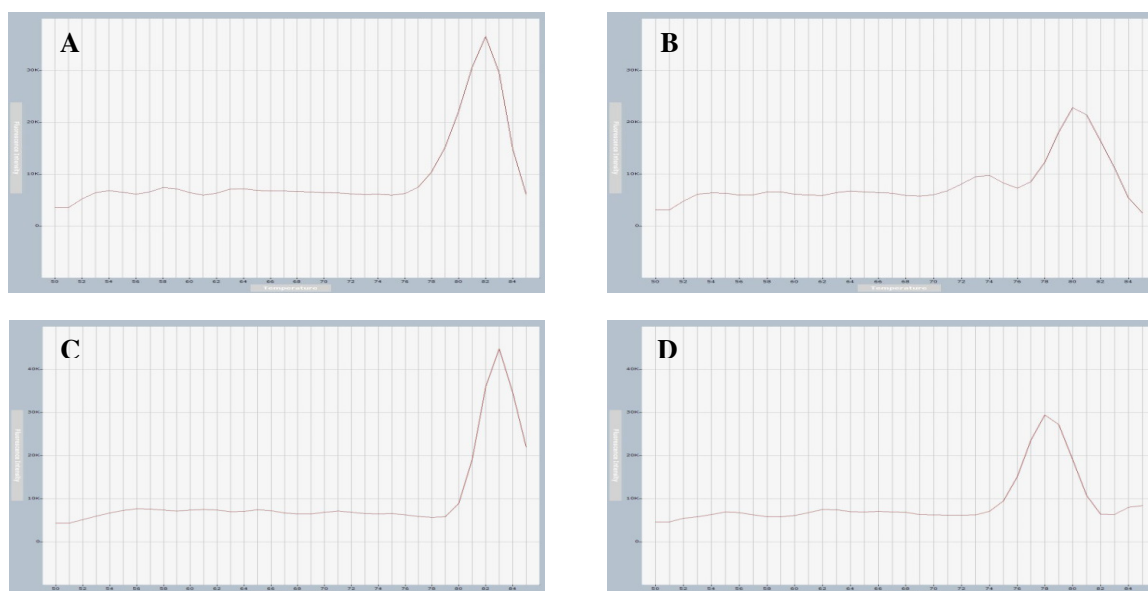


Figure 1 SYBR green real-time PCR melting temperature (Tm) patterns of amplified PIK3CA exon 9 and 20 in Pap smear tissues from cervical cancer patients. (A) Examples of PIK3CA gene exon 9 melting peaks from some samples and wild type (control), (B) negative control (Tm = 82°C), (C) sample 16 (Tm = 80°C), and (D) sample 19 (Tm = 80°C).

Table 2 SYBR green real-time PCR melting temperature (Tm) patterns of amplified PIK3CA exon 9 and exon 20 in Pap smear tissues from cervical cancer patients.

^a Tm compared with negative control	<i>PIK3CA</i> exon9		<i>PIK3CA</i> exon 20	
	N(73)	%	N(73)	%
Normal	34	46.6	65	89
Abnormal	39	53.4	8	11

^aTm; melting temperature

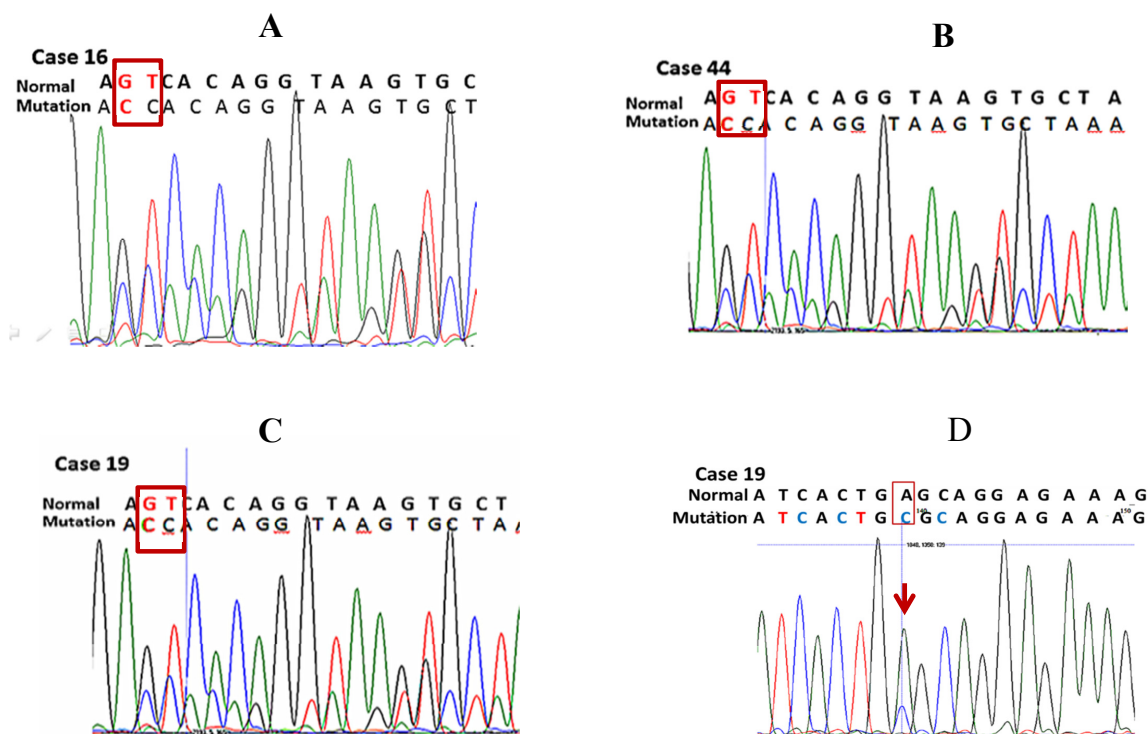


Figure 2 Mutation of *PIK3CA* on exon 9 from DNA sequencing results analyzed by Bioedit. (A) Sample 16, *PIK3CA* exon 9 mutations S555T (serine to threonine; c. 1668 G>C and c.1669T del), (B) sample 44, *PIK3CA* exon 9 mutations S555T (c. 1668 G>C and c.1669T del), (C) sample 19, *PIK3CA* exon 9 mutations S555T (c. 1668 G>C and c.1669T del), and (D) sample 19, *PIK3CA* exon 9 mutation in E545A (glutamic acid to alanine; c.1634A>C).

Discussion

Previous reports showed that the most common *PIK3CA* exon 9 mutation was *PIK3CA*-E545K, which accounted for approximately 60% of all cases with mutations and most of *PIK3CA*-E545K (c.1633G>A) were heterozygous⁽¹³⁾. Other mutations of *PIK3CA* exon 9 in squamous cell carcinoma and adenocarcinoma of the cervix were E542K, E545A, D527N, E547K, S541Y, and Q546Q⁽¹⁴⁻¹⁵⁾. These mutations were considered to be about 11% and 5% in adenocarcinoma and squamous cell carcinoma, respectively⁽¹⁵⁾. Our study showed that there was no common *PIK3CA* exon 9 mutation as E545K or E542K were not found, but the uncommon mutation E545A

(c. 1634 A>C) and new mutation S555T (c. 1668G>C, c.1669T del) were found. The S55T mutation occurred due to a single base substitution at 1668 in *PIK3CA* exon 9 from G to C, and then 1669T deletion with a frame shift mutation occurred. In the wild type *PIK3CA* exon 9, there was a stop codon (TAA) at the codon position 558. Due to the frame shift mutation 1669T del, the stop codon at codon 558 disappeared, so that the mutant protein might be longer than in the wild type. This mutation was not previously reported in the Catalogue of Somatic Mutations in Cancer (COMIC). Overall, the prevalence of *PIK3CA* mutations in this study was 16.6% (3 cases/18),

two were new mutations and one was E545A. S55T mutations were found in three cases, and two cases were squamous cell carcinoma FIGO stage IB and IIA, whereas another was adenocarcinoma FIGO stage IB. E545A was found together with S55T mutated squamous cell carcinoma stage IIA. Most reports showed that *PIK3CA* mutations were found in squamous cell carcinoma more than adenocarcinoma or non-squamous cell tumors^(14, 16-17). Moreover, these mutations were correlated with worse disease-free survival when treated with standard radiochemotherapy^(8-9, 16).

On *PIK3CA* exon 20, there was no mutation detected in this study. Previous reports showed that exon 20 had fewer mutations than exon 9. The *PIK3CA* exon 20 mutations previously reported were H1047R, H1047L, G1049R, M1043V, and M1043I⁽¹⁰⁾.

The melting temperature of *PIK3CA* exon 9 with SYBR green RT-PCR may be useful for screening mutations because mutations were found in the cases of lower T_m patterns (< 82°C) than T_m pattern of 82°C, which was equal to the wild type *PIK3CA* (control). However, it must be confirmed by sequencing or other specific methods.

From the results of this study, we can conclude that Pap smear samples could be used for screening the mutations of *PIK3CA* on exons 9 and 20 using SYBR green RT-PCR before DNA sequencing. The method could save costs and could be performed in general hospitals. Patients will receive procedures more rapidly. Moreover, the frequency of *PIK3CA* exons 9 and 20 mutations in cervical cancer patients derived from Kalasin Hospital was 16.6%.

However, this study is a primary report that had only 20 samples for DNA sequencing. A further study should be conducted to investigate a greater number of samples. Moreover, other techniques should be studied to develop accurate and rapid testing for this mutation.

Acknowledgements

We thank Kalasin Hospital for samples and data supporting in this study. We are grateful to the Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University for funding.

References

1. Vivanco I, Sawyers CL. The phosphatidylinositol 3-Kinase AKT pathway in human cancer. *Nat Rev Cancer* 2002; 2: 489-501.
2. Funaki M, Katagiri H, Inukai K, Kikuchi M, Asano T. Structure and function of phosphatidylinositol-3,4 kinase. *Cell Signal* 2000; 12: 135-42.
3. Osaki M, Oshimura M, Ito H. PI3K-Akt pathway: its functions and alterations in human cancer. *Apoptosis* 2004; 9: 667-76.
4. Patel S. Exploring novel therapeutic targets in GIST: focus on the PI3K/Akt/mTOR pathway. *Curr Oncol Rep* 2013; 15: 386-95.
5. Cejalvo JM, Perez-Fidalgo JA, Ribas G, Burgués O, Mongort C, Alonso E, et al. Clinical implications of routine genomic mutation sequencing in *PIK3CA*/*AKT1* and *KRAS*/*NRAS*/*BRAF* in metastatic breast cancer. *Breast Cancer Res Treat* 2016; 160: 69-77.
6. Zeng S, Zhu Y, Ma AH, Yu W, Zhang H, Lin TY, et al. The Phosphatidylinositol 3-kinase Pathway as a Potential Therapeutic Target in Bladder Cancer. *Clin Cancer Res* 2017 Aug 14. [Epub ahead of print]

7. Chung TKH, Cheung TH, Yim SF, Yu MY, Chiu RWK, Lo KWK, et al. Liquid biopsy of PIK3CA mutations in cervical cancer in Hong Kong Chinese women. *Gynecol Oncol* 2017; 146: 334-9.
8. de la Rochefordiere A, Kamal M, Floquet A, Thomas L, Petrow P, Petit T, et al. PIK3CA Pathway Mutations Predictive of Poor Response Following Standard Radiochemotherapy +/- Cetuximab in Cervical Cancer Patients. *Clin Cancer Res* 2015; 21: 2530-7.
9. Wang J, Chai YL, Wang T, Liu JH, Dai PG, Liu Z. Genetic alterations of PIK3CA and tumor response in patients with locally advanced cervical squamous cell carcinoma treated with cisplatin-based concurrent chemoradiotherapy. *Exp Mol Pathol* 2015; 98: 407-10.
10. Janku F, Tsimberidou AM, Garrido-Laguna I, Wang X, Luthra R, Hong DS, et al. PIK3CA mutations in patients with advanced cancers treated with PI3K/AKT/mTOR axis inhibitors. *Mol Cancer Ther* 2011; 10: 558-65.
11. Schwarz JK, Payton JE, Rashmi R, Xiang T, Jia Y, Huettner P, et al. Pathway-specific analysis of gene expression data identifies the PI3K/Akt pathway as a novel therapeutic target in cervical cancer. *Clin Cancer Res* 2012; 18: 1464-71.
12. McIntyre JB, Wu JS, Craighead PS, Phan T, Köbel M, Lees-Miller SP, et al. PIK3CA mutational status and overall survival in patients with cervical cancer treated with radical chemoradiotherapy. *Gynecol Oncol* 2013; 128: 409-14.
13. Lou H, Villagran G, Boland JF, Im KM, Polo S, Zhou W, et al. Genome Analysis of Latin American Cervical Cancer: Frequent Activation of the PIK3CA Pathway. *Clin Cancer Res* 2015; 21: 5360-70.
14. Wright AA, Howitt BE, Myers AP, Dahlberg SE, Palescandolo E, Van Hummelen P, et al. Oncogenic mutations in cervical cancer: genomic differences between adenocarcinomas and squamous cell carcinomas of the cervix. *Cancer* 2013; 119: 3776-83.
15. Tornesello ML, Annunziata C, Buonaguro L, Losito S, Greggi S, Buonaguro FM. TP53 and PIK3CA gene mutations in adenocarcinoma, squamous cell carcinoma and high-grade intraepithelial neoplasia of the cervix. *J Transl Med* 2014; 12: 255.
16. Spaans VM, Trietsch MD, Peters AA, Osse M, Haar N, Fleuren GJ, et al. Precise Classification of Cervical Carcinomas Combined with Somatic Mutation Profiling Contributes to Predicting Disease Outcome. *PLoS One* 2015; 10: e0133670.
17. Xiang L, Jiang W, Li J, Shen X, Yang W, Yanget G, et al. PIK3CA mutation analysis in Chinese patients with surgically resected cervical cancer. *Sci Rep* 2015; 5: 14035.

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายรังสีซีทีในการเปรียบเทียบเชิงปริมาณ

พรไพลิน ไพโรจน์สันติกุล^{1,2} สุพจน์ เอื้ออภิสัทธีวงศ์^{3,4*} ถวิกา แก้วเชื้อ^{3,4} และ มลฤดี เอกมหาชัย^{3,4}

Received: December 28, 2017

Revised: February 8, 2018

Accepted: February 22, 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรม Technetium Attenuation Correction for SPECT image หรือ TACS เพื่อเพิ่มคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ โดยการแก้ค่าการลดทอนรังสีเทคนิคเนียม-99เอ็ม ในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นในแต่ละพิกเซลจากภาพถ่ายรังสีซีที ที่ทำการสแกนในหุ่นจำลองดัดแปลงมาจาก PET-CT Phantom™ Model PET/CT/P ด้วยเครื่องสแกนภาพสเปกต์/ซีที ยี่ห้อ Siemens รุ่น Symbia T16 โดย source code แบบ iterative reconstruction 100 รอบ ที่เขียนเพื่อทำงานบนโปรแกรม MATLAB โดยจะนำภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่แก้ค่าการลดทอนรังสีด้วยโปรแกรม TACS มาเปรียบเทียบคุณภาพเชิงปริมาณกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่ได้แก้ค่า และแก้ค่าการลดทอนรังสีโดยโปรแกรม Syngo.via ของบริษัท Siemens และวิเคราะห์ทางสถิติด้วย paired t-test ผลการทดลองพบว่าการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อทำให้คุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ดีขึ้น คำนับวัดรังสีสูงขึ้นประมาณ 6 เท่าเมื่อเทียบกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่ได้แก้ค่าการลดทอนรังสี นอกจากนี้ค่า uniformity index บริเวณพื้นที่สนใจของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่แก้ค่าการลดทอนรังสีด้วยโปรแกรม TACS มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่ได้แก้ค่าและแก้ค่าการลดทอนรังสีด้วยโปรแกรม Syngo.via ($p < 0.001$) นอกจากนี้ค่า contrast ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่แก้ค่าการลดทอนรังสีโดยโปรแกรม TACS มีค่าต่ำแตกต่างกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจาก artifact ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยสรุปผลการศึกษาโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถคำนวณแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามควรมีการปรับปรุงเกี่ยวกับฟังก์ชันการใช้งานก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิกต่อไป

คำสำคัญ: ภาพถ่ายรังสีสเปกต์, การแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ, คุณภาพของภาพถ่ายรังสี

¹ นักศึกษาคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

² หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

³ หน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

⁴ ศูนย์เพชชีและไซโคลตรอน ในสังกัดศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

* ผู้รับผิดชอบบทความ



The development program for tissue attenuation correction of SPECT image by using CT image data in quantitative comparison

Phornpailin Pairodsantikul^{1,2}, Supoj Uapisitwong^{3,4*}, Tawika Kaewchur^{3,4} and Molrudee Ekmahachai^{3,4}

Abstract

The aim of this study was to develop the Technetium Attenuation Correction for SPECT image (TACS^①) software for improving the quality of SPECT image. The TACS^① was corrected the attenuation of Technetium-99m in tissues using linear attenuation coefficients from CT image. TACS^① was generated by MATLAB, and used iterative reconstruction of 100 iterations for the linear attenuation coefficient and attenuation correction. The SPECT and CT images used in software validation were performed in PET-CT PhantomTM model PET/CT/P was scanned by hybrid SPECT/CT (Symbia T16, Siemens). Paired t-test statistics were analyzed for quantitative comparison of SPECT images between attenuation corrected using TACS^①, non-corrected and attenuation corrected using Syngo.via. The results showed that the quality of SPECT images after tissue attenuation correction were improved. The average of radiation count in region of interests of SPECT image using TACS^① and using Syngo.via were increased approximately 6 times when compared with the non-corrected SPECT image. The uniformity index of SPECT image in ROI using TACS^① was decreased to zero ($p < 0.001$) when compared with non-corrected and attenuation corrected using Syngo.via. In addition, the contrast of SPECT image using TACS^① was significantly lower compared with non-corrected and attenuation corrected using Syngo.via ($p < 0.001$) due to increasing image artifacts from the reconstruction process. In conclusion, the TACS can accurately attenuation correction in tissues of SPECT image. However, the software should be developed for functionalities before clinical validation.

Keywords: SPECT image, Tissues attenuation correction, Image quality

¹ Graduate School, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

² Medical Physics Master Degree Program, Department of Radiology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai

³ Division of Nuclear Medicine, Department of Radiology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai

⁴ PET CT Center, The Center for Medical Excellence, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai

* Corresponding author: (e-mail: spapisitwong@gmail.com)

บทนำ

ปัจจุบันงานทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า และมีบทบาทต่อการตรวจวินิจฉัยและการรักษาโรคในทางคลินิกอย่างต่อเนื่อง โดยเครื่องสแกนภาพสเปกต์ (Single Photon Emission Computed Tomography: SPECT) เป็นเครื่องมือตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ชนิดหนึ่งที่มีความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งความถูกต้องในการตรวจวินิจฉัยโรคด้วยเครื่องสแกนภาพสเปกต์จะแปรผันตรงกับคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ได้ โดยปกติภาพถ่ายรังสีสเปกต์จะมีความละเอียดค่อนข้างต่ำ ทำให้การระบุตำแหน่งทางกายวิภาคของอวัยวะต่างๆ ทำได้ยาก ซึ่งปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ ได้แก่ การลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ การกระเจิงของรังสี เป็นต้น⁽¹⁻⁴⁾ ผลจากการลดทอนรังสีทำให้คุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ลดลง เนื่องจากสัญญาณรังสีที่ถูกนำมาประมวลผลในการสร้างภาพถ่ายรังสีสเปกต์ลดลง ทั้งจากระยะห่างของแหล่งกำเนิดรังสีในอวัยวะที่สนใจถึงหัววัดรังสีตามกฎผกผันระยะทางกำลังสอง และความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นตามความหนาของตัวกลางต่างๆ ในปัจจุบันวิธีแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อเป็นวิธีที่นิยมใช้เพื่อเพิ่มคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์⁽²⁾ โดยการนำค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น (linear attenuation coefficient) ที่ได้จากภาพถ่ายรังสีซีทีมาคำนวณค่าแก้การลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ ทำให้ค่านับวัดรังสีที่ตำแหน่งเป้าหมายมีความถูกต้องมากขึ้น และยังสามารถระบุตำแหน่งอวัยวะที่สนใจต่างๆ ในภาพถ่ายรังสีสเปกต์ซีทีได้อย่างถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

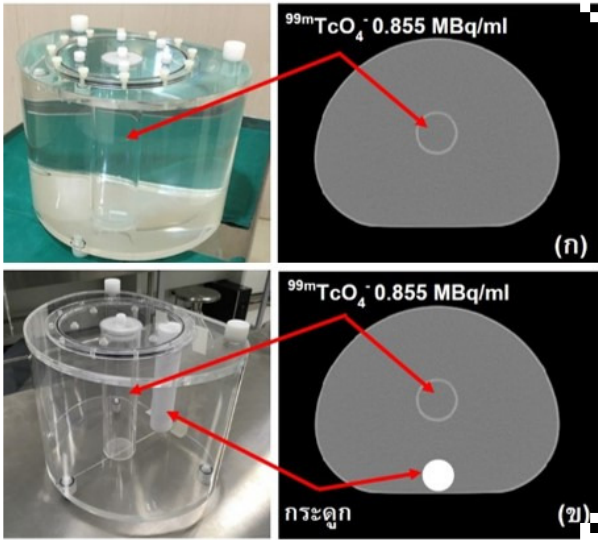
ส่วนใหญ่เครื่องสแกนภาพสเปกต์ในศูนย์เวชศาสตร์นิวเคลียร์ในโรงพยาบาลทั่วไปของประเทศไทยเป็นแบบเครื่องสแกนภาพสเปกต์เพียงอย่างเดียว ไม่ได้คำนึงถึงการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ โดยใช้โปรแกรม MATLAB เพื่อเพิ่มคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์

วัสดุและวิธีการ

1. การสแกนถ่ายภาพถ่ายภาพรังสีในหุ่นจำลอง

ทำการสแกนถ่ายภาพถ่ายภาพรังสีสเปกต์และภาพถ่ายรังสีซีทีในเงื่อนไข geometry เดียวกันของหุ่นจำลองน้ำทรวงอกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18.0 cm ซึ่งดัดแปลงมาจากหุ่นจำลอง PET-CT PhantomTM Model PET/CT/P และ Lung-Spine Phantom LidTM Model ECT/LUNG/I นำไฟล์ภาพถ่ายรังสีสเปกต์และภาพถ่ายรังสีซีทีมาใช้ทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 จัดให้มีแท่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0 cm สูง 18.0 cm ปริมาตร 300 ml อยู่ตำแหน่งกลางของหุ่นจำลอง และเติม $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ที่มีค่าความเข้มข้นกัมมันตภาพเท่ากับ 0.855 MBq/ml⁽⁵⁻⁶⁾ ส่วนพื้นหลังของหุ่นจำลองน้ำทรวงอกจะเติมเฉพาหน้าธรรมชาติแสดงในรูปที่ 1(ก) และแบบที่ 2 จัดวัสดุและความเข้มข้นกัมมันตภาพเช่นเดียวกับแบบที่ 1 แต่เพิ่มแท่งพลาสติกจำลองที่มีความหนาแน่นเท่ากับกระดูก โดยแท่งพลาสติกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0 cm สูง 17.0 cm วางไว้ชิดกับผนังด้านในของหุ่นจำลอง ดังแสดงในรูปที่ 1(ข)

ในการสแกนเพื่อถ่ายภาพถ่ายภาพรังสีสเปกต์และภาพถ่ายรังสีซีทีของหุ่นจำลองแต่ละแบบโดยใช้เครื่องสแกนภาพสเปกต์/ซีที ยี่ห้อ Siemens รุ่น Symbia T16 ซึ่งจะใช้เวลาในการสแกนถ่ายภาพถ่ายภาพรังสีสเปกต์ 20 วินาทีต่อ 1 projection จำนวนทั้งหมด 32 projection ในการหมุนของหัววัดรังสี 180 องศา หลังจากนั้นจะสแกนถ่ายภาพถ่ายภาพรังสีซีทีโดยใช้รังสีเอกซ์แรงดัน 130 kVp กำหนดความหนาสไลด์ 4.8 mm ซึ่งจะได้ไฟล์ภาพถ่ายรังสีสเปกต์ และไฟล์ภาพถ่ายรังสีซีทีของหุ่นจำลองใน 1 ชุด ข้อมูลมีจำนวน 81 สไลด์



รูปที่ 1 แสดงหุ่นจำลอง และภาพถ่ายรังสีซีที (ก) แบบที่ 1 และ (ข) แบบที่ 2

2. การออกแบบโปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ

โปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ถูกออกแบบให้มีความทำงาน 8 ขั้นตอนตามแผนผังดังแสดงในภาพที่ 2 โดยการทำงานเริ่มต้นจาก (1) การถ่ายโอนข้อมูลของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ และ (2) การถ่ายโอนข้อมูลของภาพถ่ายรังสีซีทีที่ได้สแกนแล้วเข้าสู่โปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อจากไฟล์โคดของภาพ จากนั้น (3) นำข้อมูลในภาพถ่ายรังสีซีทีซึ่งบรรจุค่าเลขพิกเซลมาคำนวณหาค่าเลขซีทีที่แสดงในสมการที่ 1

$$HU = (\text{pixel value} \times \text{rescale slope}) + \text{rescale intercept} \quad (1)$$

โดย pixel value คือ ค่าเลขพิกเซลของแต่ละพิกเซลในภาพ ซึ่งข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่บรรจุอยู่ในภาพถ่ายรังสีซีที

rescale slope คือ ค่าคงที่ที่ใช้ในการแปลงค่าเลขพิกเซลเป็นค่าเลขซีที

rescale intercept คือ ค่าคงที่ที่ใช้ในการแปลงค่าเลขพิกเซลเป็นค่าเลขซีที

ซึ่งค่า rescale slope และ rescale intercept มีค่าแตกต่างกันสำหรับเครื่องสแกนภาพซีทีแต่ละเครื่อง โดยภาพถ่ายรังสีซีทีที่ได้จากเครื่องสแกนสเปกต์/ซีที ยี่ห้อ Siemens รุ่น Symbia T16 มีค่า rescale slope เท่ากับ 1 และค่า rescale intercept เท่ากับ -1024

เมื่อได้ค่าเลขซีทีแล้ว (4) จะนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นของตัวกลางใดๆ (μ_x) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันแบบ bilinear⁽⁷⁻⁹⁾ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 และ 3 โดยจะแบ่งเป็น 2 กรณี ดังนี้

1) กรณีที่ตัวกลางมีค่าเลขซีทีน้อยกว่าหรือเท่ากับ ศูนย์ ($HU_x \leq 0$)

$$\mu_{x, HU_x \leq 0}(E) = \left[1 + \frac{HU}{1000} \right] \times \mu_w(E) \quad (2)$$

2) กรณีที่ตัวกลางมีค่าเลขซีทีมากกว่าศูนย์ ($HU_x > 0$)

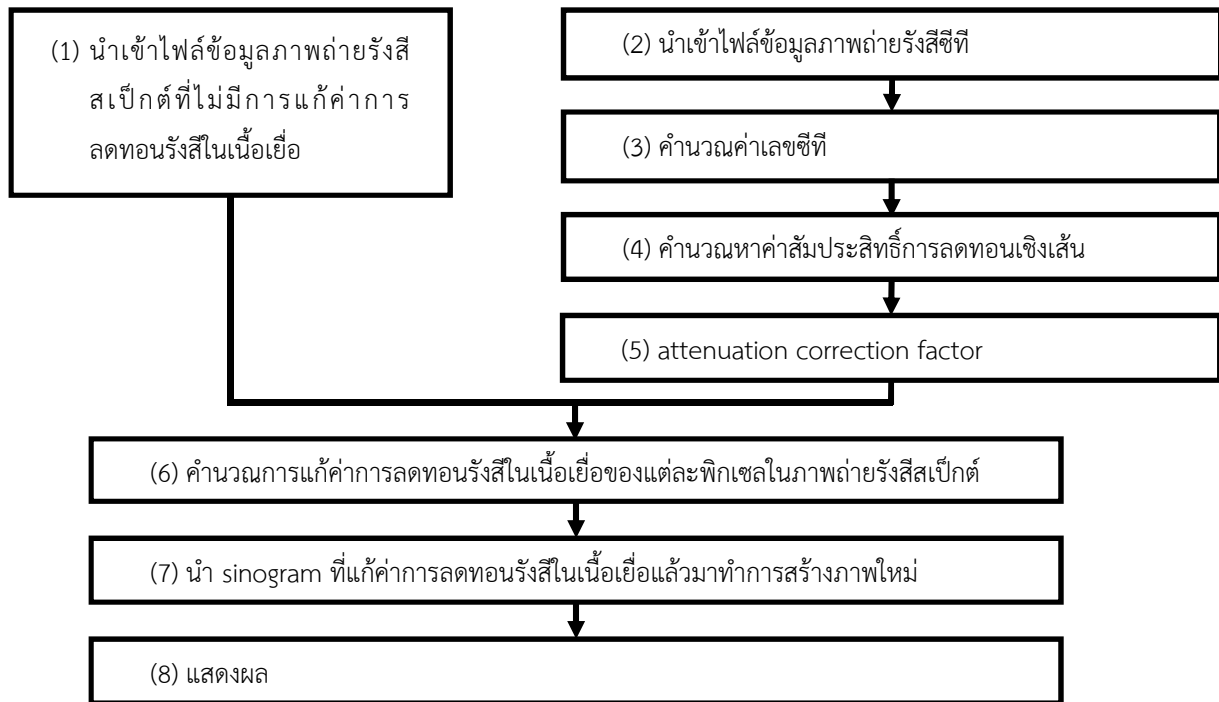
$$\mu_{x, HU_x > 0}(E) = \left[1 + \left(\rho_{CB} \times \frac{\mu_{CB}(E)}{\mu_w(E)} - 1 \right) \times \frac{HU_x}{HU_{CB}} \right] \times \mu_w(E) \quad (3)$$

โดย HU_{CB} คือค่าเลขซีทีของ cortical bone ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าการตั้งค่าของแต่ละเครื่อง

ρ_{CB} คือค่าความหนาแน่นเชิงมวลของ cortical bone

$\mu_{CB}(E)$ คือค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นของ cortical bone ที่พลังงาน E

$\mu_w(E)$ คือค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นของน้ำที่พลังงาน E



รูปที่ 2 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

ซึ่งสำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของสารกัมมันตรังสีเทคนิคนี้เทียม-99เอ็ม มีพลังงาน 140 keV จาก ICRP Publication 23⁸ cortical bone มีค่าความหนาแน่นเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นเท่ากับ 1.92 g/cm^3 และ 0.297 cm^{-1} ตามลำดับ และสำหรับน้ำมีค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นเท่ากับ 0.154 cm^{-1} หลังจากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นที่ได้ (5) มาคำนวณค่า attenuation correction factor ดังแสดงในสมการที่ 4

$$\text{attenuation correction factor} = e^{\mu x} \quad (4)$$

โดย μ คือสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นของแต่ละพิกเซลที่คำนวณได้จากภาพถ่ายรังสีซีที

x คือขนาดความกว้างของพิกเซล ซึ่งขนาดความกว้างของพิกเซลของภาพถ่ายรังสีซีทีที่ได้จากเครื่องสแกนสเปกต์/ซีที ยี่ห้อ Siemens รุ่น Symbia T16 มีค่าเท่ากับ 0.48 cm

แล้วนำค่า attenuation correction factor ที่ได้ (6) มาคำนวณแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ ดังแสดงในสมการที่ 5^(1,10-11) ซึ่งจะได้ (7) ผลลัพธ์ออกมาเป็น sinogram ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการ

แก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อแล้ว

โดย $P_{\text{cor}}(i, \theta)$ คือผลรวมของค่านับวัดรังสีของแต่ละพิกเซลในแถวที่ i และใน projection angle θ ที่คำนวณแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อแล้ว

$C_{i,j}$ คือค่านับวัดรังสีในภาพถ่ายรังสีสเปกต์ของพิกเซล i, j

$\mu_{i',j'}$ คือค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นของพิกเซล i', j'

x คือขนาดความกว้างของพิกเซล

นำภาพ sinogram ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อแล้วมาทำการสร้างภาพใหม่โดยใช้เทคนิค iterative ซึ่งจะใช้ฟังก์ชันสำเร็จรูปใน ASTRA Toolbox โดย algorithm ที่ใช้ในการสร้างภาพถ่ายทางรังสีเป็นแบบ Simultaneous Iterative Reconstruction Techniques (SIRT) ซึ่งในโปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อที่พัฒนาขึ้นนี้จะใช้จำนวนการวนซ้ำทั้งหมด 100 รอบ⁽¹²⁾ จากนั้น (8) แสดงผลภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อแล้ว โดย source code ของโปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อที่พัฒนาขึ้น และการคำนวณแก้ค่าการลด

ทอนรังสีในเนื้อเยื่อต่างๆ สามารถดูรายละเอียดได้จากนิพนธ์ต้นฉบับ⁽¹³⁾

เพื่อให้โปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อที่พัฒนาขึ้นมีวิธีการและขั้นตอนการใช้งานที่สะดวกต่อผู้ปฏิบัติงาน จะใช้ GUIDE ซึ่งเป็นเครื่องมือในโปรแกรม MATLAB ช่วยในการออกแบบหน้าต่างของโปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อให้เป็นแบบ Graphical User Interface (GUI)

3. การทดสอบการทำงานของโปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ

ทดสอบโปรแกรมตามจุดประสงค์ที่ออกแบบโดยใช้ไฟล์ภาพถ่ายรังสีสเปกต์และไฟล์ภาพถ่ายรังสีซีทีที่ได้จากการทดลองในหุ่นจำลอง นำเข้าและถ่ายโอนข้อมูลไฟล์ทั้งสองเข้าสู่โปรแกรม ทำการวิเคราะห์ข้อมูลค่านับวัดรังสีในแต่ละพิกเซลของภาพถ่ายรังสีสเปกต์และภาพถ่ายรังสีซีที การคำนวณหาค่าเลขซีที และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น การคำนวณแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์โดยใช้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นจากภาพถ่ายรังสีซีที และการแสดงผลเป็นรูปภาพที่สามารถดูเปรียบเทียบภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อในหน้าต่างเดียวกัน

4. การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ

วิธีการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นจากภาพถ่ายรังสีซีที จะใช้แบบจำลองเมทริกซ์ขนาด 3×3 ที่สมมติเป็นค่าเลขพิกเซลของตัวกลางต่างๆ ในโปรแกรม MATLAB โดยอ้างอิงจากภาพถ่ายรังสีซีทีที่ได้จากการสแกนถ่ายภาพจากเครื่องสแกนภาพสเปกต์/ซีที ยี่ห้อ Siemens รุ่น Symbia T16 ดังแสดงในรูปที่ 3

Model			Pixel value		
Bone	Bone	Air	1942	1956	0
Water	Tc-99m Water source	Water	973	998	1000
Air	Water	Air	0	1001	0

รูปที่ 3 แสดงแบบจำลองค่าพิกเซลที่ใช้ในการคำนวณตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

โดยจะทำการตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ค่าเลขซีที ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น และ attenuation correction factor ซึ่งคำนวณตามสมการที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะนำมาเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วยมือ

5. การตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ

คุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของหุ่นจำลองโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อและภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via ของบริษัท Siemens โดยกำหนดให้พื้นที่ของบริเวณที่สนใจมีขนาดเท่ากับ 12.57 cm² ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่จริงของแท่งทรงกระบอกที่บรรจุสารกัมมันตรังสีใน 6 พารามิเตอร์ คือ (1) การแสดงผลภาพถ่ายรังสีสเปกต์ ซึ่งจะเปรียบเทียบภาพถ่ายรังสีสเปกต์โดยการประเมินด้วยสายตา (visual evaluation) (2) ลักษณะ profile ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ (3) ค่านับวัดรังสีเฉลี่ย (4) ค่า %threshold ของขอบบริเวณที่สนใจในภาพถ่ายรังสีสเปกต์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละเทียบกับค่านับวัดรังสีสูงสุดของแต่ละภาพ (5) ค่า uniformity index สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6⁽¹⁴⁾ โดยค่านับวัดรังสีต่ำสุดสำหรับหุ่นจำลองแบบที่ 1 จะใช้ค่านับวัดรังสีในบริเวณจุดศูนย์กลางของวงกลม และสำหรับหุ่นจำลองแบบที่ 2 จะใช้ค่านับวัดรังสีต่ำสุดซึ่งเป็นบริเวณที่ถูกลดทอนด้วยตัวกลางกระดูก ซึ่งค่านับวัดรังสีต่ำสุดของหุ่นจำลองแต่ละแบบจะอยู่ในบริเวณที่สนใจเดียวกัน แล้วนำมา

เปรียบเทียบกับค่า uniformity index ที่อ้างอิงจากการตรวจสอบเพื่อควบคุมคุณภาพของเครื่องสแกนภาพสเปกต์ ซึ่งไม่ควรเกินร้อยละ 2

โดย uniformity index คือความสม่ำเสมอของค่านับวัดในบริเวณที่สนใจ

$\text{count}_{\max}$ คือค่านับวัดรังสีสูงสุดในบริเวณที่สนใจ

$\text{count}_{\min}$ คือค่านับวัดรังสีต่ำสุดในบริเวณที่สนใจ

และ (6) ค่า contrast จะหาค่านับวัดรังสีเฉลี่ยในบริเวณที่สนใจเปรียบเทียบกับค่านับวัดรังสีเฉลี่ยของพื้นหลัง โดยการกำหนดพื้นที่แสดงดังรูปที่ 4 และสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 7⁽¹⁵⁻¹⁶⁾

$$\text{uniformity index} = \frac{\text{count}_{\max} - \text{count}_{\min}}{\text{count}_{\max} + \text{count}_{\min}} \times 100 \quad (6)$$

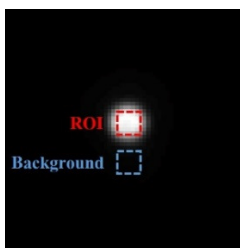
โดย contrast คือความคมชัดของภาพถ่ายรังสี

$\text{count}_{\text{ROI}}$ คือค่านับวัดรังสีในบริเวณที่สนใจ

area_{ROI} คือพื้นที่ของบริเวณที่สนใจ

$\text{count}_{\text{Background}}$ คือค่านับวัดรังสีในบริเวณใกล้เคียงของบริเวณที่สนใจหรือพื้นหลัง

$\text{area}_{\text{Background}}$ คือพื้นที่ของบริเวณใกล้เคียงของบริเวณที่สนใจหรือพื้นหลัง



รูปที่ 4 แสดงการกำหนดพื้นที่บริเวณที่สนใจและบริเวณพื้นหลังเพื่อคำนวณ contrast

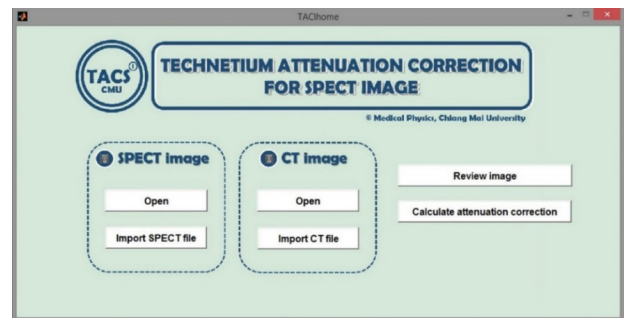
6. สถิติที่ใช้

ใช้สถิติ paired t-test ในการเปรียบเทียบค่า uniformity index, contrast, %threshold และค่านับวัดรังสีเฉลี่ยในบริเวณที่สนใจระหว่างภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการ

ลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ และภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via

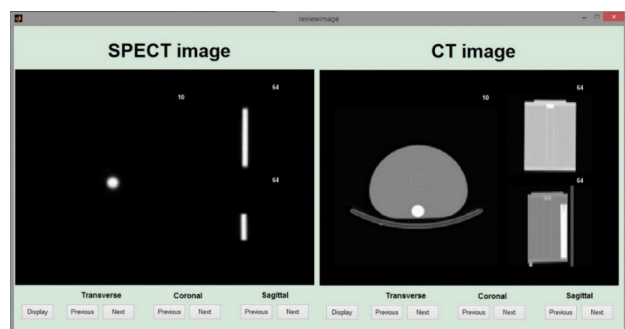
ผลการศึกษา

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้มีชื่อว่า Technetium Attenuation Correction for SPECT image หรือ TACS มีหน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรมหาดังแสดงในรูปที่ 5



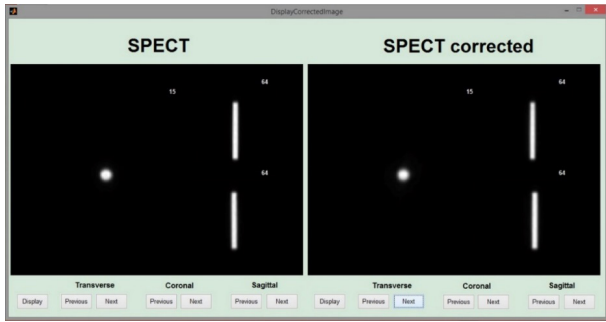
รูปที่ 5 แสดงหน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม TACS

การทำงานของโปรแกรมในหน้าต่างนี้เริ่มต้นด้วย (1) การนำเข้าไฟล์ภาพถ่ายรังสีสเปกต์และ (2) การนำเข้าไฟล์ภาพถ่ายรังสีซีทีผ่านโปรแกรม CERR⁽¹⁷⁾ ซึ่งเป็นไฟล์ไวดคอม แล้วแสดงภาพถ่ายรังสีสเปกต์และภาพถ่ายรังสีซีทีที่ได้นำเข้ามาดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงหน้าต่างแสดงภาพถ่ายรังสีสเปกต์และภาพถ่ายรังสีซีทีของโปรแกรม TACS

เมื่อคลิกที่ปุ่ม Calculate attenuation correction แล้ว โปรแกรมจะเริ่มขั้นตอน (3) การคำนวณค่าเลขซีที (4) ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น (5) ค่า attenuation correction factor และ (6) แก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์



รูปที่ 7 แสดงหน้าต่างแสดงผลของโปรแกรม TACS

แล้ว (7) ข้อมูลต่างๆ จะถูกนำไปประเมินผลในขั้นตอนการสร้างภาพ และ (8) แสดงผลในหน้าต่างแสดงผล ดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งจะแสดงภาพถ่ายรังสีสเปกต์ทั้งที่ไม่มีการแก้ค่าและมีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อแล้ว โดยสามารถดูภาพถ่ายรังสีสเปกต์ก่อนและหลังแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อเปรียบเทียบกันได้เลย และยังสามารถปรับเปลี่ยนเลือกดูสไลด์อื่นในแนวต่างๆ ได้อีกด้วย

1. ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ

การทดสอบการทำงานของโปรแกรม TACS โดยการใช้ไฟล์ภาพถ่ายรังสีสเปกต์และไฟล์ภาพถ่ายรังสีซีทีของหุ่นจำลอง พบว่า โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ที่ออกแบบไว้ ได้แก่ การนำเข้าไฟล์ภาพถ่ายรังสีสเปกต์และไฟล์ภาพถ่ายรังสีซีทีที่เข้าสู่โปรแกรม การวิเคราะห์ข้อมูลค่านับวัดรังสีในแต่ละพิกเซลของภาพถ่ายรังสีสเปกต์และภาพถ่ายรังสีซีที การคำนวณหาค่าเลขซีที และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น การคำนวณแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ โดยใช้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นจากภาพถ่ายรังสีซีที การแสดงผลเป็นรูปภาพและเปรียบเทียบภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าและมีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ แต่พบว่าระยะเวลาในการทำงานของโปรแกรมค่อนข้างมาก ยกตัวอย่างเช่น การแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ของหุ่นจำลอง 1 ชุด ข้อมูล ซึ่งมีจำนวน 81 สไลด์ โปรแกรม TACS จะใช้เวลาในการทำงานประมาณ 1 ชั่วโมง เป็นต้น

2. ผลการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ

ความถูกต้องในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นจากภาพถ่ายรังสีซีทีของโปรแกรม TACS โดยใช้แบบจำลองเมทริกซ์ขนาด 3x3 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

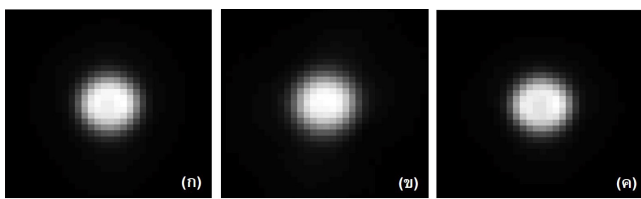
ตารางที่ 1 แสดงผลการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นจากภาพถ่ายรังสีซีทีในแต่ละขั้นตอน

ตัวกลาง	ค่าเลขพิกเซล	ค่าเลขซีที			ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น			attenuation correction factor		
		คำนวณด้วยโปรแกรม	คำนวณด้วยมือ	%diff	คำนวณด้วยโปรแกรม	คำนวณด้วยมือ	%diff	คำนวณด้วยโปรแกรม	คำนวณด้วยมือ	%diff
อากาศ	0	-1024	-1024	0	0.0000	0.0000	0	1.0000	1.0000	0
น้ำ	973	-51	-51	0	0.1463	0.1463	0	1.0728	1.0728	0
	998	-26	-26	0	0.1501	0.1501	0	1.0747	1.0747	0
	1000	-24	-24	0	0.1504	0.1504	0	1.0749	1.0749	0
	1001	-23	-23	0	0.1505	0.1505	0	1.0749	1.0749	0
กระดูก	1942	918	918	0	0.2632	0.2632	0	1.1346	1.1346	0
	1956	932	932	0	0.2648	0.2648	0	1.1356	1.1356	0

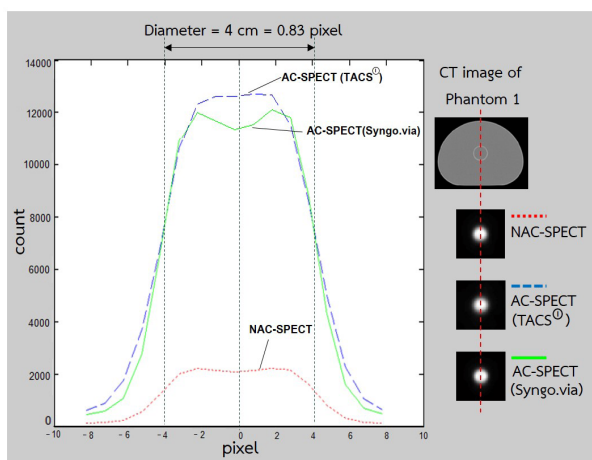
จากผลการตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณพบว่า โปรแกรมนี้สามารถคำนวณค่าเลขชี้ที่ ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น และค่า attenuation correction factor ได้อย่างถูกต้องและตรงตำแหน่งข้อมูลเดิมในแต่ละพิกเซลของตัวกลางนั้นๆ ในภาพ

3. ผลการตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ

การตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ของหุ่นจำลองที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ โดยโปรแกรม TACS ที่พัฒนาขึ้นจะนำมาเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ และภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via โดยได้ผลการเปรียบเทียบการแสดงผลของภาพถ่ายรังสีสเปกต์แสดงดังรูปที่ 8 และ 10

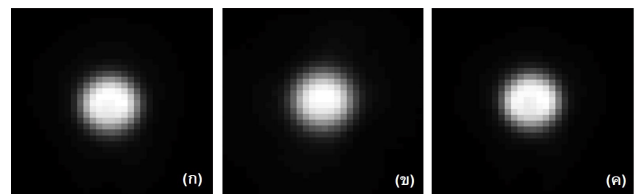


รูปที่ 8 แสดงภาพถ่ายรังสีสเปกต์ของหุ่นจำลองแบบที่ 1 ในแนวระนาบ (ก) ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสี (ข) แก้ค่าการลดทอนรังสีโดยโปรแกรม TACS (ค) แก้ค่าการลดทอนรังสีโดยโปรแกรม Syngo.via

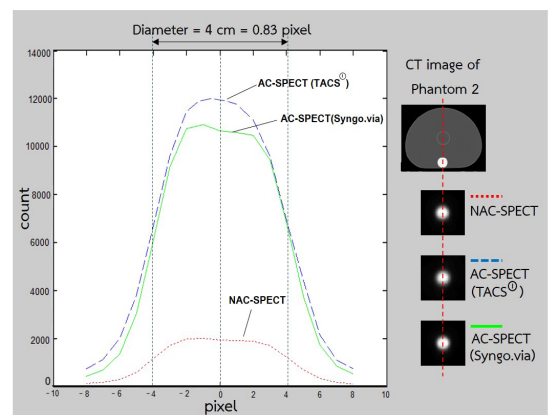


รูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบ profile ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ของหุ่นจำลองแบบที่ 1

ในรูปที่ 8 แสดงภาพถ่ายรังสีสเปกต์เปิดกึ่งของหุ่นจำลองแบบที่ 1 จากการประเมินด้วยสายตา พบว่าภาพถ่ายรังสีสเปกต์เปิดกึ่งที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อมีความเข้มในบริเวณศูนย์กลางของวงกลมน้อยกว่าบริเวณขอบ (ก) ในขณะที่ภาพถ่ายรังสีสเปกต์เปิดกึ่งที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS (ข) มีความเข้มในบริเวณศูนย์กลางของวงกลมเพิ่มขึ้น แต่พบว่าเกิด artifact บริเวณรอบๆ วงกลมเพิ่มขึ้นด้วย สำหรับภาพถ่ายรังสีสเปกต์เปิดกึ่งที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via (ค) มีความเข้มในบริเวณศูนย์กลางของวงกลมน้อยกว่าบริเวณขอบของวงกลมคล้ายกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์เปิดกึ่งที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ และมี artifact บริเวณรอบๆ วงกลมน้อยกว่าภาพถ่ายรังสีสเปกต์เปิดกึ่งที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ profile ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์เปิดกึ่งของหุ่นจำลองแบบที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 9 ซึ่งพบว่าเมื่อมีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อจะทำให้ค่านับวัดรังสีสูงกว่าเมื่อไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อประมาณ 6 เท่า



รูปที่ 10 แสดงภาพถ่ายรังสีสเปกต์ของหุ่นจำลองแบบที่ 2 ในแนวระนาบ (ก) ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสี (ข) แก้ค่าการลดทอนรังสีโดยโปรแกรม TACS (ค) แก้ค่าการลดทอนรังสีโดยโปรแกรม Syngo.via



รูปที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบ profile ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ของหุ่นจำลองแบบที่ 2

ในรูปที่ 10 แสดงภาพถ่ายรังสีสเปกต์ของหุ่นจำลองแบบที่ 2 พบว่าการเพิ่มแท่งตัวกลางกระดูกในหุ่นจำลองน้ำทำให้มีการลดทอนรังสีที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งค่านับวัดรังสีในบริเวณขอบของวงกลมด้านที่ใกล้กับแท่งตัวกลางกระดูกจะมีค่าน้อยกว่าขอบของวงกลมอีกด้านหนึ่ง (ก) ในขณะที่ภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีโดยโปรแกรม TACS (ข) จะมีค่านับวัดบริเวณศูนย์กลางของวงกลมและขอบของวงกลมเพิ่มขึ้น ซึ่งความเข้มมีความสม่ำเสมอมากกว่า สำหรับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via (ค) พบว่าการกระจายของความเข้มในบริเวณพื้นที่วงกลมมีลักษณะคล้ายกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ ซึ่งผลสอดคล้องกับ profile ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ในหุ่นจำลองแบบที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 11 และพบว่าเมื่อมีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อจะทำให้ค่านับวัดรังสีสูงกว่าเมื่อไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อประมาณ 6 เท่าเช่นกัน

ในตารางที่ 2 และ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบคุณภาพจากพารามิเตอร์ต่างๆ ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ ภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS และโปรแกรม Syngo.via พบว่าการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS ทำให้ค่านับวัดรังสีเฉลี่ยในบริเวณที่สนใจในภาพของหุ่นจำลองแบบที่ 1 และ 2 มีค่าสูงที่สุด ซึ่งมากกว่าที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ 6 เท่า และมีค่าใกล้เคียงกับการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via และจากการตรวจสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยค่า $p\text{-value} < 0.0001$

การเปรียบเทียบค่า %threshold ของขอบของบริเวณที่สนใจในภาพถ่ายรังสีสเปกต์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละเทียบกับค่านับวัดรังสีสูงสุดของแต่ละภาพ พบว่าค่า %threshold ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งบ่งชี้ว่าบริเวณขอบของวงกลมมีความคมชัดมากกว่า ดังแสดงใน profile ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ในรูปที่ 9 และ 11 จะเห็นว่าเส้นกราฟของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS ตั้งแต่บริเวณเส้นประที่แสดงขนาดของวงกลมขึ้นไปมีความชันมากกว่าเส้นกราฟของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via และจากการตรวจสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยค่า $p\text{-value} < 0.0001$ ในขณะที่ภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อและภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via มีค่า %threshold ใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเปรียบเทียบค่า uniformity index ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ ภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS และโปรแกรม Syngo.via ของหุ่นจำลองแบบที่ 1 มีค่าเท่ากับ 4.0269 ± 0.7480 , 0.4950 ± 0.2082 และ 3.6987 ± 0.7684 ตามลำดับ และในหุ่นจำลองแบบที่ 2 มีค่า uniformity index เท่ากับ 7.6141 ± 1.1946 , 0.7799 ± 0.3199 และ 6.6978 ± 1.1601 ตามลำดับ ซึ่งค่า uniformity index ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS มีค่าน้อยที่สุด บ่งชี้ว่าค่านับวัดรังสีในบริเวณที่สนใจมีความสม่ำเสมอสูง และยังมีค่าอยู่ในช่วงไม่เกินค่าอ้างอิงร้อยละ 2 ของการควบคุมคุณภาพของเครื่องสแกนภาพสเปกต์ และจากการตรวจสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยค่า $p\text{-value} < 0.0001$

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบคุณภาพจากพารามิเตอร์ต่างๆ ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ของหุ่นจำลองแบบที่ 1

	ค่านับวัดรังสีเฉลี่ย ($\pm$ SD)	% Threshold($\pm$ SD)	Uniformity index($\pm$ SD)	Contrast ($\pm$ SD)
NAC-SPECT	2858.88 $\pm$ 29.74	74.33 $\pm$ 0.98	4.0269 $\pm$ 0.7480	0.9606 $\pm$ 0.0028
AC-SPECT (TACS ^①)	16609.72 $\pm$ 184.03	71.84 $\pm$ 1.05	0.4950 $\pm$ 0.2082	0.9599 $\pm$ 0.0027
AC-SPECT (Syngo.via)	15968.63 $\pm$ 158.21	73.79 $\pm$ 0.91	3.6987 $\pm$ 0.7684	0.9682 $\pm$ 0.0024
<i>p-value</i>				
AC-SPECT(TACS ^①) & NAC-SPECT	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.4916
AC-SPECT(TACS ^①) & AC-SPECT(Syngo.via)	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
NAC-SPECT & AC-SPECT(Syngo.via)	< 0.0001	0.1266	0.2458	< 0.0001

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบคุณภาพจากพารามิเตอร์ต่างๆ ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ของหุ่นจำลองแบบที่ 2

	ค่านับวัดรังสีเฉลี่ย ($\pm$ SD)	% Threshold($\pm$ SD)	Uniformity index ($\pm$ SD)	Contrast ($\pm$ SD)
NAC-SPECT	2678.30 $\pm$ 32.32	74.79 $\pm$ 1.03	7.5141 $\pm$ 1.1946	0.9548 $\pm$ 0.0032
AC-SPECT (TACS ^①)	15628.29 $\pm$ 214.12	71.85 $\pm$ 0.92	0.7799 $\pm$ 0.3199	0.9536 $\pm$ 0.0031
AC-SPECT (Syngo.via)	14862.52 $\pm$ 179.50	74.18 $\pm$ 1.01	6.6978 $\pm$ 1.1801	0.9630 $\pm$ 0.0026
<i>p-value</i>				
AC-SPECT(TACS ^①) & NAC-SPECT	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.3058
AC-SPECT(TACS ^①) & AC-SPECT(Syngo.via)	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
NAC-SPECT & AC-SPECT(Syngo.via)	< 0.0001	0.1109	0.0702	< 0.0001

การเปรียบเทียบค่า contrast ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ ภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS และโปรแกรม Syngo.via ของหุ่นจำลองแบบที่ 1 และ 2 พบว่าเมื่อแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS แล้วมีค่า contrast น้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับการแสดงผลของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ นั่นคือ artifact ที่เกิดขึ้นรอบๆ วงกลมที่บรรจุสารกัมมันตรังสีมีผลทำให้ contrast ของภาพลดลง และมีค่า contrast ใกล้เคียงกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via มีค่า contrast สูงกว่า

อย่างมีนัยสำคัญกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อและภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS

วิจารณ์ผลการศึกษา

Technetium Attenuation Correction for SPECT image เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์โดยใช้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นจากภาพถ่ายรังสีซีที โดยทำงานร่วมกับโปรแกรม MATLAB และ CERR ในการศึกษาี้แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นของเนื้อเยื่อต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง และตรงตำแหน่งพิกเซลเดิมของตัวกลาง

ต่างๆ แต่การทำงานของโปรแกรมยังใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างนาน เนื่องจากจำนวนสไลด์ของภาพมีจำนวนมาก เช่น การแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ 1 ชุดข้อมูล ซึ่งมีจำนวน 81 สไลด์ โปรแกรม TACS ใช้เวลาในการคำนวณแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ การสร้าง sinogram และการสร้างภาพโดยใช้เทคนิค iterative ทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง เป็นต้น ซึ่งจากบทความของ Bruyant PP⁽¹⁸⁾ กล่าวว่า การสร้างภาพโดยใช้เทคนิค iterative ใช้เวลามากกว่าเทคนิค analytic แต่คุณภาพของภาพที่ได้ดีกว่า ซึ่งระยะเวลาในการสร้างภาพสามารถเลือกใช้คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงเพื่อลดระยะเวลาการทำงานของโปรแกรมในการสร้างภาพลงได้

ในการเปรียบเทียบ profile ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ พบว่าการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS มีค่านับวัดรังสีเฉลี่ยสูงกว่าภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าและมีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยค่า $p\text{-value} < 0.0001$ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Römer W และคณะ⁽⁵⁾ พบว่าการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายรังสีซีทีจะช่วยเพิ่มคุณภาพให้ภาพถ่ายรังสีสเปกต์ ทำให้อ่านค่ารังสีในบริเวณที่ถูกลดทอนของภาพถ่ายรังสีสเปกต์มีค่าเพิ่มขึ้น และภาพถ่ายรังสีสเปกต์มีความคมชัดเพิ่มขึ้น เห็นความแตกต่างของ target และ background ได้ชัดเจนขึ้น

นอกจากนี้ค่า uniformity index จากสมการที่ 6 ภาพที่มีความสม่ำเสมอของค่านับวัดในบริเวณที่สนใจควรมีค่า uniformity index เท่ากับ 0 ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS มีค่า uniformity index น้อยที่สุด บ่งชี้ว่าค่านับวัดรังสีในบริเวณที่สนใจมีความสม่ำเสมอสูง และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยค่า $p\text{-value} < 0.0001$

แต่พบว่า ค่า contrast ของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม TACS มีค่าต่ำที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อโดยโปรแกรม Syngo.via ซึ่งจะเห็นค่าความแตกต่างได้ไม่ชัดเจนมากนัก โดยค่า contrast ที่ต่ำลงนั้นเป็นผลมาจากการสร้างภาพถ่ายรังสีสเปกต์ซึ่งทำให้เกิด artifact รอบๆ บริเวณที่สนใจเพิ่มขึ้น

สำหรับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อจากโปรแกรม Syngo.via นั้นมี profile ค่า uniformity index และค่า contrast คล้ายกับภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ไม่มีการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ และมีค่านับวัดรังสีต่ำกว่าภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่ได้จากการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อจากโปรแกรม TACS ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งอาจจะมีสาเหตุอื่นมาเกี่ยวข้อง เช่น การใช้ filter ในการลด artifact ในภาพ หรือ algorithm ที่ใช้ในการสร้างภาพ เป็นต้น

สรุปผลการศึกษา

TACS เป็นโปรแกรมแก้ค่าการลดทอนของรังสีในภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนจากภาพถ่ายรังสีซีทีมาทำงานร่วมกับโปรแกรม MATLAB โดยสามารถใช้งานได้ ทั้งการนำเข้าไฟล์ภาพถ่ายรังสีสเปกต์ และไฟล์ภาพถ่ายรังสีซีที การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณรังสีในแต่ละพิกเซล การคำนวณแก้ค่าการลดทอนในเนื้อเยื่อของภาพถ่ายรังสีสเปกต์โดยใช้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนจากภาพถ่ายรังสีซีที การแสดงผลเป็นรูปภาพและเปรียบเทียบภาพถ่ายรังสีสเปกต์ที่แก้ค่าและยังไม่ได้แก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อ และการแก้ค่าการลดทอนรังสีในเนื้อเยื่อจะช่วยเพิ่มคุณภาพของภาพถ่ายรังสีสเปกต์ แต่สำหรับการทำงานจริงยังต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมต่อไป เช่น มีการปรับปรุงฟังก์ชันการใช้งานให้ตรงตามจุดประสงค์และสะดวกยิ่งขึ้น การเพิ่ม filter เพื่อลด artifact และช่วยเพิ่ม contrast ของภาพให้ดีขึ้น รวมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้มีการประมวลผลเร็วขึ้น เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

1. Habib Z and Bruce H. Determination of the attenuation map in emission tomography. *J Nucl Med* 2003; 44: 291–315.
2. Mark TM. Recent advances in SPECT imaging. *J Nucl Med* 2007; 48: 661–73.
3. Raza H, Jadoon LK, Mushtaq S, Jabeen A, Maqbool M, Ain MU, et al. Comparison of non-attenuation corrected and attenuation corrected myocardial perfusion SPECT. *EJRN* 2016; 47(3): 783-92.
4. Sharma P, Patel CD, Karunanithi S, Maharjan S, Malhotra A. Comparative accuracy of CT attenuation-corrected and non-attenuation-corrected SPECT myocardial perfusion imaging. *Clin Nucl Med* 2012; 37(4): 332-8.
5. Römer W, Fiedler E, Pavel M, Pfahlberg A, Hothorn T, Herzog H, et al. Attenuation correction of SPECT images based on separately performed CT. *Nuklearmedizin* 2005; 44: 20-8.
6. Zeintl J, Vija AH, Yahil A, Hornegger J, Kuwert T. Quantitative accuracy of clinical ^{99m}Tc SPECT/CT using ordered-subset expectation maximization with 3-dimensional resolution recovery, attenuation, and scatter correction. *J Nucl Med* 2010; 51(6): 921-8.
7. Bai C, Shao L, Da Silva AJ, Zhao Z. A generalized model for the conversion from CT numbers to linear attenuation coefficients. *IEEE Trans Nucl Sci* 2003; 50(5): 1510-5.
8. Snyder W, Cook M, Nasset E, Karhausen L, Howells G, Tipton I. ICRP Publication 23: report of the task group on reference man. Elmsford, NY: International Commission on Radiological Protection. 1975.
9. Brown S, Bailey DL, Willowson K, Baldock C. Investigation of the relationship between linear attenuation coefficients and CT Hounsfield units using radionuclides for SPECT. *Appl Radiat Isot* 2008; 66(9): 1206-12.
10. Oliveira M, Seren M, Rocha F, Brunetto S, Ramos C, Button V, et al. Attenuation correction effects on SPECT/CT procedures: Phantoms studies. Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2013 35th Annual International Conference of the IEEE; 2013: IEEE.
11. Zakaria Z, Jaafar NH, Yazid NAM, Mansor MSB, Rahiman MHF, Rahim RA, editors. Sinogram concept approach in image reconstruction algorithm of a Computed Tomography System using MATLAB. Computer Applications and Industrial Electronics (ICCAIE), 2010 International Conference on; 2010: IEEE.
12. Van Hemelryck Tessa WS, Maggie G, Joost BK, Jan S. The implementation of iterative reconstruction algorithms in MATLAB: Master's thesis, Department of industrial sciences and technology, University college of Antwerp, Belgium; 2007.
13. Phornpailin Pairodsantikul. The Development Program for Tissue Attenuation Correction of SPECT Image by Using CT Image Data in Quantitative Comparison [Master's thesis]. Chiang Mai: Chiang Mai University; 2560
14. AAPM, Quantitation of SPECT Performance. AAPM Report No. 52, 1995.
15. Ibrahim E S, Nadia L H, Hazem M D and Rizk A M. Evaluation of varying acquisition parameters on the image contrast in SPECT studies. *IJRRAS* 2012; 13 (2): 485-91.

16. Ibrahim S , Mattar E and Ashour A. Contrast evaluation for a dual head SPECT system with different energy peaking-drift. Egyptian J Nucl Med 2011; 4(1): 50-9.
17. Deasy JO, Blanco AI, Clark VH. CERR: a computational environment for radiotherapy research. Med Phys 2003; 30(5): 979-85.
18. Bruyant PP. Analytic and iterative reconstruction algorithms in SPECT. J Nucl Med 2002; 43(10): 1343-58.

ความตรงเชิงเนื้อหาและความเชื่อมั่นของชุดรหัสหลักของบัญชีสากลเพื่อการจำแนกการทำงาน ความพิการ และสุขภาพฉบับปรับปรุงสำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม (ภาษาไทย) ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม

รจณี หมั่นตรวจ^{1,2}, รุ่งทิพย์ พันธุมธากุล^{2,3}, พรณี ปิงสุวรรณ^{2,3*}

Received: January 14, 2018

Revised: March 20, 2018

Accepted: March 22, 2018

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงโดยการทดสอบซ้ำของแบบประเมิน International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) core sets ฉบับปรับปรุง (ภาษาไทย) สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม วิธีการศึกษาคณะผู้วิจัยได้รวบรวมชุดรหัส ICF ที่มีความจำเพาะ (core set) สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเสื่อมโดยอ้างอิงจากงานวิจัยในอดีต ได้เชื่อมโยงรหัสกับฉบับภาษาไทย และปรับปรุงเพิ่มเติมในหมวดประเมินปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม รวบรวมได้ทั้งหมด 33 รหัส การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ใช้วิธีการคำนวณดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การทดสอบความเที่ยงโดยการประเมินซ้ำ 2 ครั้ง ศึกษาในอาสาสมัครผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมในเขตพื้นที่อำเภอหนึ่งในจังหวัดร้อยเอ็ด อายุระหว่าง 50-80 ปี อายุเฉลี่ย 67.50 ± 7.5 ปี จำนวน 36 คน (เพศหญิง 34 คน) ผลการศึกษาพบว่าแบบประเมิน ICF core set สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเสื่อมมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ Item-CVI = 1 ทุกข้อ เมื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับอยู่ระดับดีเยี่ยม (excellent) และความเที่ยงโดยการทดสอบซ้ำมีความน่าเชื่อถือสูง โดยคะแนนความน่าเชื่อถือหมวดการทำงานของร่างกาย ICC = 0.90 (95%CI: 0.81 - 0.95, p -value < 0.001) หมวดกิจกรรมและการมีส่วนร่วม ICC = 0.92 (95%CI: 0.90 - 0.95, p -value < 0.001) และหมวดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมมีความน่าเชื่อถือระดับที่ยอมรับได้ ICC = 0.67 (95%CI: 0.49 - 0.81, p -value < 0.001) สรุปผลการศึกษาแบบประเมิน ICF core sets ฉบับปรับปรุง (ภาษาไทย) สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมมีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับดีเยี่ยม และมีความเที่ยงที่มีความน่าเชื่อถือสูงของหมวดการทำงานของร่างกาย และหมวดกิจกรรมและการมีส่วนร่วม อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ทดสอบกับอาสาสมัครในเขตชนบท การศึกษาในอนาคตควรศึกษาในบริบทของชุมชนและสังคมวัฒนธรรมต่างๆ เพื่อเพิ่มการสนับสนุนโดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์

คำสำคัญ: ชุดรหัสหลักของบัญชีสากลเพื่อการจำแนกการทำงาน ความพิการ และสุขภาพ, ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม, ความตรง, ความเที่ยง

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² สายวิซายากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ กลุ่มวิจัยปวดหลัง ปวดคอ และปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้รับผิดชอบบทความ



Content validity and reliability of the modified international classification of functioning, disability and health (ICF) core set for osteoarthritis (Thai version) in patients with knee osteoarthritis

Rotjane Mantrud^{1,2}, Rungthip Puntumetakul^{2,3}, Punnee Peungsuwan^{2,3*}

Abstract

The objectives of this study are to develop the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) core set for knee osteoarthritis (OA) in a Thai version, and to examine the content validity and test-retest reliability. The ICF core set for OA, English language was selected and modified as Thai version ICF. Three 3 assessors who have professional education and skill were consultants for appropriate Thai language of the ICF core set for OA. Thirty-six patients with knee OA aged average 67.50 ± 7.5 years (34 females) who were living in the district of Roi-et province were completely asked and assessed the ICF core set for OA for the test-retest reliability test. The results showed that testing the content validity index was 1 of all items and of overall scale was excellent. There were significantly high reliability for body function domains (ICC= 0.90, 95%CI: 0.81 - 0.95), and activity and participations domains (ICC = 0.92, 95%CI: 0.90- 0.95), p -value<0.001. Environment factors domains was significantly moderated reliability (ICC = 0.67, 95%CI: 0.49 - 0.81). Conclusion, the modified ICF core set for knee OA in a Thai version showed the good content validity and reliability; however, this ICF core set for OA assessment studied only rural community for Thai patients with knee OA. Further study needs to be supported by more empirical evidence in various sociocultural contexts.

Keywords: ICF, Osteoarthritis, Reliability, Validity

¹ Master Degree Student, School of Physical Therapy. Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Thailand

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

³ School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Thailand

*Corresponding author: (e-mail: ppunne@kku.ac.th)

บทนำ

การตรวจประเมินความสามารถตามประเภทความพิการโดยใช้คู่มือ International classification of functioning, disability and health (ICF) หรือที่เรียกว่า ชุดรหัสหลักของบัญชีสากลเพื่อการจำแนกความพิการ การทำงานและสุขภาพ กำลังเป็นที่นิยมเพราะเป็นกลุ่มรหัสข้อมูลที่บ่งชี้สภาวะสุขภาพและความเป็นอยู่ของคนคนหนึ่งอย่างครอบคลุมเพื่อนำไปสู่การวางแผนการดูแลที่ตอบสนองความต้องการของคนพิการได้ตรงจุดกว่าการระบุโรคตาม International Classification of Diseases and Related Health Problem (ICD) ปัจจุบันสถานพยาบาลต่างๆ บันทึกการวินิจฉัยโรคด้วยรหัส ICD ซึ่งแสดงให้เห็นสถานะของความเจ็บป่วยเท่านั้น ในปี พ.ศ. 2543 องค์การอนามัยโลกได้ให้การรับรองรหัส ICF เพื่อใช้เป็นภาษามาตรฐานสำหรับการสื่อสารข้อมูลด้านสถานะสุขภาพระหว่างผู้เกี่ยวข้อง ทั้งในด้านสาธารณสุขและสังคม รวมทั้งสามารถใช้เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างประเทศได้ ดังนั้นการบันทึกข้อมูลด้วยรหัส ICF ร่วมกับรหัส ICD จะสามารถแสดงภาพรวมของสถานะสุขภาพของประชากรได้เป็นอย่างดี⁽¹⁾

ICF สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเสื่อม หรือเรียกว่า ICF core sets for osteoarthritis ในปี ค.ศ. 2004 Dreinhofer K และคณะ⁽²⁾ ได้รวบรวมรหัส ICF ที่แสดงถึงปัญหาการทำงานของผู้ป่วยโรคข้อเสื่อมด้วยกระบวนการตัดสินใจ (Process of decision making) และการสังเคราะห์หลักฐาน จากการศึกษาที่ผ่านมาโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการรักษาผู้ป่วยโรคข้อเสื่อม ICF จึงเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงอาการทางคลินิกในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมได้ เนื่องจากแบบประเมินนี้มีข้อความขององค์ประกอบด้านสุขภาพที่ครบถ้วนทุกมิติ⁽³⁾ กล่าวคือ สามารถประเมินทั้งปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและส่วนบุคคล หากนำไปใช้ในการประเมินผู้ป่วยจะทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปวางแผนการดูแลผู้ป่วยแบบองค์รวมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ปัจจุบัน ICF มีการพัฒนาเพื่อนำไปใช้เฉพาะโรคเรียกว่า ICF core sets เป็นชุดรหัสหลักสำหรับการเก็บข้อมูลสุขภาพในแต่ละโรคได้แก่ ไขสันหลังบาดเจ็บ (spinal cord injury)⁽⁴⁾

โรคข้อรูห์มาตอยด์ (rheumatoid arthritis)⁽⁵⁾ กลุ่มความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูก (musculoskeletal disorders) คือ โรคกระดูกพรุน osteoporosis⁽⁶⁾ ankylosing spondylitis⁽⁷⁾ และมีชุดรหัสสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเสื่อม (osteoarthritis)^(2,8) ด้วย แต่แบบประเมินชุดรหัสหลักสำหรับผู้ป่วยโรคข้อเสืมนี้อย่างยังไม่มีการพัฒนาเป็นฉบับภาษาไทย ปี ค.ศ. 2003 Weigl และคณะ⁽⁹⁾ ได้ทำการศึกษา ICF โรคข้อเสื่อมโดยการเลือกรหัสที่มีความสอดคล้องกับแบบประเมิน Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) ซึ่งเป็นแบบประเมินที่จำเพาะสำหรับผู้ป่วยข้อสะโพกและเข่าเสื่อม พบว่า ICF มีรหัส 29 ชุดสอดคล้องกับแบบประเมิน WOMAC จึงถือได้ว่า ICF ใช้เป็นแบบรายงานภาวะสุขภาพของผู้ป่วยได้ ในปีต่อมา ค.ศ. 2004 Dreinhofer และคณะ⁽²⁾ ศึกษาแบบประเมิน ICF core sets สำหรับโรคข้อเสื่อมได้รายงานผลการศึกษาจากการตัดสินใจอย่างเป็นทางการและกระบวนการค้นหามติในการบูรณาการหลักฐานที่รวบรวมจากการศึกษาเบื้องต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ในรายละเอียดนั้นประกอบด้วยรหัสการประเมินทุกข้อต่อทั้งร่างกายบนและล่างและโครงสร้างของร่างกายที่เกี่ยวข้อง เมื่อพิจารณารายละเอียดของชุดรหัสการประเมินพบว่า ข้อคำถามไม่ได้จำเพาะเจาะจงกับโรคข้อเสื่อมบางข้อ สำหรับแบบประเมิน ICF core set ของ Weigl และคณะ เป็นแบบประเมินที่มีความจำเพาะสำหรับโรคข้อเข่าเสื่อมมากกว่าเนื่องจากมีการเชื่อมโยงกับ WOMAC เป็นรายชื่อ อย่างไรก็ตามแบบประเมินนี้ไม่มีการประเมินหมวดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมตามแบบของ ICF ฉบับสมบูรณ์ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงคิดว่าควรมีการพัฒนา ICF core set ของ Weigl และคณะ โดยเพิ่มเติมปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมตามแบบของ ICF จะช่วยให้ตอบปัญหาสุขภาพได้ทุกมิติ การศึกษานี้จึงได้พัฒนาแบบประเมิน ICF core set สำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมที่รวบรวมครบทุกมิติซึ่งประกอบด้วย หมวดการทำงานของร่างกาย หมวดกิจกรรมและการมีส่วนร่วม และหมวดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ICF แปลเป็นภาษาไทยในปี พ.ศ. 2548⁽³⁾ โดยศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ กรมการแพทย์ และ ICF ฉบับภาษาไทยได้เผยแพร่ให้นำไปใช้บุคลากรด้านสาธารณสุขใช้ แต่ยังไม่แพร่หลายเนื่องจาก

มีปัญหาความเข้าใจและไม่จำเพาะกับโรคที่นำไปใช้ ดังนั้นแบบประเมิน ICF จึงได้พัฒนาขึ้นใหม่เพื่อเป็นคู่มือประเมินความสามารถประเภทความพิการ เช่น พิการทางการเห็น การได้ยิน และการเคลื่อนไหว เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการนำแบบประเมิน ICF ฉบับภาษาไทยที่ใช้สำหรับผู้ป่วยจำเป็นต้องมีการตรวจสอบการใช้ภาษาให้เหมาะสมและคำนึงถึงบริบทของแต่ละสังคมหรือชุมชนนั้นๆ ด้วย

การศึกษาที่ผ่านมา ICF core sets สำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม ได้กำหนดเชื่อมโยงกับแบบประเมินมาตรฐานสากลที่มีความจำเพาะกับโรคข้อเสื่อมแล้วซึ่งเป็นฉบับภาษาอังกฤษ⁽⁹⁾ อนึ่งแบบประเมินที่ได้จัดทำขึ้นจากชนชาติตะวันตกซึ่งเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ที่แตกต่างกับชาวเอเชียหรือไทย ซึ่งมีความแตกต่างด้านสังคมวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม⁽¹⁰⁾ การนำแบบประเมิน ICF core sets สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเสื่อมมาใช้ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมคนไทยจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงความเหมาะสมของเครื่องมือ โดยเฉพาะความเหมาะสมของภาษาไทยก่อนการนำไปใช้ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความเที่ยงโดยการทดสอบซ้ำ (test-retest reliability) ของแบบประเมิน ICF core sets ฉบับปรับปรุง (ภาษาไทย) สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม

วัสดุและวิธีการ

การศึกษานี้ทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงของแบบประเมินชุดรหัสหลักของบัญชีสากลเพื่อการจำแนกความพิการ การทำงานและสุขภาพฉบับสำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อมหรือ ICF core sets สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมโครงการวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นเลขที่โครงการ HE592025

1. การทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รายข้อและทั้งฉบับของแบบประเมิน ICF core set ฉบับภาษาไทย สำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม

เพื่อทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา คณะผู้วิจัยได้รวบรวมชุดรหัสที่มีความจำเพาะสำหรับใช้ในการประเมิน

ผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมจากการศึกษาของ Weigl และคณะ⁽⁹⁾ ในปี 2003 มีความสอดคล้องกับแบบประเมิน WOMAC ทั้งหมด 29 รหัส นำรหัสทั้งหมดเชื่อมโยงกับรหัส ICF ฉบับภาษาไทย ประกอบด้วย หมวดการประเมินด้านการทำงานของร่างกาย (body function) 6 รหัส และด้านกิจกรรมและการมีส่วนร่วม (activity and participation) 23 รหัส แต่ไม่มีรหัสที่สอดคล้องกับการประเมินปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (environment factor) คณะผู้วิจัยจึงรวบรวมชุดรหัสที่ประเมินปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 17 รหัส โดยอ้างอิงจาก Dreinhofer และคณะ⁽²⁾ รวมทั้งหมด 46 รหัส สำหรับแบบประเมิน ICF ฉบับภาษาไทยนำมาจากฉบับแปลเป็นภาษาไทยของกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขปี 2548 เมื่อรวบรวมเป็นฉบับภาษาไทยแล้วจึงนำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงของเนื้อหา ICF สำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม (ภาษาไทย) โดยผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอาจารย์กายภาพบำบัด 2 คน และนักกายภาพบำบัด 1 คน มีประสบการณ์ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมมากกว่า 5 ปี ประเมินเนื้อหา รายข้อ คำนวณดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รายข้อและทั้งฉบับโดยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ คำนวณจากสูตร

$I-CVI = a / njude$ เมื่อ

$I-CVI$ = ดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ

a = จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินข้อคำถามในระดับสอดคล้อง (ประเมินระดับ 3 และ 4)

$njude$ = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ความเที่ยงตรงเนื้อหาทั้งฉบับคำนวณจากสูตร

$S-CVI = \Sigma I-CVI / p$ เมื่อ

$S-CVI$ = ค่าเฉลี่ยดัชนีสอดคล้องของเครื่องมือวัดทั้งฉบับ

$\Sigma I-CVI$ = ผลรวมของค่า $I-CVI$

p = จำนวนข้อคำถาม

และได้ปรับปรุงแบบประเมินตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยได้ตัดรหัส ICF ในหมวดการทำงานของร่างกาย 1 รหัสตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญได้แก่ b298 “ความรู้สึกเจ็บปวดที่ได้รับบาดเจ็บและอื่นที่ไม่ได้ระบุรายละเอียด” เนื่องจากมีคำถามซ้ำที่ประเมินอาการปวดเหมือนกันได้แก่ b28016 “อาการปวดตามข้อต่อ” ซึ่งมีความชัดเจนเข้าใจง่ายและตรงตามอาการของข้อเข่าเสื่อม

มากกว่า ส่วนในหมวดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมได้ตัดบางรหัส ออกคงไว้จำนวน 8 รหัสจาก 17 รหัส ประกอบด้วยรหัส e150, e155, e310, e340, e355, e540, e575, และ e580 จำนวน 9 ข้อที่ตัดออกเป็นคำถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ และเทคโนโลยี เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่และการเดิน การทำงาน และในชีวิตประจำวัน จากการสังเกตและ วิเคราะห์พบว่า แนวปฏิบัติของระบบสาธารณสุขไทยได้ ให้การสนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวกที่เป็นอุปกรณ์ เครื่องช่วยเดินแก่ผู้ป่วยทุกคน โดยเฉพาะอาสาสมัครที่เข้า ร่วมโครงการนี้ และการสอบถามอาจจะเกิดความเกรงใจ ที่จะให้คะแนนในข้อเหล่านี้ จึงอาจเป็นเหตุทำให้ได้คำตอบ ไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดของ ICF การศึกษานี้จึงได้แบบ ประเมิน ICF ฉบับปรับปรุงสำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม (ฉบับ ภาษาไทย) รวมทั้งหมด 33 รหัส

2. การทดสอบแบบประเมิน ICF core set ฉบับปรับปรุง ภาษาไทยสำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม

คัดเลือกผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่มีลักษณะใกล้เคียง กับกลุ่มตัวอย่างที่จะนำแบบประเมินนี้ไปใช้สอบถาม ความเที่ยง โดยมีอายุระหว่าง 50-80 ปี การศึกษาและ อาชีพเหมือนกัน และอยู่ในชุมชนเดียวกันด้วย จำนวน 10 เพื่อทดสอบความเข้าใจภาษาของอาสาสมัครในการใช้แบบ ประเมิน ICF ฉบับปรับปรุง (ภาษาไทย) จำนวน 33 รหัสนี้ โดยผู้วิจัยถามเป็นรายข้อ ถ้าอาสาสมัครมีความเข้าใจและ สามารถเลือกตอบคำถามได้ถือว่าข้อนั้นผ่านถ้าอาสาสมัคร ไม่เข้าใจข้อคำถาม ผู้วิจัยต้องอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้สื่อ ความหมายที่ชัดเจนจนอาสาสมัครเข้าใจและสามารถเลือก ตอบคำถามได้ จากนั้นผู้วิจัยคำนวณร้อยละความเข้าใจ ภาษาของอาสาสมัครรายข้อ โดยการสันนิษฐาน (assump- tion) ว่า ถ้ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80 ของข้อคำถาม ทั้งหมด ถือว่าสามารถนำไปใช้ได้ถ้าน้อยกว่าร้อยละ 80 แสดงว่าไม่ผ่าน ผู้วิจัยจะปรับปรุงข้อคำถามที่ไม่เข้าใจนั้น โดยการเพิ่มคำอธิบายแต่ละข้อคำถามเพื่อสื่อความหมาย ให้ชัดเจน และมีความเข้าใจข้อคำถามตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปทุกคน ผลการทดสอบพบว่าอาสาสมัครสามารถเข้าใจ คำถามและตอบคำถามได้ร้อยละ 98.75 (ระหว่างร้อยละ 80 - 100) คณะผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้แบบประเมินนี้ ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การทดสอบความเที่ยงของแบบประเมิน ICF ฉบับปรับปรุง (ภาษาไทย) สำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม

จำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 36 คน เป็นผู้ป่วยโรค ข้อเข่าเสื่อมในเขตพื้นที่อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ดขนาด กลุ่มตัวอย่างได้อ้างอิงจากการศึกษาที่ผ่านมาของ Johanson และ Brooks (2010)⁽¹²⁾ ซึ่งแนะนำให้ใช้ กลุ่มตัวอย่างเริ่มตั้งแต่ 30 คน

เกณฑ์คัดเข้าคือ มีอายุระหว่าง 50-80 ปี มีประวัติ พบแพทย์เป็นโรคข้อเข่าเสื่อม หรือมีลักษณะตามเกณฑ์ทาง คลินิกของ American college of Rheumatology (ACR) ปี ค.ศ. 1986⁽¹¹⁾ คือมีอาการปวดเข่าร่วมกับลักษณะอื่นๆ อย่างน้อย 3 ใน 6 ข้อดังนี้ 1) อายุมากกว่า 50 ปี 2) อาการ ข้อฝืดขัดในตอนเช้า น้อยกว่า 30 นาที 3) พบเสียงในข้อ ต่อขณะมีการเคลื่อนไหว 4) พบจุดกดเจ็บบริเวณข้อ 5) รูปร่าง ของกระดูกข้อมีลักษณะใหญ่ผิดปกติ 6) คลำบริเวณเข่า ไม่รู้สึกร้อน และไม่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีภาวะข้อเข่าเสื่อม จากสาเหตุอื่นๆ เช่น ข้อเสื่อมจากรูมาตอยด์ ข้อเสื่อมจาก อุบัติเหตุ เป็นต้น หรือมีอาการปวดเข่าจากสาเหตุอื่น เช่น หมอนรองกระดูกหรือกระดูกสันหลังส่วนล่างผิดปกติ และ ไม่เป็นผู้ที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าทั้งสองข้างหรือ ข้างใดข้างหนึ่ง หรือได้รับการผ่าตัดอื่นๆ ที่ส่งผลต่อภาวะ สุขภาพของผู้ป่วย และไม่เป็นผู้มีการรับรู้บกพร่อง อาสาสมัครแต่ละรายจะได้รับการประเมินด้วยแบบประเมิน ICF ประเมินซ้ำ 2 ครั้ง เวลาห่างกัน 1 สัปดาห์โดยผู้วิจัย 1 คนซึ่งเป็นนักกายภาพบำบัด

แบบประเมิน ICF มี 33 รหัส ประกอบด้วย 3 หมวดได้แก่ 1) หมวดการทำงานของร่างกาย 5 รหัส 2) หมวดกิจกรรมและการมีส่วนร่วม 20 รหัส แต่ละข้อมี คะแนน 0 (ไม่เป็นปัญหา/สิ่งกีดขวาง/อุปสรรค) ถึง 4 คะแนน (เป็นปัญหา/สิ่งกีดขวาง/อุปสรรคอย่างสมบูรณ์) หรือคะแนน 8 หมายถึง กรณีข้อมูลไม่เพียงพอ และ 9 กรณี ที่ไม่เกี่ยวข้อง 3) หมวดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมมี 8 รหัส แต่ละรหัสมีคะแนน 9 ระดับคือ -4 (เป็นปัญหา/สิ่งกีด ขวาง/อุปสรรคอย่างสมบูรณ์) ถึง +4 (ไม่เป็นปัญหา/สิ่งกีด ขวาง/อุปสรรค) หรือคะแนน 8 กรณีที่ข้อมูลไม่เพียงพอ และ 9 กรณีที่ไม่เกี่ยวข้อง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน คำนวณดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยวิธี item content validity index (I-CVI) เป็นการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 3 คนที่ให้ความเห็นสอดคล้องระดับ 3 หรือ 4 สูตรของ $I-CVI = \text{จำนวนผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นที่สอดคล้องกัน} / \text{จำนวนผู้เชี่ยวชาญ}$ ค่า I-CVI ควรเท่ากับ 1 (Lynn, 1986) และดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ คำนวณค่า content validity for overall scale (S-CVI) จากสูตร $S-CVI = \sum I-CVI / P$ คือ คำนวณจากผลรวมของค่า I-CVI ทุกข้อหารด้วยจำนวนข้อทั้งหมด ค่าที่ได้ควรมีค่าตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป การศึกษาความเที่ยงในการทดสอบซ้ำ (test-retest reliability) ของแบบประเมิน ICF นี้ ใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (intra-class correlation

coefficient หรือ ICC) โมเดล 3, k (ICC 3, k) ยอมรับความผิดพลาดที่ $p\text{-value} < 0.05$ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 16

ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีอาสาสมัครโรคข้อเข่าเสื่อมเข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 36 คน อายุเฉลี่ย 67.50 ± 7.5 ปี ช่วงอายุระหว่าง 52-80 ปี ส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง 34 คน คิดเป็นร้อยละ 94.4 มีดัชนีมวลกายเฉลี่ย 25.95 ± 5.05 กิโลกรัม/เมตร² ระดับการศึกษาประถมศึกษามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 94.4 ส่วนมากไม่ได้ประกอบอาชีพหรือเป็นแม่บ้านร้อยละ 52.6 อาสาสมัครมีอาการเข่าเสื่อมทั้งสองข้างร้อยละ 39.5 มีอาการปวดเข่าเฉลี่ยมากกว่า 3 ปีร้อยละ 73.7 และมีระดับอาการปวด VAS เฉลี่ย 4.86 ± 0.9 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร

คุณลักษณะทั่วไป	จำนวนคน (ร้อยละ)
อายุเฉลี่ย (ปี)	67.50 ± 7.5^a
- BMI (กิโลกรัม/เมตร ²)	25.95 ± 5.05^a
ระดับความเจ็บปวด (VAS)	4.86 ± 0.899^a
เพศ, หญิง	34 (94.4)
ระดับการศึกษา	
- ประถมศึกษา	34 (94.4)
- มัธยมศึกษาตอนต้น	2 (5.6)
อาชีพ	
- กรรมกร, เกษตรกรรม, คนงาน	16 (44.4)
การปวดเข่า (ข้างซ้าย/ขวา/ทั้งสองข้าง)	12 (31.6) / 9 (23.7) / 15 (39.5)
ระยะเวลามีอาการปวดเข่า	
- มากกว่า 3 เดือน น้อยกว่า 1 ปี	5 (13.1)
- 1 – 3 ปี	3 (7.9)
- มากกว่า 3 ปี	28 (73.7)

^a คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รายข้อของแบบประเมิน ICF ฉบับปรับปรุง (ภาษาไทย) สำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม แสดงในตารางที่ 2 แบบประเมิน ICF นี้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ Item-CVI = 1 ทุกข้อ จากข้อคำถามทั้งหมด 33 รหัส ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ 3 คน แสดงความคิดเห็นตรงกัน คือ ตอบข้อ 3 (ค่อนข้างสอดคล้อง) หรือ 4 (สอดคล้องมาก) ส่วนมากตอบสอดคล้องมากที่สุดคือตอบ 4 ทั้ง 3 คน 21 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 63.6 เมื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับอยู่ระดับดีเยี่ยม (excellent) ค่า S-CVI มีค่าเท่ากับ 1

ความเที่ยงในการทดสอบซ้ำของแบบประเมิน ICF นี้ ในการประเมินครั้งที่ 1 และ 2 มีความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำ แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยค่า ICC ดังตารางที่ 3 มีความน่าเชื่อถือสูง โดยคะแนนความน่าเชื่อถือ หมวดการทำงานของร่างกาย หมวดกิจกรรมและหมวดการมีส่วนร่วม ICC มีค่า 0.90 (95%CI: 0.81-0.94) และ 0.92 (95%CI: 0.90-0.95) ตามลำดับ ส่วนหมวดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมมีความน่าเชื่อถือในระดับที่ยอมรับได้ ICC มีค่า 0.67 (95%CI: 0.49 - 0.81)

ตารางที่ 2 แสดงดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ (item content validity) ของแบบประเมิน ICF ฉบับปรับปรุง (ภาษาไทย) สำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม

รหัส ICF	ข้อคำถามภาษาไทย	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			Item-CVI
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
b134	การทำงานของกรนอนหลับ	3	4	4	3/3=1
b28016	อาการปวดตามข้อต่อ	4	4	4	3/3=1
b7603	การทำงานของแขนหรือขาในการพยุงตัว	4	4	3	3/3=1
b7800	ความรู้สึกว่ากล้ามเนื้อตึงแข็ง	4	4	4	3/3=1
b7808	ความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหวที่ได้ระบุรายละเอียดอื่นๆ	4	4	4	3/3=1
d4100	การนอนลง	3	4	4	3/3=1
d4101	การนั่งยองๆ	4	4	4	3/3=1
d4102	การนั่งคุกเข่า	4	4	4	3/3=1
d4103	การนั่ง	4	4	4	3/3=1
d4105	การก้มตัว	3	4	4	3/3=1
d4150	การคงท่านอน	4	4	3	3/3=1
d4153	การคงท่านั่ง	4	4	3	3/3=1
d4154	การคงท่ายืน	4	4	4	3/3=1

ตารางที่ 2 แสดงดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (item content validity) ของแบบประเมิน ICF ฉบับปรับปรุง (ภาษาไทย) สำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม (ต่อ)

รหัส ICF	ข้อความภาษาไทย	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			Item-CVI
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
d4400	การหิบบของขึ้นมา	4	4	4	3/3=1
d450	การเดิน	4	4	4	3/3=1
d4502	การเดินบนพื้นที่มีลักษณะแตกต่างกัน	4	4	4	3/3=1
d4551	การปีน	3	4	4	3/3=1
d4600	การเคลื่อนที่ภายในบ้าน	4	3	3	3/3=1
d4602	การเคลื่อนที่ภายนอกบ้านและตัวอาคารอื่นๆ	4	3	3	3/3=1
d5101	การทำความสะอาดร่างกายทั้งหมด	4	4	4	3/3=1
d530	การใช้ห้องน้ำ	4	4	4	3/3=1
d5402	การสวมรองเท้า	3	4	4	3/3=1
d5403	การถอดรองเท้า	3	4	4	3/3=1
d6200	การซื้อของ	4	4	4	3/3=1
d640	การทำงานบ้าน	4	4	3	3/3=1
e150	ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับแบบสิ่งก่อสร้างและการก่อสร้างและเทคโนโลยีในการก่อสร้างอาคารสำหรับใช้สาธารณะ	4	4	4	3/3=1
e155	ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับแบบสิ่งก่อสร้างและการก่อสร้างและเทคโนโลยีในการก่อสร้างอาคารสำหรับใช้ส่วนตัว	4	4	4	3/3=1
e310	ครอบครัวใกล้ชิด	4	4	4	3/3=1
e340	ผู้ให้การดูแลส่วนบุคคลและผู้ช่วยเหลือส่วนบุคคล	4	4	4	3/3=1
e355	ผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพ	4	4	4	3/3=1
e540	บริการระบบและนโยบายด้านการขนส่ง	4	4	4	3/3=1
e575	บริการระบบและนโยบายของความช่วยเหลือทั่วไปทางสังคม	4	4	4	3/3=1
e580	บริการระบบและนโยบายสุขภาพ	4	4	4	3/3=1

ตารางที่ 3 ความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำแสดงโดยค่า Intraclass correlation coefficient (ICC) ของแบบประเมิน ICF ฉบับปรับปรุง (ภาษาไทย) สำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อม

ICF	ICC	95%CI	P-value
หมวดการทำงานของร่างกาย	0.90	0.81 - 0.95	0.0001*
หมวดกิจกรรมและการมีส่วนร่วม	0.92	0.90 - 0.95	0.0001*
หมวดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม	0.67	0.49 - 0.80	0.0001*

คือ $p < 0.001$

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การใช้แบบสอบถาม ICF core set กับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมมีความเป็นไปได้ด้วยพื้นฐานของกฎการเชื่อมโยง การเชื่อมโยงข้อคำถามโยงเป็นข้อๆ ของแบบสอบถาม ICF กับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมได้เกือบทั้งหมด 33 ข้อ ข้อคำถามและคำอธิบายของแบบสอบถาม ICF core set มีเพียงบางข้อที่อาจจะไม่สื่อชัดเจน เนื่องจากการใช้ภาษาตามแบบของ ICF ซึ่งเป็นคำถามภาพรวม ไม่ได้จำเพาะเจาะจงกับความบกพร่องของสุขภาพเหมือนกับแบบสอบถามของ WOMAC และ Lequesne-Algofunctional index ซึ่ง ICF จากต้นฉบับภาษาไทย มีบางข้อเมื่อถามคำถามแล้วไม่สื่อความหมายชัดเจน จึงต้องอธิบายและยกตัวอย่างเพิ่มเติม เช่น รหัส b134 ถามเกี่ยวกับ “การทำงานของกรนอนหลับ” ข้อคำถามนี้ผู้ป่วยไม่เข้าใจ ผู้วิจัยต้องอธิบายเพิ่มเติมว่าอาการปวดรบกวนการนอนหลับหรือไม่ เป็นต้น สำหรับรหัส d530 “การใช้ห้องน้ำ” พบว่า ผู้ป่วยมีปัญหาความยากลำบากในการใช้ห้องน้ำระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 69.4 ปัญหาเกิดจากผู้ป่วยนั่งยองๆ ลำบาก เนื่องจากอาสาสมัครเกือบทั้งหมดใช้ห้องน้ำแบบส้วมซึม บางคนแก้ปัญหาการใช้ห้องน้ำโดยการนั่งบนส้วม ยกพื้นส้วมให้สูง หรือการใช้เก้าอี้สุขา จึงทำให้ผู้ป่วยสามารถใช้ห้องน้ำแบบส้วมซึมได้ตามปกติ และเมื่อถามความต้องการการปรับสภาพห้องน้ำพบว่าผู้ป่วยส่วนมากต้องการปรับห้องน้ำให้เหมาะสมสำหรับรหัส e580 “บริการระบบและนโยบายสุขภาพ”

เป็นคำถามที่เป็นภาษาราชการ ผู้วิจัยต้องอธิบายเพิ่มเติม เช่น เคยไปพบแพทย์ด้วยอาการปวดเข่าหรือไม่ ซึ่งแสดงถึงการเข้าถึงการบริการด้านสุขภาพ ประเด็นเหล่านี้ น่าจะสรุปได้ว่า การแปลภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยของแบบประเมิน ICF โดยการใช้การแปลแบบคำต่อคำจากต้นฉบับ ทำให้การสื่อความหมายไม่ชัดเจน และการเสริมคำอธิบายรายข้อจึงเป็นสิ่งจำเป็นมาก ในการศึกษาพบว่า การสื่อความหมายของแบบประเมินที่ใช้สอบถามอาสาสมัครยังมีอุปสรรคซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ การแปลภาษาจากต้นฉบับภาษาอังกฤษคำต่อคำ และข้อคำถามบางข้อที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินให้เกณฑ์ 3 และ 4 แต่ไม่สามารถใช้สื่อสารกับผู้ป่วยได้ เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญได้อ้างอิงคำถามจากต้นฉบับภาษาอังกฤษเช่นกัน ซึ่งในการศึกษานี้พบปัญหาหลายข้อรหัสที่ต้องอธิบายเพิ่ม อนึ่ง การใช้แบบประเมินกับอาสาสมัครที่อยู่ภูมิลำเนาชนบทหรือในเมือง น่าจะมีความแตกต่างในความเข้าใจข้อคำถามของแบบประเมินได้ เนื่องจากอาสาสมัครใช้การสื่อสารด้วยภาษาถิ่น โดยเฉพาะในผู้สูงอายุซึ่งอาจจะไม่เข้าใจภาษาไทย และการศึกษานี้อาสาสมัครเข้าร่วมโครงการมีระดับการศึกษาสูงสุดมัธยมศึกษาตอนต้น ส่วนใหญ่จบระดับประถม ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อความเข้าใจภาษาของแบบประเมิน ICF การศึกษาของ Weigl และคณะ⁽⁹⁾ ได้ให้ข้อสังเกตในการเปรียบเทียบแบบประเมินของ WOMAC กับ ICF กล่าวคือ การถามเกี่ยวกับ การขึ้น-ลงรถยนต์หรือรถประจำทาง

เมื่อเชื่อมโยงกับ ICF ใช้รหัส d498 “การเคลื่อนที่ (mobility)” มีความหมายใกล้เคียงกัน จึงควรให้ข้อมูลเสริมเพิ่มขึ้นเพื่อทำการเชื่อมโยงกันได้ และคำถามเกี่ยวกับอาการฝืดขัดของข้อเข่าในตอนเช้า (morning stiffness) เป็นข้อกำหนดหนึ่งของการตรวจประเมินสำหรับภาวะข้อเข่าเสื่อมของ ACR แต่ใน ICF ไม่มีคำถามเช่นนี้ ดังนั้นคำถามที่ใกล้เคียงคือ รหัส b7808 “การรับรู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว ที่ได้รับบุรุษละเอียดอื่น (sensation of muscles and movement functions, other specific)” สำหรับคำถาม รหัส b7800 “ความรู้สึกว่ากล้ามเนื้อตึงแข็ง (sensation of muscle stiffness)” ซึ่ง Weigl และคณะ เสนอแนะว่าคำถามรหัส b7808 เกี่ยวข้องกับโครงสร้างจึงเหมาะสมกว่ากล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามทั้ง 2 คำถามนี้มีความสัมพันธ์กัน ควรพิจารณาความถูกต้องอย่างระมัดระวัง ในการศึกษาวิจัยได้นำทั้ง 2 คำถามนี้ไปทดสอบในอาสาสมัครพบว่าได้คำตอบเหมือนกัน เพราะความเข้าใจของอาสาสมัครคิดว่าเป็นคำถามเหมือนกัน แม้ว่าแบบสอบถามของ ICF ส่วนใหญ่สามารถเชื่อมโยงกันได้กับแบบสอบถาม WOMAC แต่ไม่สามารถทดแทนกันได้ทั้งหมด แบบสอบถาม ICF ให้ประโยชน์มากในการเสริมข้อมูลสำหรับแบบสอบถามที่มีอยู่แล้ว เช่น WOMAC และ Lequesne-Algofunctional index สำหรับ ICF สามารถนำไปอธิบายได้จริงในความบกพร่องด้านกิจกรรมและการทำงานของร่างกายของประชากรที่ศึกษา ดังนั้นแบบสอบถาม ICF จะช่วยเพิ่มความสามารถในการศึกษาทางคลินิกเชิงเปรียบเทียบการประยุกต์ ICF และการวัดสภาวะสุขภาพแสดงให้เห็นประโยชน์ของ ICF ในการปฏิบัติทางคลินิก การสอน และการวิจัยต่อไป

Dreinhofer และคณะ⁽²⁾ ได้รายงานผลการศึกษจากการตัดสินใจอย่างเป็นทางการและกระบวนการฉันทามติโดยผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ICF core set สำหรับข้อเสื่อม พบว่ามีข้อจำกัดเกี่ยวกับความคิดเห็นแตกต่างกัน เนื่องจากกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญที่แตกต่างกัน โดยสมาชิกส่วนใหญ่เป็นคนตะวันตก มุมมองด้านวัฒนธรรมอาจมองข้ามหรือไม่แสดงให้เห็นชัดเจน เช่น ผู้ป่วยข้อสะโพกและข้อเข่าเสื่อมอาจจะมีผลกระทบความสามารถในการ

เข้าร่วมในพิธีทางศาสนาในบางภูมิภาคหนึ่งของโลก ซึ่งผู้เชี่ยวชาญไม่ได้คำนึงถึงเรื่องนี้เลย ดังนั้นจึงต้องเน้นความสำคัญของความถูกต้องครบถ้วน (extensive validity) ของ ICF core sets สำหรับ ICF ฉบับแรก ซึ่งได้จากผู้เชี่ยวชาญและประเทศที่แตกต่างกัน ควรนำ ICF core sets ฉบับแรกนี้ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับผู้ป่วยในคลินิกหรือภูมิภาคที่แตกต่างกัน ข้อจำกัดของการศึกษานี้คืออาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัยอยู่ภูมิภาคละเนาชนบทและมีระดับการศึกษาสูงสุดมัธยมต้น ส่วนใหญ่จบระดับประถม ซึ่งอาจจะเป็นข้อจำกัดด้านความเข้าใจ การสื่อสารทางภาษาของแบบประเมิน ICF ประเด็นสำคัญในการใช้ ICF ฉบับภาษาไทย ผู้ใช้โดยเฉพาะบุคลากรด้านสาธารณสุขต้องศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำอธิบายความหมายแต่ละรหัสของข้อคำถามและคำตอบก่อนนำไปใช้ แม้ว่าคณะผู้วิจัยจะมีความเข้าใจแบบประเมินภาษาไทยแต่ผู้วิจัยยังต้องเสริมคำอธิบายนอกเหนือจากคำถามเดิม และใช้การสื่อสารเป็นภาษาท้องถิ่นกับอาสาสมัครเพื่อให้การสื่อสารชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายขึ้น คณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำคู่มือการใช้แบบประเมินขึ้นเพื่อความสะดวกของผู้ใช้ ข้อเสนอแนะสำหรับการนำแบบประเมินไปใช้ต่อไป ต้องคำนึงถึงบริบทของสังคมผู้ป่วยในแต่ละพื้นที่ แม้ว่าสังคมและวัฒนธรรมไทยอาจจะไม่แตกต่างกันมาก นอกจากนี้การตอบคำถามของแบบประเมิน ICF ขึ้นยังอยู่กับความรู้สึกพึงพอใจของผู้ป่วยเองด้วย⁽²⁾ ดังนั้น การศึกษาในอนาคตในการนำแบบประเมิน ICF ฉบับภาษาไทยสำหรับผู้ป่วยข้อเสื่อมควรเพิ่มการศึกษาผู้ป่วยข้อเสื่อมในบริบทสังคมต่างๆ เช่น ชุมชนในเมืองหรือชนบท ระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน หรือภูมิภาคที่ใช้ภาษาท้องถิ่น เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจากกลุ่มวิจัยปวดหลัง ปวดคอ และปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการทำวิจัย ขอขอบพระคุณอาสาสมัครพื้นที่อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ดที่ให้ความร่วมมือในการร่วมวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Strategy and planning division, office of the permanent secretary, ministry of public health. International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF. Bangkok: medical service publisher; 2012.
2. Dreinhofler K, Stucki G, Ewert T, Huber E, Ebenbichler G, Gutenbrunner C et al. ICF core sets for osteoarthritis. *J Rehabil Med* 2004; 36: 81-6.
3. WHO. The International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF Thai version by department of medical services, ministry of public health. Bangkok: WHO; 2004.4.
4. Biering-Sorensen F, Scheuringer M, Baumberger M, Charlifue SW, Post MW, Montero F, et al. Developing core sets for persons with spinal cord injuries based on the International Classification of Functioning, Disability and Health as a way to specify functioning. *Spinal Cord* 2006; 44: 541-6.
5. Stucki G, Cieza A. The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) core sets for rheumatoid arthritis: a way to specify functioning. *Ann Rheum Dis* 2004; 63Suppl2: ii40-ii5.
6. Cieza A, Schwarzkopf SR, Sigi T, Stucki G, Melvin J, Stoi T, et al. ICF core sets for osteoporosis. *J Rehabil Med* 2004; 36: 81-6.
7. Boonen A, van Berkel M, Kirchberger I, Cieza A, Stucki G, van der Heijde D. Aspects relevant for functioning in patients with ankylosing spondylitis according to the health professionals: a Delphi study with the ICF as reference. *Rheumatology (Oxford)* 2009; 48: 997-1002.
8. Xie F, Lo NN, Lee HP, Cieza A, Li SC. Validation of the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) brief core set for osteoarthritis. *Scand J Rheumatol* 2008; 37: 450-61.
9. Weigl M, Cieza A, Harder M, Geyh S, Amman E, Kostanjsek N, et al. Linking osteoarthritis-specific health-status measures to the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF). *Osteoarthritis Cartilage* 2003; 11: 519-523.
10. Xie F, Thumboo J, Fong K-Y, Lo N-N, Yeo S-J, Yang K-Y, et al. Are they relevant? A critical evaluation of the international classification of functioning, disability, and health core sets for osteoarthritis from the perspective of patients with knee osteoarthritis in Singapore. *Ann Rheum Dis* 2006; 65: 1067-1073.
11. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis: Classification of osteoarthritis of the knee. *Arthritis & Rheumatism* 1986; 29:1039-1049.
12. Johanson GA., Brooks GP. Initial scale development: sample size for pilot studies. *Educational and Psychological Measurement* 2010; 70: 394-400

การศึกษานำร่อง: การออกกำลังกายบนเตียงด้วยจักรยานประยุกต์ “ปั่นง่าย” ในอาสาสมัครสุขภาพดี

สุนันท์นิ์ เหมฤดี, อรรถพล ครบุรี, จิตรภณ ปาละกุล, เสาวนีย์ นาคมะเร็ง,
วนิดา ดรปัญญา, พลลพัทธ์ ยงฤทธิปกรณ์, รวยริน ชนาวิรัตน์*

Received: January 24, 2018

Revised: March 13, 2018

Accepted: April 16, 2018

บทคัดย่อ

การศึกษาแบบไขว้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต อาการเมื่อยล้า ความเหนื่อย และความคิดเห็นของอาสาสมัครที่มีต่อการใช้อุปกรณ์ “ปั่นง่าย” โดยทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีสุขภาพแข็งแรงดีจำนวน 25 คน แบ่งออกเป็น 2 ช่วงกลุ่มอายุ คือ กลุ่ม 18-39 ปี (จำนวน 10 คน) และกลุ่ม 40-60 ปี (จำนวน 15 คน) ทั้งนี้อาสาสมัครต้องถูกสุ่มลำดับการศึกษาด้วยการปั่นหรือการนอนพักด้วยของสุ่มโดยต้องเข้าร่วมการศึกษา 2 ครั้ง และแต่ละครั้งห่างกัน 1 วัน วิธีการศึกษาเริ่มด้วยการยืดกล้ามเนื้อบริเวณหลังส่วนล่าง ก้น และต้นขาด้านหลัง หลังจากนั้นทดลองปั่นหรือนอนพักในท่าปั่นบนเตียงที่ถูกปรับให้ศีรษะสูง 30 องศา เป็นระยะเวลา 20 นาที การปั่นเริ่มจากการปั่นแบบไม่มีแรงต้านเพื่ออบอุ่นร่างกาย 3 นาที ที่ความเร็ว 20 รอบต่อนาที หลังจากนั้นปรับแรงต้านขึ้นทีละระดับรวม 3 ระดับๆ ละ 5 นาที และปั่นแบบไม่มีแรงต้านอีก 2 นาที ทั้งนี้ค่าตัวแปรต่างๆ จะถูกประเมินก่อนปั่น ระหว่างปั่นก่อนที่จะปรับเพิ่มความหนักทั้ง 3 ระดับ และหลังสิ้นสุดการปั่น หลังจากนั้นจึงประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการใช้อุปกรณ์ ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายบนเตียงด้วย “ปั่นง่าย” ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันซิสโตลิกและความดันเลือดแดงเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าขณะนอนพักอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในขณะที่ความดันไดแอสโตลิก ระดับอาการเมื่อยล้าและระดับความเหนื่อยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ และข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นระบุว่าควรมีการปรับปรุงรูปลักษณ์ของอุปกรณ์ให้ดูสวยงาม การศึกษานี้สรุปได้ว่า การออกกำลังกายบนเตียงด้วยการใช้ “ปั่นง่าย” ช่วยทำให้ระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิตทำงานมากขึ้น และไม่มีผลต่อความเมื่อยล้าและความเหนื่อย

คำสำคัญ: การออกกำลังกาย, อัตราการเต้นของหัวใจ, ความดันโลหิต, ระดับอาการเมื่อยล้า, ระดับความเหนื่อย



A pilot study: Bed exercise with a modified bicycle “Pun Ngai” in healthy volunteers

Sunantinee Hemrudee, Auttapon Konburee, Jittapon Palakul, Saowanee Nakmareong,
Wanida Donpunha, Ponlapat Yonglitthipagon, Raoyrin Chanavirut*

Abstract

The aim of this cross-over design study was to assess the response of heart rate (HR), blood pressure, rating of perceived exertion, rating of perceived dyspnea and the opinion for using an equipment. Twenty-five healthy participants with two age-group, 18-39 years (n=10) and 40-60 years (n=15) were recruited to the study. They were randomly either perform graded cycle exercise or resting on the bed in which the washout period between the session was 1 day apart. At beginning, muscles around the lower back, buttock and posterior thigh were stretched. Then, the participants were asked to cycling or resting in bed at 30 degrees head upright position for 20 minutes. Next, for cycling, the exercise began with 3-min free load warm up with 20 rpm, then, performed 5-min incremental load in each step for three steps and finished with 2-min free load of cool down. The outcome parameters were assessed at baseline, before three steps of the speed was increased and after finish the experiment. After that, they were asked to complete the questionnaire. The results showed that, for cycling, HR, systolic blood pressure (SBP) and mean arterial pressure (MAP) increased significantly ($p<0.05$) when compared with rest period. In contrast, other parameters did not change. Additionally, the opinion from questionnaire suggested that “Pun Ngai” should improve its general appearance. Based on result from this study, it can be concluded that bed exercise with “Pun Ngai” cycle can increase the cardiovascular function and no affects on dyspnea and fatigue.

Keywords: Exercise, Heart rate, Blood pressure, Rated perceived exertion, Rate of perceived dyspnea

บทนำ

การออกกำลังกายจัดเป็นวิธีหนึ่งในกระบวนการรักษาของนักกายภาพบำบัด การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าการนอนพักรักษาตัวบนเตียงในโรงพยาบาลทำให้ผู้ป่วยมีภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรง กล้ามเนื้อฝ่อลีบและสูญเสียมวลกล้ามเนื้อร้อยละ 3-11 ในช่วงระยะเวลา 3 สัปดาห์แรกของการนอนพักรักษาตัว⁽¹⁾ โดยปัญหาของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อดังกล่าวนี้จะส่งผลให้ผู้ป่วยต้องนอนพักรักษาตัวในโรงพยาบาลนานมากขึ้น เพิ่มอัตราการเสียชีวิตและส่งผลกระทบต่อรูปแบบการดำเนินชีวิตและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยภายหลังการกลับไปพักรักษาตัวที่บ้าน⁽²⁾

การออกกำลังกายไม่ได้จำกัดเฉพาะในผู้ที่สามารถนั่ง ยืน หรือเดินเท่านั้น การออกกำลังกายยังสามารถทำได้ในท่านอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุบางราย เช่น ผู้สูงอายุมาก ผู้ป่วยมีสภาวะติดเตียง ผู้ป่วยอัมพาตครึ่งท่อนล่างที่เขส้นหลังถูกทำลายที่ระดับสูง ผู้ป่วยกลุ่มกล้ามเนื้ออ่อนแรง ผู้ป่วยที่มีโรคของระบบประสาท ผู้ป่วยหลังผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าหรือข้อสะโพกในระยะแรก เป็นต้น การออกกำลังกายบนเตียงด้วยอุปกรณ์ประเภทนอนปั่นจึงจัดเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่บริษัทผู้ผลิตได้มีการประดิษฐ์และจำหน่ายตามท้องตลาด เช่น เครื่อง MOTOMed® letto2⁽³⁾ หรือเครื่อง Flexmotor®⁽⁴⁾ และเครื่อง Angio Rehab⁽⁵⁾ เป็นต้น รายงานการศึกษาก่อนหน้านี้ในผู้ป่วยที่รักษาตัวในหอผู้ป่วยระยะวิกฤติและใช้อุปกรณ์ดังกล่าวพบว่า การออกกำลังช่วยลดระยะเวลาการพักรักษาตัวในหอผู้ป่วย⁽⁶⁾ ช่วยให้ผู้ป่วยมีการฟื้นฟูสภาพร่างกายได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว⁽⁷⁾ และเป็นวิธีการที่ปลอดภัยสำหรับผู้ป่วย⁽⁶⁻⁸⁾ นอกจากนี้การออกกำลังกายด้วยอุปกรณ์เหล่านี้ยังสามารถช่วยชะลอการหดสั้นและการหดรั้งของกล้ามเนื้อ ชะลอการลดลงของกำลังของกล้ามเนื้อ ชะลอการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อ ลดการเกิดภาวะข้อติด คงองศาการเคลื่อนไหว ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบขับถ่ายกระตุ้นระบบไหลเวียนโลหิตและยังให้ผลทางด้านจิตใจแก่ผู้ป่วยอีกด้วย⁽³⁻⁵⁾

ถึงแม้ว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีข้อดีตามที่ได้กล่าวมาในเบื้องต้นแต่เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ไฟฟ้า มีกลไกที่ซับซ้อนในการใช้งาน ประกอบกับมีราคาแพง ดังนั้น

จึงเป็นไปได้ยากที่จะมีอุปกรณ์ดังกล่าวไว้ใช้สำหรับนักกายภาพบำบัดหรือผู้ที่มีความจำเป็นต้องออกกำลังกาย ดังนั้นการศึกษานี้จึงทำขึ้นโดยการดัดแปลงรถจักรยานให้เป็นอุปกรณ์ออกกำลังกายบนเตียงและทำการประเมินผลการใช้งานด้วยการประเมินการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต อาการเมื่อยล้าและความเหนื่อยของอาสาสมัครขณะปั่น รวมทั้งทำการประเมินความคิดเห็นของอาสาสมัครที่มีต่ออุปกรณ์ ทั้งนี้เพื่อเป็นต้นแบบในเบื้องต้นและเพื่อปรับปรุงรูปแบบอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับการใช้งานเพื่อให้นักกายภาพบำบัดหรือญาติผู้ป่วยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

วัสดุและวิธีการ

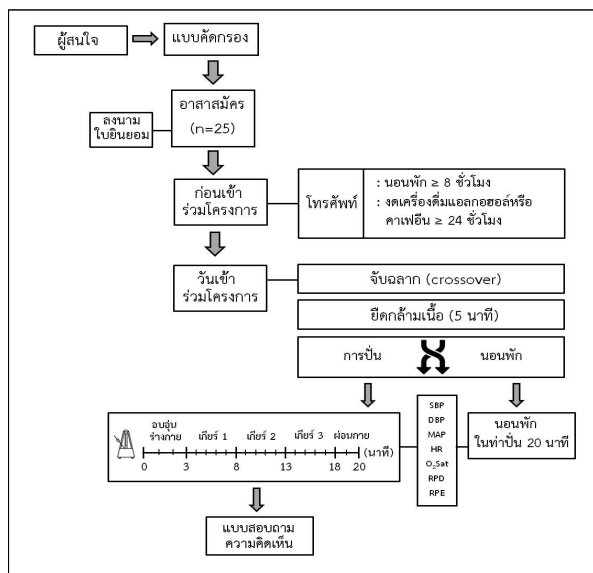
อาสาสมัคร

อาสาสมัครเพศชายและหญิงจำนวน 25 คน จาก 2 กลุ่มช่วงอายุ คือ กลุ่มอายุ 18-39 ปี จำนวน 10 คน และกลุ่มอายุ 40-60 ปี จำนวน 15 คน ที่ผ่านการคัดกรองด้วยแบบสอบถามสุขภาพถูกเชิญชวนให้เข้าร่วมการศึกษาโดยอาสาสมัครต้องเป็นผู้มีสุขภาพแข็งแรงและไม่มีโรคประจำตัว เช่น ภาวะความดันโลหิตสูงหรือต่ำ หรือโรคเบาหวาน เป็นต้น โดยอาสาสมัครจะถูกคัดออกจากการศึกษาหากอยู่ระหว่างตั้งครรภ์ หรือมีภาวะที่จำกัดความสามารถในการปั่น เช่น มีอาการปวดข้อสะโพก ปวดเข่าหรือปวดข้อเท้า เป็นต้น หรือมีประวัติหน้ามืด เป็นลมโดยไม่ทราบสาเหตุ หรือมีประวัติกระดูกต้นขา ปลายขา ข้อเท้า หรือกระดูกฝ่าเท้าหัก น้อยกว่า 6 เดือนก่อนเข้าร่วมโครงการ ทั้งนี้การศึกษานี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE602114) และอาสาสมัครทุกคนทำการลงชื่อในแบบฟอร์มยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบไขว้ (Cross-over design) โดยอาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษจำนวน 2 ครั้ง และแต่ละครั้งห่างกันเป็นระยะเวลา 1 วัน โดยในวันที่ 2 อาสาสมัครจะถูกนัดหมายให้เข้าร่วมการศึกษาในช่วงเวลาเดียวกันกับวันแรก เพื่อลดปัจจัยด้านการผันแปรประจำวัน

(Diurnal variation) ทั้งนี้อาสาสมัครต้องหยิบซองสุ่ม ซึ่งจัดเตรียมจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (STATA version 11.0) เพื่อสุ่มลำดับการศึกษาว่าจะเริ่มด้วยการปั่นหรือการนอนพักในท่าเดียวกับท่าที่ใช้ปั่น โดยขั้นตอนการศึกษา แสดงในแผนภูมิที่ 1 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 1 แสดงขั้นตอนวิธีการศึกษา

การปั่น

ผู้วิจัยทำการยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง กล้ามเนื้อบริเวณก้น และกล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง จำนวน 3 ท่า โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นจัดให้อาสาสมัครนอนบนเตียง ศีรษะสูง 30 องศา และจัดทำอาสาสมัครดังแสดงในรูปที่ 1 ทำการวัดค่าตัวแปรอันได้แก่ ค่าความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องวัดอัตโนมัติ (Microlife® BP3AQ1-1P) โดยทำการวัดจากแขนด้านขวา ประเมินระดับความอึดตัวของออกซิเจนด้วยอุปกรณ์วัดระดับความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดที่นิ้วชี้ด้านซ้าย (Beurer® P030) ระดับอาการเมื่อยล้า (Rate of perceive dyspnea, RPD) และระดับความเหนื่อย (rate of perceived exertion, RPE) และบันทึกผลดังกล่าวเป็นค่าก่อนการทดลอง ขั้นตอนมาให้อาสาสมัครทำการปั่นแบบไร้แรงต้านทานเพื่อเป็นการอบอุ่นร่างกาย

เป็นเวลา 3 นาที หลังจากนั้นทำการปรับแรงต้านทานขึ้นทีละ 1 ระดับ รวมทั้งหมด 3 ระดับๆ ละ 5 นาที และเมื่อครบเวลาให้อาสาสมัครปั่นแบบไม่มีแรงต้านทานต่ออีก 2 นาทีเพื่อเป็นการผ่อนคลายจึงให้หยุดปั่น รวมระยะเวลาการปั่นทั้งหมด 20 นาที โดยความเร็วในการปั่นที่กำหนดให้ คือ 20 รอบต่อนาที ซึ่งถูกควบคุมด้วยเครื่องเคาะจังหวะ (Metronome) ทั้งนี้ในช่วง 30 วินาทีสุดท้ายก่อนการปรับเพิ่มแรงต้านทานในแต่ละระดับหรือก่อนที่จะลดแรงต้านทานเพื่อเข้าสู่ช่วงผ่อนคลายและ 30 วินาทีสุดท้ายก่อนสิ้นสุดการปั่น ค่าตัวแปรต่างๆ ของอาสาสมัครจะถูกประเมินและบันทึกเป็นค่าระหว่างและค่าสิ้นสุดการทดลองตามลำดับ หลังจากนั้นให้อาสาสมัครตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานอุปกรณ์

การนอนพัก

อาสาสมัครได้รับการยืดกล้ามเนื้อเช่นเดียวกับขั้นตอนการปั่น หลังจากนั้นจึงถูกจัดให้อยู่ในท่าดังแสดงในรูปที่ 1 ค่าตัวแปรต่างๆ ถูกวัดเช่นเดียวกันกับขั้นตอนการปั่น เพียงแต่ค่าที่วัดมีเพียงค่าก่อนและหลังการทดลองเท่านั้น

สถิติที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลอันได้แก่ ข้อมูลจากแบบสอบถามสุขภาพ และข้อมูลจากแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานอุปกรณ์ถูกนำเสนอในรูปแบบพรรณนา ข้อมูลในส่วน of ระดับความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจได้รับการทดสอบการกระจายตัวด้วย Shapiro Wilk test และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างช่วงก่อน ระหว่างและหลังการปั่นภายในกลุ่มด้วย Repeated measure ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มสำหรับช่วงก่อนและหลังการปั่นด้วย Unpaired t-test ข้อมูลในส่วน of ระดับอาการเมื่อยล้าและระดับความเหนื่อยได้รับการทดสอบด้วย Fisher's exact test ค่าตัวแปรถูกแสดงในรูปแบบของค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$



รูปที่ 1 ทำเริ่มต้นของอาสาสมัคร

ผลการศึกษา

คุณลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร

คุณลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครแสดงในตารางที่ 1 โดยมีอาสาสมัครเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ดัชนีมวลกายเฉลี่ยของอาสาสมัครอยู่ในเกณฑ์น้ำหนักเกิน ข้อมูลจากแบบสอบถามสุขภาพ พบว่า อาสาสมัครมีโรคประจำตัวที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปั่นจำนวน 3 คน เช่น ภูมิแพ้ หรือโรคกระเพาะอาหาร และมีการรับประทานยาที่สัมพันธ์กับโรคประจำตัวดังกล่าว อาสาสมัคร 1 คน ให้ประวัติเคยสูบบุหรี่ และอาสาสมัครมีการออกกำลังกายจำนวน 21 คน โดยแบ่งเป็นออกกำลังกายเป็นครั้งคราว 1-2 ครั้งต่อเดือน จำนวน 15 คน และออกกำลังกายเป็นประจำ 5-6 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 6 คน อาสาสมัครมีประวัติกระดูกหักที่ข้อเท้า ข้อมือ หรือนิ้วหัวแม่มือ จำนวน 4 คน

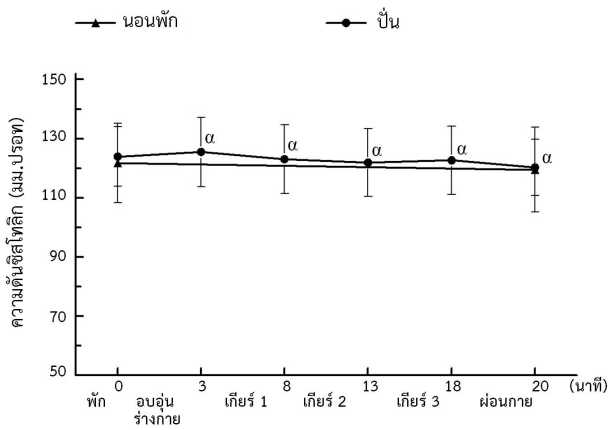
ตารางที่ 1 คุณลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร (n=25)

ตัวแปร	อาสาสมัคร (min-max)
อายุ (ปี)	38.6 ± 15.0 (19-60)
เพศ (ชาย:หญิง)	7:18
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	59.3 ± 9.17 (42.3-82.0)
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	158.3 ± 6.56 (148.0-175.0)
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	23.7 ± 3.78 (17.4-29.5)
รอบเอว (เซนติเมตร)	79.0 ± 11.5 (59.0-97.0)
รอบสะโพก (เซนติเมตร)	90.5 ± 12.1 (76.0-105.0)
สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก	0.88 ± 0.10 (0.73-0.96)

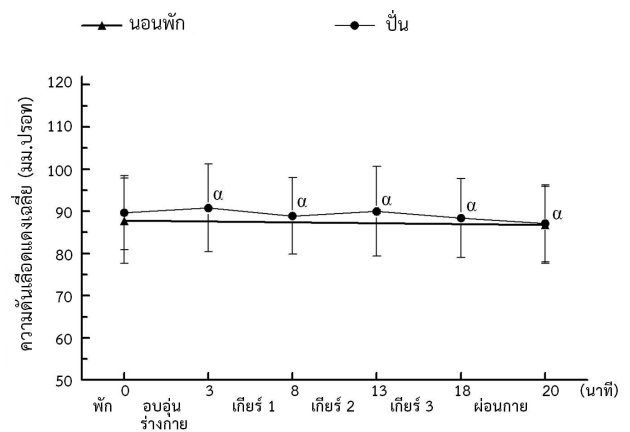
แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การตอบสนองขณะปั่น

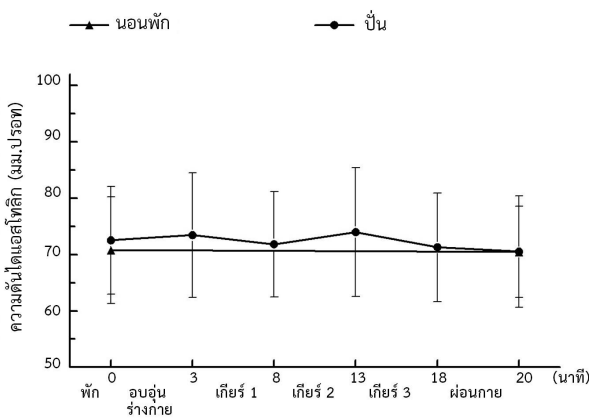
ขณะพักพบว่า ทุกค่าตัวแปรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนอนพักและกลุ่มปั่น (รูปที่ 2-รูปที่ 6 และ ตารางที่ 2) ในขณะที่ทุกช่วงเวลาของการปั่นทำให้ความดันซิสโตลิก ความดันเลือดแดงเฉลี่ย และอัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มปั่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับขณะพัก (รูปที่ 2 รูปที่ 4 และรูปที่ 5) ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน ระดับอาการเมื่อยล้าและระดับความเหนื่อยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดการทดลอง (รูปที่ 6 และ ตารางที่ 2)



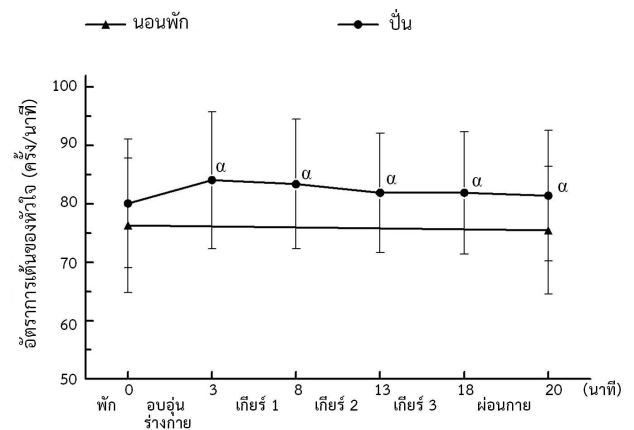
รูปที่ 2 การตอบสนองของความดันโลหิต แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน α แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญภายในกลุ่มปั่น เมื่อเปรียบเทียบกับทุกช่วงเวลากับขณะพัก (p -value < 0.05)



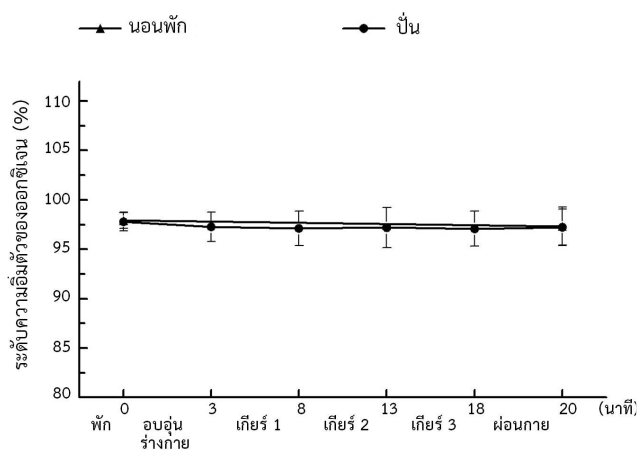
รูปที่ 4 การตอบสนองของความดันเลือดแดงเฉลี่ย แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน α แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญภายในกลุ่มปั่น เมื่อเปรียบเทียบกับทุกช่วงเวลากับขณะพัก (p -value < 0.05)



รูปที่ 3 การตอบสนองของความดันโลหิต แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 5 การตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจ แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน α แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญภายในกลุ่มปั่น เมื่อเปรียบเทียบกับทุกช่วงเวลากับขณะพัก (p -value < 0.05)



รูปที่ 6 การตอบสนองของระดับความอึดตัวของออกซิเจน แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 2 ระดับความเมื่อยล้าและระดับความเหนื่อย

กลุ่ม	ช่วงเวลา	ระดับความเมื่อยล้า	ระดับความเหนื่อย
กลุ่มนอนพัก	พัก	1 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1
	ก่อน	1 $\pm$ 1	7 $\pm$ 2
	หลัง	2 $\pm$ 1	7 $\pm$ 2
กลุ่มปั่น	พัก	1 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1
	ก่อนปั่น	1 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1
	อบอุ่นร่างกาย	1 $\pm$ 1	7 $\pm$ 2
	เกียร์ 1	1 $\pm$ 2	8 $\pm$ 2
	เกียร์ 2	2 $\pm$ 2	8 $\pm$ 2
	เกียร์ 3	2 $\pm$ 2	8 $\pm$ 2
	ผ่อนคลาย	2 $\pm$ 2	8 $\pm$ 2

แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ความคิดเห็นต่ออุปกรณ์ “ปั่นง่าย”

ความคิดเห็นของอาสาสมัครที่มีต่ออุปกรณ์ “ปั่นง่าย” มีดังต่อไปนี้

1. จากคำถามที่ว่า ครั้งแรกที่เห็นอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ท่านรู้สึกอย่างไร

อาสาสมัครจำนวน 4 คน (16%) มีความรู้สึกที่อุปกรณ์ยังไม่ค่อยมั่นคง และมีความรู้สึกไม่มั่นใจในการใช้งาน เนื่องจากโครงสร้างของอุปกรณ์มีการแสดงกลไกให้เห็นอย่างชัดเจน นอกจากนี้อาสาสมัครจำนวน 4 คน (16%) รู้สึกว่าอุปกรณ์น่าจะใช้งานได้ยาก หรือคิดว่าไม่น่าจะใช้งานได้จริง หรือไม่สามารถปั่นเพียงคนเดียวได้ ต้องมีผู้อื่นช่วยในการจัดเตรียมอุปกรณ์ ในอีกแง่หนึ่งพบว่า อาสาสมัครจำนวน 6 คน (24%) เห็นว่าอุปกรณ์ดูคล้ายกับจักรยานทั่วไปน่าจะใช้ออกกำลังกายได้จริงเพราะคิดว่าน่าจะปั่นได้ง่าย อาสาสมัครจำนวน 1 คน (4%) เห็นว่าอุปกรณ์นี้เป็นอุปกรณ์ที่สามารถประดิษฐ์ได้ง่ายและมีราคาไม่แพง อาสาสมัครจำนวน 5 คน (20%) รู้สึกว่าเป็นอุปกรณ์ที่ดี ถ้าได้ปั่นจะทำให้สบาย เพราะได้นอนปั่น และอาสาสมัครจำนวน 5 คน (20%) มีความรู้สึกตื่นเต้น แปลกตา เนื่องจากไม่เคยเห็นอุปกรณ์แบบนี้มาก่อน

2. จากคำถามที่ว่า สิ่งที่ท่านชอบมากที่สุดเมื่อใช้อุปกรณ์ “ปั่นง่าย” คืออะไร

อาสาสมัครจำนวน 8 คน (32%) บอกว่ารู้สึกชอบ เพราะเป็นการนอนปั่น ทำให้สบาย ไม่เมื่อย อาสาสมัครจำนวน 4 คน (16%) บอกว่ารู้สึกชอบเพราะสามารถปรับระดับแรงต้านทานได้และแรงต้านทานไม่มากจนเกินไป อาสาสมัครจำนวน 6 คน (24%) เห็นว่าสามารถนำอุปกรณ์ไปประยุกต์ใช้ได้กับผู้ป่วย โดยสามารถใช้ออกกำลังกายได้ภายในบ้านทำให้ไม่ต้องไปออกกำลังกายนอกบ้าน และอาสาสมัครจำนวน 7 คน (28%) รู้สึกชอบอุปกรณ์เนื่องจากมีที่วางเท้า ที่รัดเท้า และล้อ

3. จากคำถามที่ว่า สิ่งที่ท่านไม่ชอบมากที่สุดและอยากให้ผู้วิจัยปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” คืออะไร

สำหรับคำถามนี้มีอาสาสมัคร จำนวน 6 คน ไม่แสดงความคิดเห็น ดังนั้นความเห็นจากอาสาสมัครที่เหลือ 19 คนจึงถูกนำมาเรียงงานโดยมีข้อมูลดังสรุปได้ต่อไปนี้ อาสาสมัครจำนวน 14 คน (74%) ให้ความคิดเห็นว่าโครงสร้างของอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ยังดูไม่คงทน และวัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ยังดูไม่น่าใช้สำหรับอาสาสมัคร เช่น ไม่มีการหุ้มโซ่และฟันเฟือง วัสดุเป็นเหล็ก ผิวของที่

วางเท้ายังไม่เรียบร้อยทำให้ขูดเท้า และที่รัดเท้ารัดแน่นเกินไป ทำให้อาสาสมัครเจ็บเมื่อบ่นไปได้สักระยะ อาสาสมัครจำนวน 2 คน (11%) รู้สึกว่าอุปกรณ์ “ป่นง่าย” ยังไม่มีความสวยงามน่าใช้ และอุปกรณ์ไม่ค่อยสะอาด อาสาสมัครจำนวน 2 คน (11%) รู้สึกว่าการปรับแรงต้านยังน้อยไป และอาสาสมัครจำนวน 1 คน (5%) รู้สึกว่าที่วางเท้าสูงไปทำให้บ่นได้ยาก

4. ความคิดเห็นอื่นๆ ของอาสาสมัครที่มีต่ออุปกรณ์ “ป่นง่าย”

สำหรับคำถามนี้มีอาสาสมัคร จำนวน 10 คน ไม่แสดงความคิดเห็น ดังนั้นความเห็นจากอาสาสมัครที่เหลือ 15 คนจึงถูกนำมารายงานโดยมีข้อมูลดังสรุปได้ต่อไปนี้มีอาสาสมัครจำนวน 1 คน (7%) ให้ความคิดเห็นว่าควรเพิ่มแรงต้านในการบ่น อาสาสมัครจำนวน 7 คน (47%) ให้ความเห็นว่าคุณภาพอุปกรณ์สามารถนำไปใช้ออกกำลังกายในผู้ป่วยได้จริง และเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยติดเตียง แต่อย่างไรก็ตามอาสาสมัครจำนวน 4 คน (27%) เสนอว่าควรมีการปรับปรุงอุปกรณ์บางส่วน เช่น เกียร์ ที่รองเท้า ที่รัดเท้า และเพิ่มความสวยงามให้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้อาสาสมัครจำนวน 2 คน (13%) แจ้งว่าขณะบ่นไปได้สักระยะจะมีอาการเมื่อยเล็กน้อย และอาสาสมัครจำนวน 1 คน (7%) ให้ความเห็นว่าคุณภาพการเปิดเพลงหรือดนตรีขณะทำการบ่น

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาโดยให้อาสาสมัครที่มีสุขภาพปกติทำการบ่นอุปกรณ์ “ป่นง่าย” และทำการศึกษาค้นคว้าของอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต ระดับอาการเมื่อยล้า ระดับความเหนื่อย และความคิดเห็นที่มีต่ออุปกรณ์พบว่า การบ่นที่ความเร็ว 20 รอบต่อนาที ทั้งหมด 3 ระดับความหนักเป็นระยะเวลา 20 นาที ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันซิสโตลิกและความดันเลือดแดงเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าขณะนอนพักอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ตัวแปรอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาที่กระทำในคนปกติซึ่งมีความแตกต่างกับการศึกษาอื่นๆ ก่อนหน้านี้ที่กระทำในกลุ่มผู้ป่วยโดยใช้อุปกรณ์ประเภทปั่นออกกำลังกายบนเตียง⁽⁶⁻⁸⁾ เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้พบว่า การเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจขณะบ่นที่พบในการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาอื่น⁽⁷⁻⁹⁾ และเป็นการตอบสนองปกติของร่างกายขณะออกกำลังกาย⁽¹⁰⁾ แต่อย่างไรก็ตามอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มสูงขึ้นนี้คิดเป็นเพียงร้อยละ 2-5 เมื่อเทียบกับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเท่านั้นในขณะที่ตัวแปรอื่นๆ อันได้แก่ ความดันซิสโตลิก ความดันไดแอสโตลิกและความดันเลือดแดงเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับค่าขณะพัก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะออกกำลังกายจะขึ้นกับประเภทของการออกกำลังกาย (dynamic หรือ static exercise) ระดับความหนักของการออกกำลังกาย และปริมาณของกล้ามเนื้อโครงร่างที่ออกกำลังกาย โดยความดันซิสโตลิกที่เพิ่มสูงขึ้นขณะออกกำลังกายมักจะมีผลจากปริมาตรเลือดที่เพิ่มสูงขึ้น⁽¹⁰⁾ ดังนั้นจากผลการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าลักษณะการตอบสนองที่พบนี้น่าจะเกิดจากการที่ระดับความหนักของการออกกำลังกายที่กำหนดให้มันไม่หนักมากพอสำหรับอาสาสมัครที่มีสุขภาพปกติที่จะกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแม้จะเทียบกับระดับการออกกำลังกายระดับเบาที่ตามซึ่งสอดคล้องกันกับค่าระดับความเมื่อยล้าและระดับความเหนื่อยที่แทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลอง โดยทั้งนี้ระดับความเมื่อยล้าของอาสาสมัครอยู่ที่ระดับเมื่อยน้อยมากถึงระดับเมื่อยเล็กน้อยเท่านั้น และระดับความเหนื่อยอยู่ที่ระดับไม่เหนื่อยเลยหรือระดับแทบไม่เหนื่อยเลยเท่านั้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความเห็นอาสาสมัครที่ระบุว่า การปรับแรงต้านของอุปกรณ์นั้นยังน้อยไป จากผลการศึกษาที่ได้ในส่วนนี้กลุ่มผู้วิจัยพิจารณาร่วมกันแล้วเห็นว่าเนื่องจากแรงต้านทานการบ่นซึ่งกำหนดโดยซอฟต์แวร์นั้นไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้เพราะถูกกำหนดมาโดยโรงงานผู้ผลิต ดังนั้นหากมีการศึกษาในครั้งต่อไปอาจต้องมีการปรับเพิ่มความเร็วรอบในการบ่นให้มากขึ้นหรือปรับระยะเวลาการบ่นให้นานขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนตัวแปรดังกล่าวนี้อาจช่วยให้เห็นประสิทธิภาพของอุปกรณ์ได้เด่นชัดมากยิ่งขึ้น

ในส่วนต่อมาเนื่องจากแป้นบันไดของอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นแป้นบันไดที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดโดยมีลักษณะเป็นแป้นโลหะที่มีความหนา แข็งแรง มีขนาดใหญ่และมีตะกร้อสำหรับรัดให้เท้าสามารถวางบนแป้นบันไดได้ ดังนั้นจึงมีข้อดีในลักษณะของการช่วยรองรับฝ่าเท้าของอาสาสมัครได้ แต่เนื่องจากแป้นบันไดมีลักษณะไม่เป็นแผ่นเรียบโดยมีบางส่วนที่มีลักษณะเว้าลงไป ดังนั้นการกระจายน้ำหนักจึงมีมากเป็นบางจุดเท่านั้น ร่วมกับตะกร้อที่รัดนั้นสามารถรัดได้เพียงด้านหน้าเท้าเท่านั้น ตะกร้อดังกล่าวจึงเหมาะสำหรับใช้งานในลักษณะของท่าปั่นปกติ แต่เนื่องจากการศึกษานี้อาสาสมัครต้องนอนปั่นดังนั้นเท้าจึงมีแนวโน้มที่จะเลื่อนหลุดออกจากแป้นบันไดขณะนอนปั่น ในส่วนนี้คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการเสริมวัสดุคล้ายโฟมเนื้อนุ่มที่แป้นบันไดร่วมกับใช้แผ่นยางยืดขนาดความกว้างหนึ่งนิ้วครึ่งเสริมที่สายตะกร้อเพื่อทำการรองรับบริเวณด้านหลังของข้อเท้าเพื่อให้อาสาสมัครสามารถปั่นได้ง่ายมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามหากมีการทำการศึกษารั้งต่อไป ผู้วิจัยจะพิจารณาจัดเตรียมวัสดุเสริมที่แป้นบันไดในลักษณะที่ทำจากหนังเทียมพร้อมสายรองรับข้อเท้าด้านหลังและมีแผ่นประคบเท้าจากทั้งสองด้านดังเช่นการศึกษาของ Tanaka และคณะ⁽¹¹⁾ ซึ่งคาดว่าอุปกรณ์เสริมดังกล่าวน่าจะช่วยให้อาสาสมัครสามารถปั่นในท่านอนได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

นอกจากเรื่องแป้นบันไดแล้ว จากการศึกษาของ Monaco และคณะ⁽¹²⁾ ซึ่งทำการประดิษฐ์ NEUROBike ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประเภทปั่นสำหรับผู้ป่วยติดเตียง ชุดอุปกรณ์ดังกล่าวมีแผ่นรองรับบริเวณเท้าทั้งสองข้างและมีสายโยงกับชุดรอกซึ่งถูกยึดไว้บนคานด้านบนเพื่อพยุงไม่ให้เกิดภาวะเท้าแอ่นในขณะปั่น ร่วมกับการกดขาลงขณะปั่นของขาข้างหนึ่งจะเป็นการช่วยยกเท้าของขาอีกข้างให้อยู่ในมุมองได้ง่ายมากยิ่งขึ้น เมื่อพิจารณาเทียบกับ “ปั่นง่าย” ซึ่งไม่มีอุปกรณ์เสริมเพื่อรองรับส่วนอื่นของขาออกจากส่วนเท้า อุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ที่ประดิษฐ์ขึ้นในครั้งนี้จึงน่าจะเหมาะสำหรับผู้ใช้งานที่มีกำลังกล้ามเนื้อขาตั้งแต่เกรด 2 ขึ้นไป เนื่องจากผู้ใช้จะสามารถควบคุมกล้ามเนื้อเท้าด้วยตนเองได้บ้างและน่าจะเป็นอุปกรณ์ที่มีข้อดี

ในลักษณะของการช่วยให้ผู้ใช้สามารถฝึกกำลังกล้ามเนื้อทั้งกลุ่มองและเหยียดเข้าในรูปแบบของการหดตัวแบบสั้นเข้าและการหดตัวแบบยาวออกได้ดี นอกจากนี้อุปกรณ์ “ปั่นง่าย” น่าจะเป็นอุปกรณ์ที่ให้ผลในลักษณะของการช่วยรักษาองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อร่างกายในส่วนองของข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้าได้อีกด้วย

จากผลการสอบถามความคิดเห็นของอาสาสมัครเกี่ยวกับอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ที่ระบุว่ารูปลักษณ์และโครงสร้างยังไม่มีความสะดวกสบายน่าใช้ เช่น สีไม่สวยงาม ไม่มีการหุ้มโซ่และเฟือง ไม่มีฝาครอบล้อ นั้น คณะผู้วิจัยเห็นว่าหากจะมีการศึกษารั้งต่อไปควรจะต้องมีการปรับปรุงรูปลักษณ์องอุปกรณ์ เช่น ทำการพ่นสีใหม่เพื่อให้ดูสวยงามมากยิ่งขึ้น ทำการติดตั้งบังโซ่เพื่อช่วยให้อาสาสมัครมีความมั่นใจว่าจะไม่สัมผัสโดนโซ่และจานโซ่ขณะปั่น รวมทั้งทำการติดตั้งฝาครอบล้อเพื่อให้อาสาสมัครปั่นได้อย่างมั่นใจมากยิ่งขึ้นไม่ต้องกังวลว่าจะมีส่วนองร่างกายหรือเสื้อผ้าเข้าไปเกี่ยวกับซี่ล้อขณะปั่น เป็นต้น

ข้อจำกัดการศึกษา

เนื่องจากการศึกษานี้กระทำในอาสาสมัครสุขภาพปกติ ดังนั้นผลการศึกษาที่ได้จึงอาจไม่สามารถบ่งชี้ถึงการตอบสนององร่างกายเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้ป่วยได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้หากมีอุปกรณ์ที่ช่วยประเมินการตอบสนององทางสรีรวิทยาที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น อุปกรณ์วัดการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติหรืออุปกรณ์วัดการตอบสนององของหลอดเลือดส่วนปลายขณะออกกำลังกาย รวมทั้งหากมีการปรับเปลี่ยนเรื่องความเร็วรอบองการปั่นหรือระยะเวลาการปั่น หรือศึกษาผลการตอบสนองในลักษณะองผลการฝึกระยะยาว หรือศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครที่มีความจำเพาะมากยิ่งขึ้น เช่น กลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มผู้มีภาวะความดันโลหิตสูง กลุ่มผู้ป่วยที่มีปัญหากล้ามเนื้อร่างกายส่วนองมีการอ่อนแรง เป็นต้น การเพิ่มเติมตัวแปรหรือการปรับเปลี่ยนดังกล่าวนี้น่าจะช่วยให้สามารถอธิบายผลองการออกกำลังกายด้วยอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ให้มีความชัดเจนได้มากยิ่งขึ้น

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้สรุปได้ว่า การออกกำลังกายด้วยอุปกรณ์จักรยาน “ปั่นง่าย” ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันซิสโตลิกและความดันเลือดแดงเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าขณะนอนพักอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ความดันไดแอสโตลิก ระดับอาการเมื่อยล้าและระดับความเหนื่อยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด และอาสาสมัครมีความคิดเห็นว่าการจะมีการปรับปรุงรูปลักษณะของอุปกรณ์ให้ดูสวยงามน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาเข้าร่วมการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

1. Meesen RL, Dendale P, Cuypers K, Berger J, Hermans A, Thijs H, et al. Neuromuscular electrical stimulation as a possible means to prevent muscle tissue wasting in artificially ventilated and sedated patients in the Intensive Care Unit: a pilot study. *Neuromodulation* 2010; 13: 315–20.
2. Dittmier DK and Teasell R. Complications of immobilization and bed rest, Part 1: musculoskeletal and cardiovascular complications. *Canadian Family Physician* 1993; 39: 1428–37.
3. MOTomed movement therapy. [serial online] 2017 March 20. [cited 2018 Jan 20]. Available from: URL: <http://abilityinmotion.com.au/wp-content/uploads/2010/11/Brochure-Letto2.pdf>
4. Cajumoro. [serial online] 2017 March 20. [cited 2018 Jan 20]. Available from: URL: <http://cajumoro.com.br/tipo-produto/flexmotor/>
5. Angio rehab - with Fixation Set for Instrument Rail. [serial online] 2017 March 20. [cited 2018 Jan 20]. Available from: https://www.lode.nl/en/product/angio-rehab-with-fixation-set-for-instrument-rail/695/id_segment/4
6. Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, Ferdinande P, Langer D, Troosters T, et al. Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Crit Care Med* 2009; 37: 2499–505.
7. Pires-Netol RC, Pereiral AL, Camila P, Sant' Annal G, Espositol D, Kimural A, et al. Characterization of the use of a cycle ergometer to assist in the physical therapy treatment of critically ill patients. *Rev Bras Ter Intensiva* 2013; 25: 39–43.
8. Pires-Neto RC, Kawaguchi Y, Hirota A, Fu C, Tanaka C, Caruso P, et al. Very early passive cycling exercise in mechanically ventilated critically ill patients: physiological and safety aspects-A case series. *Plos one* 2013;8:e74182.
9. Thelandersson A, Nellgard B, Ricksten SE, Cider A. Effects of early bedside cycle exercise on intracranial pressure and systemic hemodynamics in critically ill patients in a neurointensive care unit. *Neurocrit Care* 2016; 25: 434–9.
10. Department of Physiology, Siriraj hospital, Response of the circulatory system in various conditions. In: Wattana Watanapa, Supatra Lohsiriwat and Supornpim Chearskul, editors. *Physiology 2*. Bangkok: Department of Physiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol university, 2005: 438–45.
11. Tanaka K, Kamada H, Shimizu Y, Aikawa S, Nishino T, Ochiai N, et al. The use of a novel in-bed active Leg Exercise Apparatus (LEX) for increasing venous blood flow. *J Rural Med* 2016; 11: 11–6.
12. Monaco V, Galardi G, Coscia M, Martelli D, Micera S. Design and evaluation of NEUROBike: a neurorehabilitative platform for bedridden post-stroke patients. *IEEE TNSRE*, 2012; 20: 845–52.

การออกกำลังกายที่บ้านในผู้ป่วยปอดอุดกั้นเรื้อรัง

เสาวนีย์ เหลืองอร่าม^{1,2,*}, พรทิพย์ ศรีโสภะ³, รวยริน ชนาวิรัตน์^{4,2}

Received: February 20, 2018

Revised: April 18, 2018

Accepted: April 23, 2018

บทคัดย่อ

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังจัดเป็นโรคของปอดชนิดเรื้อรังที่มีสาเหตุมาจากถุงลมปอดมีการโป่งพองร่วมกับมีการอักเสบเรื้อรังของหลอดลม ดังนั้นผู้ป่วยโรคนี้จึงมีอาการหอบเหนื่อย ไอเรื้อรังและมีเสมหะปริมาณมาก เนื่องจากโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเป็นโรคที่รักษาไม่หายขาดและอาการจะรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ รวมทั้งอาจมีอาการกำเริบของโรคเป็นระยะ โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดด้วยการออกกำลังกายจึงจัดเป็นวิธีการรักษาที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในผู้ป่วยโรคนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมการออกกำลังกายที่บ้าน เนื่องจากการออกกำลังกายช่วยให้ผู้ป่วยมีสุขภาพดีขึ้น ช่วยลดอาการหอบเหนื่อย เพิ่มความสามารถในการออกกำลังกายและการทำกิจวัตรประจำวัน ช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิต ลดความวิตกกังวล และป้องกันการกำเริบของโรค เป็นต้น รูปแบบการออกกำลังกายอย่างง่ายที่ผู้ป่วยสามารถทำเองได้ที่บ้านมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ การฝึกหายใจแบบห่อปาก การขยับเคลื่อนไหวทรวงอกด้วยตนเอง การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านโดยใช้แรงต้านจากแผ่นยางยืดหรือดรัมแฮนด์ และการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยการเดิน ซึ่งลักษณะการออกกำลังกายที่แนะนำให้ผู้ป่วยฝึก คือ ทำการออกกำลังกายเป็นรอบ 2-3 รอบต่อวัน อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ และควรมีการเพิ่มระดับความหนักของการออกกำลังกายให้มากขึ้น เช่น เพิ่มระดับแรงต้านทานของแผ่นยางยืด หรือเพิ่มน้ำหนักของดรัมแฮนด์ หรือเพิ่มระยะเวลาเดิน เป็นต้น ดังนั้นหากผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังปฏิบัติตามโปรแกรมการออกกำลังกายที่บ้านเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ผู้ป่วยมีสุขภาพดีขึ้นทั้งทางด้านร่างกายและด้านจิตใจ และยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลให้กับผู้ป่วยได้อีกด้วย

คำสำคัญ: การออกกำลังกายที่บ้าน, ปอดอุดกั้นเรื้อรัง

¹ ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

² ศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

³ กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู งานกายภาพบำบัด โรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000

⁴ สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

* ผู้รับผิดชอบบทความ



Home-based exercise in COPD patients

Saowanee Luangaram^{1,2,*}, Porntip Srisopa³, Raoyrin Chanavirut^{4,2}

Abstract

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a chronic lung disease that cause from emphysema and chronic bronchitis. The main symptoms are dyspnea, chronic cough and productive sputum. In order to COPD is a progressive, non-fully reversible with occasional exacerbate disease. Therefore, the pulmonary rehabilitation program, especially home-base exercise program is an important part of the clinical management and health maintenance of the patients. The exercise program aims to promote better health, relieves dyspnea, improves exercise capacity, activity dairy living and quality of life, relieves stress and avoids acute exacerbation. The program composes of pursed lib breathing exercise, active chest mobilization exercise, strengthening exercise by elastic band and sandbag and aerobic exercise by walking. The exercise session is recommended to perform 2-3 sets/day and at least 3 days per week. In addition, the exercise intensity should progressively by increase the resistance load or the exercise duration. In conclusion, regularly perform home-base exercise program can result in improving the health status and also help reduce the cost of hospital admissions to the patients.

Keywords: Home-based exercise, COPD

¹ Department of Physical therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok 65000

² Research Center in Back, Neck, Other Joint Pain and Human Performance (BNOJPH), Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

³ Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Physical Therapy Unit, Buddhachinaraj Phitsanulok hospital, Phitsanulok 65000

⁴ Division of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author : (e-mail: saowaneel@nu.ac.th)

บทนำ

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (chronic obstructive pulmonary disease; COPD) เกิดจากความผิดปกติในการตอบสนองของการอักเสบ (abnormal inflammatory response) ต่อสิ่งกระตุ้น เช่น ควันบุหรี่และมลภาวะในอากาศ ทำให้ทางเดินหายใจอักเสบเรื้อรัง มีการบวมและสร้างเมือกปริมาณมากและเหนียวกว่าปกติ ผู้ป่วยจึงมีอาการไอเรื้อรังและมีเสมหะมาก นอกจากนั้นยังมีการโป่งพองของหลอดลมส่วนปลายและมีการทำลายผนังถุงลม ซึ่งทั้งภาวะหลอดลมอักเสบเรื้อรังและถุงลมโป่งพองนี้ส่งผลให้เกิดการอุดกั้นทางเดินหายใจและจำกัดการไหลของอากาศในช่วงหายใจออก ทำให้มีลมคั่งค้างอยู่ในปอดจำนวนมาก (hyperinflation) อีกทั้งยังทำให้การระบายอากาศและการแลกเปลี่ยนก๊าซลดลงด้วย^(1, 2) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยมีอาการหายใจลำบาก (dyspnea) เหนื่อยง่ายและไม่อยากทำกิจกรรมใดๆ ส่งผลให้กล้ามเนื้อแขนและขาอ่อนแรง (peripheral muscle deconditioning) ขาดสารอาหาร (nutrition deficiency) อาการกำเริบ (exacerbation) วิตกกังวล ซึมเศร้าและแยกตัว (anxiety, depression, isolation) นอกจากนั้นยังพบภาวะกล้ามเนื้อหายใจอ่อนแรง ความดันหลอดเลือดในปอดสูง (pulmonary hypertension) และหัวใจห้องด้านขวาล้มเหลว (right-side heart failure หรือ Cor pulmonale) โดยเฉพาะในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังระดับรุนแรง^(3, 4) ซึ่งโดยทั่วไปโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังสามารถวินิจฉัยได้จากอาการและการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยสไปโรเมทรี (spirometry) โดยมีค่า Forced expiratory volume in 1 second/Forced vital capacity (FEV_1/FVC) หลังให้ยาขยายหลอดลม น้อยกว่าร้อยละ 70 และแบ่งความรุนแรงเป็น 4 ระดับ โดยใช้ค่า FEV_1 ดังต่อไปนี้ ระดับเบา ค่า FEV_1 มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80 ระดับปานกลางค่า FEV_1 อยู่ระหว่างร้อยละ 50-79 ระดับรุนแรงค่า FEV_1 อยู่ระหว่างร้อยละ 30-49 และระดับรุนแรงมากค่า FEV_1 น้อยกว่าร้อยละ 30⁽¹⁾

การรักษาผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง มีทั้งการรักษาด้วยยา การผ่าตัด การให้ออกซิเจนและการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด ซึ่งการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดเป็นโปรแกรมที่รวมการฝึกออกกำลังกาย การเลิกบุหรี่ โภชนาการและ

การให้ความรู้ไว้ด้วยกัน โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อช่วยให้ผู้ป่วยกลับไปใช้ชีวิตตามปกติให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้⁽⁵⁾ บทความนี้จะเน้นไปที่บทบาทหน้าที่ของนักกายภาพบำบัดในการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และการให้โปรแกรมการออกกำลังกายง่ายๆ ที่บ้าน เพื่อเป็นแนวทางในการแนะนำให้ผู้ป่วยสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง

โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด (pulmonary rehabilitation program)

โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเป็นวิธีการรักษาแบบองค์รวม ที่มีทั้งการออกกำลังกาย โภชนาการ การให้ความรู้และการดูแลด้านสังคมและจิตใจ^(5, 6) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดอาการหอบเหนื่อย กระตุ้นการทำงานของร่างกาย เพิ่มความสามารถในการทำกิจกรรม ป้องกันการกำเริบของโรค และเพิ่มคุณภาพชีวิต⁽⁷⁻⁹⁾ โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดมีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับนโยบายระบบสุขภาพและวัฒนธรรมของแต่ละประเทศ แต่โปรแกรมจะต้องมีองค์ประกอบที่เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย รวมถึงเหมาะสมกับครอบครัวและสังคมของผู้ป่วยด้วย จึงจะทำให้เกิดพฤติกรรมสุขภาพและการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตแบบยั่งยืน สำหรับประเทศไทย ได้มีการจัดทำแนวปฏิบัติบริการสาธารณสุขโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง พ.ศ. 2553 ขึ้นมาเพื่อช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์มีแนวทางการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน⁽¹⁰⁾ โดยได้ระบุว่าโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดจะต้องประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

- 1) การประเมินผู้ป่วย (patient assessment)
- 2) การฝึกออกกำลังกาย (exercise training)
- 3) การให้ความรู้เรื่องโรค การรักษาและการดูแลตนเอง (education)
- 4) การให้โภชนาการที่เหมาะสม (nutritional intervention)
- 5) การช่วยเหลือทางด้านจิตใจและสังคม (psychosocial support)

ประโยชน์ของโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด

จากข้อมูลของ Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) และการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด เป็นวิธีการรักษาผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีประสิทธิภาพ^(1, 5, 7, 9) และยังมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดอีกหลายประการ เช่น

- 1) เพิ่มความสามารถในการออกกำลังกาย
- 2) ลดอาการหอบเหนื่อย
- 3) เพิ่มคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ
- 4) ลดระยะเวลานอนรักษาตัวในโรงพยาบาลและลดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา
- 5) ลดความวิตกกังวลและซึมเศร้า
- 6) ลดอาการล้า

ดังนั้นผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังทุกรายควรได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดอย่างถูกต้องและเหมาะสมตามคำแนะนำ เป็นเวลาอย่างน้อย 6 สัปดาห์ เพื่อให้ร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลง ลดอาการหอบเหนื่อยและสามารถออกกำลังกายได้นานขึ้น และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการรักษา ป้องกันการกำเริบของโรคและเพิ่มคุณภาพชีวิต ผู้ป่วยควรปฏิบัติตามโปรแกรมอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องไปในระยะยาว⁽¹¹⁾

บทบาทของนักกายภาพบำบัดในโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด

นักกายภาพบำบัดเป็นส่วนหนึ่งในทีมฟื้นฟูสมรรถภาพปอด ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ด้วยวิธีการทางกายภาพบำบัดที่หลากหลาย โดยมีเป้าหมายเพื่อลดงานของการหายใจ (reducing work of breathing) ช่วยระบายเสมหะ (promoting airway clearance) เพิ่มการเคลื่อนไหว (improving mobility) และส่งเสริมการฟื้นฟูร่างกาย (promoting rehabilitation)⁽¹²⁾ ในปี ค.ศ. 2009 Langer และคณะ⁽¹³⁾ ได้ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและเขียนแนวทางเวชปฏิบัติสำหรับนักกายภาพบำบัดในการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (clinical practice guidelines for physiotherapists) ไว้ให้นักกายภาพบำบัดได้ใช้ในการตัดสินใจทางคลินิก ดังนี้

1) เพิ่มความสามารถในการออกกำลังกาย (improvement of physical exercise capacity) ด้วยการออกกำลังกายในหลากหลายรูปแบบและมีความจำเพาะเป็นรายบุคคล โดยเน้นให้ผู้ป่วยได้ออกกำลังกายทั้งแบบแอโรบิกและแบบมีแรงต้าน ซึ่งจะช่วยให้ผู้ป่วยมีความทนทานและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากขึ้น และสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้หนักและนานกว่าการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง^(11, 14) นอกจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแบบมีแรงต้านแล้ว ควรแนะนำให้ออกกำลังกายแบบยืดเหยียดกล้ามเนื้อ โดยเน้นที่กล้ามเนื้อมัดใหญ่ ทั้งก่อนและหลังการออกกำลังกาย เพื่อเป็นการ warm up และ cool down สำหรับวิธีการออกกำลังกายนั้น สามารถใช้หลักการออกกำลังกายในผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีของ American College of Sports Medicine (ACSM)^(15, 16) ดังแสดงในตารางที่ 1 และมีแนวทางดังต่อไปนี้⁽¹³⁾

- การออกกำลังกายแบบฝึกความทนทาน (endurance training หรือ aerobic training) แนะนำให้ฝึกในผู้ป่วยทุกรายที่สามารถทำได้ ด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า ปั่นจักรยานอยู่กับที่หรือเดินเร็ว ที่ความหนักระดับปานกลาง (40-60% of heart rate reserve/ VO_2peak หรือ 4-5 modified Borg Scale) โดยฝึกอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ตั้งแต่สัปดาห์แรกของการเข้าโปรแกรม หากผู้ป่วยไม่มีอาการหอบเหนื่อย ควรปรับเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายให้มากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งการออกกำลังกายที่ระดับหนักขึ้นจะให้ผลดีกว่าการออกกำลังกายในระดับเบา แต่ทั้งนี้ต้องประเมินอาการและความสามารถของผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด

- การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (interval training) แนะนำให้ฝึกในผู้ป่วยที่มีอาการหอบเหนื่อยรุนแรงขณะออกกำลังกายและไม่สามารถออกกำลังกายแบบฝึกความทนทานได้ต่อเนื่อง ใช้เวลาในการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในอัตราส่วน 1:2 เพื่อป้องกันการสะสมของกรดแลคติก โดยให้ออกกำลังกายแบบฝึกความทนทานที่ความหนักระดับสูง อย่างน้อย 70-80% of peak work rate (มากกว่า 5 modified Borg Scale) เป็นเวลา 30-180 วินาที แล้วสลับกับการออก

กำลังกายที่ระดับเบา 50% of peak work rate (2-3 modified Borg Scale)

- การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน (resistance training) แนะนำให้ฝึกในผู้ป่วยทุกรายควบคู่ไปกับการออกกำลังกายแบบฝึกความทนทานตั้งแต่สัปดาห์แรกของการเข้าโปรแกรม เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เนื่องจากผู้ป่วยมักมีกล้ามเนื้อส่วนปลายอ่อนแรง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อขา⁽¹⁴⁾ โดยใช้ความหนัก 60-80% ของ 1RM ทำซ้ำ 8-15 ครั้งต่อท่า 2-5 รอบต่อวัน และ 3 วันต่อสัปดาห์

- การออกกำลังกายส่วนแขน (arm exercises) แนะนำให้ฝึกในผู้ป่วยที่มีกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรงและต้องการเพิ่มความสามารถของแขนและมือในการทำกิจวัตรประจำวัน อาจจะใช้จักรยานแบบปั่นมือ ยายืดหรือดัมเบลก็ได้ โดยใช้หลักการเดียวกันกับการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน^(17, 18)

- การกระตุ้นไฟฟ้าที่กล้ามเนื้อ (neuromuscular electrical stimulation) แนะนำให้ใช้กับผู้ป่วยที่กล้ามเนื้ออ่อนแรงอย่างรุนแรงจนไม่สามารถออกกำลังกายได้ ถึงแม้ว่าจะมีการวิจัยที่พบว่าการกระตุ้นไฟฟ้าด้วยความถี่ 50 Hz (เริ่มต้นที่ 55 mA จนถึง 120 mA) ที่กล้ามเนื้อขา 20 นาทีต่อครั้ง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ นาน 6 สัปดาห์ติดต่อกัน จะช่วยให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่มีการสรุปที่ชัดเจนสำหรับการกระตุ้นไฟฟ้าในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

ตารางที่ 1 แนวทางการออกกำลังกายตาม American College of Sports Medicine (ACSM)^(15, 16)

● เพิ่มความทนทานของระบบหัวใจและการหายใจ (Cardiorespiratory fitness)

กิจกรรม	การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ มีการเคลื่อนไหวเป็นจังหวะต่อเนื่อง เช่น เดิน จ็อกกิ้ง วิ่ง ปั่นจักรยาน ว่ายน้ำ เป็นต้น
ความถี่	3-5 วัน/สัปดาห์
ความหนัก	40-60% heart rate reserve หรือ 4-5 modified Borg Scale
ระยะเวลา	20-60 นาทีต่อเนื่อง หรือ เป็นช่วง ช่วงละ 10 นาที

● เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength)

กิจกรรม	การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน เน้นที่กล้ามเนื้อมัดหลักของแขน-ขา
ความถี่	2-3 วัน/สัปดาห์
ความหนัก	60-80% ของ 1RM
ระยะเวลา	ทำซ้ำ 8-15 ครั้ง/รอบ, 2-5 รอบ

● เพิ่มความยืดหยุ่น (Flexibility)

กิจกรรม	การออกกำลังกายแบบยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เน้นที่กล้ามเนื้อมัดใหญ่
ความถี่	2-3 วัน/สัปดาห์
ระยะเวลา	ทำซ้ำ 4 ครั้ง/ท่า ยืดค้างไว้ 10-30 วินาที

2) วิธีลดอาการเหนื่อยหอบ (interventions for reducing exertional dyspnea) เนื่องจากผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีการจำกัดการไหลของอากาศเข้า-ออกปอด จึงต้องใช้ความพยายามในการหายใจอย่างมาก ทำให้เกิดอาการหอบเหนื่อย ดังนั้นจึงมีวิธีการช่วยลดงานของการหายใจ หรือเพิ่มความสามารถในการระบายอากาศ ดังนี้

- การฝึกหายใจ (breathing exercises): ควรให้ผู้ป่วยฝึกหายใจแบบห่อปาก (pursed lips breathing exercise) โดยเฉพาะในช่วงที่มีอาการหอบเหนื่อยขณะ

ออกกำลังกาย การฝึกหายใจออกด้วยการห่อปากและเป่าลมออกทางปากช้าๆ ยาวๆ ดังแสดงในรูปที่ 1 อากาศที่ค้างค้างอยู่ในปอดจะถูกไล่ออกมา ส่งผลให้อากาศใหม่สามารถเข้าสู่ปอดและเกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซได้มากขึ้น จึงสามารถช่วยลดอัตราการหายใจ เพิ่มปริมาตรปอดและออกซิเจนในเลือดได้ สำหรับการฝึกหายใจโดยใช้กระบังลม (diaphragmatic breathing exercise) ไม่แนะนำให้ฝึกในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังระดับปานกลางถึงรุนแรง เนื่องจากอาจทำให้กล้ามเนื้อหายใจเคลื่อนไหวไม่สัมพันธ์กับการหายใจ (asynchronous and paradoxical breathing movements) อีกทั้งยังไม่ได้ช่วยเพิ่มการระบายอากาศ ทำให้ผู้ป่วยต้องพยายามหายใจมากขึ้น อาการหอบเหนื่อยจึงแย่ลง

- การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า (inspiratory muscle training): แนะนำให้ผู้ป่วยที่มีอาการหอบเหนื่อยและไม่สามารถออกกำลังกายตามปกติได้เพิ่มการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า โดยใช้แรงต้านอย่างน้อย 30% ของ maximal inspiratory pressure

- การจัดท่าทาง (body position): ควรแนะนำให้ผู้ป่วยโน้มตัวไปข้างหน้าเมื่อเกิดอาการหอบเหนื่อย หรือยืนโน้มตัวไปข้างหน้าและมีที่พิงแขนสามารถช่วยลดอาการได้

- การออกกำลังกายแบบผ่อนคลาย (relaxation exercises): ผลของการฝึกผ่อนคลายต่อการลดอัตราการหายใจ และอาการหอบเหนื่อยยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน แต่อาจจะให้ฝึกในผู้ป่วยที่มีอาการวิตกกังวลและหอบเหนื่อยได้

3) เพิ่มการระบายเสมหะ (improving airway mucus clearance) ในผู้ป่วยที่มีการกำเริบเฉียบพลันของโรค และมีเสมหะจำนวนมาก นักกายภาพบำบัดจะต้องพิจารณาเลือกใช้เทคนิคการระบายเสมหะให้เหมาะสม เช่น การฝึกไอ การกดทรวงอกและท้อง การจัดท่าระบายเสมหะ การเคาะและสั่นปอด การหายใจออกด้วยแรงดันบวก (positive expiratory pressure breathing) และการหายใจด้วยแรงดันบวกพร้อมกับแรงสั่น (positive pressure oscillative breathing)

4) เพิ่มประสิทธิภาพของการรักษา (improving compliance with therapy) และรักษาสมรรถภาพทางกายไม่ให้แย่ง โดยการโน้มน้าวให้ผู้ป่วยมีพฤติกรรมในการดูแลรักษาตัวเองแบบถาวร ด้วยวิธีการต่อไปนี้

- โปรแกรมรักษาสภาพ (Maintenance programs) ประกอบด้วย การโทรศัพท์ติดตามทุกสัปดาห์ และการให้โปรแกรมออกกำลังกายที่บ้านต่อไปอีก 1 ปี หลังจากเสร็จสิ้นโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพปอดภายใต้การดูแลของทีมฟื้นฟู

- ให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการที่จะช่วยเพิ่มกิจกรรมทางกาย เช่น การติดตามกิจกรรมทางกายด้วยตนเอง (physical activity self-monitoring) เพื่อกระตุ้นให้ผู้ป่วยสนใจที่จะติดตามและประเมินการเปลี่ยนแปลงของตนเอง

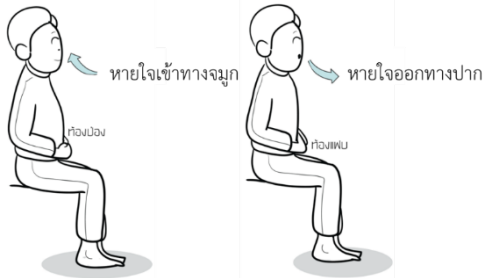
โปรแกรมการออกกำลังกายที่บ้าน (home-base exercise program)

การออกกำลังกายที่บ้าน เป็นส่วนสำคัญของโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด เพราะผู้ป่วยที่ออกจากโรงพยาบาลแล้วต้องกลับไปใช้ชีวิตที่บ้าน จึงจำเป็นต้องมีโปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมควบคู่ไปกับการดูแลด้านอื่นๆ ซึ่งโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดที่บ้านสามารถลดอาการหอบเหนื่อย เพิ่มความสามารถในการออกกำลังกาย และช่วยให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตดีขึ้นได้ ไม่ต่างจากโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดที่โรงพยาบาล⁽¹⁹⁾ เพียงแต่ต้องเป็นโปรแกรมที่มีมาตรฐานสามารถปรับให้เหมาะกับผู้ป่วยแต่ละรายได้ และที่สำคัญคือต้องเป็นโปรแกรมง่ายๆ ที่ผู้ป่วยสามารถเข้าใจและปฏิบัติตามได้ไม่ยาก⁽²⁰⁾

บทความนี้ขอเสนอแนวทางการออกกำลังกายที่บ้านสำหรับผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยอ้างอิงตามแนวปฏิบัติบริการสาธารณสุขสุโขทัยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง พ.ศ. 2553⁽¹⁰⁾ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การฝึกหายใจแบบห่อปาก (pursed lip breathing exercise): ฝึก 5-10 ครั้ง/รอบ แล้วพักหายใจปกติ 5-10 ครั้ง, 2 รอบ/วัน, 3 วัน/สัปดาห์

- อยู่ในท่านั่ง วางมือทั้งสองข้างไว้ที่หน้าท้อง
- หายใจเข้าทางจมูกช้าๆ ลึกๆ ให้ท้องป่องออก เมื่อหายใจเข้าจนสุดให้กลั้นค้างไว้ 2-3 วินาที
- ห่อปากให้มีช่องลมออกเล็กๆ แล้วหายใจออกทางปากช้าๆ ยาวๆ จนหมด ให้ท้องแฟบลง



รูปที่ 1 การฝึกหายใจแบบห่อปาก

2) การขยับเคลื่อนไหวทรวงอกด้วยตนเอง (active chest mobilization): ฝึก 5-10 ครั้ง/ท่า/รอบ ทำ 2-3 รอบ/วัน อย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์ โดยให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านั่งหรือยืน เท้าวางราบกับพื้น ลำตัวตรง มี 4 ท่า ดังนี้ (รูปที่ 2)

ท่าที่ 1 ท่ายืดทรวงอกด้านหน้า-ด้านหลัง (stretch antero-posterior chest wall)

ยกมือขึ้นเหนือศีรษะทั้ง 2 ข้าง แขนเหยียดตรง และกางออกเล็กน้อยพร้อมกับหายใจเข้า แล้วโน้มตัวไปข้างหน้า หุบแขนเข้าหากัน พร้อมกับหายใจออก และก้มตัวลงพยายามให้มือแตะพื้น จากนั้นให้ยืดตัว ยกแขนขึ้นและกางออก พร้อมกับหายใจเข้า กลับสู่ท่าเริ่มต้น

ท่าที่ 2 ท่ายืดทรวงอกด้านหน้า-ด้านหลังส่วนบน (stretch antero-posterior upper chest wall) เอามือประสานที่ท้ายทอย ยึดตัวขึ้นและกางศอกออกพร้อมกับหายใจเข้า แล้วก้มศีรษะลง หุบศอกเข้าหากันพร้อมกับหายใจออก จากนั้นให้เงยหน้าขึ้นและกางศอกออกพร้อมกับหายใจเข้า กลับสู่ท่าเริ่มต้น

ท่าที่ 3 ท่ายืดทรวงอกด้านหลัง-ด้านข้าง (stretch posterolateral chest wall) ยกมือซ้ายขึ้นเหนือศีรษะ ใช้มือขวาจับที่ข้อมือซ้าย ยึดตัวขึ้น หมุนตัวไปด้านซ้าย พร้อมกับหายใจเข้า จากนั้นให้หมุนตัวไปด้านขวา ดึงมือซ้ายไปด้านขวาและก้มตัวลง พร้อมกับหายใจออก จากนั้นให้หายใจเข้าแล้วยืดตัว ยกแขนขึ้น พร้อมกับหมุนตัวกลับสู่ท่าเริ่มต้น (สลับข้างซ้าย-ขวา)

ท่าที่ 4 ท่ายืดทรวงอกด้านข้าง (stretch lateral chest wall) ยกมือซ้ายขึ้นเหนือศีรษะ ยึดตัวขึ้นพร้อมกับหายใจเข้า แล้วเอื้อมมือข้ามศีรษะเอียงตัวไปข้างขวา พร้อมกับหายใจออกจากนั้นให้ดึงมือและลำตัวกลับพร้อมกับหายใจเข้า กลับสู่ท่าเริ่มต้น (สลับข้างซ้าย-ขวา)

3) การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยแผ่นยางยืด: ฝึก 5-10 ครั้ง/ท่า/รอบ และเพิ่มเป็น 20 ครั้ง/รอบ ทำ 2-3 รอบ/วัน อย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์ โดยใช้มือทั้ง 2 ข้างจับแผ่นยางยืดให้ตึงพอดี ความกว้างเท่ากับช่วงไหล่ เลือกระดับแรงต้านของแผ่นยางยืดตามความสามารถของตนเอง โดยเริ่มจากแรงต้านที่สามารถยืดออกไปได้สุดช่วงพอดี จากนั้นค่อยๆ เพิ่มแรงต้านขึ้น จังหวะในการยืดแผ่นยางยืดต้องสัมพันธ์กับการหายใจ โดยดึงยืดพร้อมหายใจเข้าแล้วปล่อยยางยืดในจังหวะหายใจออก มี 7 ท่า ดังนี้ (รูปที่ 3)

ท่าที่ 1 ท่ากางแขนด้านหน้า

ยกแขน 2 ข้างไปข้างหน้า หายใจเข้าพร้อมกับกางแขนไปด้านข้าง ดึงแผ่นยางยืดให้ยืดออก ค้างไว้ 2-3 วินาที แล้วผ่อนยางยืดพร้อมกับหายใจออกช้าๆ

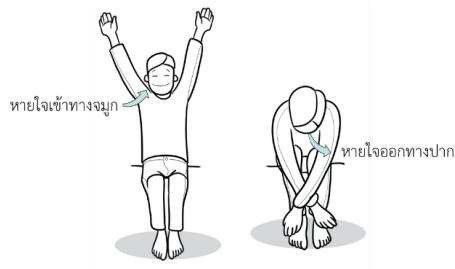
ท่าที่ 2 ท่ากางแขนด้านบน

ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ หายใจเข้าพร้อมกับกางแขนไปด้านข้าง ดึงแผ่นยางยืดให้ยืดออก ค้างไว้ 2-3 วินาที แล้วผ่อนยางยืดพร้อมกับหายใจออกช้าๆ

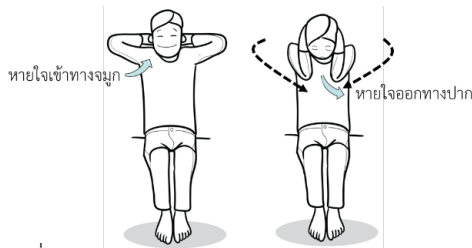
ท่าที่ 3 ท่ากางแขนเฉียงลง

ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะในแนวเฉียงทางซ้าย หายใจเข้าพร้อมกับใช้มือขวาดึงแผ่นยางยืดลงด้านล่างในแนวหมุนเฉียงไปด้านขวา ค้างไว้ 2-3 วินาที แล้วผ่อนยางยืดพร้อมกับหายใจออกช้าๆ (สลับข้างซ้าย-ขวา)

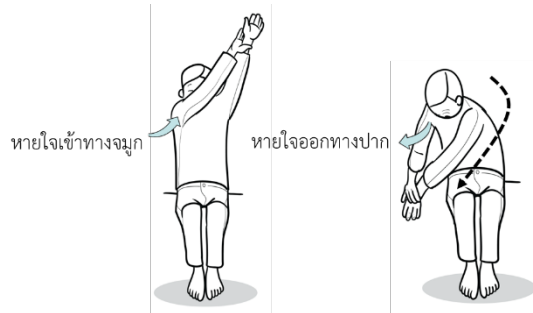
ท่าที่ 1



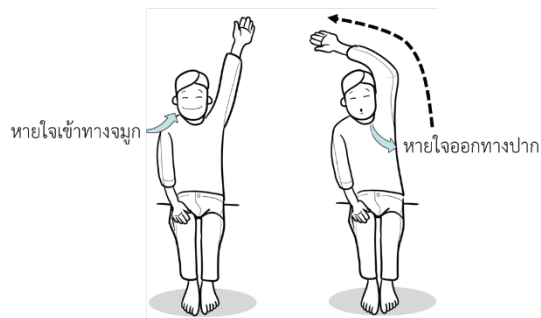
ท่าที่ 2



ท่าที่ 3



ท่าที่ 4



รูปที่ 2 การขยับเคลื่อนไหวทรวงอกด้วยตนเอง

ท่าที่ 4 ท่ากางแขนเฉียงขึ้น

จับแผ่นยางยืดที่ข้างสะโพกซ้าย หายใจเข้าพร้อมกับใช้มือขวาดึงแผ่นยางยืดขึ้นด้านบนในแนวทแยงไปด้านขวา ค้างไว้ 2-3 วินาที แล้วผ่อนยางยืดพร้อมกับหายใจออกช้าๆ (สลับข้างซ้าย-ขวา)

ท่าที่ 5 ท่าอศอก

ใช้แผ่นยางยืดคล้องไว้ที่ใต้เท้า 2 ข้าง มือทั้ง 2 ข้างจับแผ่นยางยืดไว้ข้างลำตัว หายใจเข้าพร้อมกับกางอศอกดึงแผ่นยางยืดขึ้น ค้างไว้ 2-3 วินาที แล้วผ่อนยางยืดพร้อมกับหายใจออกช้าๆ

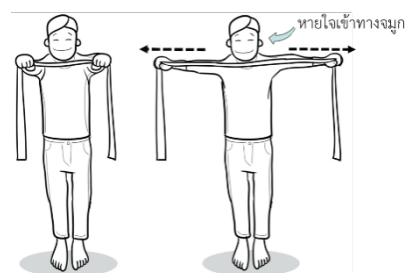
ท่าที่ 6 ท่ากางขา

ใช้แผ่นยางยืดคล้องไว้ที่ใต้เท้า 2 ข้าง มือทั้ง 2 ข้างจับแผ่นยางยืดไว้ข้างลำตัว หายใจเข้าพร้อมกับกางขาขาออกไปด้านข้าง ค้างไว้ 2-3 วินาที แล้วผ่อนยางยืดพร้อมกับหายใจออกช้าๆ (สลับข้างซ้าย-ขวา)

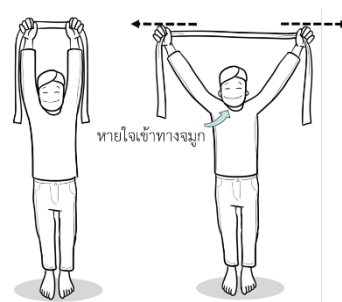
ท่าที่ 7 ท่าเหยียดขา

ให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านั่ง ใช้แผ่นยางยืดคล้องไว้ที่ใต้เท้า 1 ข้าง มือทั้ง 2 ข้างจับแผ่นยางยืดไว้ข้างลำตัว หายใจเข้าพร้อมกับเหยียดขาออก ค้างไว้ 2-3 วินาที แล้วผ่อนยางยืดพร้อมกับหายใจออกช้าๆ

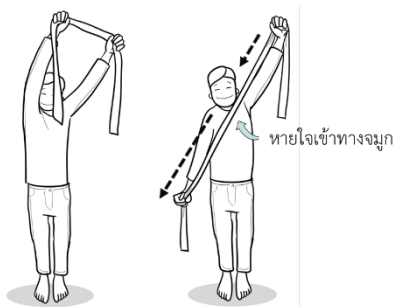
ท่าที่ 1



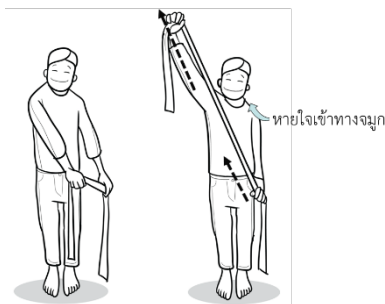
ท่าที่ 2



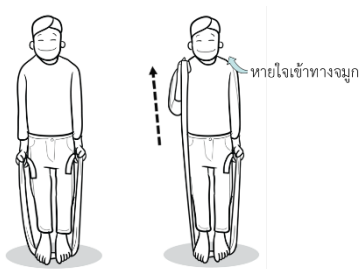
ท่าที่ 3



ท่าที่ 4



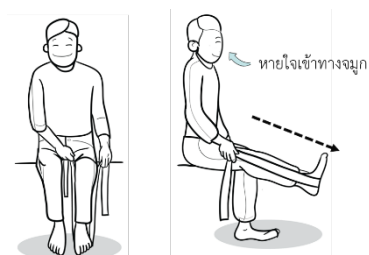
ท่าที่ 5



ท่าที่ 6



ท่าที่ 7



รูปที่ 3 การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยแผ่นยางยืด

4) การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนขา ด้วยถุงทราย: ด้วยการถ่วงน้ำหนักที่ข้อเท้าด้วยถุงทราย ขนาดต่างๆ โดยเริ่มต้นที่ 0.5 กิโลกรัม แล้วค่อยๆ เพิ่มน้ำหนักขึ้นตามความสามารถของผู้ป่วย ให้ฝึก 5-10 ครั้ง/ท่า/รอบ 2-3 รอบ/วัน อย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์ ประกอบด้วย 3 ท่า ดังนี้ (รูปที่ 4)

ท่าที่ 1 ท่าอสะโพก

ให้ผู้ป่วยหายใจเข้าพร้อมกับงอสะโพก ยกขาขึ้น จนสุดการเคลื่อนไหว ค้างไว้ 2-3 วินาที พยายามนั่งให้ตัวตรง ไม่เอนไปข้างหลัง จากนั้นให้หายใจออกช้าๆ ปลดปล่อยขาลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

ท่าที่ 2 ท่าเตะขา

ให้ผู้ป่วยหายใจเข้าพร้อมกับเตะขาไปข้างหน้าเหยียดเข่าจนสุดการเคลื่อนไหว ค้างไว้ 2-3 วินาที พยายามนั่งให้ตัวตรง ไม่เอนไปข้างหลัง จากนั้นให้หายใจออกช้าๆ ปลดปล่อยขาลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

ท่าที่ 3 ท่ากระดกปลายเท้า

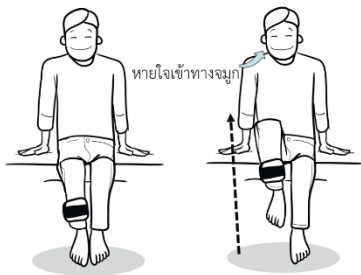
ให้ผู้ป่วยกระดกปลายเท้าขึ้น ค้างไว้ 2-3 วินาที และจิกปลายเท้าลง ค้างไว้ 2-3 วินาที

5) การออกกำลังกายแบบแอโรบิก: ให้ผู้ป่วยออกกำลังกายด้วยการเดินบนทางราบ 30 นาที/ครั้ง อย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ โดยให้รู้สึกเหนื่อยในระดับปานกลาง (40-60% heart rate reserve หรือ 4-5 modified Borg Scale) หากไม่มีอาการเหนื่อย ผู้ป่วยสามารถเพิ่มระยะเวลาในการเดินได้ โดยก่อนการออกกำลังกายทุกครั้งจะมีการอบอุ่นร่างกาย (warm up) ด้วยการยืดกล้ามเนื้อและหมุนข้อไหล่ มือ เข่า เท้า เบาๆ เป็นเวลา 5 นาที และหลังจากออกกำลังกายเสร็จ ต้องผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (cool down) ด้วยการยืดกล้ามเนื้อเบาๆ อีก 5 นาที

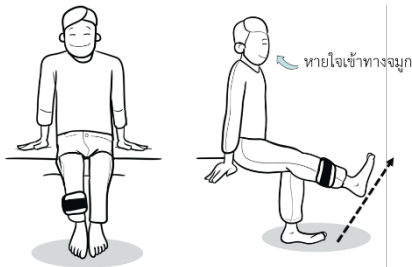
บทสรุป

โปรแกรมการออกกำลังกายที่บ้าน เป็นส่วนหนึ่งของการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ที่จะช่วยให้ผู้ป่วยมีสุขภาพดีขึ้นทั้งทางร่างกายและจิตใจ อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการไปโรงพยาบาล ซึ่งโปรแกรมการออกกำลังกายที่บ้านจะประกอบไปด้วยการออกกำลังกายง่ายๆ ที่ผู้ป่วยสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง เช่น การฝึก

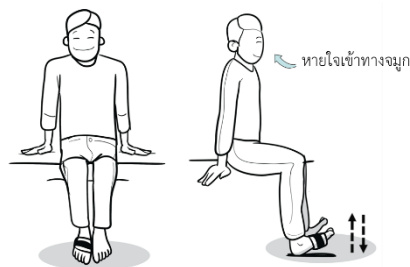
ท่าที่ 1



ท่าที่ 2



ท่าที่ 3



รูปที่ 4 การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนขาด้วยถุงทราย

หายใจแบบห่อปากเพื่อเพิ่มการระบายอากาศและลดอาการหอบเหนื่อย การขยับเคลื่อนไหวทรวงอกด้วยตนเองเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของทรวงอกทำให้ทรวงอกขยายตัวได้มากขึ้น การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านโดยใช้แรงต้านจากแผ่นยางยืดและถุงทรายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนแขนและขา และการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยการเดินอย่างน้อย 30 นาที/ครั้ง เพื่อเพิ่มความทนทานของระบบหัวใจและการหายใจ รวมถึงระบบกล้ามเนื้อด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. The Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD [Internet]. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease.; 2015 [updated January 2015; cited September 27, 2015]. Available from: <http://www.goldcopd.org/>.
2. MacNee W. Pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease. Proc Am Thorac Soc 2005; 2(4): 258-66; discussion 90-1.
3. Cooper CB. Airflow obstruction and exercise. Respir Med 2009; 103(3): 325-34.
4. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med 2013; 188(8): e13-64.
5. Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, et al. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. Chest 2007; 131 (5 Suppl): 4S-42S.
6. Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med 2006; 173(12): 1390-413.
7. Garvey C, Spruit MA, Hill K, Pitta F, Shioya T. International COPD Coalition Column: pulmonary rehabilitation-reaching out to our international community. J Thorac Dis 2013; 5(3): 343-8.

8. McCarthy B, Casey D, Devane D, Murphy K, Murphy E, Lacasse Y. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 2: CD003793.
9. Nici L, Lareau S, ZuWallack R. Pulmonary rehabilitation in the treatment of chronic obstructive pulmonary disease. *Am Fam Physician* 2010; 82(6): 655-60.
10. Health service practice guideline committee. Health service practice guideline for chronic obstructive pulmonary disease 2010. Bangkok: Union ultraviolet Co., Ltd, 2010.
11. Marciniuk DD, Brooks D, Butcher S, Debigare R, Dechman G, Ford G, et al. Optimizing pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease-practical issues: a Canadian Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Canadian respiratory journal* 2010; 17(4): 159-68.
12. Mikelsons C. The role of physiotherapy in the management of COPD. *Respiratory Medicine: COPD Update* 2008; 4(1): 2-7.
13. Langer D, Hendriks E, Burtin C, Probst V, van der Schans C, Paterson W, et al. A clinical practice guideline for physiotherapists treating patients with chronic obstructive pulmonary disease based on a systematic review of available evidence. *Clin Rehabil* 2009; 23(5): 445-62.
14. Iepsen UW, Jorgensen KJ, Ringbaek T, Hansen H, Skrubbeltrang C, Lange P. A combination of resistance and endurance training increases leg muscle strength in COPD: An evidence-based recommendation based on systematic review with meta-analyses. *Chronic respiratory disease* 2015; 12(2): 132-45.
15. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and science in sports and exercise* 1998; 30(6): 992-1008.
16. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise* 1998; 30(6): 975-91.
17. Calik-Kutukcu E, Arikan H, Saglam M, Vardar-Yagli N, Oksuz C, Inal-Ince D, et al. Arm strength training improves activities of daily living and occupational performance in patients with COPD. *The clinical respiratory journal* 2017; 11(6): 820-32.
18. Janaudis-Ferreira T, Hill K, Goldstein RS, Robles-Ribeiro P, Beauchamp MK, Dolmage TE, et al. Resistance arm training in patients with COPD: A Randomized Controlled Trial. *Chest* 2011; 139(1): 151-8.
19. Horton EJ, Mitchell KE, Johnson-Warrington V, Apps LD, Sewell L, Morgan M, et al. Comparison of a structured home-based rehabilitation programme with conventional supervised pulmonary rehabilitation: a randomised non-inferiority trial. *Thorax* 2018; 73(1): 29-36.
20. Pradella CO, Belmonte GM, Maia MN, Delgado CS, Luise AP, Nascimento OA, et al. Home-Based Pulmonary Rehabilitation for Subjects With COPD: A Randomized Study. *Respiratory care* 2015; 60(4): 526-32.

ความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องมือวัดการเคลื่อนไหวคอ “WE-CAP”

กัลยา ปานงูเหลือม^{1,3} และ วิชัย อิงพิณจพงศ์^{2,3*}

Received: Mar 3, 2018

Revised: June 1, 2018

Accepted: June 4, 2018

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวแบบใหม่ (WE-CAP) เทียบกับเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบเดิม (CROM) เก็บข้อมูลในอาสาสมัครสุขภาพดี 20 คน ซึ่งประกอบด้วยอาสาสมัครเพศชาย 8 คน เพศหญิง 12 คน อายุเฉลี่ย 29.1 ± 4.27 ปี โดยวัดองศาการเคลื่อนไหวในท่า flexion, extension, right rotation, left rotation และ right lateral flexion, left lateral flexion จำนวน 3 ครั้งหาค่าเฉลี่ย นิ่งพัก 5 นาที และวัดซ้ำอีกท่าละ 3 ครั้งทำการวัดซ้ำโดยผู้วัดเพียงคนเดียว วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ intraclass-correlation coefficient (ICC), coefficient of variation (CV), standard error of measurements (SEMs) และ Pearson's correlation coefficient ผลการวิจัยพบว่า ทั้งเครื่อง WE-CAP และ CROM แบบเดิมมีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์สูงมาก (ICC > 0.84) ค่า coefficient of variation (CV) ทุกตัวมีค่า $\leq 8\%$, standard error of measurements (SEMs) ทุกตัวมีค่า ≤ 0.94 และค่าความตรงของเครื่องมือทั้งสอง อยู่ในระดับสูงมาก (Pearson's correlation coefficient > 0.93) จึงสรุปได้ว่า เครื่อง WE-CAP มีค่าความน่าเชื่อถือและมีความตรงอยู่ในเกณฑ์สูงมาก สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิกได้

คำสำคัญ: เครื่องมือใหม่, CROM, การเคลื่อนไหวคอ, ความน่าเชื่อถือ, ความตรง

¹ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ ศูนย์ส่งเสริมคุณภาพชีวิตคนวัยทำงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้รับผิดชอบบทความ



Reliability and validity of a “WE-CAP” device for measurement of cervical range of motion

Kallaya Panngooluem^{1,3} and Wichai Eungpinichpong^{2,3*}

Abstract

The purposes of this study were to evaluate reliability and validity of a new device (WE-CAP) for measurement of cervical range of motion. Test-retest reliability of measurements in twenty healthy subjects (8 men and 12 women; mean age 29.1 ± 4.27 years) participated. A standard goniometer for measuring cervical range of motion (CROM) was chosen for comparison with the WE-CAP. Active cervical range of motion in all directions including flexion, extension, right rotation, left rotation, right lateral flexion and left lateral flexion were measured 3 times. After 5 minutes rest, the subjects were measured again with the same protocol. Analysis using intraclass-correlation coefficient (ICC), coefficient of variation (CV), standard error of measurements (SEMs), Pearson's correlation coefficient were analyzed. Results showed that both devices had high reliability (ICCs > 0.92 for all directions), (%CV) less than 8%, SEMs less than 0.94. The agreement of measurements between the two devices was high (Pearson's correlation coefficient > 0.93). It is concluded that the measurement of cervical range of motion using WE-CAP has high reliability and validity. This device could be used in clinical setting.

Keywords: New device, CROM, Neck, Reliability, Validity

¹ Physical therapy student, Faculty of Associated medical sciences, Khon Kaen University

² Associate Professor, Faculty of Associated medical sciences, Khon Kaen University

³ Research and training center for enhancing quality of life of working age people

* Corresponding author : (e-mail: wiceun@yahoo.com)

บทนำ

อาการปวดคอเป็นปัญหาที่มักพบได้บ่อยในวัยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ อาการปวดคอเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวัน และประสิทธิภาพในการทำงานจนเป็นสาเหตุของการขาดงานและการเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาเพิ่มขึ้น⁽¹⁾ จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าอาการปวดคอสามารถพบได้บ่อยประมาณร้อยละ 30⁽²⁾ ปัจจัยที่อาจส่งผลทำให้เกิดอาการปวดคอบ่อยเกิดจากท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ กล่าวคือทำงานขณะที่คออยู่ในท่าก้มต่อเนื่องกันเป็นเวลานานเกินกว่าครึ่งชั่วโมงและมีความเครียดในการทำงาน มีการรายงานเกี่ยวกับการเกิดอาการปวดคอในกลุ่มคนที่ใช้คอมพิวเตอร์ประมาณ ร้อยละ 65 ซึ่งส่วนใหญ่ปวดระดับปานกลาง ในมุมเงยและมุมก้มมากกว่า 17 องศา⁽³⁾ หากไม่ได้รับการรักษาอย่างมีประสิทธิภาพอาการนี้อาจนำไปสู่ความผิดปกติเรื้อรัง และทำให้เกิดกลุ่มอาการ myofascial pain ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดอาการปวดคอเรื้อรังและช่วงมุมการเคลื่อนไหวของคอลดลง

การวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอ สามารถใช้ตรวจหาความผิดปกติของการเคลื่อนไหวของคอรวมถึงการประเมินผลของการรักษาได้ ปัจจุบันมีเครื่องมือหลากหลายที่ใช้ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอได้ โดยเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ Goniometer ซึ่งเป็นเครื่องมือที่หาง่ายและมีราคาถูก แต่มักจะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดได้ง่ายเนื่องจากผู้วัดต้องกำหนดจุดวางแกนหมุนของ Goniometer บนตำแหน่งของร่างกายที่ไม่ชัดเจน และต้องจัดแขนหนึ่งของเครื่องมือให้อยู่ในขณะเคลื่อนไหวของแขนวัดไปตามทิศทางการเคลื่อนไหวคอ และต้องมองให้ตรงกับจุดหมุน จึงเป็นการยากที่จะวัดได้อย่างแม่นยำและน่าเชื่อถือซึ่งมักจะขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้วัด นอกจากนี้ยังมีแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน, เครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหว (motion analysis)⁽⁷⁾ เครื่องมือวัดองศาแบบดิจิทัล (head posture spinal)⁽⁶⁾ และเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบเดิม (CROM) เป็นเครื่องมืออีกเครื่องมือหนึ่งที่เป็นที่นิยม⁽⁴⁾ ซึ่งเครื่องมือต่างๆ เหล่านี้มีข้อจำกัดคือ วิธีการซับซ้อนและราคาแพง จึงไม่เหมาะสม

กับการนำมาใช้วัดหรือตรวจประเมินทางคลินิก ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดการพัฒนาเครื่องวัดองศาที่สามารถแสดงค่าองศาการเคลื่อนไหวของคอโดยผู้ป่วยเคลื่อนไหวเองเพื่อลดความผิดพลาดจากการวัด เครื่องวัดองศาที่ประกอบด้วยอุปกรณ์วัดความลาดเอียงแบบดิจิทัล (digital inclinometer) และเข็มทิศ ติดไว้ที่หมวกพลาสติกเรียกชื่ออุปกรณ์นี้ว่า WE-CAP (พัฒนาโดย รศ.ดร.วิชัย อึ้งพินิจพงศ์) ซึ่งอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้จะมีความสะดวกในการใช้ในทางคลินิกแต่ยังไม่มีรายงานถึงค่าความน่าเชื่อถือความตรงของเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบใหม่ (WE-CAP) นี้

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบใหม่ (WE-CAP)

วัสดุและวิธีการ

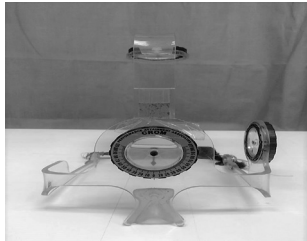
1. กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์อาสาสมัครที่จะเข้าร่วมการวิจัยนี้ต้องเป็นอาสาสมัครสุขภาพดีและไม่เคยมีอาการปวดคอในช่วง 3 เดือน ก่อนหน้าเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 20 คน แบ่งเป็นเพศหญิง 12 คน เพศชาย 8 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกเข้ากลุ่มตัวอย่าง ดังนี้คือ เป็นบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี และไม่มีอาการปวดคอ อนึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่องการนวดไทยประยุกต์ต่อองศาการเคลื่อนไหวของคอในผู้ป่วยปวดคอ: การศึกษาวิจัยเชิงเปรียบเทียบแบบสุ่ม ซึ่งผ่านการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่นแล้ว (เลขที่โครงการ HE602214) นอกจากนี้หมวก WE-CAP เป็นอุปกรณ์การวัดผลไม่ได้นำมาใช้ในการรักษาจึงไม่ได้จัดอยู่ในหมวดเครื่องมือแพทย์ที่ต้องผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ก่อนการเก็บข้อมูลอาสาสมัครทุกคนได้รับเอกสารชี้แจงวัตถุประสงค์และอธิบายขั้นตอนการร่วมวิจัยแล้วจึงลงนามแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

2. เครื่องมือวิจัย

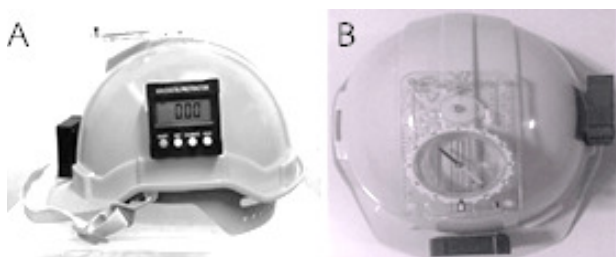
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย

2.1 CROM เป็นเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบเดิมที่มีมาตรฐานและใช้เพื่องานวิจัยที่ต้องการวัดมุมการเคลื่อนไหวคอ ซึ่งประกอบขึ้นด้วยโครงพลาสติกติดแป้นวัดมุมชนิด inclinometer ติดไว้ด้านข้าง 1 อันและด้านหน้า 1 อัน และเข็มทิศวางอยู่บนก้านพลาสติกฉากด้านบน (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 CROM

2.2 WE-CAP เป็นเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบใหม่ยังไม่ได้ทำการจดขึ้นทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา มีลักษณะเป็นหมวกพลาสติกรูปทรงรี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20x22 เซนติเมตร มีสายคล้องรัดคางและมีแถบวัดศีรษะเพื่อให้ปรับขนาดสวมใส่ได้พอเหมาะกับขนาดของศีรษะแต่ละคน ด้านหน้าและด้านข้างติดอุปกรณ์วัดมุมโดยใช้หลักการการวัดมุมลาดเอียงชนิด digital inclinometer ซึ่งแสดงผลเป็นตัวเลขมุมเอียงเป็นองศาที่ละเอียดยกขนาดทศนิยม 1 ตำแหน่ง และมีเข็มทิศมาติดที่ด้านบนของหมวกเพื่อแสดงค่าองศาการเคลื่อนไหวของคอซึ่งอ้างอิงตามทิศทางของแม่เหล็กโลก ในการเริ่มวัดมุมผู้ป่วยสวมหมวกให้กระชับแล้วเคลื่อนไหวคอเองตามที่ผู้วิจัยกำหนด เพื่อลดความผิดพลาดจากการวัดโดยผู้วัด (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 A คือ WE-CAP ด้านข้าง B คือ WE-CAP ด้านบน

3. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยจัดให้อาสาสมัครนั่งตัวตรงบนเก้าอี้ที่ไม่มีพนักพิงซึ่งหันหน้าไปทางทิศเหนือ สวมใส่เครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอที่ละชนิดโดยการสวม แล้วให้เคลื่อนไหวคอในท่า ก้มหน้า-เงยหน้า (flexion-Extension), หมุนศีรษะไป ทางซ้ายและทางขวา (left-right rotation), เอียงศีรษะไปทางซ้ายและทางขวา (left-right lateral flexion) ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นให้นั่งพักเป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงให้ทำการเคลื่อนไหวแบบเดิมอีกท่าละ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของแต่ละท่า แล้วนำค่ามาคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือและความตรงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurements, SEMs) และค่าความแปรปรวน (coefficient of variation, CV)⁽⁸⁾ ทั้งนี้ผู้วัดเป็นนักกายภาพบำบัดและเป็นบุคคลเดียวกันตลอดการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าเฉลี่ยของการวัดในแต่ละท่าการเคลื่อนไหวของคอด้วยเครื่องมือแต่ละอัน ถูกนำมาหาค่าความเชื่อถือด้วยสถิติ Intraclass correlation coefficient: ICC ส่วนการทดสอบความตรงของการวัดด้วยเครื่องมือทั้งสองชนิด ใช้ค่าเฉลี่ยเหล่านั้นมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation coefficient: r) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ร้อยละ 95 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurements, SEMs) และค่าความแปรปรวน (coefficient of variation, CV)⁽⁸⁾

ผลการศึกษา

จากการศึกษาในอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยนี้ทั้งสิ้น 20 คน (ชาย 8 คน, หญิง 12 คน) มีอายุเฉลี่ย 29.1 ± 4.27 ปี ดัชนีมวลกาย 23.2 ± 9.1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มอาสาสมัครผู้ใหญ่ที่ปกติและไม่อ้วนหรือน้ำหนักเกิน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานอาสาสมัคร

ลักษณะทั่วไป	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
1. อายุ (ปี)	29.1 (4.2)
2. น้ำหนัก (กิโลกรัม)	60.6 (9.1)
3. ส่วนสูง (เซนติเมตร)	161.60 (5.7)
4. ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	23.2 (3.1)

ตารางที่ 2 ค่าความตรงของการวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอ ด้วยเครื่อง CROM และ WE-CAP

Cervical range of motion		
Motion	Pearson correlation (r)	p-value
Flexion	0.93	0.001
Extension	0.94	0.001
Right Rotation	0.98	0.001
Left Rotation	0.97	0.001
Right Lateral flexion	0.85	0.001
Left Lateral flexion	0.85	0.001

จากผลการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์ความตรงระหว่างการวัดด้วย CROM และ WE-CAP พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation coefficient: r) ของ WE-CAP มีค่า r อยู่ระหว่าง 0.85-0.98 ในท่า flexion, extension, right rotation, left rotation และ right lateral flexion, left lateral flexion ใน**ตารางที่ 2** สำหรับการวิเคราะห์ค่าความน่าเชื่อถือพบว่า CROM มีค่า Intra-class correlation coefficient, ICC อยู่ระหว่าง 0.90-0.97 และ WE-CAP มีค่า Intra-class

correlation coefficient, ICC อยู่ระหว่าง 0.96-0.98 สำหรับการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด (standard error of measurements, SEMs) พบว่า CROM มีค่า SEMs อยู่ระหว่าง 0.52-0.94 องศา WE-CAP มีค่า SEMs อยู่ระหว่าง 0.50-0.89 องศา และสำหรับการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (coefficient of variation, CV) พบว่า CROM มีค่า %CV อยู่ระหว่าง 5.0-8.0% WE-CAP มีค่า %CV อยู่ระหว่าง 4.7-7.6% (**ตารางที่ 3**)

ตารางที่ 3 Intra-class correlation coefficients (ICC), 95% confidence interval (95% CI), standard error of measurements (SEMs) and coefficient of variation (CV) of all measurements (n=20).

Cervical range of motion					
Motion	Mean $\pm$ SD	ICC	95% CI	CV%	SEMs
Flexion					
- WE-CAP	44.97 $\pm$ 2.24	0.92	0.691 to 0.91	5.00	0.50
- CROM	44.90 $\pm$ 2.32	0.92	0.688 to 0.981	5.20	0.52
Extension					
- WE-CAP	52.10 $\pm$ 3.98	0.97	0.871 to 0.992	7.60	0.89
- CROM	52.14 $\pm$ 4.20	0.88	0.500 to 0.969	8.00	0.94
Right Rotation					
- WE-CAP	71.52 $\pm$ 3.33	0.99	0.966 to 0.998	4.70	0.74
- CROM	71.36 $\pm$ 3.58	0.92	0.694 to 0.981	5.00	0.80
Left Rotation					
- WE-CAP	70.28 $\pm$ 3.84	0.98	0.948 to 0.997	5.50	0.86
- CROM	70.11 $\pm$ 3.72	0.95	0.825 to 0.989	5.30	0.83
Right Lateral flexion					
- WE-CAP	39.25 $\pm$ 2.76	0.91	0.626 to 0.977	7.00	0.62
- CROM	38.77 $\pm$ 2.99	0.85	0.375 to 0.961	7.70	0.67
Left Lateral flexion					
- WE-CAP	39.77 $\pm$ 2.62	0.92	0.688 to 0.981	6.60	0.59
- CROM	39.07 $\pm$ 2.69	0.89	0.577 to 0.974	6.90	0.60

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

ในการศึกษานี้ใช้ค่า Intraclass correlation coefficient: ICC, ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด (standard error of measurements, SEMs) และค่าความแปรปรวน (coefficient of variation, CV), ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation coefficient: r) นำมาเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีมาตรฐานอย่าง CROM ในการประเมินค่าความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอ WE-CAP ผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องมือ

WE-CAP ในทุกตัวแปร คือค่า ICC อยู่ระหว่าง 0.96-0.98 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้⁽⁸⁾ ทั้งนี้ยังมีค่า SEMs และค่า %CV ที่ต่ำ ซึ่งผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเครื่อง WE-CAP มีความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำอยู่ในระดับสูงมาก และมีค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดน้อย และค่าความแปรปรวนของการวัด (%CV) มีค่าน้อย⁽⁸⁾ นอกจากนี้ก็ยังพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r อยู่ระหว่าง 0.85-0.98 ซึ่งมีความสัมพันธ์ระดับสูงมากแสดงว่าเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอ ทั้งแบบ CROM และ

WE-CAP ไม่แตกต่างกันสามารถใช้แทนกันได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Audette I et al ได้รายงานผลของ CROM คือค่า Pearson correlation coefficients อยู่ระหว่าง 0.93-0.98, ICC อยู่ระหว่าง 0.89-0.98 และค่า SEMs อยู่ระหว่าง 1.6°-2.8°⁽⁵⁾

เนื่องด้วยเครื่อง WE-CAP เป็นอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่เป็นหมวกที่มีไซส์มาตรฐานสามารถปรับขนาดได้ แต่อาจจะไม่สามารถใช้ได้กับกลุ่มคนที่มีศีรษะเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 15 เซนติเมตรหรือศีรษะมีขนาดใหญ่กว่า 25 เซนติเมตรอาจจะมีการพัฒนาต่อไปในอนาคต ข้อดีคือมีวิธีการอ่านค่ามุมเป็นแบบดิจิทัล ทศนิยม 1 ตำแหน่ง ซึ่งมีความละเอียดและแม่นยำสูงมาก ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยและมีแสดงค่าอัตโนมัติแบบดิจิทัล เห็นเป็นตัวเลขชัดเจนทำให้สามารถอ่านค่าได้อย่างแม่นยำ จึงสะดวกต่อการใช้งาน ต่างจากวิธีการอ่านค่าจาก CROM เป็นแบบ สเกล 2,4,6,8,10 ซึ่งมีช่วงห่างทีละ 2 องศาซึ่งยังไม่ละเอียดพอ

ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่า เครื่องมือวัดองศาการเคลื่อนไหวคอ WE-CAP นั้นเป็นเครื่องมือที่มีค่าความน่าเชื่อถือสูง มีค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดและความแปรปรวนของการวัดน้อยซึ่งค่าที่ได้อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐาน รวมไปถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r ที่มีค่าสูงมากแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดองศาการเคลื่อนไหวคอ WE-CAP นั้นสามารถใช้แทนเครื่อง CROM ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้ในปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์ส่งเสริมคุณภาพชีวิตคนวัยทำงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น และขอขอบพระคุณ อาสาสมัครทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีจนงานวิจัยสำเร็จลงได้

เอกสารอ้างอิง

1. Boram K, Taikon K, Mi JK, Kyu HL, Seungyoung C, Dong HL, et al. Relief of chronic neck pain depending on the type of forest therapy: Comparison of the therapeutic effects of forest bathing alone versus forest bathing with exercise. *Ann Rehabil Med*. 2015; 39: 957-963
2. Steven P. Cohen. Epidemiology, diagnosis and treatment of neck pain. *Mayo Clin Proc*. 2015; 90: 284-299.
3. Punwaree J, Klaphajone J, Kovindha A. Neck pain in computer use: a study of ergonomic factors. *J Thai Rehabil Med*. 2009; 19(1): 30-35.
4. Rheault W, Albright B, Beyers C, Franta M, Johnson A, Skowronek M. Intertester reliability of the cervical range of motion device. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1992; 15:147-150.
5. Audette I, Dumas JP, Cote JN, Sophie J. Validity and between-day reliability of the cervical range of motion (CROM) Device. *J Ortho Sport Phys Ther*. 2010; 40: 318-322
6. Lau HM and Lam TH. Measurement of craniovertebral angle with Electronic Head Posture Instrument: Criterion validity. *J Reh Res*. 2010; 47: 911-918.
7. Taweekarn P, Boonprakob Y, Sae-lee D, Johns P T, Ungpansattawong S, Ruammahasab S. A test of validity and reliability between the three-point marker detection software method and goniometry. *J Med Tech Phy Ther* 2013; 25: 2: 173-180.
8. Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res*. 2005; 19: 231-40.

การศึกษาการแสดงออกของโมเลกุล CD36 บนเกล็ดเลือด ในผู้ป่วยโรคโลหิตจางชาวไทยด้วยวิธีโฟลไซโตเมทรี

รุ่งอรุณ พวงธรรม¹, ยุภาภรณ์ สุตวิสัย², ชาญวิทย์ สีสายวัฒน์^{3, 4}, อมรรัตน์ ร่มพฤษ^{2, 4*}

Received: February 16, 2018

Revised: May 17, 2018

Accepted: June 6, 2018

บทคัดย่อ

CD36 เป็นโมเลกุลที่พบบนผิวเซลล์หลายชนิด ได้แก่ เมกาคาริโอไซต์ เกล็ดเลือด โมโนไซต์ เซลล์ตัวอ่อน เม็ดเลือดแดง เซลล์เยื่อผนังหลอดเลือด และเซลล์ไขมัน CD36 ทำหน้าที่เป็นตัวรับ (receptor) ของโมเลกุลต่าง ๆ และมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรค เช่น โรคเบาหวานชนิดที่ 2 (type 2 diabetes) ภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง (atherosclerosis) นอกจากนี้ในผู้ป่วยที่ได้รับส่วนประกอบเลือดที่มีแอนติบอดีต่อ CD36 สามารถทำให้เกิดภาวะ immune-mediated thrombocytopenia และภาวะ transfusion related acute lung injury (TRALI) ได้ การศึกษารังนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการแสดงออกของ CD36 บนผิวเกล็ดเลือดและตรวจหา CD36 deficiency ในกลุ่มผู้ป่วยโรคโลหิตจางไทยที่อยู่อาศัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 200 ราย ด้วยเทคนิคโฟลไซโตเมทรี ผลการศึกษาพบตัวอย่างที่มีโมเลกุล CD36 แสดงบนผิวเกล็ดเลือดจำนวน 195/200 ราย (97.5%) โดยมีค่า median fluorescent intensity (MFI) อยู่ระหว่าง 4.41 ถึง 44.90 และมีค่า mean $\pm$ SD ของค่า MFI เท่ากับ 16.27 ± 8.44 พบลักษณะ CD36 type 2 deficiency (ไม่พบ CD36 บนผิวเกล็ดเลือดแต่พบบนโมโนไซต์) จำนวน 5/200 ราย (2.5%) โดยในกลุ่มประชากรนี้ไม่พบลักษณะ CD36 type 1 deficiency (ไม่พบ CD36 ทั้งบนผิวเกล็ดเลือดและโมโนไซต์) การศึกษารังนี้ได้แสดงข้อมูลระดับการแสดงออกของโมเลกุล CD36 บนผิวเกล็ดเลือดในชาวไทยซึ่งมีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นควรมีการศึกษาการแสดงออกของยีน CD36 รวมทั้งการศึกษาทางด้านเอพิเจเนติก (epigenetic) เพิ่มเติมต่อไป การศึกษารังนี้เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของ CD36 บนผิวเกล็ดเลือดและโมโนไซต์ซึ่งอาจจะสัมพันธ์กับโรคที่เกี่ยวข้องได้

คำสำคัญ: CD36 expression, CD36 deficiency

¹ นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² คลังเลือดกลาง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ กลุ่มวิชาภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิกและวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁴ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้รับผิดชอบบทความ



The study of CD36 expression on platelets in Thai blood donors using flow cytometry

Roongaroon Phuangtham¹, Yupaporn Sudwilai², Chanvit Leelayuwat^{3, 4}, Amornrat V Romphruk^{2, 4*}

Abstract

CD36 is expressed on the surface of various human cells, including megakaryocyte, platelets, monocytes, erythroblasts, endothelial cells and adipocytes. CD36 is clinically important with several disorders, such as type 2 diabetes and atherosclerosis. Antibody against CD36 can be the cause of immune-mediated thrombocytopenia and transfusion related acute lung injury (TRALI). The aim of this study was to determine the CD36 expression on platelets and the frequency of CD36 deficiency in 200 Thais who live in the north-eastern part of Thailand by using flow cytometry. In this study, 195/200 subjects (97.5%) had CD36 expressed on platelets. The median fluorescent intensities (MFI) in this group were ranged from 4.41 to 44.90 and mean $\pm$ SD of MFI was 16.27 ± 8.44 . CD36 type 2 deficiency (lacking CD36 expression on platelets) was 5/200 subjects (2.5%) and none of CD36 type 1 deficiency (lacking CD36 expression both on platelets and monocytes). In conclusion, the level of CD36 expression in this group showed high variability. Thus, the evaluation of gene expression level and epigenetic studies of CD36 in the population await further investigations. Finally, this study provide the baseline information of CD36 on platelets and monocytes which may be applied with associated diseases.

Keywords: CD36 expression, CD36 deficiency

¹ Doctor of Philosophy student in Biomedical Sciences Program, Faculty of Graduate School, Khon Kaen University

² Blood Transfusion Center, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

³ Department of Clinical Immunology and Transfusion Sciences, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

⁴ Centre for Research and Development of Medical Diagnostic Laboratories, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

* Corresponding author: (e-mail: aromphruk@gmail.com)

บทนำ

CD36 (Nak(a), GPIV, SR-BI, PAS-4) เป็น transmembrane glycoprotein ในกลุ่ม class B scavenger receptor family พบได้บนผิวเซลล์หลายชนิด ได้แก่ ผิวของเมกาคาริโอไซต์ เกล็ดเลือด โมโนไซต์ แมคโครฟาจ เซลล์ตัวอ่อนเม็ดเลือดแดง เซลล์เยื่อปมั่งงหลอดเลือด และเซลล์ไขมัน^(1,2) CD36 ทำหน้าที่เป็นตัวรับ (receptor) ของโมเลกุลหลากหลายชนิด เช่น ทำหน้าที่เป็นตัวรับของ oxidized low-density lipoprotein (oxLDL) จากรายงานวิจัยพบว่าในตัวอย่างที่ไม่มีโมเลกุล CD36 มากบนผิวเซลล์แมคโครฟาจ เซลล์แมคโครฟาจจะสามารถนำโมเลกุล oxLDL เข้าสู่เซลล์ได้มาก และส่งผลให้เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง (atherosclerosis) ได้ในที่สุด ในทางตรงกันข้าม กลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบการแสดงออกของโมเลกุล CD36 บนผิวเซลล์แมคโครฟาจ พบว่ามีโอกาสเสี่ยงในการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็งได้น้อย⁽³⁾ มีงานวิจัยที่แสดงผลให้เห็นว่าปริมาณ CD36 ในพลาสมา (soluble CD36) ที่มากจะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (type 2 diabetes)⁽⁴⁾ นอกจากนี้ CD36 ยังมีความเกี่ยวข้องกับ ความรุนแรงในการติดเชื้อมาลาเรีย โดย CD36 บนเซลล์เยื่อหลอดเลือดสามารถจับกับโปรตีน *P. falciparum* erythrocyte membrane protein-1 (PfEMP1) ซึ่งพบได้บนผิวเม็ดเลือดแดงที่ติดเชื้อมาลาเรียชนิด *P. falciparum* กลไกดังกล่าวส่งผลให้เม็ดเลือดแดงที่ติดเชื้อมาลาเรียเกาะติดอยู่บริเวณเซลล์เยื่อหลอดเลือด ทำให้เชื้อมาลาเรียสามารถเติบโตและหลบหลีกการทำลายจากเซลล์แมคโครฟาจที่เข้ามาได้⁽⁵⁾

การแสดงออกของ CD36 บนผิวเซลล์ในมนุษย์สามารถแบ่งเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้ 1) CD36 expression คือตรวจพบโมเลกุล CD36 บนผิวเกล็ดเลือดและโมโนไซต์ 2) CD36 type I deficiency คือตรวจไม่พบโมเลกุล CD36 ทั้งบนผิวเกล็ดเลือดและโมโนไซต์ และ 3) CD36 type II deficiency คือตรวจไม่พบโมเลกุล CD36 บนผิวของเกล็ดเลือดแต่ตรวจพบบนผิวโมโนไซต์⁽⁶⁾ ในผู้ป่วยที่มีลักษณะ CD36 type I deficiency หากได้รับเกล็ดเลือดที่มีการแสดงออกของโมเลกุล CD36 บนผิวเซลล์ ร่างกายจะถูกกระตุ้นให้สร้างแอนติบอดีต่อ CD36 หรือในด้าน

เวชศาสตร์บริการโลหิตมักเรียกว่าแอนติบอดีต่อ Nak(a) ซึ่งแอนติบอดีดังกล่าวเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะ immune-mediated thrombocytopenia ได้แก่ 1) ภาวะไม่ตอบสนองต่อการให้เกล็ดเลือด (platelet transfusion refractoriness; PTR) 2) ภาวะเกล็ดเลือดต่ำในทารกในครรภ์และแรกคลอด (fetal and neonatal alloimmune thrombocytopenia; FNAIT) 3) ภาวะพบจุดเลือดออกหลังจากได้รับเลือด (post transfusion purpura; PTP)⁽⁷⁻⁹⁾ และหากให้พลาสมาที่มีแอนติบอดีต่อ CD36 แก่ผู้ป่วย จะสามารถทำให้เกิดภาวะ transfusion related acute lung injury (TRALI) ซึ่งเป็นภาวะแทรกซ้อนที่เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต⁽¹⁰⁾ ภาวะที่พบได้ อยู่เสมอในเวชปฏิบัติคือ PTR มีการศึกษาพบว่าประมาณร้อยละ 30 ของผู้ป่วยที่ได้รับเกล็ดเลือดหลายครั้งจะเกิด ภาวะดังกล่าว^(11,12) จากรายงานการศึกษาอัตราการเกิด ภาวะ FNAIT ในเด็กทารกบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย พบว่ามีความชุกเท่ากับ 1:11,529 หรือร้อยละ 0.009 ของ ทารกแรกคลอด⁽¹³⁾ นอกจากนี้ยังมีรายงานอุบัติการณ์ใน ผู้ป่วยที่เกิดผลข้างเคียงในการให้เลือดต่อ 1 ยูนิต พบโอกาส เกิดภาวะ PTP เท่ากับ 1:143,000 และโอกาสเกิดภาวะ TRALI เท่ากับ 1:500⁽¹⁴⁾

ยีนที่ควบคุมการแสดงออกของ CD36 ประกอบด้วย exon 1 ถึง 15 อยู่บนตำแหน่งโครโมโซมคู่ที่ 7 (7q11.2) ขนาดประมาณ 88 kDa มีลักษณะหลากหลาย (high polymorphic) พบรายงานการเปลี่ยนแปลงของ นิวคลีโอไทด์เบสในยีน CD36 ที่สัมพันธ์กับความรุนแรงของ โรคไว้มากมาย ตัวอย่างเช่น ในกลุ่มคนที่มีภาวะ coronary atherosclerosis มักจะตรวจพบ single nucleotide polymorphism (SNP) ในยีน CD36 (rs1761667)⁽¹⁷⁾ หรือในผู้ป่วยที่มีลักษณะ CD36 type I deficiency ที่ตรวจ พบมีเวชันในยีน CD36 จะมีความรุนแรงในการติดเชื้อ มาลาเรียน้อยกว่าในกลุ่มที่ไม่มีโมเลกุล CD36 แสดงออกบน ผิวเซลล์⁽¹⁵⁾ แต่อย่างไรก็ตามในตัวอย่างบางรายที่มีการ เปลี่ยนแปลงของลำดับนิวคลีโอไทด์เบสในยีน CD36 กลับไม่พบลักษณะทางฟีโนไทป์เป็น CD36 deficiency⁽¹⁶⁾ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาใดที่ทราบยีนที่ควบคุม การแสดงออกของ CD36 บนผิวเซลล์ ดังนั้นรายงาน ส่วนใหญ่จึงเน้นการตรวจการแสดงออกของ CD36 บน

ผิวเซลล์มากกว่าการตรวจทางด้านชีวโมเลกุล เทคนิคการตรวจหา CD36 บนผิวเซลล์มีอยู่หลายวิธี เช่น Solid phase red cells adherence (SPRCA), enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) และโฟลไซโตเมทรี (flow cytometry)⁽¹⁷⁾ โดยเทคนิคโฟลไซโตเมทรีเป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วในการทดสอบจากการศึกษาการแสดงออกของ CD36 บนผิวเซลล์ในหลายประชากรทั่วโลก พบว่ามีลักษณะการแสดงออกที่แตกต่างกันในแต่ละชนชาติ โดยพบรายงานร้อยละของ CD36 deficiency บนผิวเกล็ดเลือดในชาวผิวขาวร้อยละ 0.3 ในชาวแอฟริการ้อยละ 8 ในชาวเอเชีย ได้แก่ จีน จีนเซียไฮ มาเลเซีย ญี่ปุ่น ฮองกง เกาหลี และญี่ปุ่น พบลักษณะ CD36 deficiency บนผิวเกล็ดเลือดอยู่ในช่วง/ร้อยละ 1 ถึง 8⁽¹⁸⁾ นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษา CD36 deficiency ในกลุ่มผู้บริจาคโลหิต ณ ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย กรุงเทพมหานคร พบว่า ร้อยละ 1.67 ไม่มีการแสดงออกของ CD36 บนผิวเกล็ดเลือด⁽¹⁹⁾ ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาการแสดงออกของ CD36 บนผิวเซลล์ในชาวไทยที่อาศัยอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแสดงออกของโมเลกุล CD36 บนผิวเกล็ดเลือดและตรวจหาร้อยละ CD36 deficiency (type 1 และ type 2) ในผู้บริจาคโลหิตชาวไทยที่มีสุขภาพดีและอาศัยอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยเทคนิคโฟลไซโตเมทรี

วัสดุและวิธีการ

1. ตัวอย่างทดสอบ

ตัวอย่างเลือดรวมที่เหลือจากงานประจำวัน ณ คลังเลือดกลาง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวนรวม 200 ราย แบ่งเป็นผู้บริจาคเกล็ดเลือด (single donor platelets) จำนวน 70 ราย และผู้บริจาคโลหิตเป็นประจำ (บริจาคมากกว่า 5 ครั้ง) จำนวน 130 ราย โดยตัวอย่างเลือดทุกรายเจาะเก็บและถูกทดสอบหาโมเลกุล CD36 บนผิวเกล็ดเลือดในระยะเวลาภายใน 12 ชั่วโมง และในตัวอย่างที่ตรวจหาโมเลกุล CD36 บนผิว

โมโนไซต์ จะถูกทดสอบหลังเจาะเก็บเลือดภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE 581230

2. การเตรียมเกล็ดเลือด

เตรียมเกล็ดเลือดจากเลือดรวมในสารกันเลือดแข็งชนิด ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA) ปริมาตร 6 มิลลิลิตร โดยนำเลือดรวมมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 400 g นาน 10 นาที จะได้พลาสมาที่เป็น platelet rich plasma (PRP) จากนั้นนำส่วนพลาสมาปั่นเพื่อตกตะกอนเกล็ดเลือดที่ความเร็ว 1,800 g นาน 5 นาที เก็บตะกอนเกล็ดเลือดและนำมาล้างด้วย 0.2% bovine serum albumin (BSA) - phosphate buffer saline (PBS)/EDTA ที่ความเร็ว 1,800 g เป็นเวลา 5 นาที จำนวน 2 ครั้ง แล้วปรับความเข้มข้นเซลล์ให้ได้ประมาณ 2×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร ด้วย 0.2% BSA-PBS/EDTA

3. การเตรียมโมโนไซต์

เตรียม peripheral blood mononuclear cells (PBMC) ด้วยน้ำยา ficoll จากเลือดรวมในสารกันเลือดแข็งชนิด EDTA ปริมาตร 6 มิลลิลิตร โดยดูดเลือดรวมขึ้นมาแล้วค่อย ๆ ปล่อยลงบนน้ำยา ficoll จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 352 g นาน 30 นาที นำส่วน PBMC มาปั่นล้างด้วย PBS ที่ความเร็วรอบ 1800 g นาน 5 นาที จำนวน 2 ครั้ง แล้วปรับความเข้มข้นเซลล์ให้ได้ประมาณ 2×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ด้วย 1% BSA-PBS

4. การทดสอบหาโมเลกุล CD36 บนผิวเกล็ดเลือดและโมโนไซต์ด้วยเทคนิคโฟลไซโตเมทรี

ในการศึกษาการแสดงออกของ CD36 บนผิวเกล็ดเลือดและโมโนไซต์ ได้ใช้โมโนโคลนอลแอนติบอดีในการย้อมเซลล์ทั้งหมด 4 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ 1) โมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อโมเลกุล CD41 (ไกลโคโปรตีน IIb) ใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าเป็นเกล็ดเลือด 2) โมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อโมเลกุล CD14 ซึ่งเป็นตัวรับสาร Lipopolysaccharide ใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าเป็นโมโนไซต์ 3) โมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อโมเลกุล CD36 ใช้ตรวจหาโมเลกุล CD36 บนผิวเซลล์ และ 4) CD36 isotype control ใช้เป็นตัวควบคุมลบ (negative control)

4.1 ขั้นตอนการย้อมเกล็ดเลือดด้วยโมโนโคลนอลแอนติบอดี

ทำการทดสอบจำนวน 2 หลอด ประกอบด้วย หลอดที่ 1 หลอดควบคุม นำเกล็ดเลือดที่เตรียมไว้ ปริมาตร 50 ไมโครลิตร มาย้อมด้วย PE mouse isotype CD36 control (Clone G155-228, IgM, BD Biosciences) ปริมาตร 5 ไมโครลิตร และ PC5 mouse anti-human CD41 (Clone P2, IgG1, Beckman Coulter) ปริมาตร 1 ไมโครลิตร หลอดที่ 2 หลอดทดสอบ นำเกล็ดเลือดที่เตรียมไว้ปริมาตร 50 ไมโครลิตร มาย้อมด้วย PE mouse anti-human CD36 (Clone CB38, IgM, BD Biosciences) ปริมาตร 5 ไมโครลิตร และ PC5 mouse anti-human CD41 ปริมาตร 1 ไมโครลิตร นำหลอดทั้งสองวางไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาในที่มีมืด นาน 20 นาที จากนั้นนำทั้งสองหลอดมาปั่นล้าง 2 ครั้งด้วย 0.2% BSA-PBS/EDTA ที่ความเร็ว 1,800 g เป็นเวลา 5 นาที เทส่วน supernatantทิ้ง แล้วเติม 0.2% BSA-PBS/EDTA ปริมาตร 300 ไมโครลิตร และนำไปวัดด้วยเครื่องโฟลไซโตเมทรี (FC500 MCL; Beckman Coulter, Indianapolis, IN, USA) ศึกษาการแสดงออกของ CD36 บนผิวเกล็ดเลือดโดยกำหนดจำนวนเซลล์ที่วัดเท่ากับ 20,000 เซลล์ เมื่อพบว่าตัวอย่างรายใดมีค่า median fluorescence intensity (MFI) ของหลอดทดสอบ มากกว่า MFI ของหลอดควบคุม จะแปลผลว่ามีการแสดงออกของ CD36 บนผิวเกล็ดเลือด และหากตัวอย่างรายใดมีค่า MFI ของหลอดทดสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า MFI ของหลอดควบคุม จะแปลผลว่าไม่พบ CD36 บนผิวเกล็ดเลือด (รูปที่ 1) และจะนำตัวอย่างที่ไม่พบ CD36 บนผิวเกล็ดเลือดมาศึกษาการแสดงออกของโมเลกุล CD36 บนผิวโมโนไซต์ต่อไป

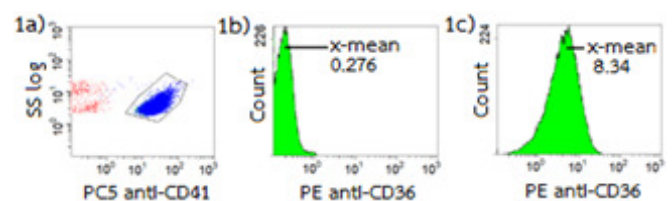
4.2 ขั้นตอนการย้อมโมโนไซต์ด้วยโมโนโคลนอลแอนติบอดี

ทำการทดสอบจำนวน 2 หลอด ประกอบด้วย หลอดที่ 1 หลอดควบคุม นำ PBMC ที่เตรียมไว้ปริมาตร 50 ไมโครลิตร มาย้อมด้วย PE mouse isotype CD36 control ปริมาตร 5 ไมโครลิตร และ PerCP mouse anti-human CD14 (Clone 18D11, IgG1, Immunotools) ปริมาตร 3 ไมโครลิตร หลอดที่ 2 หลอดทดสอบ นำ PBMC ที่เตรียมไว้ปริมาตร 50 ไมโครลิตร มาย้อมด้วย PE mouse

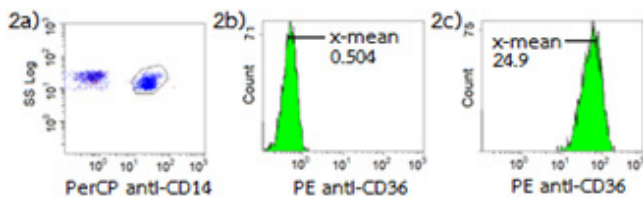
anti-human CD36 ปริมาตร 5 ไมโครลิตร และ PerCP mouse anti-human CD14 ปริมาตร 3 ไมโครลิตร นำหลอดทั้งสองวางไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาในที่มีมืด นาน 20 นาที จากนั้นนำหลอดทั้งสองมาปั่นล้าง 2 ครั้งด้วย 0.2% BSA-PBS/EDTA ที่ความเร็ว 1,800 g เป็นเวลา 5 นาที แล้วเติม 0.2% BSA-PBS/EDTA ปริมาตร 300 ไมโครลิตร และนำไปวัดด้วยเครื่องโฟลไซโตเมทรี ศึกษาการแสดงออกของ CD36 บนผิวโมโนไซต์โดยกำหนดจำนวนเซลล์ที่วัดเท่ากับ 5,000 เซลล์ เมื่อพบว่าตัวอย่างรายใดมีค่า MFI ของหลอดทดสอบมากกว่า MFI ของหลอดควบคุม จะแปลผลว่ามีการแสดงออกของ CD36 บนผิวโมโนไซต์ และหากตัวอย่างรายใดมีค่า MFI ของหลอดทดสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า MFI ของหลอดควบคุม จะแปลผลว่าไม่พบการแสดงออกของ CD36 บนผิวโมโนไซต์ (รูปที่ 2)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS version 22.0 เปรียบเทียบความถี่ CD36 deficiency ระหว่างประชากรชาวไทย (การศึกษาครั้งนี้) และประชากรอื่น ๆ ด้วยสถิติ chi-square โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$)



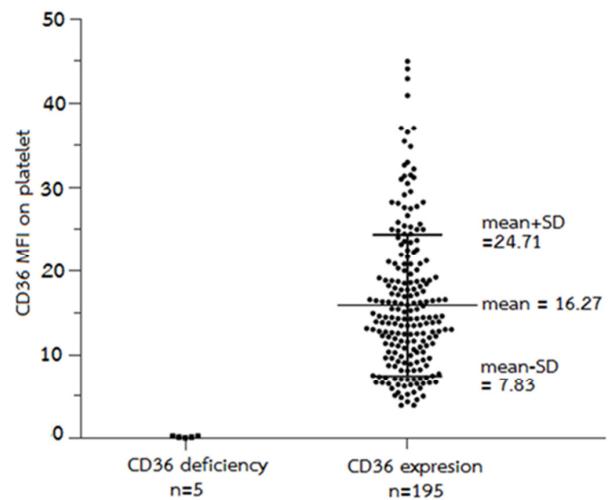
รูปที่ 1 ฮิสโตแกรมแสดงลักษณะการแสดงออกของ CD36 บนผิวเกล็ดเลือด 1a: ฮิสโตแกรม dot density plot แสดงการเลือกกลุ่มเกล็ดเลือดที่ติดสี PC5 mouse anti-human CD41 ซึ่งสามารถจับกับไกลโคโปรตีน GPIIb บนผิวเกล็ดเลือด (แกน X) ร่วมกับการวิเคราะห์ side scatter (ss) (แกน Y) 1b, 1c: ฮิสโตแกรมแบบ single channel ในตัวอย่างที่ให้ผล CD36 deficiency และ CD36 expression บนผิวเกล็ดเลือด ตามลำดับ โดยแกน X แสดงค่าการติดสี PE mouse anti-human CD36 ซึ่งสามารถจับกับโมเลกุล CD36 และแกน Y แสดงจำนวนเซลล์ที่ตรวจวัด ณ ระดับค่า fluorescent intensity ต่าง ๆ



รูปที่ 2 ฮิสโตแกรมแสดงลักษณะการแสดงออกของ CD36 บนผิวโมโนไซต์ 2a: ฮิสโตแกรม dot density plot แสดงการเลือกกลุ่มโมโนไซต์ ที่ติดสี PerCP mouse anti-human CD14 ซึ่งสามารถจับกับตัวรับ Lipopoly-saccharide บนผิวโมโนไซต์ (แกน X) ร่วมกับการวิเคราะห์ side scatter (ss) (แกน Y) 2b, 2c: ฮิสโตแกรมแบบ single channel ในตัวอย่างที่ให้ผล CD36 deficiency และ CD36 expression บนโมโนไซต์ ตามลำดับ โดยแกน X แสดงค่าการติดสี PE mouse anti-human CD36 ซึ่งสามารถจับกับโมเลกุล CD36 และแกน Y แสดงจำนวนเซลล์ที่ตรวจวัด ณ ระดับค่า fluorescent intensity ต่าง ๆ

ผลการศึกษา

จากการทดสอบหาโมเลกุล CD36 บนผิวเกล็ดเลือด ในตัวอย่างจำนวน 200 ราย ด้วยวิธีโพลไซโตเมทรี พบว่ามีตัวอย่างที่พบการแสดงออกของ CD36 บนผิวเกล็ดเลือดจำนวน 195 ตัวอย่าง มีค่า MFI อยู่ระหว่าง 4.41 ถึง 44.90 โดยมีค่า mean $\pm$ SD ของค่า MFI เท่ากับ 16.27 ± 8.44 (รูปที่ 3) จากนั้นทดสอบหา CD36 บนผิวโมโนไซต์ ในตัวอย่างที่ไม่พบ CD36 บนผิวเกล็ดเลือดจำนวน 5 ราย พบว่ามีการแสดงออกของ CD36 บนผิวโมโนไซต์ทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่าพบลักษณะ CD36 expression อยู่ร้อยละ 97.5 พบลักษณะ CD36 type 2 deficiency อยู่ร้อยละ 2.5 และไม่พบลักษณะ CD36 type 1 deficiency ในประชากรกลุ่มนี้



รูปที่ 3 แสดงการกระจายตัวของค่า median fluorescent intensity (MFI) ในตัวอย่างจำนวน 200 ราย ที่ทดสอบการแสดงออกของโมเลกุล CD36 บนผิวเกล็ดเลือด จากรูปแสดงให้เห็นว่าค่า MFI ของกลุ่มตัวอย่างที่มีการแสดงออกของ CD36 มีความแตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย (mean) MFI เท่ากับ 16.27 และค่า SD เท่ากับ 8.44

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

โมเลกุล CD36 สามารถตรวจพบบนเซลล์ได้ตั้งแต่ระยะสเต็มเซลล์ (bi-potential precursor cells)⁽²⁰⁾ โดยเซลล์บางชนิดจะไม่พบการแสดงออกของ CD36 เมื่อเซลล์นั้นเติบโตเต็มที่ เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง แต่เซลล์บางชนิดสามารถตรวจพบปริมาณ CD36 ได้มากขึ้นเมื่อเซลล์นั้นโตเต็มที่ เช่น เมกาคาริโอไซต์ เกล็ดเลือด และโมโนไซต์⁽²¹⁾ ในการศึกษาครั้งนี้สามารถพัฒนาเทคนิคโพลไซโตเมทรี สำหรับตรวจหา CD36 บนผิวเกล็ดเลือดและโมโนไซต์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในงานทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ได้ วิธีการตรวจฟลูออโรสเซนซ์ของ CD36 ด้วยเทคนิคโพลไซโตเมทรี มีข้อดีคือ มีความถูกต้องแม่นยำและมีความไวในการตรวจสูง แต่มีข้อจำกัดคือน้ำยาและเครื่องมือมีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นจึงเหมาะกับห้องปฏิบัติการพิเศษที่มีเครื่องโพลไซโตเมทรี

จากรายงานวิจัยพบว่าระยะเวลาที่ตรวจวัดปริมาณ CD36 บนผิวเกล็ดเลือดและโมโนไซต์ด้วยวิธีโพลไซโตเมทรี แล้วไม่ทำให้ค่า MFI ที่ตรวจวัดเปลี่ยนแปลง

ไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือควรทดสอบเกล็ดเลือดและโมโนไซต์หลังเจาะเก็บเลือดภายใน 24 และ 96 ชั่วโมงตามลำดับ⁽²²⁾ ซึ่งงานวิจัยนี้เก็บตัวอย่างเลือดรวมและนำมาทดสอบหาโมเลกุล CD36 บนผิวเกล็ดเลือดหรือโมโนไซต์ภายในระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

จากผลการทดสอบหาโมเลกุล CD36 บนผิวเกล็ดเลือดในตัวอย่างชาวไทยที่อาศัยอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 200 ราย พบว่ามีระดับโมเลกุล CD36 ที่แสดงออกบนผิวเกล็ดเลือดจำนวน 195 ราย โดยมีการแสดงออกของโมเลกุล CD36 ในระดับที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละบุคคล โดยมีค่า MFI ตั้งแต่ 4.41 ถึง 44.90 (รูปที่ 3) มีงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าระดับ CD36 ที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล สัมพันธ์ต่อความรุนแรงของโรค เช่น ในเด็กที่ติดเชื้อมาลาเรียอาการรุนแรง พบว่ามีระดับ CD36 แสดงออกบนผิวโมโนไซต์มากกว่ากลุ่มที่ติดเชื้อแล้วมีอาการที่ไม่รุนแรง⁽²³⁾ โมเลกุล CD36 นอกจากจะพบบนผิวเซลล์แล้ว ยังสามารถตรวจพบได้ในพลาสมาอีกด้วย มีงานวิจัยระบุว่าโมเลกุล CD36 ที่ตรวจพบในพลาสมาสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้โรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้⁽⁴⁾ ดังนั้นในการศึกษาระดับการแสดงออกของโมเลกุล CD36 ในร่างกายมนุษย์ จึงควรศึกษาทั้งที่แสดงออกบนผิวเซลล์และที่พบในพลาสมา

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละ CD36 deficiency ในชาวไทยที่อาศัยอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและกลุ่มประชากรอื่น ๆ พบว่า ร้อยละของ CD36 deficiency มีความใกล้เคียงกับชาวเอเชียแต่น้อยกว่าชาวแอฟริกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) ในผู้ป่วยที่มีลักษณะ CD36 type I deficiency หากได้รับเกล็ดเลือดจากผู้บริจาคที่มีโมเลกุล CD36 บนผิวเซลล์ ร่างกายผู้ป่วยสามารถถูกกระตุ้นให้สร้างแอนติบอดีต่อโมเลกุล CD36 ที่ได้รับเข้าไปได้ จากรายงานวิจัยพบการเกิดภาวะ immune-mediated thrombo-cytopenia จากแอนติบอดีต่อ CD36 ในชาวเอเชียร้อยละ 18.35⁽²⁴⁾ นอกจากนี้ยังมีรายงานพบผู้ป่วยอย่างละ 1 ราย ที่เกิดภาวะ FNAIT และ PTR จากแอนติบอดีต่อ CD36 ในชาวไทยอีกด้วย^(24,25) อย่างไรก็ตามการศึกษารังนี้ไม่พบลักษณะ CD36 type I deficiency ดังนั้นโอกาสที่จะเกิดภาวะ

immune-mediated thrombocytopenia จากแอนติบอดีต่อ CD36 น่าจะพบได้น้อยในประชากรกลุ่มนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าร้อยละ CD36 deficiency ในกลุ่มประชากรต่าง ๆ

กลุ่มประชากร	จำนวน (ราย)	CD36 deficiency (ร้อยละ)		
		Type 1	Type 2	Type 1 และ 2
ไทย (การศึกษานี้)	200	0.00	2.50	2.50
ไทย (กรุงเทพฯ) ⁽¹⁹⁾	598	ND	ND	1.67
จีนเซี่ยงไฮ้ ⁽²⁶⁾	1022	0.20	2.00	2.20
จีนตอนล่าง ⁽²⁷⁾	998	0.50	1.30	1.80
ฮ่องกง ⁽¹⁸⁾	140	0.00	1.43	1.43
เกาหลี ⁽²⁸⁾	220	0.90	3.20	4.10
ญี่ปุ่น ⁽¹⁶⁾	827	1.00	5.80	6.80
มาเลเซีย ⁽¹⁸⁾	200	0.50	1.50	2.00
ออสเตรเลีย ⁽¹⁸⁾	200	0.00	0.00	0.00
ฝรั่งเศส ⁽²⁹⁾	1127	0.00	0.00	0.00
แอฟริกา ⁽²⁹⁾	206	2.90	7.77*	10.67*

ND = not done; ยังไม่ทำการศึกษา

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของร้อยละ CD36 deficiency เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้

มีรายงานพบว่าตัวอย่างที่เกิดมิวเทชัน C268T, 1228-1239 delATTGTGCCTATT และ 329-330 delAC จะมีรูปแบบการแสดงออกของโมเลกุล CD36 บนผิวเซลล์ที่ต่ำ แต่อย่างไรก็ตามในตัวอย่างบางรายที่ให้ผลพีโนไทป์เป็น CD36 deficiency กลับตรวจไม่พบมิวเทชันในยีน CD36⁽²⁰⁾ ดังนั้นในปัจจุบันยังไม่สามารถสรุปได้ว่าการเกิดมิวเทชันชนิดใดและตำแหน่งไหนบ้างที่ควบคุมการแสดงออกของ CD36 บนผิวเซลล์ ในอนาคตควรมีการศึกษาเกี่ยวกับยีน CD36 รวมทั้งการศึกษาทางด้านเอพิเจเนติก (epigenetic) เพิ่มเติมต่อไป การศึกษารังนี้เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของ CD36 บนผิวเกล็ดเลือดและโมโนไซต์ ซึ่งอาจจะสัมพันธ์กับโรคที่เกี่ยวข้องได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (IN59168) และขอขอบคุณผู้บริจาคโลหิต ที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Greenwalt DE, Lipsky RH, Ockenhouse CF, Ikeda H, Tandon NN, Jamieson GA. Membrane glycoprotein CD36: a review of its roles in adherence, signal transduction, and transfusion medicine. *Blood* 1992; 80: 1105-15.
2. Behm FG. Cell biology and pathobiology: Immunophenotyping. In: Pui CH, ed. *Childhood Leukemias*. 3rd. ed. New York: Cambridge University Press, 2012: 73-9.
3. Jay AG, Chen AN, Paz MA, Hung JP, Hamilton JA. CD36 binds oxidized low density lipoprotein (LDL) in a mechanism dependent upon fatty acid binding. *J Biol Chem* 2015; 290(8): 4590-603.
4. Handberg A, Norberg M, Stenlund H, Hallmans G, Attermann J, Eriksson JW. Soluble CD36 (sCD36) clusters with markers of insulin resistance, and high sCD36 is associated with increased type 2 diabetes risk. *J Clin Endocrinol Metab* 2010; 95(4): 1939-46.
5. Su XZ, Heatwole VM, Wertheimer SP, Guinet F, Herrfeldt JA, Peterson DS, et al. The large diverse gene family encodes proteins involved in cytoadherence and antigenic variation of *Plasmodium falciparum*-infected erythrocytes. *Cell* 1995; 82: 89-100.
6. Amakishi E, Hayashi T, Koh Y, Matsuyama N, Ishii H, Matsukura H, et al. A new transfectant panel cells line-based MoAb-independent antigen capture assay system for detection of CD36 antibody. *Vox Sang* 2014; 106: 368-71.
7. Fujino H, Ohta K, Taniue J, Nagao N, Hino M, Yamane T, et al. Primary refractoriness to platelet transfusion caused by Nak(a) antibody alone. *Vox Sang* 2001; 81: 42-4.
8. Warkentin TE, Smith JW. The alloimmune thrombocytopenic syndromes. *Transfus Med Rev* 1997; 11: 296-307.
9. Taketani T, Ito K, Mishima S, Kanai R, Uchiyama A, Hirata Y, et al. Neonatal isoimmune thrombocytopenia caused by type I CD36 deficiency having novel splicing isoforms of the CD36 gene. *Eur J Haematol* 2008; 81: 70-4.
10. Nakajima F, Nishimura M, Hashimoto S, Okazaki K, Tadokoro K. Role of anti-Naka antibody, monocytes and platelets in the development of transfusion-related acute lung injury. *Vox Sang* 2008; 95: 318-23.
11. Kumawat V, Sharma RR, Malhotra P, Marwaha N. Prevalence of risk factors for platelet transfusion refractoriness in multitransfused hemato-oncological patients at tertiary care center in North India. *Asian J Transfus Sci* 2015; 9(1): 61-4.
12. Dutcher JP, Schiffer CA, Aisner J, Wiernik PH. Long-term follow-up patients with leukemia receiving platelet transfusions: identification of a large group of patients who do not become alloimmunized. *Blood* 1981; 58(5): 1007-11.
13. Promwong C, Buakaew J. Prevalence and Diagnosis of Neonatal Alloimmune Thrombocytopenia using Flow Cytometry. *J Hematol Transfus Med* 2010; 20: 179-89.
14. Leelasiri A. Optimal use of blood component. *Royal Thai Army Medical Journal* 2010; 63(1): 33-8.

15. Zhang Y, Ling ZY, Deng SB, Du HA, Yin YH, Yuan J, et al. Associations between CD36 gene polymorphisms and susceptibility to coronary artery heart disease. *Braz J Med Biol Res* 2014; 47(10): 895–903.
16. Yanai H, Chiba H, Fujiwara H, Morimoto M, Abe K, Yoshida S, et al. Phenotype-genotype correlation in CD36 deficiency types I and II. *Thromb Haemost* 2000; 84: 436–41.
17. Hayashi T, Hirayama F. Advances in alloimmune thrombocytopenia: perspectives on current concepts of human platelet antigens, antibody detection strategies, and genotyping. *Blood Transfus*. 2015; 13(3): 380–90.
18. Xia W, Xu X, Fu Y, Ye X, Tsuno N, Santoso S, et al. CD36 deficiency among South-East Asian populations. *ISBT Science Series* 2016; 52: 33–6.
19. Lerkchai C, Srisuddee A, Inon K, Kupatawintu P, Peanjalern S, Kengkate M, et al. The Preliminary Study: The Detection of Naka Antigen by Flow Cytometry in Platelet Donors at National Blood Centre; 23th Annual Academic Meeting of National Blood Centre 2015 (Abstract book). Thailand 2015.
20. Chen L, Gao Z, Zhu J, Rodgers GP. Identification of CD13+CD36+ cells as a common progenitor for erythroid and myeloid lineages in human bone marrow. *Exp Hematol* 2007; 35(7): 1047–55.
21. Attar A. Changes in the Cell Surface Markers During Normal Hematopoiesis: A Guide to Cell Isolation. *Glob J Hematol Blood Transfus* 2014; 1: 20–8.
22. Cserti CM, Xu S, Sutherland R, Nayar R, Reis M, Dorn ME, et al. Quantitative Flow Cytometric Assessment of CD36 (Platelet Glycoprotein IV) Expression on Monocytes and Platelets: Assay Development, Role in Plasmodium falciparum Risk Assessment, and Relationship to Sick Hemoglobin. *Blood* 2007; 110: 3857–9.
23. Cserti-Gazdewich CM, Dhabangi A, Musoke C, Ssewanyana I, Ddungu H, Nakiboneka-Ssenabulya D, et al. Cytoadherence in paediatric malaria: ABO blood group, CD36, and ICAM1 expression and severe Plasmodium falciparum infection. *Br J Haematol* 2012; 159(2): 223–36.
24. Wu GG. Detection of clinically relevant platelet antibodies in the Asian population. *ISBT Sci Ser* 2014; 9: 112–7.
25. Peanjarean S, Kanoonthong S. Identification of Anti - Naka Antibody in Platelet Transfusion Patient: A Case Report; 25th Annual Academic Meeting of National Blood Centre 2017 (Abstract book). Thailand 2017.
26. Li R, Qiao Z, Ling B, Lu P, Zhu Z. Incidence and molecular basis of CD36 deficiency in Shanghai population. *Transfusion* 2015; 55(3): 666–73.
27. Xu X, Ye X, Xia W, Liu J, Ding H, Deng J, et al. Studies on CD36 deficiency in South China: Two cases demonstrating the clinical impact of anti-CD36 antibodies. *Thromb Haemost* 2013; 110(6): 1199–206.
28. Chung Y, Hwang SM, Kim MS, Hong YJ, Kim TS, Park KU, et al. Frequency of CD36 Deficiency on Platelets and Monocytes in Koreans. *Korean J Blood Transfus* 2014; 25(1): 28–33.
29. Lee K, Godeau B, Fromont P, Plonquet A, Debili N, Bachir D, et al. CD36 deficiency is frequent and can cause platelet immunization in Africans. *Transfusion* 1999; 39(8): 873–9.

ความตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงของบัญชีสากลเพื่อการจำแนกการทำงาน ความพิการและสุขภาพสำหรับการล้ม (ฉบับภาษาไทย) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

จารุวรรณ จันสอน^{1,2}, อุไรวรรณ ชีวาลัย^{2,3}, พรรณี ปิงสุวรรณ^{2,3*}

Received: July 15, 2018

Revised: August 14, 2018

Accepted: August 31, 2018

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อพัฒนาและทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงของแบบประเมิน International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) core sets สำหรับการล้ม (ฉบับภาษาไทย) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง วิธีการศึกษาได้อ้างอิง ICF สำหรับการล้มจากงานวิจัย ของ Yen TH และคณะ ในปี ค.ศ. 2014 ฉบับภาษาอังกฤษ จำนวน 34 หมวดหมู่ ถอดรหัสเป็นภาษาไทยโดยอ้างอิง ICF ฉบับภาษาไทย ซึ่งแต่ละหมวดหมู่ และรหัสมีการแปลความหมายและกำหนดเกณฑ์ของคะแนนแล้ว แต่บางรหัสไม่กำหนดเกณฑ์คะแนน ดังนั้นคณะผู้วิจัย จึงได้พัฒนากำหนดเกณฑ์คะแนนขึ้นใหม่ในบางรหัส จึงได้ ICF สำหรับการล้มฉบับภาษาไทยจำนวน 34 หมวดหมู่ (53 รหัส และ 2 ปัจจัยส่วนบุคคล) ได้นำฉบับนี้ไปทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีการตัดรหัสที่มีความสอดคล้อง กันระดับต่ำออกจำนวน 11 รหัส และ 1 หมวดหมู่ ค่าความตรงเชิงเนื้อหาารายข้อที่ยอมรับได้มีทั้งหมด 33 หมวดหมู่ (42 รหัสและ 2 ปัจจัยส่วนบุคคล) และได้ปรับเนื้อหาของแบบประเมิน ICF ให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ การทดสอบความเที่ยงของแบบประเมินโดยทดสอบซ้ำห่างกัน 1 สัปดาห์ ในอาสาสมัครผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในเขตพื้นที่ อำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 30 คน อาสาสมัครมีอายุเฉลี่ย 57.57 ± 7.83 ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Intra-class correlation coefficient: ICC) ของหมวดการทำงานของร่างกายเท่ากับ 0.95 (95%CI: 0.92 - 0.97, p -value < 0.0001) และหมวดโครงสร้างร่างกายเท่ากับ 1 (95%CI: 1, p -value < 0.0001) ซึ่งอยู่ในระดับ ดีมาก ส่วนหมวดกิจกรรมและการมีส่วนร่วมเท่ากับ 0.85 (95%CI: 0.76-0.92, p -value < 0.0001) และหมวดปัจจัย ด้านสิ่งแวดล้อมเท่ากับ 0.79 (95%CI: 0.67-0.88, p -value < 0.0001) อยู่ในระดับดี สรุปผลการศึกษาแบบประเมิน ICF สำหรับการล้มฉบับภาษาไทยในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีความตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงในระดับที่ยอมรับได้ เพื่อให้แบบประเมินนี้มีความชัดเจนขึ้น ศึกษาในอนาคตควรทดสอบระหว่างผู้ประเมิน (inter rater-test) รวมทั้ง อาสาสมัครในบริบททางสังคมที่แตกต่างกัน เพื่อเพิ่มหลักฐานเชิงประจักษ์ก่อนนำไปประยุกต์ใช้ทางคลินิก

คำสำคัญ: ชุดรหัสหลักของบัญชีสากลเพื่อการจำแนกการทำงาน ความพิการ และสุขภาพ, สำหรับการล้ม, ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง, ความตรงเชิงเนื้อหา, ความเที่ยง

¹นักศึกษาปริญญาโท สาขากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²สายวิซายากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³กลุ่มวิจัยปวดหลัง ปวดคอ และปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ (BNOJPH) คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*ผู้รับผิดชอบบทความ



Content validity and reliability of the international classification of functioning, disability and health for falls (Thai version) in stroke patients

Jaruwan Junsorn^{1,2}, Uraiwan Chatchawan^{2,3}, Punnee Peungsuwan^{2,3*}

Abstract

Objective of this study to evaluate the content validity and reliability of the modified ICF core set for falls that based on a study of Yen TH et al., in 2014, they linked the fall-related risk factors to the ICF categories that using specified ICF linking rules. This ICF core set was developed as a Thai version of the ICF core set for falls using this study. The original ICF core sets for falls consisted of all of 34 categories. Five experts assessed the content validity of this ICF and remain 31 categories. Results of an item content validity index (I-CVI) were 0.8 and 1, and the scale content validity index (S-CVI) was 0.86. That was very good content validity level. Thirty patients with stroke aged mean 57.6 ± 7.8 years old were evaluated the test-retest reliability of the ICF core set for falls (Thai version) by an assessor, the testing apart one week. The intra-class correlation coefficients: ICC in domains of the body function and body structure were 0.95 (95%CI: 0.92 - 0.97, p -value < 0.0001) and 1.00 (95%CI: 1, p -value < 0.0001), respectively. It was indicated that has very good reliability. The ICC of the activity and participation domains were 0.85 (95%CI: 0.761-0.920, p -value < 0.0001) and the environment factors were 0.79 (95%CI: 0.674-0.884, p -value < 0.0001), that was good reliability. Conclusion, the ICF core set for falls (Thai version) to develop in the study is acceptable. The ICF core set for falls (Thai version) for this model should be re-evaluated for other assessors with a inter rater test. Moreover, evaluation in other patients and different social contexts may be also considered.

Keywords: ICF, Falls, Stroke, Content validity, Reliability

¹ Master Degree Student, School of Physical Therapy. Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Thailand

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

³ School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Thailand

*Corresponding author: (e-mail: ppunne@kku.ac.th)

บทนำ

การล้มเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญและพบได้บ่อยทั่วโลก⁽¹⁾ โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีความเสี่ยงต่อการล้มสูงกว่าคนทั่วไป⁽²⁾ เนื่องมาจากหลากหลายปัจจัย ยกตัวอย่างเช่น มีความบกพร่องด้านการเคลื่อนไหว การรับรู้หรือการรับรู้ความรู้สึก การมองเห็น การทรงตัวและการประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อ รวมไปถึงมีปัญหาด้านการสื่อสารทำให้ไม่สามารถบอกความต้องการได้ ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองต้องพยายามทำทุกอย่างด้วยตนเอง จึงเสี่ยงต่อการล้มมากยิ่งขึ้น มีรายงานผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่กลับไปอยู่บ้านในระยะ 1-3 เดือนหลังจากจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล⁽³⁾ และภายในช่วง 6 เดือนที่ถูกจำหน่ายออกจากโรงพยาบาลพบอัตราการล้มร้อยละ 73⁽⁴⁻⁵⁾ ส่วนในประเทศไทยพบอัตราการล้มร้อยละ 15.9⁽⁶⁾ และ 17.8⁽⁷⁾ หลังจากจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล ผลกระทบจากการล้มในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เช่น การลมนำไปสู่ภาวะซึมเศร้า การจำกัดการทำกิจกรรมต่างๆ ทำให้เกิดการบาดเจ็บเล็กๆ น้อยๆ กระทั่งไปสู่การบาดเจ็บขนาดใหญ่รวมถึงภาวะกระดูกสะโพกหัก การบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ⁽⁸⁾ เป็นต้น บางคนการล้มอาจส่งผลกระทบต่อการบาดเจ็บของสมองอีกครั้ง นำไปสู่ความพิการและทุพพลภาพ จนอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสียชีวิตได้ การล้มในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง จึงเป็นปัญหาสำคัญที่ควรจะต้องป้องกันก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์ล้มได้ จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการล้มมีทั้งปัจจัยภายในตัวผู้ป่วยเอง เช่น อาการเกร็งของกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อการทรงตัวและการเคลื่อนไหวบกพร่อง การมองเห็น เป็นต้น และปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง เช่น ทางเดินภายในบ้านและนอกบ้าน แสงสว่าง และขาดผู้ดูแล เป็นต้น ดังนั้นการตรวจประเมินร่างกายผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองควรคำนึงถึงปัจจัยภายนอกที่อาจส่งผลกระทบต่อการล้ม ปัจจุบันการประเมินความสามารถในการทรงตัว เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่นิยมใช้คือ Berg Balance Scale (BBS) BBS ใช้ทดสอบความสามารถด้านการทรงตัวโดยการทำกิจกรรมในท่านั่งและยืน นิยมใช้กันมากและมีความเหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ BBS เป็นแบบประเมินการทรงตัวที่มีความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือ

สูง⁽⁹⁻¹⁰⁾ อย่างไรก็ตามในเรื่องของความครอบคลุมปัจจัยเสี่ยงด้านอื่นๆ ต่อการลมนั้นอาจยังบอกไม่ได้ นอกจากนี้มีแบบประเมิน the St Thomas's risk assessment tool in falling elderly inpatients (STRATIFY)⁽¹¹⁾ และ the Royal Melbourne Hospital fall risk assessment tool (RHM FRAT)⁽¹²⁾ เป็นแบบประเมินที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อทำนายปัจจัยเสี่ยงต่อการล้ม ซึ่งมีความไวและความจำเพาะต่อการนำไปใช้กับผู้สูงอายุและผู้ป่วย โดยแบบประเมินความเสี่ยงต่อการล้มทั้งสองแบบพิจารณาจากลักษณะอาการของผู้ป่วยส่งผลต่อการประเมินความเสี่ยงต่อการล้มหรือไม่ ซึ่งทั้งสองแบบประเมินนี้ไม่ครอบคลุมทุกมิติที่อาจเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มได้ เช่น สิ่งแวดล้อมภายในบ้านและนอกบ้าน เป็นต้น ดังนั้นหากต้องการประเมินความเสี่ยงต่อการล้ม จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงปัจจัยของสิ่งแวดล้อมและบริบทที่ครอบคลุมให้มากที่สุดเพื่อช่วยให้สามารถมองเห็นและเข้าใจถึงต้นเหตุที่อาจทำให้เกิดการล้มได้ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) หรือบัญชีสากลเพื่อการจำแนกการทำงาน ความพิการและภาวะสุขภาพ เป็นแบบประเมินที่บ่งชี้สภาวะสุขภาพและความเป็นอยู่ของคนอย่างครอบคลุมเพื่อนำไปสู่การวางแผนการดูแลที่สามารถตอบสนองความต้องการของคนพิการได้ตรงประเด็นกว่าการระบุโรคตาม International Classification of Diseases and Related Health Problem (ICD) ปัจจุบันสถานพยาบาลต่างๆ บันทึกการวินิจฉัยโรคด้วยรหัส ICD ซึ่งแสดงให้เห็นสถานะของความเจ็บป่วยเท่านั้น ในปี พ.ศ. 2543 องค์การอนามัยโลกได้ให้การรับรองรหัส ICF เพื่อใช้เป็นภาษามาตรฐานสำหรับการสื่อสารข้อมูลด้านสถานะสุขภาพระหว่างผู้เกี่ยวข้องทั้งในด้านสาธารณสุขและสังคม รวมทั้งสามารถใช้เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างประเทศได้ ดังนั้นการบันทึกข้อมูลด้วยรหัส ICF ร่วมกับรหัส ICD จะสามารถแสดงภาพรวมของสถานะสุขภาพของประชากรได้เป็นอย่างดี⁽¹³⁾

การศึกษาของ Yen TH และคณะ ปี ค.ศ. 2014 ทำการศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มแบบเดลฟาย (delphi) โดยนำปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มทั้งหมดจากการทบทวน

วรรณกรรมไปเชื่อมโยงกับหมวดหมู่ของ ICF จนได้ ICF สำหรับการล้มในการฟื้นฟูประเฉียบพลัน (ICF core set for fall in acute rehabilitation) ฉบับภาษาอังกฤษ จำนวนทั้งหมด 34 หมวดหมู่⁽¹⁴⁾ ซึ่งคณะผู้วิจัยเชื่อว่าการศึกษานี้ น่าเชื่อถือเนื่องจากได้รวมรอบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการล้มครอบคลุมทุกมิติ จึงเป็นที่มาของ ICF core set for fall หมายถึง ICF สำหรับการล้ม ต่อมา Huang SW และคณะ⁽¹⁵⁾ ได้นำเครื่องมือนี้ไปทดลองใช้ เพื่อหาความเป็นไปได้หรือความยากง่ายของการใช้แบบประเมิน ICF สำหรับการล้มในผู้ป่วยที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพในระยะเฉียบพลัน อย่างไรก็ตามเครื่องมือนี้ยังไม่สามารถบ่งบอกได้ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เนื่องจากแบบทดสอบนี้ยังไม่ได้ประเมินด้านการใช้ภาษาที่จะบอกได้ว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงในการประเมินหรือไม่

แบบประเมิน ICF สำหรับการล้มในการศึกษาของ Yen TH และคณะ⁽¹⁴⁾ ได้รวมปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มที่ครอบคลุมทุกมิติ การศึกษานี้เป็นแบบอย่างที่คุณผู้วิจัยคิดว่า ICF สำหรับการล้มควรได้รับการพัฒนาและศึกษาก่อนนำไปใช้ในบริบทสังคมที่ต่างแตกต่างกัน ตลอดจนศึกษาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินและความเที่ยงของการนำไปใช้ด้วย ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนา ICF สำหรับการล้มเป็นฉบับภาษาไทย และทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) และความเที่ยงโดยการทดสอบซ้ำ (test-retest reliability) ของแบบประเมิน ICF สำหรับการล้ม (ฉบับภาษาไทย) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองว่ามีความเหมาะสมหรือไม่

วัสดุและวิธีการ

การศึกษานี้ทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงของแบบประเมินบัญชีสากลเพื่อการจำแนกความพิการ การทำงานและสุขภาพฉบับภาษาไทย สำหรับการล้มในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โครงการวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่นเลขที่โครงการ HE602141 วันที่ 4 กันยายน 2560 จากนั้นทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงของแบบประเมินนี้ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง มีขั้นตอนและวิธีการศึกษา ดังนี้

การเตรียมเครื่องมือหรือแบบประเมินสำหรับงานวิจัย

คณะผู้วิจัยได้อ้างอิงชุดรหัส ICF สำหรับการล้มในผู้ป่วยช่วงฟื้นฟูประเฉียบพลันจากงานวิจัยของ Yen TH และคณะ ปี ค.ศ. 2014⁽¹⁴⁾ ในการจัดทำแบบประเมินให้เป็นฉบับภาษาไทย คณะผู้วิจัยพบว่าบางรหัสของ ICF ได้แปลเป็นภาษาไทยไว้แล้ว โดยกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2547⁽¹³⁾ และกรมการแพทย์กระทรวงสาธารณสุขร่วมกับศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2555⁽¹⁶⁾ งานวิจัยของ Yen TH และคณะ มีรหัส ICF ทั้งหมด 34 หมวดหมู่ (32 รหัสและ 2 ปัจจัยส่วนบุคคล) เมื่อเทียบรหัสกับฉบับภาษาไทยที่แปลแล้วพบว่า มีการแปลงอย่างสมบูรณ์ที่ประกอบด้วย การแปลข้อคำถามและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนด้วย จำนวน 3 หมวดหมู่จากต้นฉบับของปี พ.ศ. 2547 และจำนวน 2 หมวดหมู่จากต้นฉบับของปีพ.ศ. 2555 ส่วนที่เหลืออีก 29 หมวดหมู่พบว่า มีเฉพาะการแปลข้อคำถาม แต่การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไม่มีการแปลเป็นภาษาไทย ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนขึ้นและกำหนดวิธีการตรวจประเมินขึ้นใหม่ โดยอ้างอิงหลักการและรูปแบบตาม ICF ฉบับภาษาไทย จากต้นฉบับของปีพ.ศ. 2555 และตามหลักวิชาการ ในที่สุดคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบประเมิน ICF สำหรับการล้มฉบับภาษาไทย จำนวนทั้งหมด 34 หมวดหมู่ (53 รหัสและ 2 ปัจจัยส่วนบุคคล) ที่ประกอบด้วย ข้อคำถามแต่ละหมวดหมู่ พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์แต่ละระดับ จาก 0 ถึง 4 และวิธีการประเมินแต่ละหมวดหมู่ด้วย

การทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รายข้อและทั้งฉบับ

ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่านพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมิน ICF สำหรับการล้มฉบับภาษาไทยที่คุณผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิท่านแรกเป็นแพทย์ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ICF ท่านที่สองเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ท่านที่สามเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการล้ม อีกสองท่านเป็นนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ด้านการฟื้นฟูผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมากกว่า 5 ปี การศึกษาความตรงเชิงเนื้อหาด้วยวิธีหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาหรือ Content Validity Index (CVI) โดยหาความตรงเชิงเนื้อหา รายข้อใช้ Item-Content Validity Index (I-CVI) และความตรงเชิง

เนื้อหา รวมทั้งฉบับใช้ Content Validity Index for Scale (S-CVI) มีวิธีการดังนี้ มาตราประเมินความสอดคล้องจะมี 4 ระดับ ดังนี้ 1 คือ ไม่สอดคล้อง (not relevance) 2 คือ สอดคล้องบางส่วน (somewhat relevance) 3 คือ ค่อนข้างสอดคล้อง (quite relevance) 4 คือ มีความสอดคล้องมาก (highly relevance) การคำนวณหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา คำนวณจากสูตร $I-CVI = a/n_{jude}$ และ $S-CVI = \sum I-CVI/n_{jude}$ โดย a หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิที่ตอบ 3 หรือ 4, ส่วน n_{jude} หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดและ $\sum I-CVI$ หมายถึง ผลรวมของค่าความตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ ค่าความตรงเชิงเนื้อหา รายข้อและความตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับที่ยอมรับได้ คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.78 และ 0.8 ตามลำดับ⁽¹⁷⁾ ข้อที่ผู้ทรงคุณวุฒิตอบระดับ 3 หรือ 4 ถือว่าหัวข้อนั้นยอมรับได้ ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งได้แสดงเฉพาะรหัสที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 33 หมวดหมู่ (42 รหัสและ 2 ปัจจัยส่วนบุคคล) ส่วนอีก 11 รหัสและ 1 หมวดหมู่ได้ทำการตัดออกจากการศึกษา เนื่องจากมีค่าคะแนนน้อยกว่าระดับที่ยอมรับได้

การทดสอบความเที่ยงของแบบประเมิน ICF (ฉบับภาษาไทย) สำหรับการล้มในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

การคัดกรองอาสาสมัครเป็นผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ได้รับการคัดเข้าโครงการ จำนวน 30 คนอายุระหว่าง 45-75 ปี โดย 1) อาสาสมัครเป็นผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ได้รับการวินิจฉัย และได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดขณะเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลก่อนจำหน่ายออกจากการรักษาอย่างน้อย 1 เดือน 2) อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอคอนสารตั้งแต่เริ่มป่วยจนถึงปัจจุบัน 3) สามารถสื่อสารรู้เรื่องและทำตามคำสั่งได้ 4) สามารถเดินเองได้โดยอาจใช้หรือไม่ใช้เครื่องช่วยเดินก็ได้ 5) เคยล้มอย่างน้อย 1 ครั้งตั้งแต่เริ่มรักษาจนถึงปัจจุบัน กรณีคัดอาสาสมัครออกจากการศึกษาประกอบด้วย 1) มีประวัติเป็นโรคร่วมทางระบบกระดูกกล้ามเนื้อและข้อต่อหรือมีอาการปวดที่รบกวนร่วมด้วย เช่น ข้อเข่าหรือสะโพกเสื่อม, โรคเกาต์หรือรูมาตอยด์ในรยางค์ขา, โรคข้ออักเสบเรื้อรังในรยางค์ขา เป็นต้น 2) มีภาวะผิดปกติหรือได้รับการผ่าตัดที่รยางค์ขา เช่น ขาขาด ผ่าตัดเปลี่ยนข้อต่อกล้ามเนื้อเอ็นหรือกล้ามเนื้อในรยางค์ขากระดูกรยางค์ขาหัก และ

ข้อต่อเคลื่อนหรือหลุด เป็นต้น 3) ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีปัญหาเกี่ยวกับการสื่อสารภาษาไทย (หรือไม่ใช่คนไทย) ไม่มีผู้ดูแลรวมทั้งไม่สามารถให้ข้อมูลได้ 4) มีโรคร่วมทางระบบประสาทอื่นๆ เช่น ภาวะสมองและไขสันหลังบาดเจ็บภาวะเนื้องอกในสมอง โรคพาร์กินสันเส้นประสาทบาดเจ็บ และอัมพาตครึ่งท่อน เป็นต้น

การทดสอบความเที่ยงของผู้ทดสอบ 1 คนเป็นการทดสอบแบบ test-retest reliability เป็นการทดสอบความเที่ยงของแบบประเมิน อาสาสมัครทั้งหมดได้รับการตรวจประเมินตามแบบประเมิน ICF สำหรับการล้มฉบับที่คณะผู้วิจัยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ โดยประเมินซ้ำ 2 ครั้ง ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ ในระหว่างการทดสอบนี้อาสาสมัครไม่ได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูโดยนักกายภาพบำบัด

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (intra-class correlation coefficient หรือ ICC) โมเดล 3, 1 ค่ายอมรับความผิดพลาดที่ $p\text{-value} < 0.05$ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 17 ค่า ICC เท่ากับหรือมากกว่า 0.75 ถือว่าการประเมินมีความสอดคล้องกันในระดับดี

ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาความตรงเชิงเนื้อหา ของแบบประเมิน ICF สำหรับการล้ม โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ผลการทดสอบพบว่า ค่าความตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ (Item-content validity index: I-CVI) มีค่าเท่ากับ 0.8 และ 1 ทุกข้อซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก รายละเอียดของการให้คะแนนความตรงเชิงเนื้อหา รายข้อแสดงในตารางที่ 1 ค่าความตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (Scale-content validity index: S-CVI) มีค่าเท่ากับ 0.93 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก การทดสอบความเที่ยงโดยการทดสอบซ้ำในอาสาสมัครผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีลักษณะประชากรแสดงในตารางที่ 2 อาสาสมัครผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่เข้าร่วมงานวิจัยจำนวน 30 คน อายุเฉลี่ย 57.6 ± 7.8 ปี มีเพศชายและหญิงใกล้เคียงกัน ร้อยละ 53.3 และ 46.7 ตามลำดับอาสาสมัครประกอบอาชีพเป็นชาวนามากที่สุดคือ ร้อยละ 50 ด้านการศึกษาอาสาสมัครได้รับการศึกษาในระดับประถมศึกษามากที่สุดร้อยละ 86.7 ระยะเวลาของการป่วยด้วยโรคหลอดเลือดสมองที่เข้าร่วม

มากที่สุดคือ ระยะ 3 ถึง 6 เดือน คิดเป็นร้อยละ 50 และมีอาการของแขนและขาข้างเดียวมากกว่าร้อยละ 83.3

ผลการทดสอบความเที่ยง ของบัญชีสากลเพื่อการจำแนกการทำงาน ความพิการและสุขภาพสำหรับการล้ม (ฉบับภาษาไทย) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง พบว่าหมวดการทำงานของร่างกาย (body functions) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับดีเยี่ยม (ICC=0.95, 95%CI: 0.924 - 0.974, p -value< 0.0001) ส่วนหมวด

โครงสร้างของร่างกาย (body structures) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับดีเยี่ยมเช่นเดียวกัน (ICC = 1, 95%CI: 1, p -value< 0.0001) หมวดการทำกิจกรรมและการมีส่วนร่วมและหมวดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับดี (ICC=0.853, 95%CI: 0.761-0.920, p -value< 0.0001), (ICC=0.792, 95%CI: 0.674-0.884, p -value<0.0001) ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของการให้คะแนนความตรงเชิงเนื้อหา (Item-content validity index) ของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 33 หมวดหมู่ (42 รหัส)

รหัส	ชื่อ	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					I-CVI
		1	2	3	4	5	
1. หมวดการทำงานของร่างกาย (Body functions)							
b110	การทำงานด้านการรู้ตัว	3	3	3	3	4	5/5=1
b140	การทำงานด้านความสนใจ	3	4	3	4	4	5/5=1
b1565	การทำงานด้านการรู้ตัว	4	4	3	4	4	5/5=1
b210	การทำงานด้านการมองเห็น	4	4	3	4	4	5/5=1
b235	การทำงานด้านการทรงตัว	4	4	3	4	4	5/5=1
b240	การทำงานด้านความรู้สึที่เกี่ยวกับการได้ยินและการทรงตัว	4	4	3	4	4	5/5=1
b2402	ความรู้สึของการล้ม	4	4	3	4	4	5/5=1
b260	การทำงานด้านการรับรู้ของข้อต่อ	4	4	3	4	4	5/5=1
b42301	การทำงานของความดันโลหิตลด	3	4	3	3	3	5/5=1
b730	การทำงานด้านกำลังกล้ามเนื้อ	4	4	3	4	4	5/5=1
b735	การทำงานด้านการทรงตัว	4	4	3	4	4	5/5=1
b740	การทำงานด้านความทนทานของกล้ามเนื้อ	3	3	3	4	4	5/5=1
b755	การทำงานของปฏิกิริยาร่างกายซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่อยู่นอกเหนืออำนาจจิตใจ	3	4	3	4	4	5/5=1
b760	การทำงานด้านการบังคับการเคลื่อนไหวที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ	4	2	3	4	4	4/5=0.8
b765	การทำงานของการเคลื่อนไหวที่อยู่ในอำนาจจิตใจ	3	2	3	4	4	4/5=0.8
b770	รูปแบบของการเดิน	4	3	3	4	4	5/5=1
2. หมวดโครงสร้างของร่างกาย (Body structures)							
s7500	โครงสร้างของต้นขา	3	3	3	4	4	5/5=1
s7501	โครงสร้างของขาที่อ่อนล้า	3	4	3	4	4	5/5=1
s7502	โครงสร้างของเท้าและข้อเท้า	3	4	3	4	4	5/5=1
s770	โครงสร้างทางกระดูกและกล้ามเนื้ออื่นๆ	2	3	3	3	3	4/5=0.8

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของการให้คะแนนความตรงเชิงเนื้อหา (Item-content validity index) ของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 33 หมวดย่อย (42 รหัส) (ต่อ)

รหัส	ชื่อ	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					I-CVI
		1	2	3	4	5	
3. หมวดกิจกรรมและการมีส่วนร่วม (Activity and participation)							
d4103	การนั่ง	3	3	3	4	4	5/5=1
d4103	การยืน	4	4	3	4	4	5/5=1
d4105	การก้มตัว	4	2	3	4	4	4/5=0.8
d4106	การเปลี่ยนจุดศูนย์ถ่วงในร่างกาย	4	3	3	4	4	5/5=1
d4153	การคงท่านั่ง	3	2	3	4	4	4/5=0.8
d4154	การคงท่ายืน	4	4	3	4	4	5/5=1
d420	การเคลื่อนย้ายตนเอง	4	1	3	4	4	4/5=0.8
d450	การเดิน	4	4	3	4	4	5/5=1
d452	การวิ่ง	4	2	3	4	4	4/5=0.8
d4600	การเคลื่อนที่ภายในบ้าน	3	4	3	4	4	5/5=1
d4601	การเคลื่อนที่ไปในที่ต่างๆ ที่ไม่ใช่บ้าน	3	4	3	4	4	5/5=1
d4602	การเคลื่อนที่ไปนอกตัวบ้าน	3	4	3	4	4	5/5=1
d465	การเคลื่อนที่โดยใช้อุปกรณ์	3	1	3	4	4	4/5=0.8
d530	การใช้ห้องส้วม	1	3	3	4	4	4/5=0.8
4. หมวดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental factors)							
e1101	ยา	4	3	3	4	4	5/5=1
e1200	ผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีทั่วไปที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของบุคคลทั้งภายในและภายนอก	4	4	3	4	4	5/5=1
e1201	ผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีสำหรับช่วยเหลือในการเคลื่อนที่ทั้งในและนอกอาคาร	4	4	3	4	4	5/5=1
e1500	ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับแบบสิ่งก่อสร้างและเทคโนโลยีในการก่อสร้างอาคารสำหรับใช้สาธารณะ	3	4	3	4	4	5/5=1
e1501	การออกแบบผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีสำหรับเพิ่มการกระตุ้นให้เข้าถึงสิ่งก่อสร้างสาธารณะ	3	4	3	4	4	5/5=1
e1502	การออกแบบผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีสำหรับค้นหาเส้นทางและออกแบบอาคารสาธารณะ	3	4	3	4	4	5/5=1
e2400	ความเข้มแสง	4	4	3	4	4	5/5=1
e2401	คุณภาพของแสง	4	4	3	4	4	5/5=1

ตารางที่ 2 คุณลักษณะพื้นฐานของประชากร (n=30)

คุณลักษณะของอาสาสมัคร	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ (คน)	
ชาย/ หญิง	16(53.3)/ 14 (46.7)
อายุเฉลี่ย (ปี) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	57.6 $\pm$ 7.84
ช่วงอายุ (ปี)	45-73
อาชีพ (คน)	
ชานา, ไม่ได้ทำงาน, ทำเฉพาะงานภายในบ้าน,อื่นๆ	15 (50), 7 (23.3), 6 (20), 2(6.7)
การศึกษา (คน)	
ประถมศึกษา, ไม่ได้ศึกษา, มัธยมศึกษาตอนต้น,ปริญญาตรี	26 (86.7), 2 (6.7), 1 (3.3), 1 (3.3)
ระยะเวลาการป่วย	
3-6 เดือน, 7-11 เดือน, น้อยกว่า 3 เดือน, 12-16 เดือน	15 (50), 9 (30), 3 (10), 3 (10)
อ่อนแรงซีก...(คน)	
ซ้าย, ขวา, ทั้งสองข้าง (เคยเป็นซีกหนึ่งมาก่อนแล้ว)	13 (43.3), 12 (40), 5 (16.7)
ประวัติการเจ็บป่วยในอดีต(คน)	
ไม่ทราบว่าเป็นโรค, ความดันโลหิตสูง, เบาหวานร่วมกับความดันโลหิตสูง	17 (56.7), 9 (30), 4 (13.3)
ประวัติการล้มในอดีตเฉลี่ย (ครั้ง)	1.4 $\pm$ 0.9
ลักษณะบ้าน (คน)	
บ้านชั้นเดียวไม่มีบันได, บ้านชั้นครึ่งมีบันได, บ้านสองชั้น, อื่นๆ	15 (50), 1 (3.3), 13 (43.3), 1 (3.3)

ตารางที่ 3 ค่าความเที่ยงของการทดสอบซ้ำ (test-retest reliability) ของแบบประเมิน ICF สำหรับการล้ม (ฉบับภาษาไทย) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

หมวดหมู่ ICF	ICC	95%CI	p-value
1. การทำงานของร่างกาย	0.95	0.92-0.97	0.0001
2. โครงสร้างของร่างกาย	1.00	1.00-1.00	0.0001
3. กิจกรรมและการมีส่วนร่วม	0.85	0.76-0.92	0.0001
4. ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม	0.79	0.67-0.88	0.0001

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ได้พัฒนาบัญชีสากลเพื่อการจำแนกการทำงานความพิการและสุขภาพสำหรับการล้ม (ฉบับภาษาไทย) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เมื่อทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงของแบบประเมินนี้พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก โดยค่าคะแนนความตรงเชิง

เนื้อหารายชื่อ 42 รหัสและ 2 ปัจจัยส่วนบุคคลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนอีก 11 รหัสที่มีค่าคะแนนน้อยกว่า 0.78 ได้ตัดออกได้แก่ b1140 (orientation to time/ การรับรู้เรื่องเวลา), b1141 (orientation to place/ การรับรู้เรื่องสถานที่), b1142 (orientation to person/ การรับรู้เรื่องบุคคล), d4100 (lying down/ การนอนลง), d4101 (squatting/ การนั่งยองๆ), d4102 (kneeling/ การคุกเข่า), d4150 (maintaining a lying position/ การทรงท่านอน), d4151 (maintaining a squatting position/ การทรงท่านั่งยองๆ), d4152 (maintaining a kneeling position/ การทรงท่าคุกเข่า), d4550 (kneeling/ การเคลื่อนที่ด้วยการคุกเข่า) และ d4551 (climbing/ การเคลื่อนที่ด้วยการปีน) โดยเหตุผลแรกในการตัดคือผู้เชี่ยวชาญแนะนำว่าอาจมีความเกี่ยวข้องน้อยหรือไม่

เกี่ยวข้องกับการล้มในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เหตุผลต่อมาคือ อาจทำให้เกิดอันตรายต่ออาสาสมัครได้ขณะทำการตรวจประเมิน และอีกเหตุผลเป็นการประเมินในระดับที่ต่ำกว่าความสามารถขั้นพื้นฐานของอาสาสมัครคือสามารถเดิน ประเด็นสุดท้ายการประเมินบางรหัสยากเกินไป อาจทำให้เกิดอันตรายได้ เช่น d4550, d4551 ถึงแม้ว่าการศึกษาของ Yen TH และคณะ จะแนะนำให้ใช้ทั้งหมด 34 หมวดหมู่ก็ตาม คณะผู้วิจัยคิดว่าสมควรตัดออกเช่นกัน นอกจากนั้รหัส b420 (blood pressure function/การทำงานของความดันโลหิต) คณะผู้วิจัยเห็นว่ามีรหัส b4201 (blood pressure decrease) ที่เป็นรหัสย่อยใกล้เคียงกัน หากเอาทั้งสองรหัสมาใช้ในการสอบถามอาสาสมัครจะมีลักษณะของคำถามใกล้เคียงกันเกินไปอาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ นอกจากนี้ในการพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมิน ICF ผู้เชี่ยวชาญบางท่านได้แนะนำให้อ้างอิงเกณฑ์การให้คะแนนและวิธีตรวจประเมินตามแบบประเมิน STREAM (the stroke rehabilitation assessment of movement) เนื่องจากมีรายละเอียดของ ICF บางรหัสที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่ใกล้เคียงกันสมพรและคณะได้แนะนำว่าแบบประเมิน STREAM มีความสอดคล้องภายใน (internal consistency) และความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ในระดับยอดเยี่ยมในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง⁽¹⁸⁾ เมื่อพิจารณาวัตถุประสงค์ของการใช้แบบประเมิน ICF และ STREAM มีความแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ในส่วนของการประเมินเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐานของการนั่ง แบบประเมิน STREAM จะมุ่งเน้นไปที่องค์ประกอบของการเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐานของร่างกายแขนและขา มี 8 องค์ประกอบ แต่ ICF สนใจการทำหน้าที่หรือการทำงานของร่างกายว่าสามารถนั่งได้หรือไม่ มีความยากลำบากของการนั่งมากน้อยเพียงใดเท่านั้น เป็นต้น อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมิน ICF คณะผู้วิจัยต้องทำการให้คำนิยามเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละรหัสที่ประกอบด้วยค่าคะแนน 0 ถึง 4 คะแนน ซึ่งไม่สามารถอ้างอิงจากหลักฐานฉบับภาษาไทยได้ จึงเป็นเรื่องซับซ้อนและใช้เวลาในการพัฒนาเครื่องมือนี้ จากการประเมินความเที่ยงของแบบประเมิน ICF สำหรับการล้ม (ฉบับภาษาไทย) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองดูเหมือนว่า

ในหมวดการทำงานของร่างกายและโครงสร้างของร่างกายดีมาก ส่วนหมวดการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและสิ่งแวดล้อม มีความเที่ยงระดับดี แสดงว่าแบบประเมินนี้มีความเที่ยงซึ่งน่าจะนำไปใช้ประเมินการล้มในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองได้ นอกจากนี้แบบประเมิน ICF ฉบับนี้อาจจะสามารถใช้ประเมินติดตามผลความสามารถของผู้ป่วยได้หลากหลายมิติ ที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการล้มได้ การศึกษาที่ผ่านมาพบปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มนั้นมีความเชื่อมโยงหรือสัมพันธ์กันกับหมวดหมู่ต่างๆ ของ ICF เช่น การทำงานด้านความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การทำงานด้านการทรงตัว การทำงานด้านกำลังกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงอิริยาบถ การเปลี่ยนจุดศูนย์ถ่วงในร่างกาย เป็นต้น^(7, 14, 19, 20)

ในปี ค.ศ. 2016 การศึกษาของ Huang HW และคณะรายงานผลการใช้ ICF สำหรับการล้มในผู้ป่วยระยะเฉียบพลัน ประกอบด้วย ไซส่นหลังบาดเจ็บ การบาดเจ็บทางสมองและโรคหลอดเลือดสมองที่เข้ารับการรักษาในศูนย์ฟื้นฟูสมรรถภาพ ผลจากการศึกษาพบว่า รหัส b735 (muscle tone function) ครอบคลุมการล้มได้จริงของทุกโรคที่กล่าวมา คิดเป็นร้อยละ 86.51 ซึ่งครอบคลุมคนที่ล้มได้มากที่สุด ส่วนรหัส b730 (muscle power functions) และ d410 (changing basic body position) ครอบคลุมการล้มได้ร้อยละ 77.11 และ 81.69 ตามลำดับ นอกจากนั้รหัส d450 (walking), e240 (light) และ e1101 (drugs) ครอบคลุมการล้มได้มากกว่าร้อยละ 60⁽¹⁵⁾ จากการสังเกตในการศึกษาครั้งนี้ของคณะผู้วิจัยพบว่า มีผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ล้มมากกว่า 2 ครั้งขึ้นไป พบว่าการประเมินรหัสดังกล่าวมีค่าคะแนนที่สูง หมายถึงมีค่าคะแนนความบกพร่องที่มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งบ่งบอกถึงผู้ป่วยอาจจะมีความเสี่ยงต่อการล้มได้ง่าย นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังพบว่าผลการประเมินอีกหลายรหัสที่มีค่าคะแนนสูง นั้นแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยมีความเสี่ยงต่อการล้มได้ รหัสดังกล่าวคือ b755 การทำงานของปฏิกิริยาร่างกายซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่อยู่นอกเหนืออำนาจจิตใจ (involuntary movement reaction), b760 การทำงานด้านการบังคับการเคลื่อนไหวที่อยู่ในอำนาจจิตใจ (control of voluntary movement function), b765 การทำงาน

ด้านการเคลื่อนไหวที่อยู่นอกเหนืออำนาจจิตใจ (involuntary movement function), b770 การทำงานของรูปแบบการย่างก้าวหรือการก้าวเดิน (gait pattern function), d410 การเปลี่ยนอิริยาบถขึ้นพื้นฐาน (changing body position; bending and shifting the body's center of gravity), d450 การเดิน (walking), d4552 การวิ่ง (moving by running), d460 การเคลื่อนที่ไปในที่ต่าง ๆ (moving around in different locations), d530 การใช้ห้องน้ำหรือห้องสุขารวมทั้งการทำความสะอาดร่างกายหลังจากใช้ (toileting), e1101 ยา (drugs) และ e240 แสงสว่าง (light) เหตุผลที่แตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมาจะเกี่ยวข้องกับ รูปแบบการศึกษา เกณฑ์การคัดเลือก ระยะเวลาการดำเนินโรคต่างกัน รวมทั้งบริบทของสังคม และข้อจำกัดด้านการศึกษา

สรุปการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบประเมิน ICF สำหรับการล้ม (ฉบับภาษาไทย) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขึ้นใหม่ ซึ่งมีความเข้าใจในเนื้อหาได้ตรงประเด็น คำถามและเกณฑ์ประเมินได้ดี อาจจะเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ประเมินได้ โดยมีความแม่นยำในการทดสอบซ้ำอยู่ในเกณฑ์ดี อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ในอนาคตควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ภาษาไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหมวดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือนี้ไปประยุกต์ใช้ ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในผู้ป่วยโรคอื่นๆ ในด้านบริบท สังคมและวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน และควรศึกษาเกี่ยวกับความแม่นยำของแบบประเมินนี้ระหว่างผู้ประเมินคนอื่นๆ ด้วย (inter-rater reliability)

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจาก ศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ (BNOJPH) และคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและคณาจารย์ที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการทำวิจัย นอกจากนี้ขอขอบพระคุณอาสาสมัครพื้นที่อำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิ ที่ให้ความร่วมมือในการร่วมวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. Arch Phys Med Rehabil 2001;82:1050-6.
2. WHO. World global report on fall prevention in older age. 2007.
3. Mackintosh SF, Hill K, Dodd KJ, Goldie P, Culham E. Falls and injury prevention should be part of every stroke rehabilitation plan. Clin Rehabil 2005;19: 441-51.
4. Forster A, Young J. Incidence and consequences of falls due to stroke: a systematic inquiry. Br Med J 1995;311:83-6.
5. Fischer ID, Krauss MJ, Dunagan WC et al. Patterns and predictors of inpatient falls and fall-related injuries in a large academic hospital. Infect Control Hosp Epidemiol 2005;26:822-7.
6. Chaiwanichsiri D, Jiamworakul A, Kitisomprayoonkul W. Falls among stroke patients in Thai Red Cross Rehabilitation Center. J Med Associ Thai 2006;89 (suppl 3) ; S47-52.
7. Jiwawiroj A, and Puttikamin N.(2014). The study of risk of fall in stroke patient in sub-acute stage. North-Eastern Thai Journal of Neuroscience North-Eastern Neuroscience Association, NNA, 8: 26-34.
8. Ocha W, Arayawichanon P, Manimanakorn N. Prevalence of falls in stroke patient after discharge from the hospital. Rehabilitation issue 2010;20:15-19.
9. Bogle-Thorban L, Newton RA. Use of the Berg balance test to predict falls in elderly persons. J of Phys Ther 1996; 15: 576-85.
10. Thaweewannakij TH, Amatachaya S, Peungsuwan P, Mato L. Balance, fall and quality of life in active and inactive elderly. J Med Tech PhyTher 2010; 22(3): 271-279.

11. Oliver D, Britton M, Seed P, Martin FC, Hopper AH. Development and evaluation of evidence based risk assessment tool (STRATIFY) to predict which elderly inpatients will fall: case control and cohort studies. *BMJ* 1997; 315: 1049–53.
12. Ma C, Evans K, Bertmar C, Krause M. Predictive value of the Royal Melbourne Hospital Falls Risk Assessment Tool (RMH FRAT) for post-stroke patients. *J of ClinNeurosci* 2011; 21: 607-611
13. WHO. The International Classification of Functioning Disability and Health: ICF Thai version by department of medical services, ministry of public health Bangkok, Thailand: medical services publisher; 2014.
14. Yen TH, Lin TSW, Chang KH, Wang YH, Liou TH. Delphi-Based Assessment of Fall- Related Risk Factors in Acute Rehabilitation Settings According to the International Classification of Functioning, Disability and Health. *Arch Phys Med Rehabil* 2014; 95(1):50-57.
15. Huang SW, Lin LF, Chou LC, Wu MJ, Liao CD, Liou TH. Feasibility of using the International Classification of Functioning, Disability and Health Core set for evaluation of fall-related risk factors in acute rehabilitation settings. *Eur J of Phys Rehabil Med* 2016; 52(2): 152-867.
16. Strategy and planning division, office of the permanent secretary, public health ministry. The International Classification of Functioning Disability and Health, ICF. Bangkok, Thailand: medical services publisher; 2012.
17. Lynn MR. Determination and quantification of content validity. *Nurs Res* 1986; 85(6): 382-386.
18. Sungkarat S, Uthaikhup S, Keawsutthi M, Charoenlimprasert J, Kaewsanmuang S. Intra-rater and inter-rater reliability of the Stroke Rehabilitation Assessment of Movement (STREAM). *JAMS* 2017; 5(1): 71-86.
19. Lee JE, Stokic DS. Risk factors for falls during in-patient rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87: 341–350.
20. Papol A, Ramkhuan C, Pinnoi W. A Study of Fall Risk in Stroke Patients after Hospital Discharge. *JRTAN* 2017; 18(supplement): 194-201.

**แบบฟอร์มส่งบทความลงตีพิมพ์ใน
วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด**

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เรื่อง ส่งบทความและลายมือชื่อยินยอมของผู้นิพนธ์

เรียน บรรณาธิการวารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

- บทความที่ส่ง (เลือกกาได้หลายข้อ)
 - ☐ ยังไม่เคยได้รับการตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งพิมพ์ใดๆมาก่อน
 - ☐ เป็นผลงานของผู้เขียน โดยไม่ได้คัดลอกมาจากส่วนหนึ่งส่วนใดหรือผลการศึกษาใด ของผู้อื่น
 - ☐ อยู่ระหว่างการส่งไปขอรับการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารอื่นด้วย (โปรดระบุ รายละเอียด)
.....
 - ☐ บางส่วน เคยได้รับการตีพิมพ์มาแล้ว (โปรดระบุรายละเอียดการตีพิมพ์และแนบ ต้นฉบับ)
.....
- ประเภทบทความที่ส่ง (โปรดใส่ชื่อเรื่อง)
 - ☐ นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article).....
 - ☐ บทความปริทัศน์ (Review article).....
 - ☐ บทความทั่วไป (General article).....
 - ☐ จดหมายถึงบรรณาธิการ (Letter to the editor)
 - ☐ อื่น ๆ.....
- รายชื่อผู้นิพนธ์ทุกคนพร้อมลายมือชื่อยินยอมให้ลงตีพิมพ์ในวารสารนี้
 - 1.ลงชื่อ.....
 - 2.ลงชื่อ.....
 - 3.ลงชื่อ.....
 - 4.ลงชื่อ.....
 - 5.ลงชื่อ.....
 - 6.ลงชื่อ.....

ลงชื่อผู้เสนอแบบฟอร์ม.....
(.....)

Corresponding author

สถานที่ติดต่อพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสารและ e-mail address

.....
.....
.....

โปรดส่งแบบฟอร์มนี้

โดยการแนบไฟล์ในระหว่างที่ท่านส่งต้นฉบับแบบ Online Submission ใน <http://www.tci.thaijo.org/index.php/ams>

วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัดเป็นวารสารที่จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย ความรู้และความก้าวหน้าทางวิชาการทางด้านเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด และสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องโดยกองบรรณาธิการ สวสนสิทธิในการตรวจทาน แก้ไขต้นฉบับ และพิจารณาตีพิมพ์ตามความเหมาะสม บทความทุกประเภทจะได้รับการพิจารณาถึงความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ ความน่าสนใจ ตลอดจนความเหมาะสมของเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิจากในหรือนอกกองบรรณาธิการ วารสารมีหลักเกณฑ์และคำแนะนำทั่วไป ดังต่อไปนี้

1. ประเภทของบทความ บทความที่จะได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร อาจเป็นบทความประเภทใดประเภทหนึ่งดังต่อไปนี้

1.1 บทบรรณาธิการ (Editorial) เป็นบทความสั้นๆ ที่บรรณาธิการ หรือผู้ทรงคุณวุฒิที่กองบรรณาธิการเห็นสมควรเขียนแสดงความคิดเห็นในแง่มุมต่างๆ เกี่ยวกับบทความในวารสาร หรือเรื่องที่บุคคลนั้นเชี่ยวชาญ

1.2 บทความทั่วไป (General article) เป็นบทความวิชาการด้านเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด และสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องที่ไม่เน้นวิชาการเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะที่คนทั่วไปสามารถอ่านเข้าใจได้

1.3 บทความปริทัศน์ (Review article) เป็นบทความที่เขียนจากการรวบรวมความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด และ สาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ที่ผู้เขียนได้จากการอ่านและวิเคราะห์จากวารสารต่างๆ ควรเป็นบทความที่รวบรวมความรู้ใหม่ๆ ที่น่าสนใจที่ผู้อ่านสามารถนำไปประยุกต์ได้ โดยอาจมีบทสรุปหรือ ข้อคิดเห็นของผู้เขียนด้วยก็ได้ บทความประเภทนี้ประกอบด้วยบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมคำรหัส (Key word) บทนำ เนื้อเรื่อง และเอกสารอ้างอิง

1.4 นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article) เป็นรายงานผลการศึกษาวิจัย ทางด้านเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด และสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องของผู้เขียนเอง ประกอบด้วยบทคัดย่อ บทนำ วัสดุและวิธีการ ผลการศึกษา สรุปและวิจารณ์ ผลการศึกษาและเอกสารอ้างอิง

1.5 จดหมายถึงบรรณาธิการ (Letter to the editor) อาจเป็นข้อคิดเห็นเกี่ยวกับบทความที่ตีพิมพ์ไปแล้วในวารสารและกองบรรณาธิการได้ พิจารณาเห็นว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านท่านอื่น หรืออาจเป็นผลการศึกษา การค้นพบความรู้ใหม่ๆ ที่สั้นและสมบูรณ์ในตัว

1.6 บทความอื่นๆ ที่กองบรรณาธิการเห็นสมควรเผยแพร่

2. การเตรียมต้นฉบับ

2.1 ให้พิมพ์ต้นฉบับในไฟล์ Word 2007 ขึ้นไป

2.2 หน้าแรกประกอบด้วยชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียนและสถานที่ทำงานทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และระบุชื่อผู้เขียนที่รับผิดชอบในการติดต่อ (corresponding author) ไว้ให้ ชัดเจน ชื่อเรื่องควรสั้น และได้ใจความตรงตาม เนื้อเรื่อง

2.3 เนื้อเรื่องและการใช้ภาษา เนื้อเรื่องอาจเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ถ้าเป็นภาษาไทยให้อัตลักษณ์งานนุกรมนับบรรณานุกรมและ ควรใช้ภาษาไทยให้มากที่สุด ยกเว้นคำภาษาอังกฤษที่แปลแล้วได้ใจความไม่ชัดเจน

2.4 รูปภาพ ตาราง และคำอธิบายให้วางแทรกในเนื้อหาตามความเหมาะสม

2.5 นิพนธ์ต้นฉบับให้เรียงลำดับเนื้อหา ดังนี้ บทคัดย่อ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษพร้อมคำรหัส (Key word) ไม่เกิน 5 คำ บทนำ (Introduction) วัสดุและวิธีการ (Materials and Methods) ผลการศึกษา (Results) สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา (Conclusion and Discussion) กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) และเอกสารอ้างอิง (References)

2.6 เอกสารอ้างอิงใช้ตามระบบ Vancouver's International Committee of Medical Journal โดยใส่หมายเลขเรียงตามลำดับที่อ้างอิงในเนื้อเรื่อง (superscript) โดยบทความที่มีผู้เขียนจำนวน 6 คน หรือน้อยกว่าให้ใส่ชื่อ ผู้เขียนทุกคน ถ้ามากกว่า 6 คน ให้ใส่ชื่อเฉพาะ 6 คนแรก ตามด้วยอักษร et al. ดังตัวอย่าง

วารสารภาษาอังกฤษ

Leelayuwat C, Hollinsworth P, Pummer S, Lertmemongkolchai G, Graeme T, Mullberg J, et al. Antibody reactivity profiles following immunisation with diverse peptides of the PERB11 (MIC) family. Clin Exp Immunol 1996; 106: 568-76.

หนังสือที่มีบรรณาธิการ

Solberg HE. Establishment and use of reference values with an introduction to statistical technique. In: Tietz NW, ed. Fundamentals of Clinical Chemistry. 3rd. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1987: 202-12.

3. โปรดส่งต้นฉบับแบบ online submission ที่ <http://www.tci.thaijo.org/index.php/ams>

4. เงื่อนไขในการพิมพ์

4.1 เรื่องที่ส่งมาลงพิมพ์ต้องไม่เคยตีพิมพ์หรือกำลังรอตีพิมพ์ในวารสารอื่น

4.2 ข้อความหรือข้อคิดเห็นต่างๆ เป็นของผู้เขียนบทความนั้นๆ ไม่ใช่ความเห็นของกองบรรณาธิการหรือของวารสาร และไม่ใช่มติเห็นของ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

4.3 วารสารจะมอบ pdf ของบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ให้กับผู้เขียนที่รับผิดชอบบทความเป็นถาวร