วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

ISSN 0857-6653

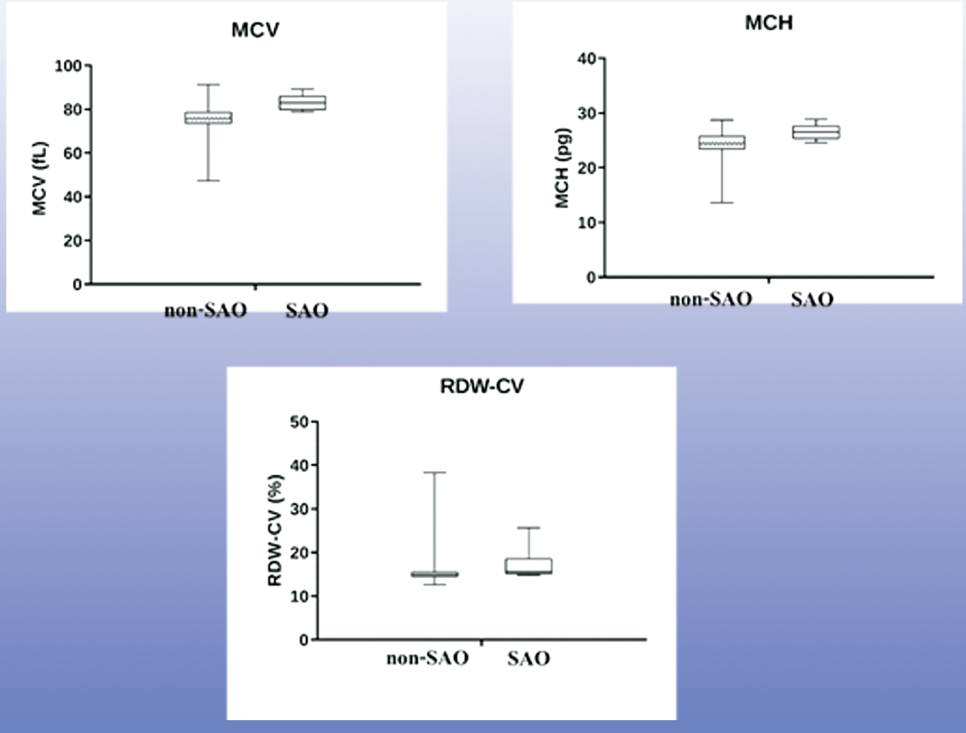
VOLUME 31 NUMBER 2 MAY - AUGUST 2019

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

*** วารสารวิชาการระดับชาติที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก TCI ACI และ สกว. ***

ปีที่ 31 ฉบับที่ 2

พฤษภาคม - สิงหาคม 2562



Box plot ค่า MCV MCH และ RDW ในพาหะฮีโมโกลบินอีที่มีและไม่มียีน SAO

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2562

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. พัชรี เจียรนัยกูร	คณบดีคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กองบรรณาธิการ

บรรณาธิการ	รศ.ดร. จุรีรัตน์ ดาดวง	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองบรรณาธิการ	อ.ดร. อัญชลี เตชะเสน	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
กองบรรณาธิการ	ศ.ดร. วัชระ กสิณฤกษ์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	รศ.ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล	คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
	รศ.ดร. ธีระชัย ธนานันต์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
	รศ.ดร. อรุณวดี ชนะวงศ์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ศ.ดร. เต็มดวง ลิ้มไพบูลย์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	รศ.ดร. วัชรินทร์ ลอยลม	คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	รศ.ดร. อาทิตย์ พวงมะลิ	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	รศ.ดร. วิมลวรรณ เหียงแก้ว	คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล
	รศ.ดร. วิชัย อึงพินิจพงศ์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	รศ.ดร. สุกัลยา อมตฉายา	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ผศ.ดร. อุไรวรรณ ชัชวาลย์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ผศ.ดร. อลงกต เอมะสิทธิ์	คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

International Editorial Board

	Assoc. Prof. Dr. Xingze Wang	Gannan Normal University, China

กองจัดการ

ผู้จัดการ	นางสาวชลธิศา พลทองมาก
กรรมการ	นางสาวสุทธิลักษณ์ พัดเพ็ง
	นายศุภกร ขรรค์แก้ว

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	Dr.Anchalee Techasen	Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
Members	Prof. Dr. Wachara Kasinrerk	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 Limpaiboon	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 31 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2562

สารบัญ

หน้า

บทความปริทัศน์

- อาการปวดคอที่สัมพันธ์กับท่าทางการทำงานในทันตแพทย์ 85
  พิมลพรรณ ทวีการ วรรณจักร ดาราพร แซ่ลี้ ซีฆายุ พลางกูร จอร์นส และยอดชาย บุญประกอบ

นิพนธ์ต้นฉบับ

- ระดับคอมพลีเมนท์ C3 และการแสดงออกของ CD55 และ CD59 บนเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงแตกต่างกัน 93
  ชัยวุฒิ พิศพงษ์ สุมลมาลย์ คล้ำชื่น สุรศักดิ์ สวัสดิ์นะที กาญจนา แปงจิตต์ วัลวิสาข์ สุวรรณเลิศ ไพเราะ แสนหวัง และรสริน การเพียร
- ความชุกของแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีที่ผลิตเอนไซม์ carbapenemase ในโรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ 105
  ศิรประภา มินาผล สุรศักดิ์ แว่นรัมย์ จิราภรณ์ นิลสกุล มารุตพงศ์ ปัญญา และภาวนา พนมเขต
- ความตรงและความเที่ยงของการวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บด้วยเครื่องดับเบิลยู อี บริเวณเท้าในผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 114
  ณัฐกานต์ ศรีม่วง อุไรวรรณ ชัชวาลย์ พรรณี ปึงสุวรรณ วนิดา ดรปัญหา และวิชัย อึงพินิจพงศ์
- ความตรงและความเที่ยงของการวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บด้วยเครื่องดิจิตอล ดับเบิลยู อี ในผู้ที่มีจุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อทราพีเซียส 122
  นิรัติศัย กูลสวัสดิ์ พิรุณพร มีมา อุไรวรรณ ชัชวาลย์ ทกมล หรรษาวงศ์ และวิชัย อึงพินิจพงศ์
- ความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักตัวเกิน 130
  วีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา พุทธิพงษ์ พลคำฮัก นพรัตน์ สังฆฤทธิ์ ปาจรีย์ มาน้อย ศิรินทิพย์ คำฟู และสินธุพร มหารัญ
- ชนิดของ SCCmec ในเชื้อ methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ที่แยกได้ในปี พ.ศ. 2553, 2558 และ 2559 จากผู้ป่วยโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น 140
  เพชรชรัษฐ์ สุทธะมี อริสา ไทยเดิม สุจินตนา วงศ์ทอง อาภาศิริ ศรีเศรษฐการ ลำใย วงลคร ภิรมณ์ พวงเงิน ราตรี ทวิชากรตระกูล อรุณวดี ชนะวงศ์ และอรุณลักษณ์ ลุลิตานนท์

วารสาร

เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2562

สารบัญ

หน้า

- การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในอุตสาหกรรม 150
  สุนิสา ชายเกลี้ยง และพรนภา ศุกรเวทย์ศิริ
- การศึกษานำร่อง: การออกกำลังกายบนเตียงด้วยจักรยานประยุกต์ “ปั่นง่าย” ในผู้ป่วยระยะก่อนและความดันโลหิตสูงระยะที่หนึ่ง 162
  รวยริน ชนาวิรัตน์ พัฒรพงษ์ วงค์แสนชุม วราภรณ์ สุขบุญทอง ฐาปณีย์ ช่วยเล็ก วนิดา ดรปัญหา พลลพัฏฐ์ ยงฤทธิปกรณ์ และเสาวนีย์ นาคมะเริง
- ประสิทธิผลของการนวดเท้าตนเองที่บ้านด้วยอุปกรณ์นวดไม้ต่อการรับความรู้สึกและสมรรถนะในการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวาน 175
  กัลญารัตน์ ฉนำกลาง พรรณี ปึงสุวรรณ วนิดา ดรปัญหา อุไรวรรณ ชัชวาลย์ และธัญลักษณ์ ศรีบุญเรือง
- อัตราการตรวจพบยีน Southeast Asian Ovalocytosis (SAO) ในผู้ป่วยที่ส่งตรวจวินิจฉัยธาลัสซีเมียจากโรงพยาบาลนราธิวาสราชนครินทร์ 186
  วัชรพงษ์ กาวน สุภาวดี แย้มศรี กุลนภา ฟู่เจริญ อมรา ดือเระ และสุพรรณ ฟู่เจริญ

วารสาร

เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

VOLUME 31 NUMBER 2 May - August 2019

CONTENTS

page

REVIEW ARTICLE

- Neck pain relate with working posture in Dentists 86
  Pimonpan Taweekan Vannajak Daraporn Sae-Lee Teekayu
  Plangkoon Jorns and Yodchai Boonprakob

ORIGINAL ARTICLE & REVIEW ARTICLE

Complement C3 level and expression of CD55 and CD59 on red blood cells of variable clinical severity Hb H disease 94
Chaiwoot Pispong Sumonmaln Klamchuen Surasak Sawatnatee Kanjana Pangjit
Wanwisa Suwannalert Phairo Saenwang and Rossarin Karnpean

The prevalence of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in Sapphasithiprasong Hospital 106
Siraprapa Minaphol Surasak Wanram Jiraporn Nilsakul Marutpong Punya and Pawana Panomket

Validity and reliability of meaning pressure pain threshold using WE pressure pain threshold meter in diabetic foot of type 2 diabetes mellitus patients 115
Nutthakarn Srimuang Uraiwan Chatchawan Pannee Peungsuwan
Wanida Donpunha and Wichai Eungpinichpong

Validity and reliability of digital WE algometer in subjects with myofascial trigger points on trapezius muscle 123
Nirattisai Kulsawad Piruenporn Meema Uraiwan Chatchawan
Torkamol Hunsawong and Wichai Eungpinichpong

Balance ability, leg muscle strength and risks of falling among overweight older adult 131
Weerasak Tapanya Puttipong Poncumhak Noppharath Sangkarit Pacharee Manoy
Sirintip Kumfu and Sinthuporn Maharan

วารสาร

เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด

JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

VOLUME 31 NUMBER 2 May - August 2019

CONTENTS

page

SCC*mec* types of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated in 2010, 2015 and 2016 from patients of Srinagarind Hospital, Khon Kaen Province 141
Petcharat Sutthamee Arisa Thaiderm Sujintana Wongthong Arpasiri Srisrattakarn Lumyai Wonglakorn Pirom Puang-Ngern Ratree Tavichakorntrakool Aroonwadee Chanawong and Aroonlug Lulitanond

Ergonomics risk assessment of electronic assembly workers in the industry 151
Sunisa Chaiklieng and Pornnapa Suggaravetsiri

A Pilot Study: Bed Exercise with “Pun Ngai” in Pre-and Stage-1 Hypertensive Patients 163
Raoyrin Chanavirut Phuttaraphong Wongsaenchoom Waraporn Sukboonthong Tapanee Chuailek Wanida Donpunha Ponlapat Yonglitthipagon and Saowanee Nakmareong

The effectiveness of home self-foot massage using a massage wood device on foot sensation and balance performance in patients with diabetes mellitus 176
Kanyarat Chanumklang Punnee Peungsuwan Wanida Donrapunha Uraiwan Chatchawan and Thanyaluck Sriboonreung

Positive rate of Southeast Asian Ovalocytosis (SAO) among patients sent for thalassemia diagnosis from Naradhiwas Rajanagarindra hospital 187
Watcharaphong Kawon Supawadee Yamsri Goonnapa Fucharoen Amara Duereh and Supan Fucharoen

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

บทความปริทัศน์
REVIEW ARTICLE

อาการปวดคอที่สัมพันธ์กับท่าทางการทำงานในทันตแพทย์

พิมลพรรณ ทวีการ วรรณจักร[1,5] ดาราพร แซ่ลี้[2,5] ฑีฆายุ พลางกูร จอร์นส[3,5] และ ยอดชาย บุญประกอบ[4,5*]

Received: *October 29, 2018*
Revised: *December 3, 2018*
Accepted: *December 27, 2018*

บทคัดย่อ

อาการปวดคอเป็นโรคทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่พบได้ในบุคคลทั่วไปและอาจมีความสัมพันธ์กับอาชีพโดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาชีพทันตแพทย์ สาเหตุของอาการปวดคออาจมาจากการอยู่ในท่าทางที่ไม่สมดุลขณะให้การรักษาทางทันตกรรมเป็นเวลานาน อีกทั้งการอยู่ในท่าทางที่ไม่สมดุลเป็นเวลานานอาจนำมาสู่อาการปวดบ่า ไหล่ ข้อศอก ข้อมือ มือ และหลัง เป็นต้น

การปรับเปลี่ยนท่าทางให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์จะช่วยลดแรงที่กระทำต่อกล้ามเนื้อและข้อต่อ ทั้งนี้การรักษาทางกายภาพบำบัดและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเป็นวิธีการรักษาอีกวิธีหนึ่งที่นิยมรักษาอาการปวดคออย่างไรก็ตาม พบว่าการออกกำลังกายเพื่อเสริมความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อก็มีความจำเป็นในการป้องกันการทำงานไม่สมดุลของกล้ามเนื้อในระยะยาวได้

คำสำคัญ: ปวดคอ, ทันตแพทย์, การยศาสตร์

[1] สาขากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[2] ทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[3] ภาควิชาชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[4] สายกายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[5] กลุ่มวิจัยและพัฒนาด้านประสาทวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
*ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

บทความปริทัศน์
REVIEW ARTICLE

Neck pain relate with working posture in dentists

Pimonpan Taweekan Vannajak[1, 5], Daraporn Sae-Lee[2, 5], Teekayu Plangkoon Jorns[3, 5] and Yodchai Boonprakob[4, 5*]

Abstract

Neck pain is a musculoskeletal disease found in the general populations and may have related to occupations, especially dentists. Neck pain can be caused by an imbalance posture during dental treatment for a long time. An imbalance posture for a long time can induce pain at other regions such as shoulder elbow wrist hand and back.

Corrected posture with the concept of ergonomics may decrease loading of muscles and joints. Physical therapy treatment and stretching the muscles are another way to treat neck pain. However, strengthening exercise should be recommended for decreased pain in permanently.

Keywords: Neck pain, Dentist, Ergonomics

[1] Department of Physical therapy, Faculty of Allied health science, Burapha University
[2] Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University
[3] Department of Oral Biology, Faculty of Dentistry, Khon Kaen university
[4] Department of physical therapy, Faculty of Associated medical sciences, Khon Kaen University
[5] Neuroscience Research and Development Group, Khon Kaen University
*Corresponding author (e-mail: yodchai@kku.ac.th)

บทนำ

อาการปวดคอเป็นโรคทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่พบได้ในบุคคลทั่วไปและอาจมีความสัมพันธ์กับอาชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาชีพทันตแพทย์ โดยพบถึงร้อยละ 19.8-85%[1] อาการปวดคอส่งผลกระทบต่อการลดลงของคุณภาพชีวิตในทันตแพทย์ อาจนำไปสู่การขาดงาน ประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวลดลง และรู้สึกไม่สบายหรือปวดขณะทำหัตถการทางทันตกรรม[2-4] จากการศึกษาพบว่าอาการปวดคอพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย[2, 5] อาจเนื่องมาจากเพศหญิงมีระดับความอดกลั้นอาการปวดน้อยกว่าเพศชาย และมุ่งความสนใจไปที่อาการปวด/เป็นหลัก ในทางตรงกันข้ามเพศชายมีลักษณะกิจกรรมที่หลากหลายที่ดึงความสนใจจากอาการปวด ยิ่งไปกว่านั้น เพศชายยังมีพฤติกรรมการออกกำลังกายมากกว่าเพศหญิง ซึ่งผลทางประสาทสรีรวิทยาพบว่าการออกกำลังกายช่วยลดอาการปวดได้[3]

ความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกอาจเริ่มปรากฏตั้งแต่เป็นนักศึกษาทันตแพทย์เนื่องจากลักษณะท่าทางการฝึกปฏิบัติการทางคลินิกมีความคล้ายคลึงกับท่าทางการปฏิบัติงานจริงในอาชีพทันตแพทย์[6] ปัจจัยนี้อาจมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดปัญหาโรคทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกก่อนเข้าสู่การเป็นทันตแพทย์จริงได้ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยรบกวนที่อาจส่งผลต่อการเกิดโรคทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในวัยรุ่นอาจมีหลายปัจจัย เช่น เพศ น้ำหนักตัว ลักษณะท่าทางในการใช้คอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือ รวมถึงพฤติกรรมการออกกำลังกาย เป็นต้น จากการศึกษาของธนพงษ์และคณะ[7] พบว่าความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาการปวดคอเป็นสิ่งที่พบในนักศึกษาคณะทันตแพทย์เป็นอันดับต้น

การศึกษาจำนวนหนึ่งได้รายว่านอกจากอาการปวดคอที่สามารถพบได้ในทันตแพทย์แล้ว ทันตแพทย์อาจพบอาการปวดข้อมือ มือ เอว ร่วมด้วยจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าอาการปวดต่าง ๆ เกิดขึ้นภายหลังทันทีจากการให้การรักษาทางทันตกรรมต่อผู้ป่วย โดยพบอาการปวดและภาวะเพลียล้าของกล้ามเนื้อได้ระหว่างหรือภายหลังการให้การรักษาผู้ป่วยอาการดังกล่าวนำไปสู่การจำกัดความสามารถในการทำงานและส่งผลกระทบต่อการทำงานในระหว่างวันได้[8]

สาเหตุการเกิดอาการปวดคอในทันตแพทย์อาจสัมพันธ์กับท่าทางของคอขณะทำงานทางด้านทันตกรรม เนื่องจากท่าทางการทำงานของทันตแพทย์อยู่ในลักษณะก้มคอและหลังค่อนข้างมากเพื่อการมองเห็นภายในช่องปากของผู้ป่วยให้ชัดเจน โดยท่าทางดังกล่าวมักเกิดขึ้นบ่อยและมีระยะเวลานาน **(รูปที่ 1)**

รูปที่ 1 แสดงท่าทางการให้การรักษาทางทันตกรรมของทันตแพทย์ที่มีลักษณะก้มคอและหลัง

ท่าทางการก้มคอและหลังหรือ awkward head neck posture **(รูปที่ 2)** ทำให้เกิดความเค้น (stress) บริเวณกระดูกสันหลังส่วนคอ จากหลักการของโมเมนต์ พบว่า เมื่อคอก้มมาทางด้านหน้ามากเท่าใด แขนของคานเนื่องจากน้ำหนักศีรษะยิ่งเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นกล้ามเนื้อเหยียดคอ (neck extensor) ยิ่งต้องออกแรงหดตัวเพื่อปรับสมดุลของโมเมนต์ นั่นคือ กล้ามเนื้อเหยียดคอหดตัวเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้คอตั้งตรงอยู่ได้ และเมื่อเกิดขึ้นเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดอาการปวดคอได้

รูปที่ 2 แสดงท่าทางการให้การรักษาทางทันตกรรมของทันตแพทย์ที่ส่งผลต่อการเพิ่มความเค้นต่อกระดูกสันหลัง

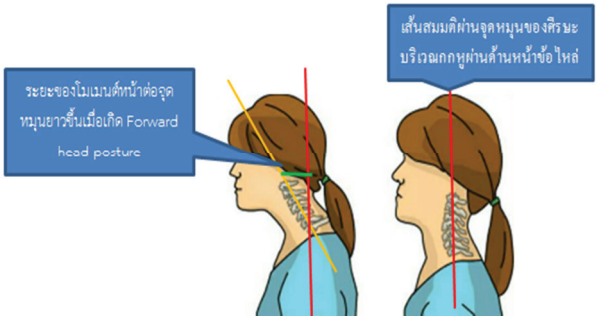
มากกว่าร้อยละ 86 ของทันตแพทย์มีการทำงานในท่าก้มอย่างน้อย 30 องศามากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาในการทำงาน[9] จึงอาจทำให้เกิดลักษณะท่าทางคอที่ยื่นมาด้านหน้ามากเกินไปหรือที่เรียกว่าท่าศีรษะยื่นมาด้านหน้า (forward head posture) **(รูปที่ 3)**

รูปที่ 3 แสดง forward head posture

ท่าศีรษะอยู่ในท่ายื่นมาด้านหน้าเป็นสาเหตุทำให้กระดูกสันหลังบริเวณคอส่วนบนเคลื่อนมาทางด้านหน้าและมีลักษณะเหยียดมากเกินไป และส่งผลกระทบทำให้ส่วนโค้ง lordotic ของกระดูกสันหลังบริเวณคอส่วนล่างลดน้อยลงหรือหายไปอย่างไรก็ตามมุมในการก้มคอที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดความเค้นต่อกล้ามเนื้อและข้อต่อโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณรอยต่อระหว่างกระดูกสันหลังบริเวณคอระดับที่ 7 และกระดูกสันหลังบริเวณอกระดับที่ 1

นอกจากนั้นท่าศีรษะยื่นมาด้านหน้ามากเกินไปอาจทำให้กล้ามเนื้อบริเวณใต้ฐานกะโหลกหดเกร็งและมีอาการปวด และเมื่อผ่านไปเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดภาวะหดสั้นของกล้ามเนื้อ (muscle tightness) รวมทั้งยังอาจเกิดการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อคอมัดลึกได้ การทำงานไม่สมดุลของกล้ามเนื้อนี้นำไปสู่การเกิดกลุ่มอาการ malalignment ซึ่งรักษาได้ยากกว่าการรักษาอาการปวด[10] ในการเปลี่ยนแปลงทางชีวกลศาสตร์ต่อตำแหน่งการวางตัวของกระดูกสันหลังบริเวณคอพบว่าเกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อคอเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีท่าทางศีรษะยื่นไปทางด้านหน้ามากขึ้น

เมื่อลากเส้นสมมติผ่านจุดหมุนของศีรษะบริเวณกกหู ด้านหน้าข้อไหล่ หน้าข้อสะโพก และหน้าข้อเข่าผ่านตาตุ่มด้านนอก ซึ่งถือได้ว่าตำแหน่งที่กล่าวมาเป็นจุดหมุนที่มีแนวแรงน้ำหนักร่างกายการตกผ่านทางด้านหน้าปกติแล้วถ้าคออยู่ในแนวแกนปกติมีน้ำหนักของศีรษะที่ผ่านด้านหน้ามีแขนของโมเมนต์ที่พอเหมาะจะไม่ส่งผลให้เกิดอันตรายแก่คอ แต่กรณีที่คอมีการยื่นมาข้างหน้าส่งผลให้แขนของโมเมนต์หน้าต่อจุดหมุนยาวขึ้นส่งผลให้ให้กล้ามเนื้อทางด้านหลังคอทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาสมดุลของศีรษะและคอ **รูปที่ 4** ด้านซ้ายแสดงภาวะคอมีการยื่นมาข้างหน้า ส่วน**รูปที่ 4** ด้านขวา แสดงลักษะของคอของคนปกติ **(รูปที่ 4)**



รูปที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางชีวกลศาสตร์ในผู้ที่มีคอยื่น

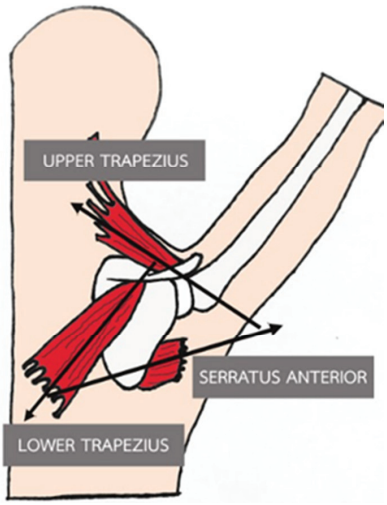
ท่าศีรษะยื่นมาด้านหน้าทำให้เกิดความเค้นบริเวณต้นคอด้านหลังเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีอาการปวดคอ โดยพบว่าการยื่นคอมาด้านหน้าเป็นปัจจัยหนึ่งที่สัมพันธ์กับการเกิดอาการปวดคอและการลดลงของความสามารถในการเคลื่อนไหวคอ[11] และยังส่งผลต่อการทำงานของการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อบริเวณคอนำมาสู่การเกิดอาการเวียนศีรษะได้

ทันตแพทย์ใช้เวลาในการนั่งทำงานมากกว่าร้อยละ 70 ของเวลางานทั้งหมด[9] โดยพบว่าประมาณร้อยละ 58 ที่มักจะนั่งอยู่ในท่าทางที่ไม่เหมาะสม โดยลักษณะการนั่งจะมีการก้มลำตัวประมาณ 30 องศา หรือเรียกว่า slump sitting และจะอยู่ในท่านี้เกือบครึ่งหนึ่งของเวลานั่งทำงาน ท่าทางที่มีการก้มของกระดูกสันหลังส่งผลต่อลักษณะท่าทางของศีรษะและคอ โดยการก้มคอและศีรษะในองศาที่มากส่งผลให้ศีรษะเคลื่อนมาด้านหน้า กล้ามเนื้อต้นคอทางด้านหลังต้องทำงานเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงบริเวณกระดูกบริเวณคอระดับที่ 7 และกระดูกสันหลังบริเวณอกระดับที่ 1 ท่านั่ง slump ส่งผลให้เกิดกระดูกคอระดับบนเหยียดและกระดูกคอระดับล่างงอซึ่งอาจก่อให้เกิดความเค้นต่อกระดูกสันหลังบริเวณคอและนำมาสู่อาการปวดคอได้[12-13] **(รูปที่ 5)**

รูปที่ 5 แสดงท่านั่ง slump ในทันตแพทย์

การยกไหล่ทั้งสองข้างร่วมกับการงุ้มไหล่ไปด้านหน้า การกางแขนร่วมกับการงอข้อศอก และการก้มลำตัว ซึ่งทำให้เกิดการงอของกระดูกสันหลังบริเวณอกที่มากในขณะทำงาน[10, 11] นอกจากจะมีผลต่ออาการปวดคอ ปวดหลังส่วนบน และปวดเอวแล้ว การไม่มีอุปกรณ์รองรับบริเวณแขนขณะที่ทันตแพทย์มีการกางแขนขณะทำหัตถการ การเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ ขณะกำมือเพื่อยึบจับเครื่องมือและแรงสั่นสะเทือนจากเครื่องมือทางทันตกรรมจะส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อคอบ่าและหลังทั้งสิ้น[14-16]

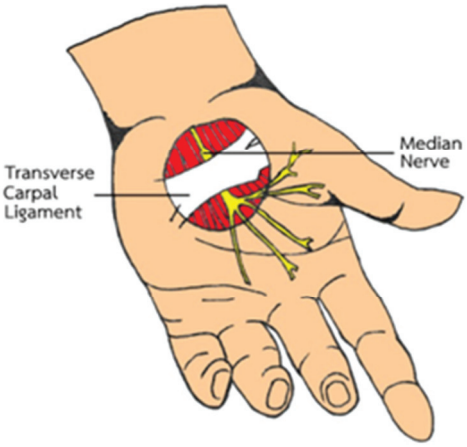
นอกจากนี้ยังพบว่าการอยู่ในท่าทางที่ไม่สมดุลบริเวณคอเป็นเวลานานส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อคอลดลงและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนไหวของกระดูกสะบัก หรือ scapular kinematics ร่วมด้วย[14-18] การเคลื่อนไปจากแนวการวางตัวปกติของสะบักจะสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณรอบสะบักซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับอาการปวดคอ ในบางรายที่มีอาการมากอาจทำให้มีอาการปวดคอร่วมกับอาการปวดแผ่ร้าวมาที่บริเวณแขนได้ (cervicobra chial structure) การเปลี่ยนแปลงของ scapular kinematics ส่งผลกล้ามเนื้อ trapezius บนและล่าง และกล้ามเนื้อ serratus abterior มีความเค้นเพิ่มมากขึ้นต่อข้อไหล่และนำมาสู่อาการปวดข้อไหล่และการจำกัดการใช้งานของข้อไหล่และแขนลง[17, 19] ท่าทางที่ไม่เหมาะสมของคอและไหล่อาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอาการปวดคอบ่า และหลัง[20] **(รูปที่ 6)**



รูปที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ scapular kinematics

นอกจากนี้ยังพบว่าการหยิบ กำปล่อยเครื่องมือในการรักษาทางทันตกรรมซ้ำ ๆ ร่วมกับแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากเครื่องมือยังอาจนำมาสู่การเกิดการอักเสบของ

เส้นเอ็นบริเวณข้อมือและนำมาสู่การบาดเจ็บของเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงบริเวณฝ่ามือได้ ถ้าในกรณีที่มีอาการรุนแรงมากๆ อาจก่อให้เกิดการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อที่บริเวณฝ่ามือและเกิดอาการชาได้หรือที่เรียกว่ากลุ่มอาการ carpal tunnel ซึ่งกลุ่มอาการดังกล่าวมีการเสียดสี transverse carpal ligament ซ้ำๆ จากการทำงานจึงเกิดการหนาตัวและระคายเคืองต่อเส้นประสาท median ทำให้เกิดอาการชาบริเวณฝ่ามือตามการเลี้ยงของเส้นประสาทดังกล่าวได้ **(รูปที่ 7)**



รูปที่ 7 แสดงภาพการเกิดกลุ่มอาการ carpal tunnel

หลาย ๆ สาเหตุที่ทำให้เกิดโรคทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในทันตแพทย์เกิดจากลักษณะการทำงานที่ซ้ำ ๆ และอยู่ในท่าทางที่ไม่เหมาะสมเป็นเวลานาน ซึ่งนำมาสู่การถูกทำลายของกล้ามเนื้อ เอ็นยึดกระดูกเอ็นกล้ามเนื้อและข้อต่อ ท่าทางของทันตแพทย์ขณะให้การรักษาทางทันตกรรมเป็นปัจจัยเสี่ยงทางชีวกลศาสตร์หนึ่งที่นำมาสู่อาการปวดบริเวณคอและบ่าเนื่องจากทันตแพทย์จะต้องอยู่ในท่าทางนั้น ๆ เป็นเวลานานเพื่อให้ทำการรักษาคนไข้ได้สำเร็จโดยเฉพาะอย่างยิ่งในนักศึกษาทันตแพทย์อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการบาดเจ็บในกล้ามเนื้อ (muscle soreness) ได้

ปัจจุบันการรักษาอาการปวดคอแบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลัก ได้แก่ การรักษาด้วยการใช้ยา (Pharmacological treatment) และการรักษาด้วยการไม่ใช้ยา (Non-pharmacological treatment) การรักษาด้วยการใช้ยามีหลักการให้ตามระยะเวลาของอาการปวด เช่น หากผู้ป่วยปวดในระยะเฉียบพลันมักได้รับยากลุ่มยาแก้ปวด ยาต้านอาการอักเสบที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ หรือฉีดยาต้านอักเสบชนิดสเตียรอยด์ เป็นต้น แต่หากเป็นผู้ป่วยระยะเรื้อรังนอกจากแพทย์จ่ายยาแก้ปวดหรือยาต้านอาการอักเสบแล้ว พบว่ายังมีการจ่ายยาที่มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางที่เชื่อว่าอาจส่งผลทางอ้อมต่อการลดปวดได้ เช่น ยาต้านความวิตกกังวล (anxiolytic drug) ยาต้านภาวะซึมเศร้า (antidepressant) หรือยากันชัก (anticonvulsant) ได้

ส่วนการรักษาด้วยการไม่ใช้ยามีจุดประสงค์เพื่อลดอาการปวด ฟื้นฟูสภาพการเคลื่อนไหว ซึ่งได้แก่ การรักษาทางกายภาพบำบัด การรักษาด้วยแพทย์ทางเลือก หรือการให้ความรู้ด้านประสาทวิทยาบำบัด (Therapeutic neuroscience education: TNE) ได้ เมื่อพิจารณารายละเอียดเกี่ยวกับการรักษาทางกายภาพบำบัดพบว่าการลดปวดอาจเลือกใช้ความร้อนตื้น เช่น แผ่นประคบร้อน ความร้อนลึก เช่น คลื่นเหนือเสียง คลื่นช่วงสั้นบำบัด การใช้หัตถบำบัด เช่น การจัดและการดัดดึงข้อ การนวด การให้ความรู้ด้านการยศาสตร์เช่น หลักการปรับเก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ **(รูปที่ 8)** เพื่อป้องกันการบาดเจ็บซ้ำรวมถึงการออกกำลังกายชนิดต่างๆ

รูปที่ 8 แสดงหลักการปรับเก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับทันตแพทย์ขณะทำงาน

หากพิจารณาถึงระบบอวัยวะที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายประกอบด้วย ระบบควบคุม (control system) คือ ระบบประสาท ระบบแอคทีฟ

(active system) คือ ระบบกล้ามเนื้อ ระบบพลาสสีฟ (passive system) คือ เอ็นกล้ามเนื้อ เอ็นยึดกระดูก ปลอกหุ้มข้อ เป็นต้น ทั้งสามระบบนี้ทำงานประสานกันเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เหมาะสม ดังนั้นหากพิจารณาการรักษาทางด้านกายภาพบำบัดพบว่ามีความเกี่ยวข้องกับทั้งสามระบบนี้เช่นกัน หลักการพิจารณาในการรักษาและป้องกันอาการปวดทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่ดีควรเป็นการรักษาสองทิศทาง (bidirectional treatment) แบ่งเป็น การรักษาจากล่างขึ้นบน (bottom up) คือการส่งสัญญาณหรือวิธีการรักษาจากนอกระบบประสาทส่วนกลางเข้าไปปรับเปลี่ยนอาการปวดที่ผ่านการปรับแต่งในระบบประสาทส่วนกลาง เช่น การนวด การจัดและการดัดดึงข้อ กลไกจากแรงเชิงกลอาจปรับเปลี่ยนสัญญาณอาการปวดภายในระบบประสาทส่วนกลาง หรือความร้อนที่ให้ผ่านผิวหนังสามารถปรับเปลี่ยนอาการปวดในระดับตัวรับรอบนอก (receptor) และการปรับแต่งอาการปวดภายในระบบประสาทส่วนกลางได้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดผลของการรักษาที่ต่อเนื่องและป้องกันการบาดเจ็บซ้ำ การออกกำลังกายเพื่อเสริมความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อก็มีความจำเป็นในการป้องกันภาวะการทำงานไม่สมดุลของกล้ามเนื้อในระยะยาวได้ ซึ่งการรักษาในกลุ่มนี้เป็นการรักษาจากบนลงล่าง (top down) ซึ่งการออกกำลังกายนี้ต้องผ่านการประมวลข้อมูลจากสมอง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การออกกำลังกายสามารถเพิ่มศักยภาพของเซลล์ประสาทในการปรับความยืดหยุ่นหรือ neuroplasticity ได้ ทำให้ผู้ออกกำลังกายได้ฝึกสมองและยังสามารถหลั่งสารเคมี เช่น เอ็นโดรฟินซีโรโทนิน ซึ่งสามารถลดปวดและปรับพื้นอารมณ์ให้ดีขึ้นได้ จากการศึกษาของธนพงษ์และคณะ พบว่าการคั่นเวลาพักของนักศึกษาทันตแพทย์ระหว่างทำหัตถการด้วยการออกกำลังกายเพื่อความมั่นคงของสะบักเป็นกลุ่มในระยะเวลา 6 สัปดาห์สามารถลดปวดและเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อสะบักได้ นอกจากนั้นสิ่งที่ขาดไม่ได้คือ การให้ความรู้ทางด้านการยศาสตร์ในการทำงานแก่ทันตแพทย์เพื่อป้องกันภาวะเพลียล้าและการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ[7]

บทสรุป

แม้ว่าอาการปวดคอเป็นความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่พบบ่อยในทันตแพทย์ แต่ทันตแพทย์สามารถป้องกันและรักษาอาการนี้ได้ ทั้งการรักษาที่ผู้อื่นกระทำให้และการรักษาที่กระทำเอง และเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของการป้องกันเกิดอย่างเต็มที่ สิ่งสำคัญคือการตระหนักและให้ความสำคัญต่อการรักษาท่าทางในการทำงานที่ถูกต้องและการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารอ้างอิง

1. Hayes MJ, Cockrell D, Smith DR. A systemic review of musculoskeletal disorders among dental professionals. Int J Dent Hyg 2008; 7(3): 159-65.
2. Ayers KMS, Thomson WM, Newton JT, Morgain KC, Rich AM. Self reported occupational health of general dental practitioners. Occup Med 2004; 17: 1-7.
3. Puriene A, Aleksejuniene A, Petrauskiene J, Balciuniene I, Janulyte V. Self-report occupational health issues among Lithuanian Dentists. Industrial Health 2008; 46: 369-74.
4. Valachi K, Valachi B. Mechanisms leading to musculoskeletal disorders in dentist. JADA 2003; 10: 1344-50.
5. Diaz-Caballero AJ, Gomez-Palencia IP, Diaz-Cardenas S. Ergonomic factors that cause the presence of pain muscle in students of dentistry. Med Oral Patol Oral Cu Bucal 2010; 15(6): 906-11.
6. Thorntona LI, Barra AE, Stuart-Buttlea C, Gaughana JP, Wilsona ER, Jacksona AD et al.Perceived musculoskeletal symptoms among dental students in the clinic work environment. Ergonomics 2008; 51(4): 573-86.

7. Muanchat T, Sae-Lee D, Bumrerraj S , Paungmali A, Mator L ,Wanpen S, Boonprakob Y. Comparative study of therapeutic effect between scapular stabilized and general exercise in the fourth year's dental students, Faculty of Dentistry, KhonKaen University. Journal of Associated Medical Sciences 2017; 50: 3: 519-31.
8. Caneiro JP, O'Sullivan P, Burnett A, Barach A, O'Neil D, Tveit O, Olafsdottir K. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. Man Ther 2010; 15: 54-60.
9. Marklin RW, Cherney K. Working postures of dentist and dental hygienists. Calif Dent Assoc J 2005; 33: 133-36.
10. Sue A, Hellstenius W. Recurrent neck pain and headache in preadolescents associated with mechanical dysfunction of the cervical spine: a cross-sectional observational study with students. J Manipulative Physiol Ther 2009; 32: 625-34.
11. Yip CH, Chiu TT, Poon AT. The relationship between head posture and severity and disability of patients with neck pain. Man Ther 2008; 13(2): 148-54.
12. Caneiro JP, O'Sullivan P, Burnett A, Barach A, O'Neil D, Tveit O, Olafsdottir K. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. Man Ther 2010; 15: 54-60.
13. Schuldt K, Ekholm J, Harms-Ringdahl K, Nemeth G, Arborelius UP. Effects of changes in sitting work posture on static neck and shoulder muscle activity. Ergonomics 1986; 29 (12): 1525-37.
14. Finsen L. Biomechanical aspects of occupational neck postures during dental work. Int J Ind Ergon 1999; 23; 397-406.
15. Jonker D, Rolander B, Balogh I. Relation between perceived and measured workload obtained by long-term inclinometry among dentists. Appl Ergon 2009; 40: 309-15.
16. Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB. EMG median frequency changes in the neck –shoulder stabilizers of symptomatic office workers when challenged by different physical stressors. J Electromyogr Kinesiol 2005; 5(6): 544-55.
17. Borstad JD. Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture impairment association. Phys Ther 2006; 86(4): 549-57.
18. Thigpen CA, Padua DA, Michener LA, Guskiewicz K, Giuliani C, Keener JD et al. Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks. J Electromyogr Kinesiol 2010; 20: 701-09.
19. Roddey Toni, Sharon O, Susan G. The effect of pectoralis muscle stretching on the resting position of the scapula in persons with varying degrees of forward head/rounded shoulder posture. J Man Manipulative Ther 2002; 10: 124-8.
20. Szeto G.P.Y. A field comparison of neck and shoulder postures in symptomatic and asymptomatic office workers. Appl Ergon 2002; 33: 75-84.

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

ระดับคอมพลีเมนท์ C3 และการแสดงออกของ CD55 และ CD59 บนเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงแตกต่างกัน

ชัยวุฒิ พิศพงษ์[1,2] สุมลมาลย์ คล้ำชื่น[3] สุรศักดิ์ สวัสดิ์นะที[4] กาญจนา แปงจิตต์[2]
วัลวิสาข์ สุวรรณเลิศ[2] ไพเราะ แสนหวัง[2] และ รสริน การเพียร[2*]

Received: *November 15, 2018*
Revised: *January 10, 2019*
Accepted: *January 21, 2019*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาครั้งแรกเกี่ยวกับการตรวจวัดระดับคอมพลีเมนท์ C3 และการแสดงออกของ CD55 และ CD59 ในกลุ่มผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงแตกต่างกัน ทำการศึกษาโดยใช้ตัวอย่างเลือดของผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาที่โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 44 ราย เจาะเลือดหลังจากได้รับเลือดครั้งสุดท้ายอย่างน้อย 30 วันหรือก่อนรับเลือด ตรวจระดับคอมพลีเมนท์ C3 โดยใช้หลักการ turbidimetric test ตรวจวิเคราะห์การแสดงออกของ CD55 และ CD59 บนเม็ดเลือดแดงโดยใช้วิธี flow cytometry จำแนกความรุนแรงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชเป็น 3 ระดับ ได้แก่ รุนแรงน้อย จำนวน 14 ราย ปานกลาง 6 ราย และรุนแรงมาก 24 ราย ผลการศึกษาพบระดับคอมพลีเมนท์ C3 ในผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงน้อย ปานกลาง และมาก เท่ากับ 1.08 ± 0.16, 1.15 ± 0.29 และ 1.05 ± 0.17 g/L ตามลำดับ โดยระดับคอมพลีเมนท์ C3 ทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การแสดงออกของ CD55 บนผิวเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยที่มีความรุนแรงน้อย ปานกลาง และมาก เท่ากับ 87.4 ± 12.22, 77.8 ± 14.94 และ 95.8 ± 3.42% ตามลำดับ ส่วนการแสดงออกของ CD59 ในกลุ่มดังกล่าวเท่ากับ 98.3 ± 1.89, 97.6 ± 2.23 และ 99.0 ± 1.48% ตามลำดับ การแสดงออกของ CD55 และ CD59 บนผิวเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีความรุนแรงต่างกันเปรียบเทียบกับกลุ่มคนปกติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้มีแนวโน้มพบการแสดงออกของ CD55 ในระดับน้อยกว่าในผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงขึ้น หากทำการศึกษาต่อไปน่าจะได้องค์ความรู้ใหม่ที่เกี่ยวกับการแสดงออกของ CD55 และ CD59 ในผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีความรุนแรงต่างกันที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ฮีโมโกลบินเอช, ความรุนแรง, คอมพลีเมนท์ C3, CD55, CD59

---

[1] หลักสูตรชีวเวชศาสตร์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี
[2] วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี
[3] คลินิกโรคเลือดและมะเร็งในเด็ก โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ อุบลราชธานี
[4] คลินิกอายุรกรรมโรคเลือด โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ อุบลราชธานี
* ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

Complement C3 level and expression of CD55 and CD59 on red blood cells of variable clinical severity Hb H disease

Chaiwoot Pispong[1,2], Sumonmaln Klamchuen[3], Surasak Sawatnatee[4], Kanjana Pangjit[2], Wanwisa Suwannalert[2], Phairo Saenwang[2] and Rossarin Karnpean[2*]

Abstract

This is the first study which aimed to determine the complement C3 level and the expression of CD55 and CD59 on red blood cells of variable clinical severity Hb H patients. This study conducted on 44 patients from Sunpasitthiprasong Hospital, Ubon Ratchathani, Thailand. Blood sample swere collected 30 days after being transfused or just before receiving a transfusion. Measurement of complement C3 level was done using turbidimetric test. Investigation of CD55 and CD59 expressions on red blood cells was performed using flow cytometry method. Among these patients, 14 patients were categorized as mild phenotype, 6 patients were moderate and 24 patients were severe phenotype. The results showed that complement C3 level in mild, moderate and severe Hb H disease were 1.08 ± 0.16, 1.15 ± 0.29 and 1.05 ± 0.17 g/L, respectively. The expression of CD55 in mild, moderate and severe type were 87.4 ± 12.22, 77.8 ± 14.94 and 95.8 ± 3.42%, respectively. The expressions of CD59 in those groups were 98.3 ± 1.89, 97.6 ± 2.23 and 99.0 ± 1.48%, respectively. Statistical analysis showed no significant difference in the level of CD55 and CD59 expressions in patients with variable severity and control group. However, this study revealed the trend of low level of CD55 in more severe phenotype of Hb H disease. The further study of these molecules might give the insight understanding about CD55 and CD59 expression on variable clinical severity Hb H disease.

Keywords: Hb H disease, Severity, Complement C3, CD55, CD59

[1] Biomedical Sciences Program, College of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani
[2] College of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani
[3] Pediatric Hematology and Oncology Unit, Sunpasitthiprasong Hospital, Ubon Ratchathani
[4] Hematology Unit, Sunpasitthiprasong Hospital, Ubon Ratchathani
* Corresponding author (e-mail: rossarin.k@ubu.ac.th, rossarink4@gmail.com)

บทนำ

โรคฮีโมโกลบินเอช (Hb H disease) เกิดจากการได้รับยีน α^0-thalassemia ร่วมกับ α^+-thalassemia (--/-α) หรือเกิดจาก α^0-thalassemia ร่วมกับ non-deletional mutation (--/$\alpha^T\alpha$) เช่น Hb Constant Spring (CS) หรือ Hb Pakse'[1] โรคฮีโมโกลบินเอชเป็นโรคธาลัสซีเมียชนิดรุนแรงปานกลาง (thalassemia intermedia) ที่พบได้มากที่สุดและจำเป็นต้องได้รับการดูแลรักษาที่เหมาะสม จากการศึกษาของ Prayalaw P และคณะ[2] พบว่าโรคธาลัสซีเมียชนิดไม่พึ่งพาเลือด (non-transfusion dependent thalassemia; NTDT) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นโรคฮีโมโกลบินเอชในรูปแบบต่างๆ ถึงร้อยละ 43 ของผู้ป่วยทั้งหมด[2] โดยทั่วไปผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชมักจะมีอาการไม่รุนแรง ไม่ต้องการการรับเลือดเป็นประจำ ไม่ต้องตัดม้ามและไม่ต้องได้รับยาขับเหล็ก ในภาวะปกติผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชจะมีระดับฮีโมโกลบินประมาณ 9-10 g/dL แต่เมื่ออยู่ในภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลัน (hemolytic crisis) ซึ่งมักเกิดจากการติดเชื้อหรือมีไข้ ระดับฮีโมโกลบินจะลดลงอย่างมากจนเกิดภาวะช็อคหรือไตวายได้[3] อย่างไรก็ตามมีการรายงานพบอุบัติการณ์ของโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีความรุนแรงมากสูงขึ้น แม้กระทั่งการพบฮีโมโกลบินเอชที่รุนแรงมากจนทารกในครรภ์เป็นไฮดรอป (Hb H hydrops fetalis) โดยเฉพาะพบได้ในกลุ่มโรคฮีโมโกลบินเอชชนิด non-deletion[4] จากการศึกษาของ Fuchareon S และคณะ[3] ในปี 2009 ในผู้ป่วยเด็กที่เป็น Hb H-CS พบว่ามีอาการทางคลินิกแตกต่างกันอย่างมาก ประมาณร้อยละ 25 ของผู้ป่วยจัดอยู่ในกลุ่มที่มีอาการรุนแรง ระดับฮีโมโกลบินเริ่มต้นต่ำ ต้องการรับเลือดเป็นประจำ และได้รับการตัดม้ามตั้งแต่อายุ 6 ขวบ อย่างไรก็ตามพบผู้ป่วยอีกจำนวนมากที่ไม่ต้องตัดม้าม หรือไม่เคยต้องได้รับเลือดเลย การเจริญเติบโตของร่างกายและการเจริญพันธุ์ปกติ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องยากที่จะพิจารณาหรือคาดการณ์ว่าผู้ป่วยรายใดจะมีอาการรุนแรงน้อยหรือรุนแรงมาก จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าน่าจะมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีบทบาทในการแสดงออกของโรคที่รุนแรงแตกต่างกันในผู้ป่วยฮีโมโกลบินเอช เป็นที่น่าเสียดายว่าถึงแม้โรคฮีโมโกลบินเอชจะเป็นโรคที่พบได้บ่อยแต่การศึกษาเกี่ยวกับความรุนแรงทางคลินิกที่แตกต่างกันยังมีน้อยมาก มีรายงานการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความรุนแรงของโรคในผู้ป่วยฮีโมโกลบินเอชเกี่ยวกับบทบาทของ UGT1 variant[5] และ KLF1 polymorphism[6] ซึ่งยังไม่พบข้อมูลที่ชัดเจนเพียงพอเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความรุนแรงของโรคฮีโมโกลบินเอช

จากการทบทวนวรรณกรรม พบปัจจัยที่ทำให้พัฒนาความรุนแรงของโรค ได้แก่ การที่เม็ดเลือดแดงถูกทำลาย โดยในกลุ่มผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอช สามารถเกิด Hb H inclusion bodies ทำลายผนังเซลล์ของเม็ดแดงแดงได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อผู้ป่วยมีอุณหภูมิในร่างกายสูงกว่าปกติ ซึ่งเป็นอีกสาเหตุที่ทำเกิดการทำลายเม็ดเลือดแดง การทำลายเม็ดเลือดแดงจากสาเหตุอื่น เช่น เม็ดเลือดแดงถูกทำลายโดยระบบภูมิคุ้มกันผ่านระบบคอมพลีเมนต์ โดยปกติเม็ดเลือดแดงจะมีโปรตีนที่ทำหน้าที่ยั้งยั้งการทำงานของระบบคอมพลีเมนต์ เช่น CD55 และ CD59 ซึ่งเป็น GPI โปรตีนอยู่บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง CD55 ทำหน้าที่ยั้งยั้ง C3 convertase ส่วน CD59 ทำหน้าที่ยั้งยั้งการเกิด C5-C9 complex[7] หากมีการแสดงออกของโมเลกุลเหล่านี้จะทำให้เกิดการแตกของเม็ดเลือดแดงได้ มีรายงานพบการแสดงออกของ CD55 และ CD59 ที่ผิดปกติในภาวะอื่นนอกจากที่พบในผู้ป่วย Paroxysmal nocturnal hemoglobinuria (PNH)[8] รวมทั้งมีรายงานในผู้ป่วย β-thalassemia[9-10] กลุ่มผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการแสดงออกของ CD55 และ CD59 ซึ่งเป็นโปรตีนควบคุมระบบคอมพลีเมนท์ (complement regulatory protein) ที่ไม่ได้จำเพาะกับ PNH เท่านั้น โดยเป็นที่ทราบกันว่าการทำลายเม็ดเลือดแดงผ่านระบบคอมพลีเมนท์ ทำให้เกิดเม็ดเลือดแดงแตกทั้งแบบภายในหลอดเลือดและภายนอกหลอดเลือด จึงน่าจะมีความเกี่ยวข้องกับพยาธิสรีรวิทยาของโรคฮีโมโกลบินเอช ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้น่าจะเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่เกี่ยวกับการแสดงออกของ CD55 และ CD59 ในผู้ป่วย Hb H disease ในกลุ่มอาการต่างกันได้ นอกจากนี้ ในปี 2014 มีการศึกษาโปรตีนในพลาสมาของผู้ป่วยฮีโมโกลบินเอชโดยการทำ 2D electrophoresis เปรียบเทียบระหว่าง Hb H และ Hb H-CS โดยพบว่าในกลุ่ม Hb H-CS มีการแสดงออกของ

โปรตีนคอมพลีเมนท์ C3 ลดลง[11] กลุ่มผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาระดับคอมพลีเมนท์ C3 ในงานตรวจประจำวันซึ่งสามารถตรวจได้ในโรงพยาบาลระดับจังหวัด หากผู้ป่วยฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการทางคลินิกแตกต่างกันมีระดับคอมพลีเมนท์ C3 จากงานตรวจประจำวันที่แตกต่างกันจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนดูแลรักษาผู้ป่วยให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

วัสดุและวิธีการ

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study) ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ตัวอย่างเลือดของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่ได้รับการวินิจฉัยและเข้ามารับการรักษาที่คลินิกโรคเลือดและมะเร็งในเด็ก และคลินิกอายุรกรรมโรคเลือด โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ ในช่วงเดือนมกราคม-พฤศจิกายน 2561 จำนวน 44 ราย ผู้ป่วยมีอายุระหว่าง 2-60 ปี การศึกษาครั้งนี้ใช้ตัวอย่างเลือดที่เหลือจากงานตรวจทางห้องปฏิบัติการประจำวันปริมาตรประมาณ 1 มิลลิลิตร โดยเป็นตัวอย่างเลือดที่ใส่สารกันเลือดแข็ง K2-EDTA และ Sodium heparin การเจาะเก็บตัวอย่างเลือดดำเนินการโดยนักเทคนิคการแพทย์หรือพยาบาลทำการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดก่อนการรับเลือดหรือหลังจากรับเลือดครั้งสุดท้ายเป็นเวลาอย่างน้อย 1 เดือน และได้รับการลงนามยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยก่อนทำการเจาะเก็บเลือดทุกราย ตัวอย่างควบคุมผลลบคือตัวอย่างคนสุขภาพดี ไม่ได้เป็นธาลัสซีเมียและยินยอมให้เจาะเลือดเพื่อทำการวิจัย

การใช้ตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ รหัสเอกสารรับรอง 071/2560

การรวบรวมข้อมูลทางคลินิกและการประเมินความรุนแรงของผู้ป่วย

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทางคลินิกโดยกุมารแพทย์โรคเลือดและมะเร็งในเด็ก และอายุรแพทย์โรคเลือด โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ โดยดำเนินการรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้ ได้แก่ 1) อายุที่ได้รับการวินิจฉัยครั้งแรก (ปี) 2) ระดับฮีโมโกลบินเริ่มต้น (g/dL) 3) ความต้องการการรับเลือด (ไม่ได้รับ, บางครั้งบางคราว, จำเป็น) 4) การเจริญเติบโตและพัฒนาการ (ปกติ, บกพร่องเล็กน้อย, บกพร่อง) 5) ภาวะม้ามโต (เล็กน้อย, ปานกลาง, มาก)

ดำเนินการประเมินความรุนแรงของโรคฮีโมโกลบินเอช โดยใช้วิธีการประเมินซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Kanavakis E และคณะ[12] โดยการศึกษานี้ไม่ใช้การเปลี่ยนแปลงของกระดูกเป็นพารามิเตอร์ในการประเมินความรุนแรงเนื่องจากมีความไม่แน่นอนในการประเมินสูงและไม่มีเกณฑ์ในการประเมินที่ชัดเจน โดยแบ่งผู้ระดับความรุนแรงของผู้ป่วย 3 ระดับ ดังนี้

- รุนแรงน้อย (mild) ได้แก่ อายุที่ได้รับการวินิจฉัยครั้งแรกมากกว่า 4 ปี, ฮีโมโกลบินเริ่มต้นมากกว่า 9 g/dL, ไม่ได้รับเลือด, การเจริญเติบโตปกติ, ม้ามโตเล็กน้อย
- รุนแรงปานกลาง (moderate) ได้แก่ อายุที่ได้รับการวินิจฉัยครั้งแรก 2-4 ปี, ฮีโมโกลบินเริ่มต้นมากกว่า 8-9 g/dL, ไม่ได้รับเลือด, การเจริญเติบโตบกพร่องเล็กน้อย, ม้ามโตปานกลาง
- รุนแรงมาก (severe) อายุที่ได้รับการวินิจฉัยครั้งแรก 0-2 ปี, ฮีโมโกลบินเริ่มต้นน้อยกว่า 8 g/dL, จำเป็นต้องรับเลือดหรือบางครั้งบางคราว, การเจริญเติบโตบกพร่อง, ม้ามโตมาก

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

หลังจากเก็บตัวอย่างเลือดที่เหลือจากงานตรวจประจำวัน โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์แล้ว ดำเนินการรวบรวมผลการตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (CBC) ซึ่งตรวจโดยใช้เครื่อง XE-2100 Hematology Analyser (Sysmex, Kobe, Japan) และผลการตรวจวิเคราะห์ฮีโมโกลบินโดยอาศัยหลักการ capillary electrophoresis (Minicap, Sebia, France) จากนั้นดำเนินการขนส่งตัวอย่างเลือดด้วยอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำตัวอย่างเลือดมาทำการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการที่ห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาคลินิก วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยดำเนินการตรวจ ดังนี้

การตรวจวิเคราะห์การแสดงออกของ CD55 CD59 และ CD55 ร่วมกับ CD59 บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง

นำเลือดที่ผสมสารกันเลือดแข็ง EDTA มาตรวจวิเคราะห์การแสดงออกของ CD55 CD59 และ CD55 ร่วมกับ CD59 ภายใน 24 ชั่วโมงหลังทำการเจาะเลือด โดยนำเลือดมาเจือจางเป็น 1:10 ด้วย phosphate buffer saline (PBS) นำเลือดที่เจือจางแล้วปริมาตร 50 µL ใส่หลอดทดลอง 4 หลอด ได้แก่ หลอดที่ 1 (unstained RBC) ไม่เติมแอนติบอดี หลอดที่ 2 เติม anti-CD55 phycoerythrin (PE) (clone JS11KSC2.3, mouse IgG1, Immunotech Sas) ปริมาตร 5 µL หลอดที่ 3 เติม anti-CD59 fluoresce inisothiocyanate (FITC) (clone P282E, mouse IgG2a, Immunotech Sas) ปริมาตร 5 µL หลอดที่ 4 เติม anti-CD55 PE และ anti-CD59 FITC อย่างละ 5 µL ทำการบ่มในที่มืด 20-30 นาที ล้างด้วย PBS 2 ครั้ง เพื่อกำจัดแอนติบอดีส่วนเกินออก หลังจากนั้นทำให้เป็น suspension ด้วยการเติม sheath fluid ปริมาตร 1 mL ทำการวิเคราะห์การแสดงออกของ CD55 CD59 และ CD55 ร่วมกับ CD59 ด้วยเครื่อง flow cytometer (FC 500 series; Beckman Coulter, USA) โดยใช้ CXP Sofware (Beckman Coulter, USA)[9]

การตรวจวัดระดับคอมพลีเมนท์ C3

ทำการตรวจวัดระดับคอมพลีเมนท์ C3 ในงานตรวจประจำวันภายใน 1 สัปดาห์หลังทำการเจาะเลือด โดยใช้ตัวอย่าง haparinized plasma ตรวจวัดระดับคอมพลีเมนท์ C3 ด้วยหลักการ turbidimetric method ใช้น้ำยาสำเร็จรูปและวิธีการตรวจวัดตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต (C3 Specific Protein, BLOSR6X5903, Beckman Coulter, USA) โดยใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Beckman DxC 800 (Beckman Coulter, USA) ในการตรวจวัด

การตรวจวิเคราะห์จีโนไทป์

การตรวจวิเคราะห์ α^0-thalassemia (ชนิด SEA และ THAI deletions) และการตรวจวิเคราะห์ α^+-thalassemia (ชนิด 3.7 kb deletion และ 4.2 kb deletion) ทำการด้วยโดยวิธี Gap-PCR วิธีการตามการศึกษาก่อนหน้านี้[13-14] การตรวจวิเคราะห์ยีน Hb Constant Spring และ Hb Pakse' ทำการตรวจวิเคราะห์โดยวิธี allele specific PCR[15] ทำ PCR โดยใช้เครื่อง Biometra T Personal Thermal Cycler (Biometra GmbH, Germany) หลังจากได้ PCR product นำไปแยกด้วย 1.5% agarose gel electrophoresis จากนั้นย้อมด้วย ethidium bromide และตรวจสอบขนาด PCR product ภายใต้แสง UV

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนาแสดงข้อมูลเป็นจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ใช้สถิติ Kruskal Wallis Test ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ *p-value* < 0.05 การวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดจะใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistic 20 software (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)

ผลการศึกษา

ลักษณะตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

จากตัวอย่างผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชทั้งหมด 44 ราย สามารถจำแนกความรุนแรงเป็น 3 ระดับ ได้แก่ รุนแรงน้อย จำนวน 14 ราย (ร้อยละ 31.8) รุนแรงปานกลางจำนวน 6 ราย (ร้อยละ 13.6) และรุนแรงมาก จำนวน 24 ราย (ร้อยละ 54.5) การตรวจวิเคราะห์ดีเอ็นเอพบอัลฟาธาลัสซีเมียจีโนไทป์ทั้งหมด 3 แบบ โดยพบชนิด $--^{SEA}/\alpha^{CS}\alpha$ มากที่สุด 35 ราย คิดเป็นร้อยละ 79.5 รองลงมาคือชนิด $--^{SEA}/-\alpha^{3.7}$ ร้อยละ 18.2 และยังตรวจพบ THAI deletion ซึ่งเป็นอัลฟามิวเทชันที่พบได้น้อย ในกลุ่มตัวอย่างที่รุนแรงน้อยและปานกลางพบจีโนไทป์ทั้งชนิด deletion และ non-deletion ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่รุนแรงมากพบเฉพาะชนิด non-deletion เท่านั้น จำนวนตัวอย่างที่จำแนกตามความรุนแรงและอัลฟาธาลัสซีเมียจีโนไทป์ทั้งหมดแสดงใน**ตารางที่ 1**

ผลการตรวจพารามิเตอร์ทางโลหิตวิทยาของตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม พบว่ามีเพียงค่า RBC count เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมี *p-value* เท่ากับ 0.035 (<0.05) ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่น เช่น Hb, Hct, MCV, MCH, MCHC และ RDW ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มรุนแรงน้อย ปานกลาง และมาก ดังแสดงใน**ตารางที่ 2**

ผลการตรวจระดับคอมพลีเมนท์ C3 และการแสดงออกของ CD55 และ CD59 บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง

ผลการตรวจระดับคอมพลีเมนท์ C3 ของตัวอย่างกลุ่มรุนแรงน้อย รุนแรงปานกลางและรุนแรงมากเท่ากับ 1.08 ± 0.16, 1.15 ± 0.29 และ 1.05 ± 0.17 g/L ตามลำดับ โดยระดับคอมพลีเมนท์ C3 ทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของร้อยละเม็ดเลือดแดงที่มีการแสดงออกของ CD55, CD59 และ CD55 ร่วมกับ CD59 ในกลุ่มรุนแรงปานกลาง มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มรุนแรงน้อยและรุนแรงมาก แต่ผลการวิเคราะห์ร้อยละของเม็ดเลือดแดงที่มีการแสดงออกของ CD55, CD59 และ CD55 ร่วมกับ CD59

ตารางที่ 1 อัลฟาธาลัสซีเมียจีโนไทป์และระดับความรุนแรงทางคลินิกของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่ทำการศึกษาจำนวนทั้งหมด 44 ราย

	ระดับความรุนแรงทางคลินิก (จำนวน/ร้อยละ)			
จีโนไทป์	น้อย	ปานกลาง	มาก	**รวม**
Deletion				
$--^{SEA}/-\alpha^{3.7}$	6 (13.6)	2 (4.5)	0 (0)	**8 (18.2)**
Non-deletion				
$--^{SEA}/\alpha^{CS}\alpha$	7 (15.9)	4 (9.1)	24 (54.5)	**35 (79.5)**
$--^{THAI}/\alpha^{CS}\alpha$	1 (2.3)	0 (0)	0 (0)	**1 (2.3)**
รวม	**14 (31.8)**	**6 (13.6)**	**24 (54.5)**	**44 (100)**

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ทางโลหิตวิทยา (hematological parameters) ของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่ทำการศึกษาจำนวนทั้งหมด 44 ราย (ค่าที่แสดงในตารางคือ mean ± SD)

	ระดับความรุนแรงทางคลินิก			
พารามิเตอร์	น้อย (n=14)	ปานกลาง (n=6)	มาก (n=24)	*p-value*
RBC count (10^{12}/L)	5.14 ± 1.00	4.62 ± 0.61	4.34 ± 0.80	0.035*
Hb (g/dL)	8.7 ± 1.11	8.0 ± 0.68	7.7 ± 0.80	0.053
Hct (%)	29.6 ± 2.45	27.7 ± 3.60	27.6 ± 4.15	0.230
MCV (fL)	59.5 ± 12.48	60.4 ± 8.81	64.5 ± 8.62	0.236
MCH (pg)	17.2 ± 2.08	17.5 ± 1.80	17.9 ± 2.07	0.648
MCHC (g/dL)	29.5 ± 2.96	29.2 ± 2.24	27.9 ± 1.82	0.123
RDW-CV (%)	25.5 ± 2.79	26.8 ± 4.33	27.2 ± 4.57	0.412

ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ Kruskal Wallis Test โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ *p-value* < 0.05

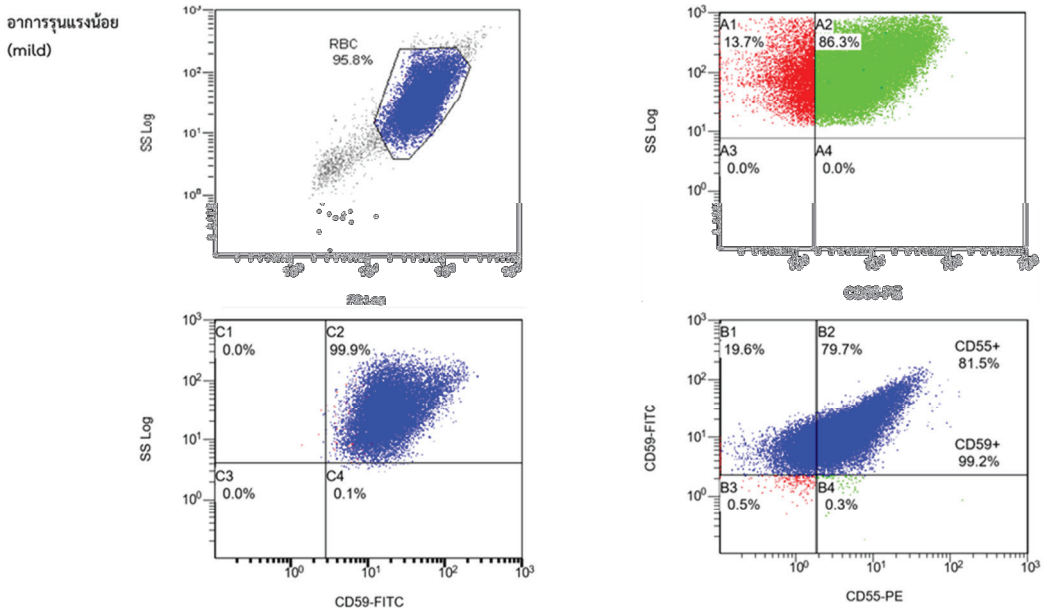
* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ *p-value* < 0.05

ตารางที่ 3 ผลการตรวจวิเคราะห์ระดับคอมพลีเมนท์ C3 ในพลาสมาและการแสดงออกของ CD55, CD59 และ CD55 ร่วมกับ CD59 บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่ทำการศึกษาจำนวนทั้งหมด 44 ราย (ค่าที่แสดงในตารางคือ mean ± SD)

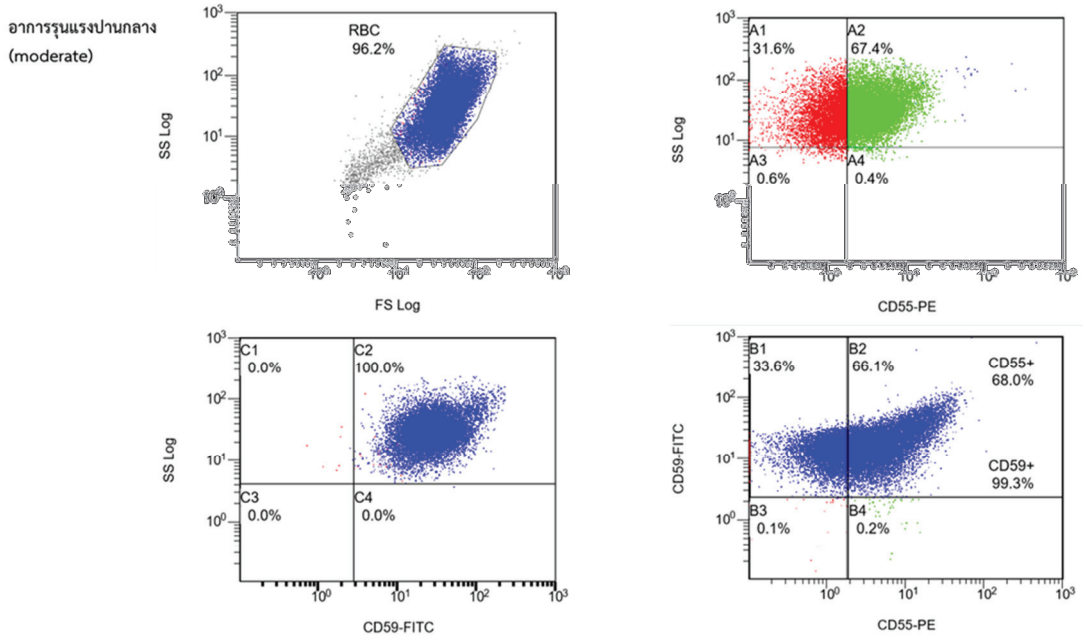
	ตัวอย่างควบคุม	ระดับความรุนแรงทางคลินิก			*p-value*
	ผลลบ (n=5)	น้อย (n=14)	ปานกลาง (n=6)	มาก (n=24)	
Complement C3 (g/L)	-	1.08 ± 0.16	1.15 ± 0.29	1.05 ± 0.17	0.611
CD55 (%)	93.2 ± 1.40	87.4 ± 12.22	77.8 ± 14.94	95.8 ± 3.42	0.246
CD59 (%)	96.8 ± 3.62	98.3 ± 1.89	97.6 ± 2.23	99.0 ± 1.48	0.786
CD55+CD59 (%)	96.3 ± 3.29	64.0 ± 35.68	58.5 ± 47.16	80.0 ± 34.16	0.250

ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ Kruskal Wallis Test โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ *p-value* < 0.05

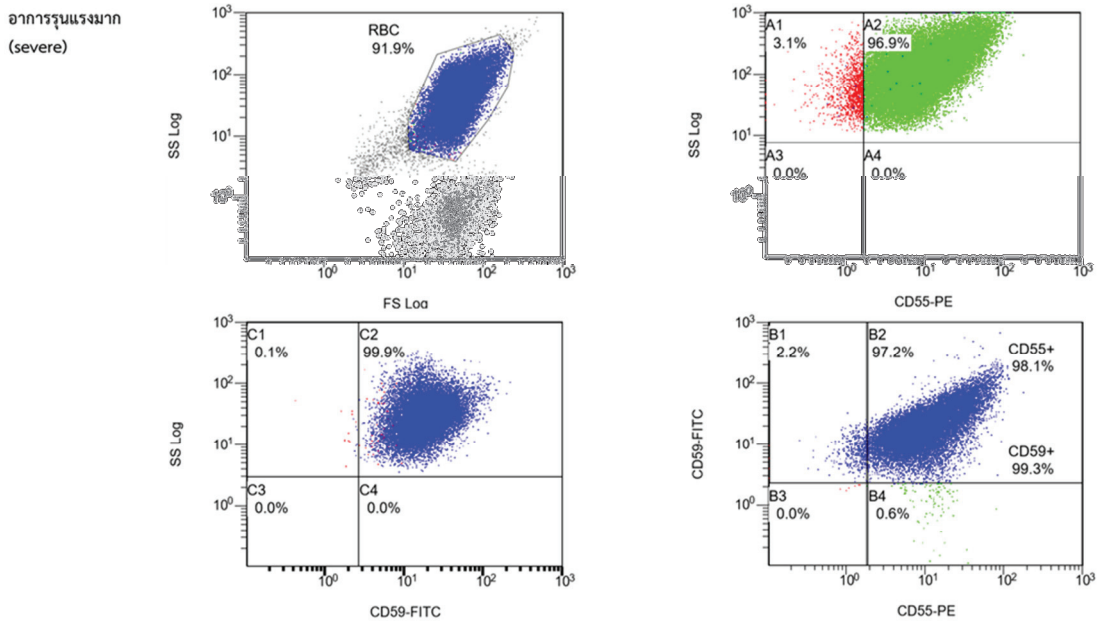
ทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(ตารางที่ 3)** ผลการวิเคราะห์การแสดงออกของ CD55, CD59 และ CD55 ร่วมกับ CD59 ในตัวอย่างกลุ่มรุนแรงน้อยแสดงใน**รูปที่ 1** ผลการวิเคราะห์การแสดงออกของ CD55, CD59 และ CD55 ร่วมกับ CD59 ในตัวอย่างกลุ่มรุนแรงปานกลางแสดงใน**รูปที่ 2** และผลการวิเคราะห์การแสดงออกของ CD55, CD59 และ CD55 ร่วมกับ CD59 ในตัวอย่างที่รุนแรงมากแสดงใน**รูปที่ 3**



รูปที่ 1 Dot plot แสดงผลการตรวจวิเคราะห์โมเลกุลที่แสดงออกบนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงน้อยโดยวิธี flow cytometry รูปบนซ้าย: แสดงเม็ดเลือดแดงที่ถูกเลือก (gate) เข้ามาตรวจวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการ forward และ side scatter



รูปที่ 2 Dot plot แสดงผลการตรวจวิเคราะห์โมเลกุลที่แสดงออกบนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงปานกลางโดยวิธี flow cytometry รูปบนซ้าย: แสดงเม็ดเลือดแดงที่ถูกเลือก (gate) เข้ามาตรวจวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการ forward และ side scatter



รูปที่ 3 Dot plot แสดงผลการตรวจวิเคราะห์โมเลกุลที่แสดงออกบนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงมากโดยวิธี flow cytometry รูปบนซ้าย: แสดงเม็ดเลือดแดงที่ถูกเลือก (gate) เข้ามาตรวจวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการ forward และ side scatter

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

ตามปกติเซลล์เม็ดเลือดแดงจะมีโปรตีนควบคุมระบบคอมพลีเมนท์เพื่อป้องกันการแตกของเซลล์[7] มีหลายการศึกษาที่พบว่าโปรตีนควบคุมระบบคอมพลีเมนท์มีบทบาทสำคัญในการป้องกันเม็ดเลือดแดงแตกจากการกระตุ้นระบบคอมพลีเมนท์[16] มีรายงานภาวะซีดจากเม็ดเลือดแดงแตกหลายชนิดที่เกิดจากมิวเทชั่นหรือออโตแอนติบอดีต่อโปรตีนควบคุมระบบคอมพลีเมนท์และมิวเทชั่นที่ทำให้เกิดการกระตุ้นคอมพลีเมนท์โดยตรง[17] CD55 และ CD59 เป็นหนึ่งในโปรตีนควบคุมระบบคอมพลีเมนท์ CD55 หรือ Decay-accelerating factor (DAF) เป็น glycosylphosphatidylinositol (GPI)-anchored, type I cell surface protein เป็นตัวยับยั้ง C3 convertase โดยผ่านการจับ C3b และ C4b นอกจากนั้นยังจับ alternate pathway convertase C3bBb, classical pathway convertase และ C4b2a โดยปกติ CD55 จะแสดงออกบนเซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกายแต่ระดับการแสดงออกแตกต่างกันในแต่ละชนิด การเกิดความบกพร่องใน CD55 gene หรือ GPI-anchor attachment ทำให้เกิดการลดลงหรือหายไปของ CD55 (รวมทั้ง CD59) บนเม็ดเลือดแดง และทำให้เกิดอาการของโรค paroxysmal nocturnal hemoglobinuria (PNH) ซึ่งเป็น acquired hemolytic disorder ที่พบได้น้อย การเป็น PNH จะเกิดการเพิ่มขึ้นของ C3b และ C9 ทำให้เกิดการแตกของเซลล์เม็ดเลือดแดง CD59 หรือ membrane inhibitor of reactive lysis (MIRL) หรือ protectin เป็น GPI-anchored cell surface protein มีโครงสร้างเหมือนกับ venom neurotoxin ของงู พบบนเซลล์ทั่วไป การแสดงออกบนเซลล์เม็ดเลือดแดงมีความสำคัญต่อการป้องกันการแตกของเซลล์จากระบบคอมพลีเมนท์ CD59 ป้องกันเซลล์แตกโดยจับกับ C9 ยับยั้ง C5b-9 complex และป้องกันการเกิด terminal polymerization ของ membrane attack complex (MAC) ใน plasma membrane[7-8] นอกจากโรค PNH แล้วยังพบการแสดงออกที่ลดลงของ CD55 และ CD59 ในโรคอื่น เช่น autoimmune hemolytic anemia (AIHA)[18] autoimmune thrombocy topenic purpura (ATP)[19] และ lymphopenia ที่เกิดจาก systemic lupus erythematosus (SLE)[20] เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษา CD55 และ CD59 บนเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วย β-thalassemia โดย Obiad JM และคณะในปี 2012[9] ซึ่งพบการแสดงออกของ CD55 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในผู้ป่วย thalassemia major และลดลงเล็กน้อยในผู้ป่วย thalassemia intermedia เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างปกติ ในปี 2017 การศึกษาของ Kurtogllu AU และคณะ[10] พบผลการศึกษาที่สอดคล้องกันคือพบการลดลงของ CD55 และ CD35

งานวิจัยนี้ศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงแตกต่างกัน โดยแบ่งความรุนแรงของโรคเป็นรุนแรงน้อย ปานกลาง และมาก ผลการศึกษอัลฟาธาลัสซีเมียจีโนไทป์ในกลุ่มตัวอย่างที่รุนแรงแตกต่างกัน ซึ่งพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่รุนแรงมากเป็นชนิด non-deletion ทั้งหมดสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่าโรคฮีโมโกลบินเอชชนิด non-deletion มีอาการรุนแรงมากกว่า[21] และการพบอัลฟาธาลัสซีเมียจีโนไทป์ชนิด non-deletion ทั้งในกลุ่มที่รุนแรงน้อย ปานกลางและมาก ช่วยยืนยันข้อมูลที่ผ่านมาที่พบว่าโรคฮีโมโกลบินเอชชนิด non-deletion ถึงแม้จะเป็นจีโนไทป์ชนิดเดียวกันแต่มีอาการที่หลากหลาย[3]

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาครั้งแรกเกี่ยวกับการแสดงออกของ CD55 และ CD59 ในกลุ่มผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงแตกต่างกัน โดยการทำลายเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชเกิดจาก β-globin chain ส่วนเกินที่เหลือจะตกตะกอนและรวมตัว กันเป็น β-globin tetramer (β4) เรียกว่า Hb H ซึ่งเป็นฮีโมโกลบินที่ไม่เสถียร ถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายเกิดการตกตะกอนภายในเซลล์ หากเกิดในเซลล์เม็ดเลือดแดงตัวอ่อน (erythroblast) จะทำให้เกิดการทำลายเม็ดเลือดแดงตัวอ่อนและมีการสร้างเม็ดเลือดแดงที่ไขกระดูกผิดปกติ (ineffective erythropoiesis) แต่ส่วนใหญ่การตกตะกอนนี้มักจะเกิดในเซลล์เม็ดเลือดแดงตัวแก่และเกาะที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง ทำให้เกิดความเสียหายของผนังเซลล์เม็ดเลือดแดง การทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์เสียไป และเม็ดเลือดแดงจะถูกทำลายก่อนเวลาอันควร เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชจะแข็ง (rigid) ซึ่งลักษณะของ

เยื่อหุ้มเซลล์แบบนี้ทำให้ไหลเวียนไปในหลอดเลือดฝอยไม่ดีและง่ายต่อการถูกทำลายจับกินโดยแมคโครฟาจ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการเป็นไข้หรือติดเชื้อสามารถกระตุ้นให้เกิด Hb H inclusion bodies ซึ่งจะนำมาสู่การเกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกมากขึ้น (hemolytic crisis) และฮีโมโกลบินลดลงอย่างรวดเร็วได้ การสูญเสียสมดุลของ phospholipid ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดง phosphatidy lserine ออกมาที่ผนังด้านนอกของเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วย น่าจะกระตุ้นให้เกิด intramedullary erythroblast apoptosis และเกิดการจับกินเม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติโดยแมคโครฟาจ นอกจากนี้ Ig G ที่แสดงออกบนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงและคอมพลีเมนท์น่าจะมีส่วนทำให้เม็ดเลือดแดงถูกทำลาย[4, 22] ผลการศึกษา CD55 และ CD59 บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชในกลุ่มที่รุนแรงน้อย ปานกลาง และมาก เปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างคนปกติในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าทั้ง CD55 และ CD59 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มพบการแสดงออกที่ลดลงของ CD55 ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงปานกลาง (77.8 ± 14.94%) มากกว่ากลุ่มอาการรุนแรงน้อย (87.4 ± 12.22%) **(ตารางที่ 3)** ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาที่ผ่านมาในกลุ่มผู้ป่วย β-thalassemia ที่พบว่าตัวอย่างที่รุนแรงมากกว่าจะมีการแสดงออกของ CD55 ที่ลดลง[9-10] อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ยังพบผลการศึกษาที่ไม่สอดคล้องกัน กล่าวคือ พบว่ากลุ่มผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงมากมีการแสดงออกของ CD55 (95.8 ± 3.42%) มากกว่ากลุ่มที่รุนแรงปากกลาง (77.8 ± 14.94%) ในประเด็นนี้มีความเป็นไปได้ว่าในกลุ่มผู้ป่วยที่รุนแรงมาก เม็ดเลือดแดงที่มีการแสดงออกของ CD55 ปริมาณน้อยบนผิวเซลล์อาจเกิดการแตกทำลายไปแล้ว ทำให้เม็ดเลือดแดงที่ถูกเลือกมาตรวจวิเคราะห์เป็นกลุ่มเม็ดเลือดแดงที่ยังมีการแสดงออกของ CD55 ปริมาณมาก ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่าในกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการรุนแรงมากนี้ มีผู้ป่วยถึง 2 รายที่มาพบแพทย์ด้วยภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลัน (hemolytic crisis) โดยผู้ป่วย 2 รายนี้พบว่ามีค่า Hb ที่ต่ำ คือ 7.4 และ 7.7 g/dL (ข้อมูลไม่ได้แสดง) จึงมีความเป็นไปได้ที่การตรวจวิเคราะห์ CD55 จะมีผลกระทบจากภาวะที่ผู้ป่วยมาพบแพทย์และปริมาณ Hb ของผู้ป่วย ส่วนผลการศึกษา CD59 พบว่าแสดงออกไม่แตกต่างกันและพบการแสดงออกในเม็ดเลือดแดงจำนวนมากทั้งในกลุ่มผู้ป่วยและคนปกติ **(ตารางที่ 3)** การศึกษานี้ที่พบกลุ่มเซลล์เม็ดเลือดแดงซึ่งมีการแสดงออกของ CD55 ที่ลดลง แต่ CD59 ปกติ แสดงให้เห็นว่ามี GPI-anchored type 1 surface protein ที่ปกติและไม่ใช่ PNH clone

ผลการศึกษาระดับคอมพลีเมนท์ C3 พบว่ากลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงน้อย ปานกลางและมากมีระดับคอมพลีเมนท์ C3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p-value*; 0.611) แต่ระดับคอมพลีเมนท์ C3 ในกลุ่มผู้ป่วยที่รุนแรงมากมีแนวโน้มลดลง (1.05 ± 0.17 g/L) เมื่อเทียบกับกลุ่มรุนแรงปานกลาง (1.15 ± 0.29 g/L) ซึ่งในกลุ่มที่รุนแรงมากนี้พบว่าเป็นผู้ป่วย Hb H-CS ทั้งหมด **(ตารางที่ 1)** ผลการศึกษาดังกล่าวเป็นไปในทำนองเดียวกับการศึกษาของ Leecharoenkiat K และคณะในปี 2014[11] ที่ได้ศึกษาโปรตีนในผู้ป่วยฮีโมโกลบินเอช โดยการทำ 2D electrophoresis และพบว่า Hb H-CS ซึ่งมีอาการรุนแรงกว่า มีการแสดงออกของคอมพลีเมนท์ C3 ลดลงเมื่อเทียบกับ Hb H อย่างไรก็ตามผลการตรวจระดับคอมพลีเมนท์ C3 ในงานตรวจประจำวันด้วยหลักการ turbidimetric test ที่ไม่แตกต่างกันนี้ชี้ให้เห็นว่าระดับคอมพลีเมนท์ C3 ไม่ได้สะท้อนความรุนแรงของโรคฮีโมโกลบินเอชหรือการตรวจคอมพลีเมนท์ C3 ในงานตรวจประจำวันอาจเป็นวิธีตรวจที่ไม่มีความไว (sensitivity) เพียงพอในการประเมินความรุนแรงของโรคฮีโมโกลบินเอช

การศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าระดับคอมพลีเมนท์ C3 ในผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงน้อย ปานกลาง และมาก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการศึกษาการแสดงออกของ CD55 และ CD59 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีอาการรุนแรงน้อย ปานกลาง มาก และกลุ่มตัวอย่างคนปกติ แต่การแสดงออกของ CD55 มีแนวโน้มที่จะลดลงในผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงมากกว่า หากทำการศึกษาต่อไปในจำนวนตัวอย่างที่มากขึ้นโดยเฉพาะการ

เปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลันและกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่เกิดภาวะดังกล่าว น่าจะได้องค์ความรู้ใหม่ที่เกี่ยวกับการแสดงออกของ CD55 และ CD59 ในผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชที่มีความรุนแรงต่างกันได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ 2561 และทุนการศึกษาวิจัยสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ภายใต้โครงการยกระดับสมรรถนะนักวิจัยไทยเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน ประจำปีงบประมาณ 2561

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ป่วยโรคฮีโมโกลบินเอชทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างเลือดที่ใช้ในการศึกษา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดี และขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาคลินิก กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

1. Liu TC, Chiou SS, Lin SF, Chen TP, Tseng WP, Chen PH, et al. Molecular basis and hematological characterization of Hb H disease in southeast Asia. Am J Hematol 1994; 45: 293-7.
2. Prayalaw P, Teawtrakul N, Jetsrisuparb A, Pongudom S, Fucharoen G, Fucharoen S. Phenotype and Genotype in a Cohort of 312 Adult Patients with Nontransfusion-Dependent Thalassemia in Northeast Thailand. Acta Haematol 2016; 135: 15-20.
3. Fucharoen S, Viprakasit V. Hb H disease: clinical course and disease modifiers. Hematology Am Soc Hematol Educ Program. 2009: 26-34.
4. Chui DH, Fucharoen S, Chan V. Hemoglobin H disease: not necessarily a benign disorder. Blood 2003; 101: 791-800.
5. Au WY, Cheung WC, Hu WH, Chan GC, Ha SY, Khong PL, et al. Hyperbilirubinemia and cholelithiasis in Chinese patients with hemoglobin H disease. Ann Hematol 2005; 84: 671-4.
6. Yu LH, Liu D, Cai R, Shang X, Zhang XH, Ma XX, et al. Chang in hematological parameters in inherited with erythroid Kruppel-like factor mutations. Clin Genet 2015; 88: 56-61.
7. Ruiz-Argüelles A, Llorente L. The role of complement regulatory proteins (CD55 and CD59) in the pathogenesis of autoimmune hemocytopenias. Autoimmun Rev 2007; 6: 155-61.
8. Ruiz-Delgado GJ, Vázquez-Garza E, Méndez-Ramírez N, Gómez-Almaguer D. Abnormalities in the expression of CD55 and CD59 surface molecules on peripheral blood cells are not specific to paroxysmal nocturnal hemoglobinuria. Hematology 2009; 14: 33-7.
9. Obaid JM, Abo El-Nazar SY, Ghanem AM, El-Hadidi AS, Mersal BH. Expression of CD55 on Red Blood Cells of β-Thalassemia Patients. Hemoglobin 2014; 38: 339-44.
10. Kurtogllu AU, Koçtekin B, Kurtoglu E, Yildiz M, Bozkurt S. Expression of CD55, CD59, and CD35 on red blood cells of β-thalassaemia patients. Cent Eur J Immunol. 2017; 42: 78-84.

11. Leecharoenkiat K, Sornjai W, Khungwanmaythawee K, Paemanee A, Chaichana C, Roytrakul S, et al. Comparative plasma protein profiling of hemoglobin H disease. Dis Markers 2014; 2014: 340214.
12. Kanavakis E, Papassotiriou I, Karagiorga M, Vrettou C, Metaxotou-Mavrommati A, Stamoulakatou A, et al. Phenotypic and molecular diversity of haemoglobin H disease: a Greek experience. Br J Haematol 2000; 111: 915-23.
13. Sae-ung N, Fucharoen G, Sanchaisuriya K, Fucharoen S. Alpha(0)-thalassemia and related disorders in northeast Thailand: a molecular and hematological characterization. Acta Haematol 2007; 117: 78-82.
14. Fucharoen S, Fucharoen G, Fukumaki Y. Simple non-radioactive method for detecting haemoglobin Constant Spring gene. Lancet 1990; 335: 1527.
15. Sanchaisuriya K, Fucharoen G, Fucharoen S. Hb Pakse [(alpha2) codon 142 (TAA-->TAT or Term-->Tyr) in Thai patients with EAbart's disease and Hb H Disease. Hemoglobin 2002; 26: 227-35.
16. Gwamaka M, Fried M, Domingo G, Duffy PE. Early and extensive CD55 loss from red blood cells supports a causal role in malarial anaemia. Malar J. 2011; 10: 386.
17. Brodsky RA. Complement in hemolytic anemia. Hematology Am Soc Hematol Educ Program. 2015; 2015: 385-91.
18. Richaud-Patin Y, Pérez-Romano B, Carrillo-Maravilla E, Rodríguez AB, Simón AJ, Cabiedes J, et al. Deficiency of red cell bound CD55 and CD59 in patients with systemic lupus erythematosus. Immunol Lett 2003; 88: 95-9.
19. Douglas B, Cines MD, Victor S, Blanchette MB, Chir B. Immune thrombocytopenic purpura. New Engl J Med 2002; 346: 995-1008.
20. García-Valladares I, Atisha-Fregoso Y, Richaud-Patin Y, Jakez- Ocampo J, Soto-Vega E, Elías-López D, et al. Diminished expression of complement regulatory proteins (CD55 and CD59) in lymphocytes from systemic lupus erythematosus patients with lymphopenia. Lupus 2006; 15: 600-5.
21. Fucharoen S, Winichagoon P, Pootrakul P, Piankijagum A, Wasi, P. Difference between two types of Hb H disease, alpha-thalassaemia 1/alpha-thalassaemia 2 and alpha-thalassaemia 1/Hb Constant Spring. Birth Defects Orig Artic Ser 1987; 23: 309-15.
22. Liebhaber SA, Schrier SL. Pathophysiology of α thalassemia. In: Steinberg MH, Forget BG, Higgs DR, Nagel RL, eds. Disorders of Hemoglobin; Genetics, Pathophysiology, and Clinical Management. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press; 2001: 391-404.

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

ความชุกของแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีที่ผลิตเอนไซม์ carbapenemase ในโรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์

ศิรประภา มินาผล[1] สุรศักดิ์ แว่นรัมย์[2] จิราภรณ์ นิลสกุล[3] มารุตพงศ์ ปัญญา[2] และ ภาวนา พนมเขต[2*]

Received: *November 15, 2018*
Revised: *January 14, 2019*
Accepted: *February 4, 2019*

บทคัดย่อ

เชื้อแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีเป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปร่างแท่งกลุ่มใหญ่ สมาชิกในวงศ์นี้เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์และบางชนิดเป็นเชื้อก่อโรค แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถก่อโรคติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ การติดเชื้อในกระแสโลหิต อุจจาระร่วง และโรคติดเชื้อหลายระบบ มีรายงานพบสายพันธุ์ดื้อยาของแบคทีเรียในลำไส้ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการสอบสวนหาความชุกของแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีดื้อยากลุ่มคาร์บาพีเนม (carbapenemase resistant Enterobacteriaceae; CRE) และการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีที่สร้างเอนไซม์คาร์บาพีนีเมส (carbapenemase-producing Enterobacteriaceae; CPE) โดยการทดสอบทางฟีโนไทป์ที่แนะนำโดย CLSI เชื้อแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีจำนวนทั้งหมด 345 สายพันธุ์ จากผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ ระหว่าง กันยายน 2017 ถึง กันยายน 2018 ถูกนำมาศึกษาในครั้งนี้ เมื่อทดสอบด้วยแผ่นยาเออตาพีเนมตามเกณฑ์ CLSI เป็นเชื้อ CRE 157 สายพันธุ์ (ร้อยละ 45.50) ให้ผลบวกต่อการคัดกรอง CPE ด้วยวิธีให้ยาซึมผ่านในอาหารเลี้ยงเชื้อที่แนะนำโดย EUCAST จำนวน 233 สายพันธุ์ (ร้อยละ 67.53) เชื้อ 233 สายพันธุ์ เหล่านี้ถูกนำมาตรวจหาการสร้างเอนไซม์คาร์บาพีนีเมสด้วยการทดสอบทางฟีโนไทป์และการหาความเข้มข้นต่ำสุดของยากลุ่มคาร์บาพีเนมที่ยับยั้งเชื้อได้ การทดสอบ Modified Hodge test (MHT) บวก 120 สายพันธุ์ (ร้อยละ 51.50) และ modified carbapenem inactivation method (mCIM) บวก 135 สายพันธุ์ (ร้อยละ 57.94) ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของยากลุ่มคาร์บาพีเนมที่ยับยั้งเชื้อได้อยู่ระหว่าง 0.125-128 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พิจารณาจากเกณฑ์ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งเชื้อได้ตาม CLSI พบเชื้อดื้อต่อยาเออตาพีเนม อิมิพีเนมและ เมอโรพีเนม คือ 122, 51 และ 87 สายพันธุ์ ตามลำดับ อุบัติการณ์ของเชื้อ CPE เป็นร้อยละ 39.13

คำสำคัญ: CRE, CPE, แบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอี, คาร์บาพีเนม, Modified Hodge test, modified carbapenem inactivation method

---

[1] หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ชีวเวชศาสตร์) วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
[2] วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 85 ถนนสถลมาร์ค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
[3] หน่วยจุลชีววิทยา โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
* ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

The prevalence of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in Sapphasithiprasong Hospital

Siraprapa Minaphol[1], Surasak Wanram[2], Jiraporn Nilsakul[3], Marutpong Punya[2] and Pawana Panomket[2*]

Abstract

Family Enterobacteriaceae is a large family of Gram-negative bacilli bacteria. Several members in this family are enteric bacteria living in the intestines of animal and some members are pathogens. These bacteria can cause urinary tract infection, sepsis, diarrhea, and multi-system infection. There are several reports of the drug resistant strains in enteric bacteria. The aim of this study was to investigate the prevalence of carbapenemase-resistant Enterobacteriaceae (CRE) and to detect carbapenemase-producing Enterobacteriaceae (CPE) by phenotypic tests recommended by CLSI. A total of 345 isolates of Enterobacteriaceae from patients admitted to Sapphasithiprasong Hospital between September 2017–September 2018 were included in this study. CRE were 157 isolates (45.50%) by tested ertapenem disk follow CLISI criteria. Using CPE screening disk diffusion method recommended by EUCAST, 233 isolates (67.53%) were CPE screening positive. They were further detected for carbapenemase production by phenotypic tests and determined for their carbapenem MICs. Of the 233 isolates, 120 (51.50%) isolates were Modified Hodge test (MHT)-positive and 135 (57.94%) isolates were modified carbapenem inactivation method (mCIM)-positive. The range of carbapenem MIC for the CPE isolates was 0.125-128 µg/mL. Carbapenem MICs interpreted using CLSI criteria presented resistance to ertapenem, imipenem and meropenem in 122, 51 and 87 isolates respectively. The prevalence of CPE was 39.13%.

Keywords: CRE, CPE, Enterobacteriaceae, Carbapenem, Modified Hodge test, Modified carbapenem inactivation method

[1] Master of Science, Biomedical Sciences, College of Medicine and Public Health, Ubon-Ratchathani University
[2] College of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University
85 Sathollamark Rd. Warin Chamrap Distinct, Ubon Ratchathani Province 34190, Thailand
[3] Microbiology Laboratory, Sapphasithiprasong Hospital, Ubon Ratchathani Province 34190, Thailand
* Corresponding author (e-mail: pawana.p@ubu.ac.th)

บทนำ

แบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีเป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปร่างแท่งที่มีสมาชิกหลายจีนัส จัดเป็นเชื้อประจำถิ่นในลำไส้ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม บางจีนัสเป็นเชื้อก่อโรค ยาที่ใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อที่เกิดจากแบคทีเรียในวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีได้แก่ ยากลุ่มเบต้า เลคเทม โดยเฉพาะยาต้านจุลชีพกลุ่มที่ออกฤทธิ์กว้าง (broad spectrum antimicrobials) เช่น extended-spectrum cephalosporins ซึ่งเป็นยาที่ใช้อย่างกว้างขวางในการรักษาโรคติดเชื้อที่เกิดจากแบคทีเรียในวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอี ยากลุ่มคาร์บาพีเนม (carbapenems) เป็นยาที่มีความสำคัญอีกกลุ่มหนึ่งที่ใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อดังกล่าว และปัจจุบันก็พบเชื้อแบคทีเรียในวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีที่ดื้อยาคาร์บาพีเนม (carbapenem-resistant Enterobacteriaceae หรือ CRE) ได้ทั่วไปในหลายประ เทศ[1] ประเทศไทยก็พบเชื้อดังกล่าวได้ในโรงพยาบาลขนาดใหญ่[2] กลไกหลักที่ทำให้เชื้อดื้อต่อยาในกลุ่มคาร์บาพีเนมคือเชื้อสร้างเอนไซม์คาร์บาพีนีเมส (carbapenemase) หรือเรียกว่า carbapenemase-producing Enterobacteriaceae (CPE) เอนไซม์ carbapenemase มีหลายชนิด เช่น New Delhi metallo-β-lactamases (NDM), *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase (KPC), Verona integrin-encoded metallo-β-lactamases (VIM), Oxacillinase type carbapenemase (OXA), Imipenemase (IMP) metallo-β-lactamases เป็นต้น[1] วิธีที่ยอมรับสำหรับการตรวจยืนยันเอนไซม์คาร์บาพีนีเมส ได้แก่ modified carbapenem inactivation method (mCIM) การทดสอบ Modified Hodge test (MHT) การทดสอบ Carba NP และการตรวจด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (polymerase chain reaction; PCR) เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการทราบความชุกของเชื้อ CRE ในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ เช่นโรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ตลอดจนแนวโน้มของเชื้อ CRE ที่เป็น CPE ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานควบคุมโรคติดเชื้อและการแพร่ระบาดของเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล ในการควบคุมป้องกันและลดการแพร่ระบาดของเชื้อต่อไป

วัสดุและวิธีการ

1. แบคทีเรีย

เก็บเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ตั้งแต่เดือนกันยายน 2560 ถึงเดือนกันยายน 2561 จากผู้ป่วยไม่ซ้ำราย วินิจฉัยเป็นเชื้อแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอี โดยการทดสอบทางชีวเคมี

2. การทดสอบความไวของแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีต่อยากลุ่มคาร์บาพีเนม

2.1 วิธีมาตรฐานให้แผ่นยาที่มียาต้านจุลชีพที่ทราบปริมาณแน่นอนซึมลงไปในอาหาร (Standard disk diffusion)

เตรียมเชื้อโดยเพาะเลี้ยงบน Blood agar และเลือก 1 โคโลนี เลี้ยงใน Tryticase soy broth (Hardy Diagnostics Criterion, Santa Maria, USA,) และปรับความขุ่นให้ได้เท่ากับ McFarland No. 0.5 ใช้ไม้พันสำลีปราศจากเชื้อ จุ่มเชื้อ และป้ายลงบนอาหาร Mueller Hinton agar (Hardy Diagnostics) จากนั้นวางแผ่นยากลุ่มคาร์บาพีเนม ดังนี้ เมอโรพีเนม (meropenem 10 µg) เออตาพีเนม (ertapenem 10 µg) และ อิมิพีเนม (imipenem 10 µg) (Oxoid, Basingstoke, Hants, UK) บ่มที่ 35°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และอ่านผลโดยวัดขนาดบริเวณโซนใสรอบๆ แผ่นยา (inhibition zone) ควบคุมคุณภาพการทดลองโดยทดสอบยากับเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 วัดขนาดบริเวณโซนใสรอบๆ แผ่นยาอิมิพีเนม อยู่ในช่วง 26-32 มิลลิเมตร (mm) โดยใช้เกณฑ์การแปลผลตาม CLSI[4] คัดเอาเฉพาะเชื้อที่มีโซนใสรอบแผ่นยาเมอโรพีเนม เออตาพีเนม และอิมิพีเนม น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรตามเกณฑ์ EUCAST[5]

2.2 วิธีการทดสอบหาความเข้มข้นยาต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ (Minimum Inhibitory concentration ; MIC)

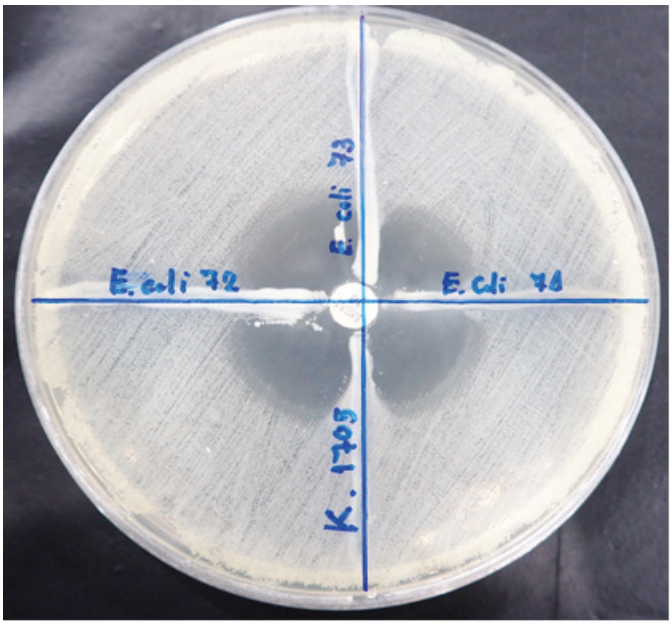
ทดสอบ MIC agar dilution โดยเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อที่มียาต้านจุลชีพกลุ่มคาร์บาพีเนม ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.01 - 128 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเตรียมเชื้อแบคทีเรียให้มีความขุ่นของเชื้อให้ได้เท่ากับ McFarland No. 0.5 ทำให้เจือจาง 10 เท่าและดูดเชื้อมา 10 ไมโครลิตร

เพื่อให้มีเชื้อประมาณ 10^4 CFU/spot และ spot ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มียาความเข้มข้นต่างๆ และปล่อยให้เชื้อที่เติมลงไปแห้ง จากนั้นคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อและบ่มที่ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และอ่านผล ความเข้มข้นของจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเข้มข้นของยาต่ำสุดที่ไม่พบการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย โดยใช้ *E. coli* ATCC 25922 เป็นสายพันธุ์อ้างอิงทดสอบ MIC โดยใช้เกณฑ์การแปลผลตาม CLSI[4]

3. การทดสอบเอนไซม์ carbapenemase

3.1 การทดสอบ MHT

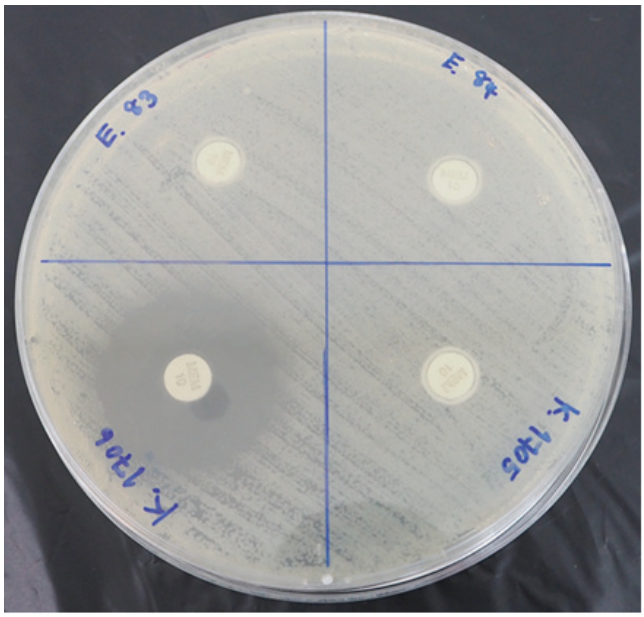
เตรียมเชื้อ *E. coli* ATCC 25922 และเชื้อทดสอบให้อยู่ในระยะ log phase ให้มีความขุ่นเท่ากับ McFarland No. 0.5 นำไม้พันสำลีปราศจากเชื้อจุ่มเชื้อ *E. coli* ATCC 25922 มาระบาย (streak) ให้ทั่ว Mueller Hinton agar นำแผ่นยาเมอโรพีเนม ขนาด 10 µg วางตรงกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นนำไม้พันสำลีปราศจากเชื้อจุ่มเชื้อทดสอบมาขีดจากขอบจานเข้าหาแผ่นยาดัง**รูปที่ 1** และบ่มที่ 37° C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านผลบวกจะพบโซนใสเป็นรอยโค้งเข้าหาเชื้อทดสอบ[6] เชื้อ *Klebsiella pneumoniae* ATCC BAA 1705 เป็นเชื้อควบคุมผลบวกและเชื้อ *Klebsiella pneumoniae* ATCC BAA 1706 เป็นเชื้อควบคุมผลลบ



รูปที่ 1 การทดสอบ Modified Hodge test

3.2 การทดสอบ

ใช้โคโลนีของเชื้อ 1 ไมโครลิตร ลูป (µL loop) ผสมลงใน Tryticase soy broth 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้ 10 นาที เติมแผ่นยาเมอโรพีเนม (MEM) ขนาด 10 ไมโครกรัม นำส่วนผสมทั้งหมดบ่มที่ตู้ 37 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นเตรียมเชื้อ *E. coli* ATCC 25922 ให้อยู่ในระยะ log phase ให้มีความขุ่นเท่ากับ McFarland No. 0.5 นำไม้พันสำลีปราศจากเชื้อจุ่มเชื้อ *E. coli* ATCC 25922 มาระบาย (streak) ให้ทั่ว Mueller Hinton agar และนำแผ่นยาเมอโรพีเนมที่บ่มกับเชื้อทดสอบมาวางบนจานอาหารดังกล่าว และบ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านผล เกณฑ์แปลผลบวกคือ inhibition zone 6-15 mm หรือ inhibition zone 16-18 mm และมีโคโลนีเล็กๆ อยู่ภายใน zone[6]



รูปที่ 2 การทดสอบ Modified carbapenem inactivation method

ผลการศึกษา

เชื้อแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอี จำนวน 345 isolates เป็นเชื้อ CRE ตามเกณฑ์ CLSI จำนวน 157 isolates ร้อยละ 45.50 (157/345) และเมื่อคัดกรอง CPE ตามเกณฑ์ EUCAST ได้จำนวน 233 isolates (ร้อยละ 67.53) (233/345) เป็นเชื้อที่แยกได้จากเลือด เสมหะ

ปัสสาวะ หนอง จำนวน 37, 109, 66, และ 21 isolates ตามลำดับ ได้แก่เชื้อ *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella oxytoca* และ *Klebsiella* spp. ดังแสดงใน**ตารางที่ 1**

เชื้อ 233 isolates ให้ผลบวกต่อการทดสอบ MHT จำนวน 120 isolates (ร้อยละ 51.50) และให้ผลบวกต่อการทดสอบ mCIM จำนวน 135 isolates (ร้อยละ 57.94) โดยมีผลบวกให้ zone จำนวน 13 isolates และตัวอย่างไม่ให้ zone รอบ MEM จำนวน 122 isolates จำนวนเชื้อที่ให้ผลบวกตรงกันทั้งสองวิธี จำนวน 120 isolates เชื้อที่ให้ผลบวกต่อ mCIM อย่างเดียว จำนวน 15 isolates และไม่มีเชื้อที่ให้ผลบวกต่อ MHT อย่างเดียว ดังแสดงใน**ตารางที่ 1** เป็นเชื้อ CPE ร้อยละ 39.13 (135/345)

MIC ของเชื้อที่ให้ผลบวกต่อการทดสอบ MHT และ mCIM ต่อยาเมอโรพีเนม เออตาพีเนม อิมิพีเนม ไบอะพีเนม มีค่า MIC อยู่ระหว่าง 0.125-128, 0.125->128, 0.125->128 และ 0.125-64 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (µg/mL) ตามลำดับ การกระจายของ MIC แสดงดัง**ตารางที่ 2**

ตารางที่ 1 จำนวนและชนิดของเชื้อแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีที่ให้ผลบวกต่อการทดสอบ Modified Hodge test และ Modified carbapenem inactivation method

เชื้อ	จำนวน (isolates)	จำนวนเชื้อที่ให้ผลบวก			จำนวนเชื้อที่ให้ผลลบ
		ทั้งสองวิธี	เฉพาะ MHT	เฉพาะ mCIM	
Klebsiella pneumoniae	156	70	-	9	77
Escherichia coli	68	44	-	3	21
Enterobacter cloacae	4	3	-	1	-
Proteus mirabilis	2	1	-	1	-
Enterobacter aerogenes	1	1	-	-	-
Klebsiella oxytoca	1	1	-	-	-
Klebsiella spp.	1	-	-	1	-
Total	233	120	-	15	98

ตารางที่ 2 MIC ของเชื้อแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีที่ให้ผลบวกต่อการทดสอบ Modified Hodge test และ Modified carbapenem inactivation method

ความเข้มข้นของยา (µg/mL.)	*k. pneumoniae*				*E. coli*				*P. mirabilis*				*E. cloacae*				*E. aerogenes*				*K. oxytoca*				*Klebsiella* spp.				Total (isolates)
	M	E	I	B	M	E	I	B	M	E	I	B	M	E	I	B	M	E	I	B	M	E	I	B	M	E	I	B	
0.125	3	3	10	28	3	3	2	36	2	2	1	2	1	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	102
0.25	3	-	1	7	1	-	7	5	-	-	1	-	1	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	29
0.5	-	-	3	4	1	-	20	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
1	-	3	13	5	14	1	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43
2	7	6	8	9	13	-	7	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53
4	13	1	9	16	6	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	49
8	14	10	14	6	4	3	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	56
16	3	13	16	1	2	13	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51
32	9	4	4	1	2	12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1	-	37
64	24	5	-	2	1	8	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43
128	3	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
>128	-	32	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
Total (isolates)	79	79	79	79	47	47	47	47	2	2	2	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	540

หมายเหตุ * M = เมอโรพีเนม, E = เออตาพีเนม, I = อิมิพีเนม, B = ไบอะพีเนม

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการรายงานแบบแผนความไวต่อยาต้านจุลชีพของแบคทีเรียในวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีต่อยา กลุ่มคาร์บาพีเนมพบว่ามีแนวโน้มลดลงและพบการระบาดของเชื้อ CRE และ CPE เพิ่มสูงขึ้น ผลการศึกษาครั้งนี้จากโรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ช่วงปี พ.ศ. 2559-2560 พบเชื้อ CRE มีความชุกร้อยละ 45.50 และพบเชื้อ CPE มีความชุกร้อยละ 39.13 ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าการรายงานของโรงพยาบาลราชวิถีในปี พ.ศ. 2558 ที่พบเชื้อ CRE ร้อยละ 5.8[7] ความชุกของ CPE ที่สูงขึ้นจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเกิดจากการแพร่กระจายของเอนไซม์คาร์บาพีนีเมสที่เกิดขึ้นภายในแบคทีเรียวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีทั้งในรูปแบบ clonal expansion และ transmission ผ่าน carbapenemase gene[8] แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้ความชุกที่พบสูงอาจเนื่องจากมีการระบาดของเชื้อสายพันธุ์เดียวกันในโรงพยาบาล (clone เดียวกัน) หรือไม่ ควรทำการศึกษา multi-locus sequence typing ต่อไป เพื่อได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการควบคุมและป้องกันการระบาด

สิ่งส่งตรวจที่แยกได้เชื้อ CPE มาจากเสมหะ 43 isolates ปัสสาวะ 51 isolates เลือด 24 isolates และหนอง 17 isolates พบว่า CPE แยกได้มากที่สุดมาจากปัสสาวะ จากการศึกษานี้แยกเชื้อ CPE ได้จากปัสสาวะร้อยละ 37.78 จากเชื้อ CPE ทั้งหมด และ CRE แยกได้จากปัสสาวะ ร้อยละ 38.85 จากเชื้อ CRE ทั้งหมด ในขณะที่การศึกษาจากโรงพยาบาลราชวิถีแยก CRE ได้จากปัสสาวะร้อยละ 48.3[7] ทั้งสองการศึกษาให้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกันโดยพบ CRE ใน *K. pneumoniae* มากที่สุด ซึ่งการศึกษาจากโรงพยาบาลราชวิถีรายงานว่า *K. pneumoniae* ที่เป็น CRE มีอัตราเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1.3 ในปี พ.ศ. 2552 และพบร้อยละ 1.6 , 3.8, 5.7, 11.1, 11.8, และ 16.4 ในปี พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2557 ตามลำดับ[7] นอกจากนี้เชื้อ CPE ที่พบในการศึกษานี้ได้แก่ *K. pneumoniae*, *E. coli*, *P. mirabilis*, *E. cloacae*, *E. aerogenes*, *K. oxytoca* และ *Klebsiella* spp. ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่รายงานพบเชื้อ CRE มากที่สุดเป็น *K. pneumoniae* และดื้อต่อยาในกลุ่มคาร์บาพีเนมในอัตราที่สูงกว่าสปีชีส์อื่นๆ[2,10] รองลงมาได้แก่ *E. coli*, *E. cloacae* และ *Citrobacter freundii* เป็นต้น

ผลการศึกษานี้เชื้อที่ให้ผลบวกต่อการทดสอบฟีโนไทป์ทั้งวิธี MHT และ mCIM จำนวน 135 isolates พบว่ามีบาง isolates ที่ให้ผลไวเมื่อทดสอบด้วย MIC แต่ให้ผลบวกจากการทดสอบ MHT หรือ mCIM อย่างไรก็ตามเชื้อดังกล่าวยังไม่ได้ตรวจยืนยันเอนไซม์คาร์บาพีนีเมสด้วยการทดสอบจีโนไทป์ แต่จากการศึกษาความชุกของเอนไซม์ดื้อยากลุ่มคาร์บาพีเนมที่แยกได้จากเชื้อ CRE ในโรงพยาบาลพระปกเกล้า ในปี พ.ศ. 2555-2556 พบว่าความชุกสูงสุดของเอนไซม์คาร์บาพีนีเมสคือ NDM-1 ร้อยละ 43.4 ซึ่งเชื้อดังกล่าวมีผลดื้อต่อยาเออตาพีเนม เมอโรพีเนม และอิมิพีเนม เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธี E-test[2] และจากการศึกษาความชุกของ CRE ในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัย ขนาดใหญ่ในปี พ.ศ. 2552-2554 พบเอนไซม์ KPC-13 และ IMP-14a[9] และการรายงานพบเอนไซม์คาร์บาพีนีเมสอื่นๆ อีกเช่น OXA-48, -181, -232 และ VEM เป็นต้น[2-3] นอกจากนี้ยังมีรายงานการพบการผลิตเอนไซม์ร่วมกันได้อีกด้วย เช่น พบ NDM-1 ร่วมกันกับ OXA ในเชื้อ CRE เป็นต้น[2]

จากการรายงานอัตราการพบเชื้อ Extended-spectrum β-lactamases (ESBL) producing Enterobacteriaceae ของประเทศไทยประมาณร้อยละ 26-39[9] ซึ่งก็สอดคล้องกันกับในหลายประเทศในภูมิภาคเอเชียเปซิฟิค[11] ทำให้มีอัตราการใช้ยากลุ่มคาร์บาพีเนมเพิ่มสูงขึ้น แต่การรายงานพบเชื้อ CRE ในประเทศไทยในช่วงแรกพบเพียงร้อยละ 1.4 และแยกเชื้อเหล่านี้มาจากการติดเชื้อในช่องท้อง (intra-abdominal infection) การติดเชื้อในกระแสเลือด (bloodstream infection) และการติดเชื้อปอดอักเสบในโรงพยาบาล (nosocomial pneumonia)[11] และต่อมามีการรายงานการพบเชื้อ CRE เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โดยส่วนใหญ่เป็นเชื้อที่สร้างเอนไซม์ ESBL ได้ จะเห็นได้ว่าอัตราการรายงานการดื้อยากลุ่มคาร์บาพีเนมในเชื้อวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีเพิ่มสูงขึ้นกว่าในอดีต เนื่องจากถ้าพิจารณาตามเกณฑ์ CLSI กำหนดให้ค่า breakpoint ยาอิมิพีเนมและเมอโรพีเนม มีค่า

ความไว น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 µg/mL แต่ในปี 2010 CLSI ได้มีการแก้ไขค่า breakpoint สำหรับเชื้อวงศ์เอ็นเทอโรแบคทีเรียซีอีให้มีค่า น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 µg/mL[13] จึงทำให้การรายงานเชื้อดื้อยากลุ่มคาร์บาพีเนมสูงขึ้นตามลำดับ และจากการศึกษานี้ถ้าพิจารณาตามเกณฑ์ CLSI โดยแผ่นยาเออตาพีเนมพบเชื้อ CRE ร้อยละ 45.50 แต่ถ้าคัดกรองเชื้อ CPE ตามเกณฑ์ EUCAST พบร้อยละ 67.13 เมื่อยืนยันด้วย MHT และ mCIM พบร้อยละ 39.13 เป็นต้น ซึ่งการอ้างอิง วิธีการทดสอบและเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผล มีผลต่ออัตราความชุกของเชื้อดื้อยาเหล่านี้

เชื้อ CRE ที่พบรายงานในประเทศไทยเป็นเชื้อที่สร้าง ESBL ที่มี *bla* ยีน และพบรายงานในอัตราที่สูงมาก แต่พบว่าการตรวจวินิจฉัยโดย MHT ซึ่งเป็นการตรวจหาเอนไซม์คาร์บาพีนีเมส ไม่สัมพันธ์กับการตรวจพบ CRE และหลายการศึกษายังพบว่าการตรวจด้วยวิธีฟีโนไทป์ MHT มีความไวต่ำในการตรวจหาเอนไซม์คาร์บาพีนีเมส โดยเฉพาะกลุ่ม class B carbapenemases และมีความจำเพาะต่ำโดยเกิดผลบวกปลอม ในเชื้อที่ผลิตเอนไซม์ AmpC ในระดับสูง (hyperproduction) ร่วมกับการลดการแสดงออกของพอริน (porin)[11] ทำให้การรายงานความชุกของเชื้อ CRE มีความคลาดเคลื่อน นอกจากนี้การอ่านผลการทดสอบด้วยวิธี MHT สังเกตการเกิดโซนยับยั้งเชื้อโค้งเข้าหาเชื้อทดสอบซึ่งอ่านได้ยากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี mCIM ที่สังเกตผลบวกโดยไม่พบโซนยับยั้งเชื้อรอบแผ่นยา **(รูปที่ 1 และ 2)** จากการศึกษาครั้งนี้การทดสอบ MHT พบเชื้อ CPE 120 isolates ซึ่งพบได้น้อยกว่าการตรวจด้วยวิธี mCIM ซึ่งให้ผลบวก 135 isolates เชื้อ 15 isolates ที่ให้ผลการทดสอบแตกต่างกันเมื่อแปลผลความไวจากการทดสอบ MIC พบว่าไวต่อยาเมอโรพีเนมและอิมิพีเนมทั้งหมด มีเพียง 7 isolates เท่านั้นที่ดื้อต่อยาเออตาพีเนม

จากการศึกษาครั้งนี้การทดสอบ CPE โดยวิธี mCIM สามารถทดสอบและอ่านผลได้ง่ายเมื่อเทียบกับวิธี MHT นอกจากนี้ข้อมูลความชุกของ CPE พบค่อนข้างสูง การทำความเข้าใจที่ถูกต้องในการเผยแพร่ข้อมูลการดื้อยาของเชื้อ CRE ให้แก่บุคลากรทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีการใช้ยาที่ถูกต้องเหมาะสม และการจัดการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อดื้อยาถือเป็นปัญหาเร่งด่วนที่ทุกคน ทุกฝ่ายต้องให้ความร่วมมือและตระหนักเพื่อลดอัตราการพบเชื้อดังกล่าวในลำดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สนับสนุนอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย เจ้าหน้าที่หน่วยจุลชีววิทยา โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ ที่อนุเคราะห์ให้ความช่วยเหลือในการเก็บเชื้อแบคทีเรีย ทุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปี พ.ศ. 2561 และหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาชีวเวชศาสตร์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ช่วยสนับสนุนค่าน้ำยา และสารเคมีในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

1. Gupta N, Limbago BM, Patel JB, Kallen AJ. Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: epidemiology and prevention. Clin Infect Dis 2011; 53: 60-7.
2. Arsheea W. Prevalence of carbapenemase enzyme in clinical isolates of carbapenem resistant Enterobacteriaceae from Prapokklao hospital in 2012-2013. J Prapokklao Hosp Clin Med Educat Center 2016; 33: 314-25.
3. Laolerd W, Akeda Y, Preeyanon L, Ratthawongjirakul P, Santanirand P. Carbapenemase producing carbapenem resistant Enterobacteriaceae from Bangkok, Thailand, and their detection by the Carba NP and modified carbapenem inactivation method tests. Microb Drug Resist 2018; 24: 1006-11.
4. Clinical and Laboratory Standards Institute/ NCCLS performance standards for antimicrobial susceptibility testing; Approved standards. 27th ed. CLSI Document M100-S26. Wayne Pa: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2017.

5. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing breakpoint tables for interpretation of MIC and zone diameters version 8.0 valid from 2018-01-01.
6. Pierce VM, Simner PJ, Lonsway DR, Roe-Carpenter DE, Johnson JK, Brasso WB, et al. Modified carbapenem inactivation method for phenotypic detection of carbapenemase production among Enterobacteriaceae. J Clin Microbiol 2017; 55: 2321-33.
7. Thongkoom P, Kanchanahareutai S, Chantrakooptungkul S, Rahule S, Pupan M, Tuntrakul P, et al. Carbapenem resistant Enterobacteriaceae at Rajavithi hospital: results of a microbiology laboratory program (2009-2015). J Med Assoc Thai 2017; 100: S212-21.
8. David van Duin, Yohei Doi. The global epidemiology of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae. Virulence 2017; 8: 460-9.
9. Netikul T, Kiratisin P. Genetic characterization of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae and the spread of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumonia* ST340 at a university hospital in Thailand. PLoS One 2015; 25: 10(9):e0139116. doi: 10.1371.
10. Hsueh PR, Badal RE, Hawser SP, Hoban DJ, Bouchillon SK, Ni Y, et al. Epidemiology and antimicrobial susceptibility profiles of aerobic and facultative Gram-negative bacilli isolated from patients with intra-abdominal infections in the Asia-Pacific region: 2008 results from SMART (Study for monitoring antimicrobial resistance trends). Int J Antimicrob Agents 2010; 36: 408-14.
11. Kiratisin P, Chongthaleong A, Tan TY, Lagamayo E, Roberts S, Garcia J, et al. Comparative in vitro activity of carbapenems against major Gram-negative pathogens: results of Asia-Pacific surveillance from the COMPACT II study. Int J Antimicrob Agents 2012; 39: 311-6.
12. Yang FC, Yan JJ, Hung KH, Wu JJ. Characterization of ertapenem-resistant Enterobacter cloacae in a Taiwanese university hospital. J Clin Microbiol 2012; 50: 223–6.
13. Clinical and Laboratory Standards Institute/ NCCLS performance standards for antimicrobial susceptibility testing; Approved standards. 19th ed. CLSI Document M100-S20-U. Wayne Pa: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2010.

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

ความตรงและความเที่ยงของการวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บด้วยเครื่องดับเบิลยู อี บริเวณเท้าในผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2

ณัฐกานต์ ศรีม่วง[1,2] อุไรวรรณ ชัชวาลย์[2,3*] พรรณี ปิงสุวรรณ[2,3] วนิดา ดรปัญหา[2,3] และ วิชัย อึงพินิจพงศ์[2,3]

Received: *November 24, 2018*
Revised: *January 5, 2019*
Accepted: *January 8, 2019*

บทคัดย่อ

การรับรู้ความรู้สึกของฝ่าเท้าที่ผิดปกติหรืออาการชาเท้าเป็นอาการที่มักพบได้โดยทั่วไปในผู้ป่วยเบาหวาน มีสาเหตุมาจากภาวะความเสื่อมของระบบประสาทและหลอดเลือดส่วนปลาย การนวดไทยถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการรักษาเท้าเบาหวาน ส่วนใหญ่ขนาดของแรงกดนวดที่ผู้ป่วยเบาหวานสามารถรับรู้ได้มักมีแนวโน้มที่มากกว่าขนาดแรงกดในคนปกติ ซึ่งขนาดของแรงที่มากเกินไปอาจเกิดอันตรายต่อผิวหนังและเนื้อเยื่อได้ ดังนั้นการระบุขนาดของแรงกดที่ปลอดภัยและให้ผลดีจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ แต่การประยุกต์การวัดขนาดของแรงกดสามารถวัดด้วยเครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บนั้นยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความตรงและความเที่ยงของเครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บดับเบิลยู อี ที่สร้างขึ้นมาใหม่ โดยทำการทดสอบความตรงกับ ตาชั่งมาตรฐาน และเครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บแบบดิจิตอล และทดสอบความเที่ยงในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 43 คน มีอายุเฉลี่ย 64.77 ± 8.41 ปี และเป็นเพศหญิง ร้อยละ 65.1 ผู้ป่วยแต่ละรายได้รับแรงกดที่บริเวณฝ่าเท้าข้างที่ถนัด ตำแหน่งระหว่างหัวกระดูกนิ้วชี้และนิ้วกลาง กดค้างไว้เป็นเวลา 5 วินาที โดยปริมาณของแรงกดในแต่ละครั้งเพียงแค่ให้อาสาสมัครเริ่มรู้สึกไม่สบาย ทำการกดจำนวน 3 ครั้ง และมีการพักแต่ละครั้งห่างกัน 2 นาที ผลการศึกษาพบว่าจากการทดสอบความตรงของเครื่อง ดับเบิลยู อี กับ ตาชั่งมาตรฐาน และกับเครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บแบบดิจิตอล มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของทั้งสองคู่ที่เท่ากัน คือ 0.99 (95% ช่วงเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.99 ถึง 1.00 ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.001) และมีความเที่ยงที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ภายในกลุ่มเท่ากับ 0.87 (95% ช่วงเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.78 ถึง 0.93 ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.001) การศึกษาสรุปได้ว่าเครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บ ดับเบิลยู อี มีความตรงและความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง อีกทั้งยังใช้งานง่ายและมีราคาถูก จึงควรถูกนำมาเป็นเครื่องมือที่เป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสำหรับใช้ติดตามผลการรักษาทางกายภาพบำบัด การนวดไทย และงานวิจัยในอนาคตได้

คำสำคัญ: ความตรง, ความเที่ยง, ระดับความรู้สึกกดเจ็บ, เครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บ

[1] หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กายภาพบำบัด) คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[2] กลุ่มวิจัยปวดหลัง ปวดคอ และปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ (BNOJPH) เทคนิคการแพทย์
[3] สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
* ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

Validity and reliability of meaning pressure pain threshold using WE pressure pain threshold meter in diabetic foot of type 2 diabetes mellitus patients

Nutthakarn Srimuang[1,2], Uraiwan Chatchawan [2,3*], Pannee Peungsuwan[2,3], Wanida Donpunha[2,3] and Wichai Eungpinichpong[2,3]

Abstract

Sensory impairment or numbness in both feet is the most common complication in diabetic patient caused by peripheral neuropathy and arterial disease. Traditional Thai massage (TTM) is the one of the alternative treatments for diabetic feet. Mostly, the amount of massage-pressing pressure for a diabetic patient tends to higher than healthy person. Applying the over pressing pressure may lead to tissue damage. Therefore, to specify the safety and efficacy of the pressing pressure is importance. However, no study conducts the instrument that to be modified for measuring the pressing pressure before. Therefore, the study aimed to examine the validity and reliability of a new instrument entitled WE pressure pain threshold meter. The digital force gauge and a digital algometer were selected as a standard instruments. The reliability test was done in 43 diabetic patients with age of 64.77 ± 8.41 years, and 65.1% of female. Each patient was applied the pressing pressure on the point between the 2nd and 3rd head of metatarsal bones of the dominant foot. The pressing pressure was maintain for 5 sec by gentle and slightly increase pressure until the patient start to feel some discomfort (sub-pain threshold).

It was repeated 3 times with 2-min rest between repetitions. Results found that WE algometer presented a high validity by reporting the 2-similar Pearson's correlation coefficient which was 0.99 (95% CI of 0.99 to 1.00 and $p < 0.001$) and a high reliability that the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was 0.87 (95% CI 0.78 to 0.93, $p < 0.001$). In conclusion, WE algometer has excellent validity and high reliability. It is also simply for applying and inexpensive. Therefore, it could be used as the instrument for the follow up assessment after physical therapy, traditional Thai massage, and future researches.

Keywords: Validity, Reliability, Pressure pain threshold, Algometer

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

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

[3] School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kean Universisty

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

บทนำ

เบาหวาน เป็นโรคทางกลุ่มเมตาบอลิก ซึ่งเกิดจากความผิดปกติของการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน หรือความผิดปกติของการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน หรือทั้ง 2 ชนิดรวมกัน ทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูงเรื้อรัง[1] ส่งผลต่อหัวใจและหลอดเลือด ตา ไต และเส้นประสาท อาจทำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ตามองไม่เห็น โรคไตวาย และการตัดอวัยวะส่วนล่าง ประมาณร้อยละ 60 ของผู้ป่วยเบาหวานเรื้อรังจะสูญเสียการรับความรู้สึกตามร่างกาย เพราะเส้นประสาทรับความรู้สึก เส้นประสาทสั่งการ และระบบประสาทอัตโนมัติเสียการทำงาน ซึ่งจะส่งผลต่อรยางค์ส่วนล่างเป็นอันดับแรก[2]

โรคเบาหวานจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติอย่างรวดเร็วของหลอดเลือดฝอย[3] โดยหลอดเลือดจะมีขนาดเล็กลง มีการหนาตัวของผนังหลอดเลือด[4] การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างหลอดเลือดจะทำให้ความยืดหยุ่นของผนังหลอดเลือดลดลง จำกัดการขยายตัวของหลอดเลือดได้[5] ดังนั้นการลดลงของการไหลเวียนเลือดอาจเป็นผลจากการขาดเลือดของรยางค์ส่วนปลาย ซึ่งนำไปสู่โรคเส้นประสาทเหตุเบาหวานได้

หนึ่งในวิธีที่สามารถเพิ่มการไหลเวียนเลือดสู่กล้ามเนื้อได้คือการนวดแบบ massage connective tissue เป็นการยืดและกระตุ้นกล้ามเนื้อโดยการนวดเพื่อส่งเสริมการทำงานของ neurovegetal balance โดยเทคนิค relaxing contracted tissues เพื่อเพิ่มการไหลเวียนเลือดจากการเพิ่มสารชักนำที่ทำให้หลอดเลือดขยายตัว[6] การนวดไทยก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการรักษาเท้าเบาหวาน โดยผู้นวดจะใช้นิ้วโป้ง นิ้วมือ ฝ่ามือ ข้อศอกในการนวดรักษาโรค ออกแรงกดจนกระทั่งผู้ป่วยเริ่มรู้สึกปวดและค้างไว้จุดละ 5-10 วินาที ทำซ้ำจุดละ 3-5 ครั้ง[7] ในคู่มืออบรมการนวดไทย ได้จำแนกขนาดของแรงกดนวดตามความสามารถในการออกแรงกดของผู้นวดไว้ 3 ระดับ คือ การออกแรงกดในระดับร้อยละ 50 ร้อยละ 70 และร้อยละ 90 ของแรงกดสูงสุดของผู้นวด[8] ซึ่งขนาดแรงกดที่ผู้ป่วยเบาหวานสามารถรับรู้ได้ย่อมมีแนวโน้มที่มากกว่าขนาดแรงกดในคนปกติ เนื่องจากเท้ามีความผิดปกติในการรับความรู้สึก และหากใช้ขนาดแรงกดที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผิวหนังและเนื้อเยื่อได้

ในการศึกษาแรงกดที่ปลอดภัยในกลุ่มผู้ป่วยดังกล่าวสามารถวัดได้โดยเครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บด้วยแรงกด (pressure algometer) โดยใช้วัดแรงกดบนผิวหนัง ผ่านแผ่นยางและแท่งเหล็ก แรงกดจะผ่านที่มาตรวัด อ่านค่าเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (หรือปอนด์/ตารางนิ้ว หรือ กิโลปาสคาล เป็นต้น) อ่านค่าสูงสุดได้ 20 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร[9-10] ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือนี้ขึ้นอยู่กับทักษะความชำนาญของผู้วัดที่ต้องออกแรงกดในอัตราความเร็วของการเพิ่มแรงกดให้คงที่ในการวัดแต่ละครั้ง ปัจจุบัน algometer มีทั้งแบบชนิดที่ใช้ไฟฟ้า (electronic) และไม่ใช้ไฟฟ้า (non electronic)[11] ซึ่งชนิดดิจิตอล (digital algometer; DA) ถูกจัดให้เป็นเครื่องมือที่มีมาตรฐานดีที่สุด เนื่องจากมีความตรงและความเที่ยงในระดับดีมาก แต่เครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บด้วยแรงกดชนิดดังกล่าว มีราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย อึงพินิจพงศ์ จึงได้ผลิตเครื่อง WE pressure pain threshold meter (WE) ซึ่งได้มีการทดสอบระดับความรู้สึกกดเจ็บในอาสาสมัครแล้วพบว่ามีความใกล้เคียงกับเครื่อง DA แต่ยังขาดหลักฐานที่เป็นงานวิจัยในการยืนยันความตรง (validity) และความเที่ยง (reliability) ของเครื่องมือใหม่ดังกล่าว

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความตรงและความเที่ยงของเครื่อง WE โดยทำการศึกษาความตรงเทียบกับตาชั่งมาตรฐาน (digital force gauge; DFG) ที่มีใบรับรองว่ามีความตรงเทียบเท่ากับการใช้ลูกตุ้มมาตรฐาน และเครื่อง DA ส่วนการทดสอบความเที่ยงทำการศึกษาแรงกดบริเวณเท้าของอาสาสมัครที่เป็นผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 ซึ่งคาดว่าผลการศึกษาดังกล่าวอาจเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้เครื่องมือที่มีราคาถูกกว่า และไม่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ แต่สามารถนำมาใช้ในการติดตามผลการรักษาทางกายภาพบำบัดและอาจเป็นการตรวจประเมินทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในงานวิจัยในอนาคตได้

วัสดุและวิธีการศึกษา

อาสาสมัคร

อาสาสมัครผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 จำนวน 43 ราย ทั้งเพศชายและเพศหญิง ที่มารับบริการจากโรงพยาบาลวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม มีเกณฑ์คัดเข้าคือ มีอายุระหว่าง 40-79 ปี ที่มีผลประเมินภาวะความผิดปกติของปลายประสาทโดยใช้แบบประเมินมิชิแกน (Michigan Neuropathy Screening Instrument; MNSI) น้อยกว่า 2.5 คะแนน ในส่วนของการตรวจร่างกายและมีเกณฑ์คัดออกดังนี้ มีแผลที่เท้า และหรือเคยถูกตัดขาเท้าหรือนิ้วเท้า อยู่ในระยะอักเสบข้อเท้าแพลง ผู้ที่ได้รับการผ่าตัดเส้นเลือด เป็นโรคหลอดเลือดอุดตัน (deep vein thrombosis) มีความดันโลหิตสูงที่ไม่สามารถควบคุมได้ มีโรคทางระบบประสาทร่วมด้วย (เช่น อาการชา อ่อนแรง) และได้รับการวินิจฉัยว่ามีอาการปวดบริเวณหลังส่วนล่างแบบเฉพาะเจาะจง เช่น ภาวะการตีบแคบของกระดูกสันหลัง (lumbar spinal stenosis) และในวันที่ทำการทดสอบ อาสาสมัครต้องไม่มีไข้ (อุณหภูมิร่างกายสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส) ต้องหลีกเลี่ยงการปฏิบัติตัวดังนี้ อาบน้ำร้อน การใช้ครีมอาบน้ำ การทาผิว บริเวณเท้าด้วยแป้ง ครีม หรือน้ำมัน การออกกำลังกายหนัก ดื่มแอลกอฮอล์ ชา หรือกาแฟที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน ก่อนการเข้าร่วมวิจัย 2 ชั่วโมง

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องระดับของแรงกดนวดต่อการไหลเวียนเลือดบริเวณผิวหนังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ได้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในวันที่ 2 เมษายน 2561 หมายเลขโครงการ HE612069

ขั้นตอนการศึกษา

การทดสอบความตรงและความเที่ยงของการวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บด้วยเครื่อง WE บริเวณเท้าในผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบความตรงของเครื่อง WE **(รูปที่ 1A)** กับตาชั่งมาตรฐาน DFG **(รูปที่ 1B)** และเครื่อง DA (commanderTM JTECH medical algometer, Salt lake city, UT) **(รูปที่ 1C)** ซึ่งทั้ง 3 ชนิดมีขนาดหัวกดเท่ากับ 1 ตารางเซนติเมตร และผู้วัดออกแรงกดในอัตราความเร็วของการเพิ่มแรงกดให้คงที่ (เฉลี่ย 1 กิโลกรัมต่อวินาที)[12] โดยทำการสุ่มเลือกแบบง่ายในการเลือกทดสอบก่อนและหลังระหว่าง WE vs DFG และ WE vs DA **(รูปที่ 2A, 2B)** การทดสอบระหว่าง WE vs DFG ได้มีการกำหนดน้ำหนักของแรงกด ตั้งแต่ 0.2 กิโลกรัม และเพิ่มขึ้นทีละ 0.2 กิโลกรัม ไปจนถึง 5 กิโลกรัม (0.2, 0.4, 0.6,...ถึง 5.0 กิโลกรัม) เป็นจำนวนทั้งหมด 25 ค่า ส่วนการทดสอบระหว่าง WE vs DA การกำหนดน้ำหนักตั้งแต่ 0.2 กิโลกรัม ไปจนถึง 4 กิโลกรัม เป็นจำนวน 35 ค่า จากนั้นทำการบันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่อง WE ในแต่ละครั้งของการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบความเที่ยงของเครื่อง WE ในอาสาสมัครผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 อาสาสมัครจะได้รับเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ โดยใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมด 35 นาที มีขั้นตอนดังนี้

1) กรอกข้อมูลเบื้องต้น และได้รับการซักประวัติตรวจร่างกาย ในการคัดกรองคัดกรองตามเกณฑ์คัดเข้า-ออก เป็นเวลา 10 นาที

2) ทำความสะอาดด้วยการเช็ดเท้าด้วยผ้าขนหนูและนอนพักผ่อนก่อนได้รับการทดสอบเป็นเวลา 15 นาที

3) ทดสอบความเที่ยงของเครื่อง WE โดยผู้วิจัยทำการออกแรงกดที่บริเวณฝ่าเท้าข้างที่ถนัด ตำแหน่งระหว่างหัวกระดูก (head of metatarsal bones) ของนิ้วชี้และนิ้วกลาง **(รูปที่ 3A)** กดค้างไว้เป็นเวลา 5 วินาที จำนวน 3 ครั้ง และมีการพักแต่ละครั้งห่างกัน 2 นาที ปริมาณของแรงกดในแต่ละครั้งเพียงแค่ให้อาสาสมัครเริ่มรู้สึกไม่สบาย (sub-pain threshold) **(รูปที่ 3B)** ซึ่งหลังจากนั้นทำการประเมินระดับความรู้สึกด้วย Visual analogue scales (VAS) (เส้น 0-10 เซนติเมตร) ทำการศึกษาในห้องที่สามารถกำหนดอุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส และระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40-60

A B C

รูปที่ 1 เครื่อง WE (WE pressure pain threshold meter) (A), ตาชั่งมาตรฐาน DFG (digital force gauge) (B) และเครื่อง DA (digital algometer) (C)

A B

รูปที่ 2 ทดสอบความตรงระหว่างเครื่อง WE กับตาชั่งมาตรฐาน DFG (A) และทดสอบความตรงระหว่างเครื่อง WE กับเครื่อง DA (B)

A B

รูปที่ 3 ตำแหน่งที่ออกแรงกดบริเวณฝ่าเท้าระหว่างหัวกระดูกนิ้วชี้และนิ้วกลาง (A) และการออกแรงกดโดยใช้เครื่อง WE (B)

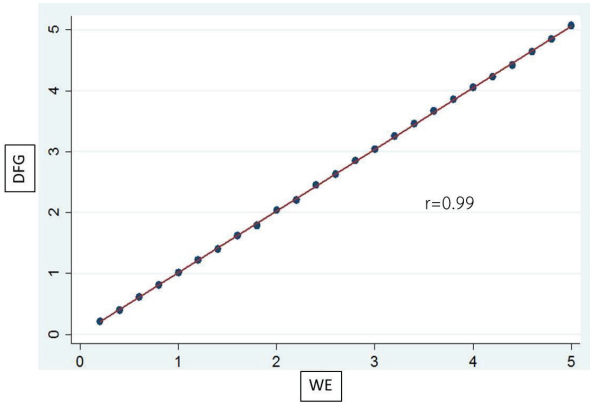
การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติพรรณนาเพื่ออธิบายลักษณะของอาสาสมัคร ทดสอบความตรงร่วมสมัย (concurrent validity) ของเครื่อง WE เทียบกับค่าที่วัดได้จากตาชั่งมาตรฐาน DFG และเครื่อง DA ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงเส้นและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) หรือ Pearson's correlation coefficient (r)

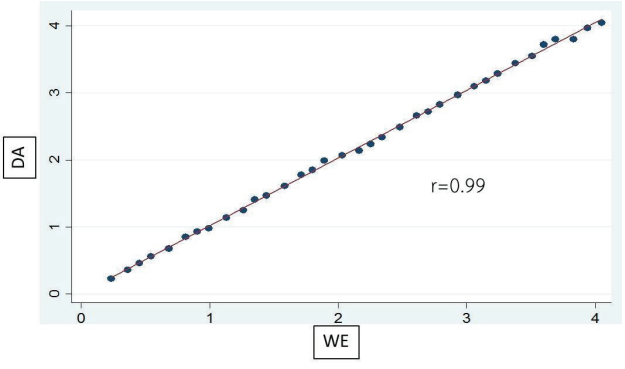
ทดสอบหาความเที่ยงของผู้วัด (intra-rater reliability) ของค่าเฉลี่ย sub-pain threshold ที่วัดด้วยเครื่อง WE โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ภายในกลุ่ม หรือ Intraclass Correlation Coefficient (ICC) หรือ two way mixed effect model (หรือ model 3:1) โดยใช้ค่า average measures กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) น้อยกว่า 0.05 และค่า 95% ช่วงเชื่อมั่น ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS version 17

ผลการศึกษา

ผลการทดสอบความตรงของเครื่อง WE กับเครื่อง DFG จำนวน 25 ครั้ง และทดสอบกับเครื่อง DA พบว่าข้อมูลที่วัดได้จาก 2 เครื่องมือ (WE vs DFG และ WE vs DA) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (r) ของทั้ง 2 คู่ เป็น 0.99 (95% CI อยู่ระหว่าง 0.99 ถึง 1.00) **(รูปที่ 4, 5)**



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ของแรงกด (กิโลกรัม) ระหว่างเครื่อง WE กับตาชั่งมาตรฐาน DFG



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของแรงกด (กิโลกรัม) ระหว่างเครื่อง WE กับเครื่อง DA

สำหรับการทดสอบความเที่ยงของเครื่อง WE ทำการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 43 คน พบว่าเป็นเพศหญิง ร้อยละ 65.12 อายุเฉลี่ย 64.77 ± 8.41 ปี มีค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย เท่ากับ 25.07 ± 4.58 กิโลกรัม/ตารางเมตร ส่วนใหญ่มีสถานะคู่ (ร้อยละ 81.40) ประกอบอาชีพเกษตรกรรมและรับจ้าง (ร้อยละ 74.42) มีระดับการศึกษาประถมศึกษาหรือไม่ได้รับการศึกษา (ร้อยละ 83.72) และไม่สูบบุหรี่ (ร้อยละ 90.70) ส่วนรายละเอียดของประวัติสุขภาพอื่นๆ แสดงใน **ตารางที่ 1** และผลการทดสอบความเที่ยงของเครื่อง WE จากการทดสอบซ้ำของการวัด 3 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของทั้ง 3 ค่าเป็น 3.55 ± 0.90 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าต่ำสุด:สูงสุด = 1.43:5.49 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร นอกจากนี้จากการวัดทั้ง 3 ค่า มีค่า ICC เป็น 0.87 (95% CI อยู่ระหว่าง 0.78 ถึง 0.93) ทั้งนี้อาสาสมัครแต่ละรายได้รายงานระดับความรู้สึกด้วย VAS (เส้น 0-10 เซนติเมตร)โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 2.62 ± 0.71 เซนติเมตร

ตารางที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลและประวัติสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 43 คน

ข้อมูล	จำนวน (ร้อยละ)
1. เพศจำนวนของหญิง (ร้อยละ)	28 (65.12)
2. อายุ ปี (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	64.77 ± 8.41
3. ดัชนีมวลกาย (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	25.07 ± 4.58
4. ระยะเวลาการเป็นเบาหวาน ปี (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	4.72 ± 3.23
5. ระดับน้ำตาลในเลือด: mg/dL (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	128.53 ± 20.58
6. ระดับน้ำตาลสะสม: mg/dL (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	7.73 ± 1.78
7. ประเมินภาวะความผิดปกติของปลายประสาทโดย The Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI) (คะแนน)	
7.1 การซักประวัติ (คะแนนเต็ม 13 คะแนน)	1.26 ± 1.38
7.2 การตรวจร่างกาย (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)	0.49 ± 0.77

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความตรงและทดสอบความเที่ยงของเครื่อง WE โดยใช้ปริมาณแรงกดในแต่ละครั้งเพียงแค่ให้อาสาสมัครเริ่มรู้สึกไม่สบาย (sub-pain threshold) ทำการทดสอบความตรงของเครื่อง WE กับตาชั่งมาตรฐาน DFG และเครื่อง DA จำนวน 25 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่าเครื่อง WE มีความตรงในระดับสูงมาก (r = 0.99)[13] เมื่อเทียบกับตาชั่งมาตรฐาน DFG และเครื่อง DA และมีค่าความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์สูง (ICC= 0.87)[14] เมื่อทำการทดสอบเท้าบริเวณระหว่างหัวกระดูกนิ้วชี้และนิ้วกลาง ของผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2

จากผลการทดสอบความตรงของเครื่อง WE กับตาชั่งมาตรฐาน DFG และเครื่อง WE กับเครื่อง DA พบว่าข้อมูลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยในแต่ละค่าที่กำหนดไว้จำนวน 25 ค่า (0.2-5.0 กิโลกรัม) มีค่าความแตกต่างในแต่ละคู่ของเครื่องมืออยู่ในระดับเพียง 0.01-0.07 กิโลกรัม ซึ่งพิสูจน์ได้ว่าเครื่องมือใหม่ WE ให้ค่าความตรงเทียบได้กับเครื่องมือมาตรฐาน นอกจากจะมีราคาถูกกว่าแล้ว ยังใช้งานได้ง่ายและมีความแม่นยำเมื่อนำมาวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บในส่วนของร่างกายมนุษย์ โดยเฉพาะมีสวิทซ์ควบคุมที่แป้น สำหรับผู้ถูกวัดซึ่งสามารถกดได้ทันทีตามระดับความรู้สึกที่ต้องการ ต่างจากเครื่องวัดแรงกดชนิดดิจิตอลทั่วๆ ไป

การศึกษาในอดีตมีการวัดความรู้สึกกดเจ็บบริเวณเท้าทั้งในอาสาสมัครสุขภาพดีและผู้ป่วยเบาหวานด้วยเครื่องวัดแรงกดชนิดต่างๆ แต่ไม่ได้มีการรายงานความเที่ยงของเครื่องวัดแรงกด อย่างไรก็ตามมีหลายการศึกษาในอดีตที่รายงานค่าความเที่ยงของเครื่องมือดังกล่าวพบว่ามีความเที่ยงในระดับสูง (ICC > 0.75) ซึ่งเป็นการศึกษาทั้งในเนื้อเยื่อที่ไม่มีอาการปวดของอาสาสมัครสุขภาพดี[15] กลุ่มอาการของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (musculo-skeletal disorder) และมีกลุ่มอาการอักเสบของกล้ามเนื้อและพังผืด (myofacial pain syndrome)[16] จากผลการคำนวณค่าเฉลี่ยของแรงกดของฝ่าเท้าผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่วัดได้ด้วยเครื่อง WE เท่ากับ 3.55 ± 0.90 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร พบว่าได้ผลใกล้เคียงกับการศึกษาในอดีตที่ศึกษาในเท้าของอาสาสมัครปกติ แต่มีค่าแรงกดน้อยกว่าประมาณ 2 เท่า แต่ทำการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะเส้นประสาทส่วนปลายเสื่อม (neuropathic foot) หรือมีเท้าผิดรูป (Charcot foot)[17] ทั้งนี้แรงกดที่ใช้ในการศึกษานี้มีขนาดแรงกดเพียงแค่ให้อาสาสมัครเริ่มรู้สึกไม่สบาย ซึ่งวัดด้วย VAS อยู่ในระดับ 2-3 คะแนน

ข้อจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้คือปุ่มยางสำหรับกดเครื่อง WE ทำจากวัสดุที่เป็นพลาสติก ที่มีความอ่อนนุ่มยืดหยุ่นดี แต่ขณะที่ทำการกดมักจะหลุดได้ง่าย ดังนั้นจึงควรให้ข้อเสนอแนะไปยังผู้ผลิตเครื่องมือ นอกจากนี้การศึกษานี้แม้ได้ค่าความเที่ยงในระดับสูงที่เป็นการศึกษาในอาสาสมัครผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 ที่ยังไม่มีความผิดปกติที่เท้า โดยได้ค่าแรงกดที่อยู่ในช่วง ค่าต่ำสุด:สูงสุด = 1.43:5.49 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมของอาสาสมัครในกลุ่มที่มีความผิดปกติได้ ดังนั้นการศึกษาในอนาคตมีข้อเสนอแนะให้ศึกษาเพิ่มเติมในอาสาสมัครกลุ่มที่มีความผิดปกติของเท้าเบาหวาน ที่อาจมีระดับของแรงกดที่สูงกว่า

สรุปได้ว่าการศึกษาครั้งนี้พิสูจน์ได้ว่าเครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บด้วยแรงกด WE เป็นเครื่องมือใหม่ที่มีความตรงและความเที่ยงอยู่ในระดับสูง ใช้งานง่าย มีราคาถูก สามารถนำไปใช้ในทางคลินิกและการวิจัยในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ คณะเทคนิคการแพทย์ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ได้สละเวลาในการเข้าร่วมงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. Diabet Med 1998; 15: 539-53.
2. American Diabetes Association. Lifestyle Management. Diabetes care 2017; 40: S33-S43.
3. Johnstone MT, Creager SJ, Scales KM, Cusco JA, Lee BK, Creager MA. Impaired endothelium-dependent vasodilation in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. Circulation 1993; 88: 2510-6.
4. Dinh T, Veves A. Microcirculation of the diabetic foot. Curr Pharm Des 2005; 11: 2301-9.
5. Tooke JE. Microvascular function in human diabetes. A physiological perspective. Diabetes 1995; 44: 721-6.
6. Castro-Sanchez AM, Moreno-Lorenzo C, Mataran-Penarrocha GA, Feriche-Fernadez-Castanys B, Granados-Gamez G, Quesada-Rubio JM. Connective tissue reflex massage for type 2 diabetic patients with peripheral arterial disease: randomized controlled trial. Evidence-based complementary and alternative medicine. eCAM 2011; 1-12.
7. Subcharoen P, Ananthigo P, Kaengketkit B. Manual of the Rachsamnak style therapeutic massage. Bangkok: Samchareounpanich 2007.

8. Deeviset, K. Manual training of Thai massage. Institute of Thai traditional medicine 2000.
9. Keele KD. Pain-sensitivity tests; the pressure algometer. Lancet 1954; 266: 636-9.
10. Reeves JL, Jaeger B, Graff-Radford SB. Reliability of the pressure algometer as a measure of myofascial trigger point sensitivity. Pain 1986; 24: 313-21.
11. Antonaci F, Sand T, Lucas GA. Pressure algometry in healthy subjects: inter-examiner variability. Scand J Rehabil Med 1998; 30: 3-8.
12. Eriksen K, Outcome Assessments and documentation. In: Eriksen K, Rochester RP, ed. Orthospinology procedures. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2007; 132.
13. Kinser AM, Sands WA, Stone MH. Reliability and validity of a pressure algometer. J Strength Cond Res 2009; 23: 312-4.
14. Portney LG, Watkins MP. Statistical measures of reliability. In: Foundations of clinical research: Applications to practice. 3rd. ed. New Jersey: Prentice Hall Health, 2009: 585-618.
15. Zamani S, Okhovatian F, Naimi SS, Baghban AA. Intra-examiner and between-day reliability of algometer for pressure pain threshold and pain sensitivity in upper trapezius muscle in asymptomatic young adult women. J Cli Physiother Res 2017; 2: 15-20.
16. Georgoudis G, Oldham J, Watson PJ, Grammatopoulou E. Reliability measures of subcutaneous pressure pain threshold measurements: a proposed method of assessing painful musculoskeletal disorders. J Nov Physiother 2014; 4: 1-8.
17. Chantelau E, Wienemann T, Richter A. Pressure pain thresholds at the diabetic Charcot-foot: an exploratory study. J Musculoskelet Neuronal Interact 2012; 12: 95-101.

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

ความตรงและความเที่ยงของการวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บด้วยเครื่องดิจิตอล ดับเบิลยู อี ในผู้ที่มีจุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อทราพีเซียส

นิรัติศัย กูลสวัสดิ์[1], พิรุณพร มีมา[1], อุไรวรรณ ชัชวาลย์[2,3*], ทกมล หรรษาวงศ์[2,3] และ วิชัย อึงพินิจพงศ์[2,3]

Received: *December 19, 2018*
Revised: *February 24, 2019*
Accepted: *March 2, 2019*

บทคัดย่อ

กลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและพังผืด (Myofascial pain syndrome; MPS) เป็นกลุ่มอาการของความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก การตรวจวินิจฉัย MPS ที่สำคัญคือ การตรวจหาจุดกดเจ็บหรือ trigger point (TrPs) โดยวัดค่าระดับความรู้สึกเจ็บปวดน้อยที่สุดเมื่อออกแรงกด (Pressure pain threshold; PPT) ที่จุดกดเจ็บ ที่สามารถวัดได้โดยเครื่องวัดระดับความรู้สึกเจ็บ (algometer) เครื่องวัดชนิดดิจิตอล (digital algometer; DA) ถูกจัดให้เป็นเครื่องมือที่มีมาตรฐานดีที่สุด เนื่องจากมีความตรงและความเที่ยงในระดับดีมากแต่เครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บชนิดดังกล่าวราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้น รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย อึงพินิจพงศ์ ได้ผลิตเครื่องวัดระดับความรู้สึกเจ็บดิจิตอล ดับเบิลยู อี (WE) แต่ยังขาดหลักฐานที่เป็นงานวิจัยในการยืนยันความตรง (validity) และความเที่ยง (reliability) ของเครื่องมือใหม่ดังกล่าว ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักที่จะศึกษาความตรงและความเที่ยงของ WE กับ DA ในอาสาสมัคร MPS ที่มีจุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อทราพีเซียส บริเวณคอ บ่า และสะบัก ทั้งเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 18-25 ปี ทั้งหมด 30 คน ทำการทดสอบโดยผู้วิจัยที่เป็นนักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญออกแรงกดบน TrP ด้วย WE 3 ครั้งติดต่อกัน พักแต่ละครั้งห่างกัน 2 นาที แรงกดในแต่ละครั้งเพียงแค่ให้อาสาสมัครเริ่มรู้สึกปวด จากนั้นอาสาสมัครพัก 15 นาที อาสาสมัครแต่ละคนได้รับสุ่มแบบง่ายสำหรับการทดสอบก่อน-หลัง ด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด ระหว่าง WE กับ DA มีระยะพักห่างกัน 2 นาที แต่ละเครื่องวัด 3 ครั้งติดต่อกัน ผลการทดสอบความเที่ยงของผู้วัดระหว่างผู้วัด (inter-rater reliability) มีค่า ICC เป็น 0.94 (95% CI อยู่ระหว่าง 0.88 ถึง 0.97, *p*-value < 0.001) และค่าความเที่ยงภายในตัวผู้วัด (Intra-rater reliability) มีค่า ICC 0.96 (95% CI อยู่ระหว่าง 0.91 ถึง 0.98, *p*-value < 0.001) และผลการทดสอบความตรงตามสภาพ (concurrent validity) ระหว่างเครื่อง WE และ DA ได้ค่า Pearson's *r* = 0.84 (95% CI อยู่ระหว่าง 0.68 ถึง 0.92, *p*-value < 0.001) ดังนั้นการศึกษาสรุปได้ว่า เครื่อง WE มีความตรงและความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์สูงมาก จึงอาจใช้เป็นเครื่องมือใหม่ที่เป็นทางเลือกหนึ่งของนักกายภาพมือใหม่ที่ใช้ตรวจประเมินและติดตามความก้าวหน้าของการรักษาทางกายภาพบำบัด

คำสำคัญ: จุดกดเจ็บ, ระดับความรู้สึกเจ็บ, เครื่องวัดระดับความรู้สึกเจ็บ, ความตรง, ความเที่ยง

[1] หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (กายภาพบำบัด) คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[2] สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[3] กลุ่มวิจัยปวดหลัง ปวดคอ และปวดข้ออื่นๆและสมรรถนะของมนุษย์ (BNOJPH) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
* ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

Validity and reliability of digital WE algometer in subjects with myofascial trigger points on trapezius muscle

Nirattisai Kulsawad[1], Piruenporn Meema[1], Uraiwan Chatchawan[2,3*], Torkamol Hunsawong[2,3] and Wichai Eungpinichpong[2,3]

Abstract

Myofascial pain syndrome (MPS) is one of musculoskeletal disorders. Trigger point (TrPs) is the main characteristic of MPS with low pressure pain threshold (PPT) which could be measured by a digital algometer. Although the commercialized digital algometer is accepted as standard instrument because of high validity and reliability, it is relatively expensive as imported from abroad. A local made instrument namely digital WE algometer (WE) has been produced by Assoc. Prof. Dr. Wichai Eungpinichpong for this purpose without a study on its psychometric properties. This study aimed to examine the validity and reliability of WE algometer and tested it against a commercialized digital algometer (DA). Thirty subjects with myofascial pain syndrome who have at least a trigger point on trapezius muscle were recruited. The researchers (one student and one expert) pressed on the palpable trigger point to assess pressure pain threshold by each of the two randomly allocated algometers on 2 sessions (3 consecutive times per session) with 2 minutes rest between the sessions. The rest period between underwent the two devices was set for 15 minutes. We found that the inter rater reliability of the WE were high with ICC 0.94 (95%CI of 0.88 to 0.97, *p*-value < 0.001). The ICC for Intra rater reliability was 0.96 (95% CI of 0.91 to 0.98). The concurrent validity between WE and DA presented by Pearson's correlation coefficient was 0.84 (95% CI of 0.68 to 0.92 and *p*-value < 0.001). In conclusion, WE algometer has very high reliability and high positive concurrent validity. It could be used as a quantitative tool in novice for assessment and follow-up of progression in physical therapy.

Keywords: Trigger point, Pressure pain threshold, Algometer, Validity, Reliability

[1] Bachelor of science in physical therapy, School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

[2] School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kean Universisty

[3] Research center in Back, Neck, Other Joint Pain and Human Performance (BNOJPH), Khon Kaen University

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

บทนำ

กลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อพังผืด หรือ Myofascial Pain Syndrome (MPS) เป็นกลุ่มอาการของความ ผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ที่เป็นสาเหตุอาการปวดเฉียบพลัน และเรื้อรังที่พบบ่อยเป็นอันดับแรกๆ ที่ส่งผลต่อความบกพร่อง ความผิดปกติของการทำงานของร่างกาย ตลอดจนความสูญเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาติดตามมา[1] ปัจจุบันพบว่าวัยรุ่นหรือวัยเรียนมีปัญหา MPS มากยิ่งขึ้น การวินิจฉัยที่สำคัญของ MPS คือการตรวจพบว่ามีจุดกดเจ็บ (Myofascial trigger point หรือ TrP) ในกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่ทำงานในการควบคุมท่าทางบริเวณแกนกลางของร่างกาย ที่พบได้บ่อยคือกล้ามเนื้อ ทราพีเซียส (trapezius) บริเวณกล้ามเนื้อคอ บ่า และสะบัก ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่มีความไวต่อการกระตุ้นมากที่สุด ที่พบว่ามีระดับการรับรู้ความเจ็บปวด (Pressure pain threshold หรือ PPT) ต่ำกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่น[2,3]

การตรวจพบจุดกดเจ็บ มีเกณฑ์ที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) ต้องมีการปวดกล้ามเนื้อบริเวณใดบริเวณหนึ่งของร่างกาย (regional pain) และ 2) การตรวจร่างกายจะต้องพบจุดกดเจ็บ (trigger points หรือ TrPs)[2] การตรวจหา จุดกดเจ็บที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ วัดค่าระดับ PPT ที่น้อยที่สุดเมื่อออกแรงกดที่จุดกดเจ็บที่สามารถวัดได้โดยเครื่องวัดระดับความรู้สึกกดเจ็บ (algometer)[3]

เครื่อง algometer เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดแรงกดบนผิวหนังตรงตำแหน่งที่มีจุดกดเจ็บ ผ่านหัวกดที่เป็นแผ่นยางและแท่งเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ตารางเซนติเมตร แรงกดจะผ่านมาที่มาตรวัดอ่านค่าเป็นกิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร (หรือ ปอนด์/ตารางนิ้ว หรือ กิโลปาสคาล) อ่านค่าสูงสุดได้ 20 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร[4] ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือนี้ขึ้นอยู่กับความทักษะความชำนาญของผู้วัด ที่ต้องฝึกการออกแรงกดให้มีความเร็วในการเพิ่มแรงให้คงที่ของการวัดแต่ละครั้ง[5]

รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย อึงพินิจพงศ์ ได้ผลิต WE สำหรับใช้ในการเรียนการสอนของนักศึกษากายภาพบำบัด ที่มีความแตกต่างจากเครื่อง digital algometer ทั่วไป คือมีสวิตซ์ควบคุมที่แป้น สำหรับให้ผู้ทดสอบกดหยุดได้ทันทีและสามารถบอกน้ำหนักของแรงกดที่เป็นจริงได้ มีความละเอียดของค่าที่อ่านได้ถึง 0.01 กิโลกรัม WE ถูกสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่มีราคาถูกกว่า (ราคาประมาณ 2,000 บาท) เมื่อเทียบกับเครื่องมืออื่นๆ ที่นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น digital algometer (DA) โดยเฉพาะ JTECH Commander Algometer (commanderTM JTECH medical algometer, Salt lake city, UT) ที่มีราคาประมาณ 20,000–50,000 บาท เครื่อง digital algometer ได้พิสูจน์แล้วว่ามีความตรงในระดับสูงมากเทียบเคียงกับ force plate ที่เป็นเครื่องมือมาตรฐาน[6] ส่วน WE มีรายงานเบื้องต้นว่ามีความตรง (validity) อยู่ในระดับสูงกับตาชั่งมาตรฐานและ DA และมีความเที่ยงภายในผู้วัด (intra-rater reliability) อยู่ในระดับสูงมาก แต่เป็นการทดสอบในเท้าผู้ป่วยเบาหวาน[7] อย่างไรก็ตามยังขาดหลักฐานที่เป็นงานวิจัยในการยืนยันความตรง และความเที่ยง ในกลุ่ม MPS และยังไม่ครอบคลุมการทดสอบคุณสมบัติทางการวัด (psychometric Properties) โดยเฉพาะความเที่ยงระหว่างผู้วัด (inter-rater reliability) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการทดสอบความตรงตามสภาพ (concurrent validity) โดยเปรียบเทียบกับ digital algometer และความเที่ยงทั้งระหว่าง/ภายในผู้วัด (inter and intra-rater reliability) ของเครื่อง WE โดยศึกษาในผู้ป่วยกลุ่มอาการ MPS ที่มีจุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อทราพีเซียส บริเวณอ บ่า และสะบัก ซึ่งคาดว่าผลการศึกษาดังกล่าวอาจเป็นประโยชน์สำหรับนักศึกษาหรือนักกายภาพบำบัดมือใหม่ที่ยังไม่มีประสบการณ์ ในการเลือกใช้เครื่องมือที่มีราคาถูกกว่า ไม่ต้องนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศ ที่อาจนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ประกอบการวินิจฉัยและประเมินความก้าวหน้าในเชิงปริมาณสำหรับติดตามผลการรักษาทางกายภาพบำบัด ในอนาคตได้

วัสดุและวิธีการศึกษา

อาสาสมัคร

อาสาสมัครที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีจุดกดเจ็บบริเวณคอ บ่าและสะบัก จำนวน 30 ราย ที่คำนวณขนาดตัวอย่าง โดยใช้สูตรการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient หรือ

“*r*”) กำหนดค่า *r* ไว้ที่ 0.5[8] อาสาสมัครทุกรายเป็นนักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทั้งเพศชายและหญิง มีอายุระหว่าง 18–25 ปี มีเกณฑ์คัดเข้า คือ 1) มีอาการปวดกล้ามเนื้ออย่างน้อย 3 เดือน 2) ตรวจพบจุดกดเจ็บบนกล้ามเนื้อ ทราพีเซียส จากการตรวจร่างกาย และมีเกณฑ์คัดออก ดังนี้คือ 1) ความผิดปกติของกระดูกสันหลังระดับคอ เช่น กระดูกสันหลังระดับคอเสื่อม หมอนรองกระดูกสันหลังคอเสื่อม การยื่นของหมอนรองกระดูกสันหลังระดับคอ 2) มีความผิดปกติทางระบบประสาท (เช่น อาการชา อ่อนแรง) 3) โรคผิวหนังที่ติดต่อได้ 4) ภาวะลิ่มเลือดอักเสบและอุดตันด้วยลิ่มเลือด 5) ไม่สามารถพูดสื่อสารได้เข้าใจ หรือไม่สามารถทำตามคำแนะนำได้ 6) มีไข้สูง (สูงกว่า 38.5 องศาเซลเซียส) และ 7) มีประจำเดือน

โครงการนี้ได้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อวันที่ 2 สิงหาคม 2561 หมายเลขโครงการ HE612224 อาสาสมัครทุกรายลงนามยินยอมก่อนการเข้าร่วมการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การคัดเลือกและการฝึกซ้อมผู้วิจัยที่เป็นนักศึกษากายภาพบำบัด

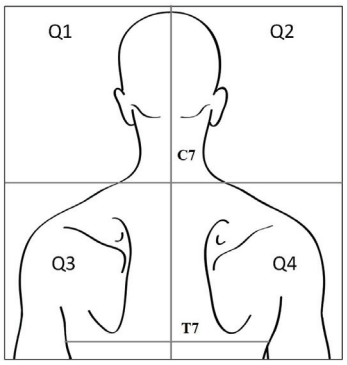
ผู้วิจัยหลักที่เป็นอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ 30 ปี ทำการเลือกผู้วิจัยที่เป็นนักศึกษากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 4 จำนวน 1 ราย มาเป็นผู้วัดมือใหม่ (novice) จากจำนวน 2 ราย ที่ได้ผ่านการเรียนและฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือในห้องเรียน (3 ชั่วโมง) และมีผลการทดสอบความเที่ยงดีที่สุด จากนั้นทำการฝึกซ้อมนักศึกษาที่ถูกเลือกให้สามารถคลำหาจุดกดเจ็บ และฝึกการใช้เครื่อง DA และ WE ได้แก่ การวางให้ตรงฉากกับจุดที่วัด การออกแรงกดให้มีความเร็วสม่ำเสมอในการเพิ่มแรงในอัตราความเร็วเท่ากับ 1.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร[9] ขณะทำการออกแรงกดต้องไม่มองหน้าปัดที่บอกขนาดของแรง และอธิบายให้อาสาสมัครบอกให้ “หยุด” เมื่อใช้ DA หรือ กดสวิตซ์ที่แป้นเพื่อหยุดหากใช้ WE เมื่ออาสาสมัครเริ่มรู้สึกไม่สบายหรือเจ็บ

ระยะที่ 2 การทดสอบหาจุดกดเจ็บและการทดสอบความตรงและความเที่ยง

มีขั้นตอนที่สอดคล้องกับการศึกษาในอดีต[10] ดังนี้

1) อาสาสมัครแต่ละรายกรอกข้อมูลเบื้องต้น และได้รับการซักประวัติ ตรวจร่างกาย

2) ผู้วิจัยทั้งสองต้องวัด PPT ที่จุดกดเจ็บจุดเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยคลำหาจุดกดเจ็บเพื่อหาตำแหน่งและทำเครื่องหมายกากบาท (X) บนจุดกึ่งกลางของจุดกดเจ็บด้วยปากกาเคมีที่สามารถลบออกได้ จากนั้นคัดลอกตำแหน่งของจุดกดเจ็บโดยใช้แผ่นใสทาบทับ ในแผ่นใสได้มีการกำหนดพื้นที่ของกล้ามเนื้อ ทราพีเซียส ออกเป็น 4 ส่วน (quadrants) ซึ่งใช้กระดูกสันหลังระดับคอที่ 7 (C7) เป็นแนวแบ่งพื้นที่ **(รูปที่ 1)** จากนั้นวัดระยะของจุดกดเจ็บที่กากบาทกับจุด C7 ที่เป็นจุดอ้างอิง นำข้อมูลไปวิเคราะห์หาระยะห่างระหว่างผู้วัด



รูปที่ 1 การหาตำแหน่งของจุดกดเจ็บที่มากที่สุด ออกเป็น 4 ส่วน (Q1-Q4)

3) การทดสอบความเที่ยงทั้งระหว่างและภายในผู้วัด (inter-intra rater reliability) ของเครื่อง WE จากผู้วัด 2 คน ที่เป็นอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญและนักศึกษา โดยการหาค่าระดับความรู้สึกกดเจ็บของจุดกดเจ็บที่มากที่สุดเพียงจุดเดียว ในอาสาสมัครทั้งหมด 30 ราย ในแต่ละรายจะถูกวัด 3 ครั้งติดต่อกันจากผู้วัดแต่ละคน โดยมีระยะเวลาของการพักระหว่างผู้วัดห่างกัน 2 นาที บันทึกแรงกดทุกครั้งและนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร **(รูปที่ 2)** จากนั้นนำค่าเฉลี่ยจาก 3 ค่า ที่วัดในแต่ละผู้วัดถูกนำมาวิเคราะห์ความเที่ยงระหว่างผู้วัด

ส่วนข้อมูล 3 ค่า ของ*นักศึกษา*ถูกนำมาวิเคราะห์ความเที่ยงภายในผู้วัดของนักศึกษา และ 4) ภายหลังการทดสอบความเที่ยงไปแล้ว 15 นาที อาสาสมัครแต่ละรายจะได้รับการ สุ่มก่อน-หลัง ระหว่างการใช้เครื่อง WE หรือ DA ทั้งนี้ลำดับของการใช้เครื่องมือจะใช้โปรแกรมการสุ่มด้วยคอมพิวเตอร์ ทำการวัดโดยผู้วิจัยที่เป็นนักศึกษา วัดระดับ PPT ของจุดกดเจ็บที่มากที่สุด ของอาสาสมัคร 30 ราย ทำการวัด 3 ครั้งติดต่อกันในแต่ละเครื่องมือ โดยมีระยะเวลาของการพักระหว่างเครื่องมือห่างกัน 2 นาที จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยจาก 3 ค่าไปวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ 2 เครื่องมือ

รูปที่ 2 การออกแรงกดโดยใช้ digital WE algometer

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติพรรณนาเพื่ออธิบายลักษณะของอาสาสมัคร ทำการทดสอบความตรงตามสภาพ (concurrent validity) ของการวัดระดับ PPT ระหว่าง WE กับ DA โดยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) หรือ Pearson's correlation coefficient (r) ทำการทดสอบความเที่ยงของผู้วัดทั้งภายในและระหว่างผู้วัด (inter/intra-rater reliability) ของ WE โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ภายในกลุ่ม หรือ interclass correlation coefficient (ICC) model 3,1 (two way mixed effect) ใช้ค่าเฉลี่ย หรือ average measure และค่า 95% ช่วงเชื่อมั่น ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS version 17

ผลการศึกษา

สำหรับการทดสอบความเที่ยงของเครื่อง WE ทำการศึกษาในผู้ที่มีจุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อ ทราพีเซียส บริเวณคอ บ่าและสะบัก จำนวน 30 คน เป็นหญิง 15 คน ชาย 15 คน อายุเฉลี่ยเป็น 21.60 ± 0.81 ปี BMI เฉลี่ยเป็น 20.92 ± 2.37 kg/m^2 รายละเอียดของข้อมูลส่วนบุคคลของอาสาสมัครดังแสดงใน**ตารางที่ 1**

การทดสอบความตรงของการหาตำแหน่งของจุดกดเจ็บที่มากที่สุดของกล้ามเนื้อ ทราพีเซียส ระหว่างผู้วิจัยที่เป็นอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญกับนักศึกษา พบว่าจุดกดเจ็บที่คลำได้จากผู้วิจัยที่เป็นนักศึกษามีระยะห่างจากผู้วิจัยที่เป็นอาจารย์ โดยเฉลี่ยเป็น 0.61 ± 0.55 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่ามีอาสาสมัครเพียง 3 ราย ที่มีระยะห่างระหว่างผู้วัดเกิน 1 เซนติเมตร และ 1 ใน 3 ราย มีระยะห่างสูงสุดอยู่ที่ 2.5 เซนติเมตร

การทดสอบความเที่ยงระหว่างผู้วัดของเครื่อง WE ระหว่างอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญกับนักศึกษา มีค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ PPT เป็น 1.22 ± 0.64 และ 1.27 ± 0.65 kg/cm^3 ตามลำดับ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ภายในกลุ่ม ที่รายงานเป็นค่า ICC เป็น 0.94 (95% CI อยู่ระหว่าง 0.88 ถึง 0.97, *p*-value < 0.001) และการทดสอบความเที่ยงภายในผู้วัดของนักศึกษา พบว่ามีค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ PPT ที่วัดครั้งที่ 1 และ 2 เป็น 2 1.27 ± 0.65 และ 1.24 ± 0.61 kg/cm^2 ตามลำดับ และมีค่า ICC ค่าเฉลี่ย (average measure) เป็น 0.96 (95% CI อยู่ระหว่าง 0.91 ถึง 0.98 *p*-value < 0.001)

จากผลการทดสอบความตรงตามสภาพ โดยทดสอบความสัมพันธ์ของค่า PPT ที่ได้จากการวัดบริเวณที่มีจุดกดเจ็บมากที่สุดของกล้ามเนื้อ ที่ได้จาก DA กับ WE มีค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็น 1.24 ± 0.61 และ 1.32 ± 0.62 kg/cm^2 ตามลำดับ มีความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบโดยมีค่าสัมประสิทธิ์เพียร์สัน (r) เป็น 0.84 (95% CI อยู่ระหว่าง 0.68 ถึง 0.92) ค่าความสัมพันธ์ของทั้งสองเครื่องมือมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value < 0.001)

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้พบว่า WE มีผลการทดสอบความตามสภาพ อยู่ในเกณฑ์สูงมาก (r=0.84) เมื่อเทียบกับ DA และมีความเที่ยงทั้งระหว่างและภายในตัวผู้วัดที่อยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกัน (ICC>0.9)

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในอาสาสมัครที่เป็นนักศึกษาที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อ ทราพีเซียส ที่พบจำนวนของจุดกดเจ็บมากที่สุด คือ พื้นที่ส่วนที่ล่างต่อระดับ C7 ไปด้านขวา (Q4) รองลงไปเป็นบริเวณ Q3, Q2 และ Q1 ตามลำดับ หากจำแนกตามกล้ามเนื้อ พบว่ามีจุดกดเจ็บมากที่สุดที่กล้ามเนื้อ ทราพีเซียส ส่วนบน (upper trapezius) ซึ่งสอดคล้องกับการระบุอาการปวดแผ่ร้าวพบที่บริเวณท้ายทอยมากที่สุด รองลงมาเป็นหัวคิ้ว กกหู และขมับ ตามลำดับ และพบจำนวนรองลงมาในกล้ามเนื้อทราพีเซียส ส่วนกลาง (middle trapezius) ที่สอดคล้องกับอาการปวดแผ่ร้าวไปที่บริเวณต้นคอและสะบัก อย่างไรก็ตามทั้งสองส่วนของกล้ามเนื้อทราพีเซียสพบจำนวนของจุดกดเจ็บแบบ active TrP และแบบ latent TrP ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลส่วนบุคคลและการตรวจร่างกายของอาสาสมัคร

ข้อมูล	อาสาสมัคร (จำนวน 30 คน)
ข้อมูลส่วนบุคคล	
1. เพศหญิง,จำนวน (ร้อยละ)	15 (50)
2. อายุ ปี (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	21.60 ± 0.81
3. น้ำหนัก กิโลกรัม (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	56.70 ± 8.54
4. ส่วนสูง เซนติเมตร (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	164.37 ± 7.18
5. BMI กิโลกรัม/ตารางเมตร (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	20.92 ± 2.37
6. อาการปวดกล้ามเนื้อเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของสัปดาห์ที่ผ่านมา	
(ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	2.90 ± 1.70
- อาการปวดในระดับน้อย, จำนวน (ร้อยละ)	20 (66.67)
- อาการปวดในระดับปานกลาง, จำนวน (ร้อยละ)	10 (33.33)
7. อาการปวดศีรษะมีผลต่อการทำงาน, จำนวน (ร้อยละ)	
- ทำงานได้ตามปกติ	19 (63.33)
- พอทำได้บ้าง แต่น้อยลง	11 (36.67)
ข้อมูลการตรวจร่างกาย	
8. จุดที่เจ็บ อยู่ในส่วนใดของร่างกาย, จำนวน (ร้อยละ)	
- ส่วนของคอ บ่าและสะบัก เหนือต่อระดับ C7 ไปด้านซ้าย (Q1)	2 (6.67)
- ส่วนของคอ บ่าและสะบัก เหนือต่อระดับ C7 ไปด้านขวา (Q2)	5 (16.67)
- พื้นที่ส่วนของหลังที่ล่างต่อระดับ C7 ไปด้านซ้าย (Q3)	9 (30.00)
- พื้นที่ส่วนของหลังที่ล่างต่อระดับ C7 ไปด้านขวา (Q4)	14 (46.67)
- ข้างซ้าย	11 (36.67)
- ข้างขวา	19 (63.33)
9. ชนิดของจุดกดเจ็บ; จำนวน (ร้อยละ)	
- Active TrP	16 (53.33)
- Latent TrP	14 (46.67)
10. จุดกดเจ็บที่พบ อยู่บนกล้ามเนื้อใด ตามลักษณะการปวดแผ่ร้าว, จำนวน (ร้อยละ)	
- Upper Trapezius	25 (83.33)
- Middle Trapezius	5 (16.67)
11. บริเวณที่มีอาการปวดแผ่ร้าว ข้างเดียวกับที่พบจุดกดเจ็บ,จำนวน (ร้อยละ)	
- หัวคิ้ว	6 (20.00)
- ขมับ	3 (10.00)
- ท้ายทอย	13 (43.33)
- กกหู	4 (13.33)
- ต้นคอและสะบัก	4 (13.33)

ผลการศึกษานี้ มีค่าเฉลี่ยของแรงกดของระดับความรู้สึกกดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อคอ บ่าและสะบัก ที่วัดด้วยเครื่อง WE อยู่ที่ 1.27 ± 0.65 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าประมาณ 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ไม่มีอาการปวดศีรษะ และเมื่อเปรียบเทียบกับอาสาสมัครปกติที่มีอาการปวดศีรษะ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน[11] ทั้งนี้แรงกดที่ใช้มีการระบุว่าเพียงแค่ให้อาสาสมัครเริ่มรู้สึกไม่สบายหรือเจ็บ

ผลการทดสอบความตรงของการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาในอดีตที่มีการทดสอบ digital algometer กับเครื่อง force plate ที่ให้ความตรงอยู่ในระดับสูงมากเช่นเดียวกัน (r=0.99)[10]

สำหรับการทดสอบความเที่ยงภายในผู้วัดของนักศึกษา การศึกษานี้ได้ค่าอยู่ในระดับสูงมาก (ICC= 0.96) มีความสอดคล้องกับค่าความผิดพลาดของการวัดต่ำที่ยืนยันผลได้จากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (standard error of measurement หรือ SEM) เท่ากับ 0.12 และมีค่าสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลง (coefficient of variation หรือ CV) เป็น ร้อยละ 49 หรือมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ย) ยิ่งไปกว่านั้นผลการศึกษาดังกล่าวมีผลเช่นเดียวกันกับการศึกษาในอดีตที่ทำการวัดกล้ามเนื้อทราพีเซียส[12]

สำหรับผลของการทดสอบความเที่ยงระหว่างผู้วัดที่อยู่ในเกณฑ์สูงมาก (ICC = 0.94) มีค่าความผิดพลาดของการวัดต่ำที่รายงานเป็น SEM เท่ากับ 0.16 และ CV เป็นร้อยละ 51 ผลการทดสอบดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตที่ทำการวัดกล้ามเนื้อมือ[13] ส่วนความเที่ยงทั้งระหว่างและภายในตัวผู้วัดของการศึกษานี้อยู่ในระดับสูง อาจเนื่องมาจากการฝึกซ้อมจนเกิดความชำนาญในการหาจุดกดเจ็บจนและการใช้เครื่องมือจนได้ผลที่ใกล้เคียงกันของนักศึกษา อีกทั้ง WE มีแป้นสวิตช์ที่อาสาสมัครสามารถกดได้เองทำให้ได้ค่าที่มีความแม่นยำสูง นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อนสำหรับนักศึกษาหรือนักกายภาพมือใหม่ที่ยังขาดประสบการณ์ จึงเหมาะกับผู้ที่ต้องการใช้งานและไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือมาก่อน เพื่อนำไปใช้ทางคลินิกในกลุ่มอาการ MPS อีกทั้งเครื่องมือใหม่ดังกล่าวมีราคาไม่สูง

การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดของการศึกษา เนื่องจากได้ศึกษากลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 18-25 ปี เป็นกลุ่มตัวอย่างจากคนอายุน้อย ที่เป็นนักศึกษา ซึ่งไม่สามารถเป็นตัวแทนของประชากรในกลุ่มอายุและอาชีพอื่นๆ จึงทำให้ข้อมูลมีความใกล้เคียงกันมาก (Homogeneity) สะท้อนจากค่า SEM และ CV ที่ต่ำ และส่งผลต่อค่า ICC ให้มีระดับสูง ดังนั้นการศึกษาในอนาคตอาจทำการศึกษาในกลุ่มอื่นๆ ให้มีความหลากหลายของลักษณะส่วนบุคคลของอาสาสมัครมากขึ้น เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของ WE ให้ชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้ปุ่มยางสำหรับกดเครื่อง WE ทำจากวัสดุที่เป็นพลาสติกที่มีความอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่นดี แต่ขณะที่ทำการกดมักหลุดได้ง่าย ดังนั้นจึงควรให้ข้อเสนอแนะไปยังผู้ผลิตเครื่องมือ

การศึกษานี้สรุปได้ว่า Digital WE algometer เป็นเครื่องมือใหม่ ที่ให้ค่าความตรงและความเที่ยงอยู่ในระดับสูง นอกจากจะมีราคาถูกกว่าแล้ว ยังใช้งานได้ง่ายและมีสวิทช์ควบคุมที่แป้น สำหรับผู้ถูกวัด ซึ่งสามารถกดได้ทันทีตามระดับความรู้สึกที่ต้องการ แตกต่างจากเครื่องวัดแรงกดชนิดดิจิตอลทั่วไป สามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ประกอบการวินิจฉัย และประเมินความก้าวหน้าในเชิงปริมาณ สำหรับติดตามผลการรักษาทางกายภาพบำบัด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนงานวิจัย รวมถึงสถานที่และเครื่องมือในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ได้สละเวลาในการเข้าร่วมงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Merskey H, Bogduk N. Classification of chronic pain. 2nd Edition. Seattle: IASP Press; 1994.
2. Prateepavanich P, Chaudakshetrin P. Myofascial pain syndrome a common problem in clinical practice. 1st. ed. Bangkok: Amarin Printing & Publishing Public Co., Ltd., 1999: 7-20.

3. Fisher AA.Pressure algometer over normal muscle, standard values,validity and reducibility of pressure threshold. Pain 1997; 30: 116-26.
4. Gulick DT, Palombaro K, Lattanzi JB. Effect of ischemic pressure using a Backnobber II device on discomfort associated with myofascial trigger points.J Bodyw Mov Ther. 2011; 15: 319-25.
5. Antonaci F, Sand T, Lucas GA. Pressure algometry in healthy subjects: inter-examiner variability. Scand J Rehabil Med 1998; 30: 3-8.
6. Kinser AM, Sands WA, Stone MH. Reliability and validity of a pressure algometer. J Strength Cond Res 2009; 23: 312-4.
7. Srimuang N, Chatchawan U, Peungsuwan P, Donpunha W Eungpinichpong W. Validity and reliability of meaning pressure pain threshold using WE pressure pain threshold meter in diabetic foot of type 2 diabetes mellitus patients. J Med Tech Phy Ther 2019 (in press).
8. Chirawatkul A. Statistics for health sciences research. 2nd ed. Bangkok: Witayaphat Ltd., 2010: 181-2
9. Eriksen K, Outcome Assessments and documentation. In: Eriksen K, Rochester RP, ed. Orthospinology procedures. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2007: 132.
10. Thongbuang S, Chatchawan U, Eungpinichpong W, Manimmanakorn N. Validity and reliability of measuring pressure pain threshold using manual algometer in subjects with trigger points on upper trapezius muscle. J Med Tech Phy Ther 2014; 26: 313-20.
11. Romero-Morales C, Jaén-Crespo G, Rodríguez-Sanz D, Sanz-Corbalán I, López-López D, Calvo-Lobo C.Comparison of pressure pain threshold in upper trapezius and temporalis muscle trigger point between tension type headaches and healthy participants. J Manipulative Physiol Ther 2017; 40: 609-14
12. Fernández-de-Las-Peñas C, Ge HY, Arendt-Nielsen L, Cuadrado ML, Pareja JA. Referred pain from trapezius muscle trigger points shares similar characteristics with chronic tension type headache. Eur J Pain 2007; 11: 475-82.
13. Chesterton LS, Sim J, Wright CC, Foster NE. Interrater Reliability of Algometry in Measuring Pressure Pain Thresholds in Healthy Humans, Using Multiple Raters. Clin J Pain 2007; 23: 760-6.

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

ความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักตัวเกิน

วีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา[1]*, พุทธิพงษ์ พลคำฮัก[1],นพรัตน์ สังฆฤทธิ์[1], ปาจรีย์ มาน้อย[1], ศิรินทิพย์ คำฟู[1] และ สินธุพร มหารัญ[1]

Received: *December 29, 2018*
Revised: *January 28, 2019*
Accepted: *March 2, 2019*

บทคัดย่อ

หลักการและวัตถุประสงค์: ภาวะน้ำหนักเกิน (overweight) ถือว่าเป็นปัญหาใหญ่ในผู้สูงอายุ และเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการล้มในผู้สูงอายุ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ เปรียบเทียบความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ timed up and go test (TUGT) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และความสามารถในการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง ระหว่างผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินและผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติ **วิธีการศึกษา:** อาสาสมัครเป็นผู้สูงอายุสุขภาพดี อายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 32 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติ จำนวน 16 คน และกลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักเกิน จำนวน 16 คน โดยทำการจับคู่ให้อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีเพศและอายุใกล้เคียงกัน (matched pairs design) ทำการทดสอบความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ TUGT ความสามารถในการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง และทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วย Push-pull Dynamometer ใช้สถิติ Independent sample t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรระหว่างทั้งสองกลุ่ม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ **ผลการศึกษา:** พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินใช้เวลาในการทดสอบความสามารถในการทรงตัว และความสามารถในการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้งมากกว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และมีค่าสัมพัทธ์ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขากับน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) **สรุป:** ผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีความบกพร่องต่อความสามารถในการทรงตัว มีความเสี่ยงต่อการล้ม และมีการลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามากกว่าผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติ

คำสำคัญ: ภาวะน้ำหนักเกิน, ผู้สูงอายุ, การทรงตัว, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา, การล้ม

[1] สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
* ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

Balance ability, leg muscle strength and risks of falling among overweight older adult

Weerasak Tapanya[1]*, Puttipong Poncumhak[1], Noppharath Sangkarit[1], Pacharee Manoy[1], Sirintip Kumfu[1] and Sinthuporn Maharan[1]

Abstract

Background and Objective: Overweight is one of the most common problems in the elderly which is also the factor associated with falling in the elderly. The purpose of this study was to compare the balance ability tested by timed up and go test (TUGT), leg muscle strength and five times sit-to-stand (FTSST) performance between elderly with overweight and normal weight. **Method:** Thirty-two healthy elderly were divided into two groups including normal weight elderly (n=16) and overweight elderly (n=16). The subject in both groups were same gender and age as matched pairs design. All participants were assessed on balance ability by TUGT, FTSST, and leg muscle strength by a Push-pull dynamometer. The Independent sample t-test was used to compare the difference of all variables between groups where the significant levels was set at $p < 0.05$. **Results:** The results showed that overweight elderly group used more duration of time to perform TUGT and FTSST, and had less leg maximum voluntary contraction (MVC) normalized to body weight than normal weight elderly group significantly ($p < 0.01$). **Conclusion:** Overweight elderly seem to have more impaired balance, higher risk of fall, as well as less leg muscle strength than normal weight elderly.

Keywords: Overweight, Elderly, Balance, Leg muscle strength, Falling

[1] Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao

* Corresponding author (e-mail: wee_pt2nu@hotmail.com)

บทนำ

ภาวะน้ำหนักเกิน (overweight) ถือว่าเป็นปัญหาใหญ่ในผู้สูงอายุ โดยพบว่าในปัจจุบันผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินหรือภาวะอ้วนมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ[1] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารมากเกินความจำเป็นของร่างกาย ประกอบกับลักษณะการใช้ชีวิตที่มักมีพฤติกรรมนิ่งเฉย (sedentary life style) หรือมีกิจกรรมทางกายน้อยลง[1] ยิ่งไปกว่านั้นผู้สูงอายุยังมีการเสื่อมถอยตามธรรมชาติของร่างกายร่วมด้วย เช่น ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (sarcopenia)[2] ซึ่งเกิดมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นปริมาณฮอร์โมนที่ลดลง[3] สัดส่วนของปริมาณสารอาหารที่ได้รับและอัตราการเผาผลาญพลังงานที่ลดลง[4] การสร้างและสลายโปรตีนรวมไปถึงปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น[5] โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จากการศึกษาปี ค.ศ. 2012 พบว่าจำนวนผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนมีจำนวนสูงถึงร้อยละ 35 ของประชากรผู้สูงอายุทั้งหมด[1] และมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 2015 พบว่าจำนวนผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักตัวเกินมีมากถึงร้อยละ 75 หรือจำนวน 3 ใน 4 ของประชากรผู้สูงอายุทั้งหมด และผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนคิดเป็นร้อยละ 41[6-8] ภาวะน้ำหนักเกินในผู้สูงอายุถือว่าเป็นปัญหาถือเป็นหาใหญ่ที่ทั่วโลกต้องเผชิญ เนื่องจากภาวะอ้วนส่งผลต่อความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาอื่นๆ ตามมาอีกมากมาย โดยเฉพาะปัญหาการล้มซึ่งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับสองในกลุ่มของการบาดเจ็บโดยไม่ตั้งใจ รองจากการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนน[9] มีหลายการศึกษาที่พบว่าสูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีความสัมพันธ์และเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการหกล้ม[10, 11] ซึ่งปัญหาการล้มในผู้สูงอายุถือว่าเป็นปัญหาใหญ่ในปัจจุบันทำให้ ส่งผลให้รัฐบาลต้องสูญเสียค่ารักษาพยาบาลจำนวนมาก นอกจากนี้ผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนยังมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคแทรกซ้อนอื่นๆ ตามมาอีกมากมาย ได้แก่ โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ โรคหลอดเลือดสมอง โรคความดันโลหิตสูง[12-14] ส่งผลต่อการลดลงของคุณภาพชีวิตตามมาได้[1, 7]

จากการศึกษาและการวิเคราะห์ทางกายวิภาคศาสตร์และชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหวของร่างกายพบว่าในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีรูปร่างและการเคลื่อนไหวที่แตกต่างจากผู้ที่มีน้ำหนักตัวปกติ เนื่องจากผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีการสะสมของไขมันบริเวณลำตัวมากกว่าทำให้จุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย (center of mass; COM) มีการเปลี่ยนตำแหน่งโดยมีการเลื่อนมาด้านหน้ามากกว่าปกติ (anterior shift) และมีโอกาสที่จะเลื่อนออกจากฐานรองรับ (base of support; BOS) ได้ง่ายขึ้น[15] ยิ่งไปกว่านั้น ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินอาจมีช่วงการเคลื่อนไหวของลำตัวที่ลดลง[16] จึงทำให้การเคลื่อนไหวลำตัวช้าลงและมีความสามารถในการควบคุมการทรงตัวลดลง[17] เสี่ยงต่อการล้มได้ง่ายขึ้นมากกว่าผู้ที่มีน้ำหนักตัวปกติ Singh และคณะ[18] พบว่าผู้ที่มีภาวะอ้วนมีการแกว่งของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (postural sway) ในขณะยืนนิ่งเป็นเวลานานๆ มากกว่าและเร็วกว่าคนที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าผู้ที่มีภาวะอ้วนมีความบกพร่องของการทรงตัวและเสี่ยงต่อการสูญเสียการทรงตัวและล้มมากกว่า

ในปัจจุบันได้มีการนำการทดสอบความสามารถทางกายมาใช้ในการทดสอบความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุ เช่น การทดสอบความสามารถในการทรงตัว (Timed up and go test; TUGT)[19- 20] การทดสอบความสามารถในการเดิน (Trail-walking test)[20-21] รวมถึงการทดสอบลุกขึ้นยืนจากท่านั่ง 5 ครั้ง (Five times sit-to-stand test; FTSST)[22] ซึ่งการเคลื่อนไหวจากท่านั่งไปท่ายืนเป็นกิจกรรมที่มีความจำเป็นอย่างมาก และเป็นกิจกรรมที่บุคคลทำซ้ำ ๆ ในแต่ละวัน จัดได้ว่าเป็นการเคลื่อนไหวพื้นฐานของการเคลื่อนย้ายตัวที่มีความสำคัญต่อการเริ่มต้นในการเคลื่อนไหวอื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน[23] ซึ่งหากบุคคลนั้นไม่สามารถลุกจากนั่งขึ้นยืนได้หรือทำได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพอาจนำไปสู่การหกล้มได้[24] โดย Load และคณะ[25] ได้รายงานว่าการทดสอบลุกขึ้นยืนจากท่านั่ง (Sit-to-stand test; STS) มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางร่างกายของผู้ทดสอบหลายปัจจัย ได้แก่ ความสามารถในการรับความรู้สึก (somatosensory) ความเร็วในการเคลื่อนไหว (speed of movement) การทรงตัว

(balance) รวมทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (leg muscle strength) จากการศึกษาของ Pataky และคณะ[26] ที่ได้เปรียบเทียบการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง ในผู้ใหญ่ที่มีดัชนีมวลกายแตกต่างกัน พบว่าผู้ที่มีน้ำหนักปกติ (ดัชนีมวลกาย 18 ถึง 25 กก./ตร.ม.) ใช้เวลาการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง น้อยกว่าผู้ที่มีภาวะอ้วน (ดัชนีมวลกายตั้งแต่ 30 กก./ตร.ม.ขึ้นไป) (8.28 ± 1.42 วินาที และ11.29 ± 3.14 วินาที ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าดัชนีมวลกายที่แตกต่างกันมีผลต่อความสามารถในการทดสอบ STS และอาจมีความเสี่ยงต่อการล้มได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาใดที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบการทดสอบ STS ที่แสดงถึงความเสี่ยงต่อการหกล้มในประชากรผู้สูงอายุที่มีความภาวะน้ำหนักเกินและน้ำหนักปกติ รวมทั้งยังไม่มีการเปรียบเทียบถึงตัวแปรอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการทดสอบ STS ได้แก่ ความสามารถในการทรงตัว (balance) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (leg muscle strength) เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นตัวแปรเหล่านี้เป็นตัวแปรร่วมที่ส่งผลทำให้เกิดความแตกต่างของความสามารถในการทดสอบ STS ในผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินและน้ำหนักปกติหรือไม่ ดังนั้นการศึกษาในครั้งผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และความสามารถในการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง ระหว่างผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินและผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติ ซึ่งสามารถประเมินความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุทั้งสองกลุ่มได้

วัสดุและวิธีการ

อาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป (อายุเฉลี่ย 65.63 ± 5.15 ปี) ในอำเภอเมือง จังหวัดพะเยา จากการประชาสัมพันธ์ข่าววิจัยผ่านผู้นำชุมชนและเครือข่ายเจ้าหน้าที่สาธารณสุขประจำหมู่บ้าน จำนวน 32 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติ (ดัชนีมวลกาย 18 ถึง 25 กก./ตร.ม.) จำนวน 16 คน และกลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักเกิน (ดัชนีมวลกาย 25-30 กก./ตร.ม.) จำนวน 16 คน โดยทำการจับคู่ให้อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีเพศและอายุใกล้เคียงกัน (matched pairs design) ขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณได้จากการศึกษาของ Pataky และคณะ[26] (effect size = 1.23) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป G*Power version 3.1.5 กำหนดค่า power เท่ากับ 90% และค่า alpha level เท่ากับ 0.05 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครแสดงดัง**ตารางที่ 1** เกณฑ์คัดเข้าคือ เป็นผู้สูงอายุสุขภาพดีหรือป่วยเป็นโรคเรื้อรังที่สามารถควบคุมอาการของโรคได้ เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และสามารถเดินได้ด้วยตนเอง ส่วนเกณฑ์คัดออกคือ มีปัญหาเกี่ยวข้องกับระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของรยางค์ส่วนล่าง เช่น โรคข้อเสื่อม อักเสบ โรคข้อรูห์มาตอยด์ กระดูกหักหรือเคลื่อนหลุด มีปัญหาเกี่ยวข้องกับระบบประสาทที่ส่งผลต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เช่น โรคหลอดเลือดสมองและไขสันหลัง โรคพาร์กินสัน และมีปัญหาเกี่ยวข้องกับการสื่อสาร การมองเห็น และการได้ยิน โดยการศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์จากมหาวิทยาลัยพะเยา (เลขที่ 2/030/58)

ก่อนการทดสอบมีการเก็บข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ตลอดจนประวัติการบาดเจ็บอื่นๆ หลังจากนั้นทำการเก็บข้อมูลโดยอาสาสมัครทั้งหมดถูกทดสอบความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ TUGT ความสามารถในการลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง (FTSST) และทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดขา (leg muscle strength test) ตามลำดับ โดยวิธีการวัดตัวแปร ดังต่อไปนี้

1) การทดสอบความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ TUGT

อาสาสมัครนั่งบนเก้าอี้ที่ไม่มีพนักพิงแขน ผู้วิจัยเริ่มการทดสอบโดยออกคำสั่ง “เริ่ม” โดยอาสาสมัครลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้และเดินเป็นระยะทาง 3 เมตร อ้อมกรวยแล้วเดินกลับมานั่งเก้าอี้ให้เร็วที่สุดและปลอดภัยโดยไม่มีการวิ่ง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 รอบ และมีเวลาพักระหว่างรอบ 5 นาที[27] ผู้วิจัยทำการจับเวลาและบันทึกตัวแปรของการทดสอบ TUGT เป็นวินาที โดยบันทึกค่าการทดสอบที่ใช้เวลาน้อยที่สุด (intra-rater reliability; $ICC_{3,1}$ = 0.96)

2) การทดสอบความสามารถในการลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง (FTSST)

อาสาสมัครนั่งกอดอกบนเก้าอี้โดยไม่พิงพนักพิงและจัดให้ข้อเข่างอ 100° องศา[28] ผู้วิจัยให้คำสั่งเพื่อเริ่ม

การเคลื่อนไหวพร้อมทั้งจับเวลาพร้อมกับพูดคำว่า “เริ่ม” โดยให้อาสาสมัครลุกขึ้นยืนและนั่งลงให้เร็วที่สุดและอย่างปลอดภัยที่สุด จำนวน 5 ครั้ง ทั้งหมด 3 รอบ และมีระยะพักในแต่ละรอบ 5 นาที โดยการลุกขึ้นยืนจากนั่งในแต่ละรอบอาสาสมัครจะต้องลุกขึ้นยืนให้ข้อสะโพกและข้อเข่าเหยียดจนสุดก่อนที่จะย่อตัวลงนั่ง และเมื่อลงนั่งต้องนั่งให้ก้นสัมผัสพื้นเก้าอี้เต็มที่พร้อมทั้งหลังตั้งตรงในแนวตั้งฉากกับพื้นก่อนจึงจะลุกขึ้นยืนในรอบถัดไป ผู้วิจัยบันทึกค่าการทดสอบที่ใช้เวลาน้อยที่สุด (intra-rater reliability; $ICC_{3,1}$ = 0.93)

3) การทดสอบแรงหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อขา (Maximus voluntary contraction; MVC)

อาสาสมัครถูกทดสอบแรงหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาในท่านั่งบน N-K table โดยจัดให้ข้อเข่าอยู่ในท่างอ 60° องศา[29] ผู้วิจัยใช้เครื่อง push-pull dynamometer (Baseline® Push-pull dynamometer, Fabrication Enterprises Incorporated, New York, USA) วางเหนือต่อตาตุ่มนอก 1 cm และออกคำสั่งให้อาสาสมัครออกแรงเหยียดเข่าต้านกับเครื่องด้วยแรงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ค้างไว้ 4 วินาที ทดสอบทั้งหมด 3 รอบ บันทึกค่าที่มากที่สุด และหาค่าสัมพัทธ์กับน้ำหนักตัว (MVC normalized to body weight)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS version 22 โดยทำการวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk test พบว่าตัวแปรมีการกระจายตัวของข้อมูลแบบปกติ ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive) อธิบายลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร และใช้สถิติ Dependent sample t-test เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มในทุกตัวแปร โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value < 0.05

ผลการศึกษา

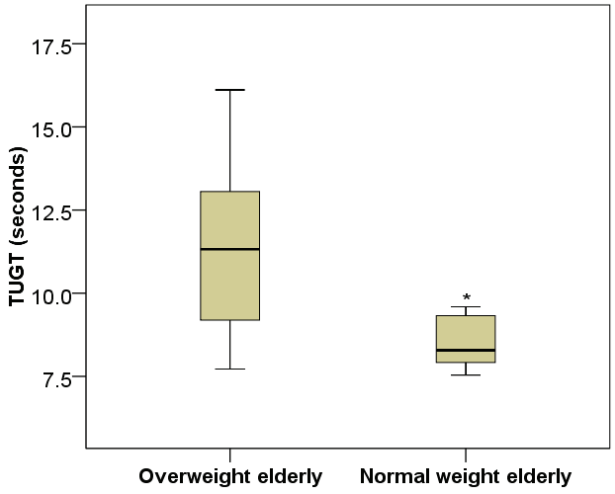
จากการเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญของทุกตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ ส่วนสูง (p > 0.05) ยกเว้น น้ำหนักตัว และดัชนีมวลกาย (p < 0.01) ดังแสดงใน**ตารางที่ 1**

ผลการทดสอบความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ TUGT พบว่า กลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีเวลาในการทดสอบมากกว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญ (p < 0.01, 95% CI 0.94 to 2.17) **(รูปที่ 1)** เช่นเดียวกับการทดสอบความสามารถในการลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง (FTSST) (p < 0.01, 95% CI 0.92 to 3.91) **(รูปที่ 2)** และมีค่าสัมพัทธ์ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขากับน้ำหนักตัว (leg MVC normalized to body weight) น้อยกว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญ (p < 0.01, 95% CI -18.64 to -7.52) **(รูปที่ 3)** ดังแสดงใน**ตารางที่ 2**

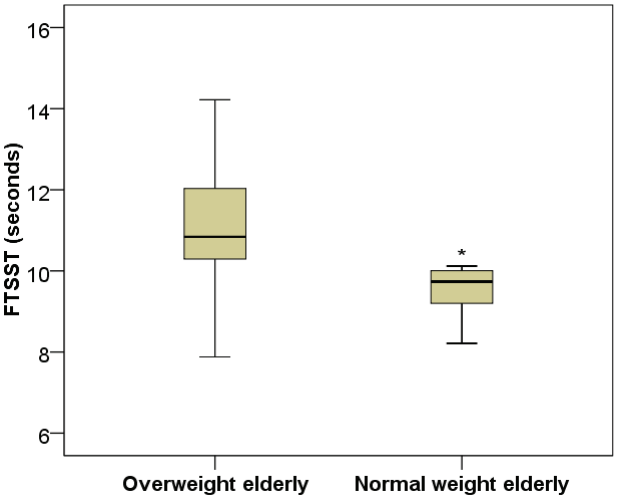
ตารางที่ 1 ข้อมูลลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) n=32

Variables	Normal weight group (n=16)	Overweight group (n=16)	Mean differences (95% CI)	p-value
Gender (male/female)	4/12	4/12	-	-
Age (years)	65.69 ± 5.26	65.56 ± 5.20	0.13 (-0.51 to 0.26)	0.497
Weight (kilograms)	51.34 ± 5.69	65.83 ± 8.36	13.89 (8.73 to 19.06)	< 0.001*
Height (centimeters)	155.81 ± 7.42	154.38 ± 7.99	1.44 (-7.39 to 4.52)	0.614
BMI (kg/m^2)	21.40 ± 1.98	27.56 ± 2.03	6.16 (4.57 to 7.75)	< 0.001*

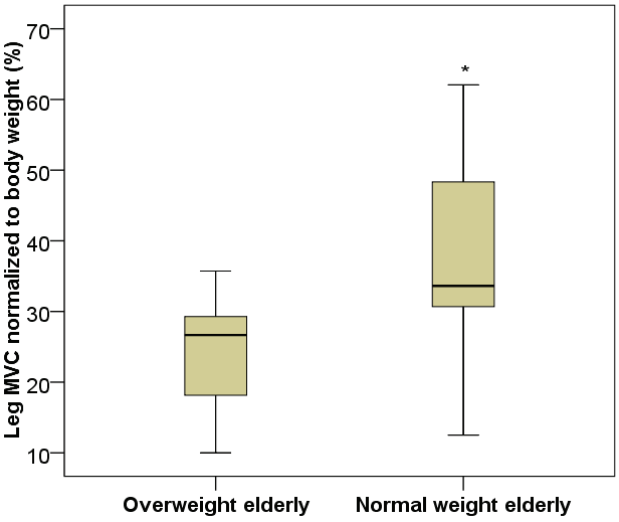
หมายเหตุ * significant difference at p < 0.01



รูปที่ 1 กราฟแสดงผลของการทดสอบ TUGT



รูปที่ 2 กราฟแสดงผลของการทดสอบ FTSST



รูปที่ 3 กราฟแสดงผลของการทดสอบ Maximus voluntary contraction

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาครั้งนี้ที่ได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการทรงตัว ความสามารถในการลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาระหว่างกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินและน้ำหนักปกติ พบว่าตัวผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินใช้เวลาในการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้งมากกว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติ โดยผู้สูงอายุที่มีภาวะปกติใช้เวลาในการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้งเป็นเวลาเพียง 9.03 ± 1.64 วินาที ในขณะที่ผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินใช้มากถึง 11.30 ± 1.75 วินาที ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงความเสี่ยงต่อการล้มโดยใช้จุดตัด (cut-off point) ของเวลาที่ใช้ในการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง เท่ากับ 10 วินาที[30] เพื่อแยกปัญหาด้านการทรงตัว เห็นได้ว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินเป็นบุคคลที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่าย สอดคล้องกับการศึกษาของ Pataky และคณะ[26] ที่ได้เปรียบเทียบการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้งในผู้ใหญ่ที่มีดัชนีมวลกายแตกต่างกัน พบว่าผู้ที่มีน้ำหนักปกติใช้เวลาการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้ง น้อยกว่าผู้ที่มีภาวะอ้วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (8.28 ± 1.42 วินาที และ 11.29 ± 3.14 วินาที ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าดัชนีมวลกายที่แตกต่างกันมีผลต่อความสามารถในการทดสอบ STS และความเสี่ยงต่อการล้มได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ สุกัญญา เอกสกุลกล้า และคณะ[31] ที่พบว่าผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักปกติใช้เวลาในการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้งน้อยกว่าผู้ใหญ่ที่มีภาวะอ้วน (9.80 ± 0.32 วินาที และ 11.00 ± 0.38 วินาที ตามลำดับ) แต่ไม่พบความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ใหญ่ที่มีภาวะน้ำเกิน (9.97 ± 0.32 วินาที) ซึ่งการศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาในวัยผู้ใหญ่ อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบในวัยผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ซึ่งกลับพบว่ามีความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้งกับผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติ แสดงให้เห็นว่าในวัยผู้สูงอายุที่มีความเสื่อมของร่างกายในด้านต่างๆ เพียงแค่มีภาวะน้ำหนักเกินก็ทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการหกล้มได้ ดังนั้นปัจจัยน้ำหนักตัวหรือดัชนีมวลกายจึงถือว่าเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ต้องตระหนักถึง และควรได้รับการควบคุม

และเฝ้าระวังไม่ให้ผู้สูงอายุมีดัชนีมวลกายเกินกว่าเกณฑ์ปกติ คือ 18 ถึง 25 กก./ตร.ม. เพื่อเป็นการป้องกันความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงจากการควบคุมปัจจัยภายในได้อีกทางหนึ่ง

การเคลื่อนไหวจากท่านั่งไปท่ายืน (STS) เป็นกิจกรรมที่มีความจำเป็น และเป็นกิจกรรมการเคลื่อนไหวพื้นฐานของการเคลื่อนย้ายตัวที่มีความสำคัญต่อการเริ่มต้นในการเคลื่อนไหวอื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน[23] หากบุคคลนั้นไม่สามารถลุกจากนั่งขึ้นยืนได้หรือทำได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพอาจนำไปสู่การหกล้มได้[24] โดย Load และคณะ[25] ได้รายงานว่าการทดสอบลุกขึ้นยืนจากท่านั่ง (Sit-to-stand test; STS) มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางร่างกายของผู้ทดสอบหลายปัจจัย ได้แก่ ความสามารถในการรับความรู้สึก (somatosensory) ความเร็วในการเคลื่อนไหว (speed of movement) การทรงตัว (balance) รวมทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (leg muscle strength) ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินใช้เวลาในการทดสอบความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ TUGT มากกว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญ หมายความว่าผู้มีภาวะน้ำหนักตัวเกินมีความบกพร่องของความสามารถในการทรงตัวมากกว่าผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Singh และคณะ[18] ที่พบว่าผู้ที่มีภาวะอ้วนมีการแกว่งของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (postural sway) ในขณะยืนนิ่งเป็นเวลานานๆ มากกว่าและเร็วกว่าคนที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีเปลี่ยนตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย (center of mass; COM) ซึ่งจากการศึกษาของ Del และคณะ[15] รายงานว่า COM ของผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินจะมีการเลื่อนตำแหน่งมาด้านหน้ามากกว่า (anterior shift) จากการสะสมของไขมันบริเวณลำตัวที่มีมากกว่าปกติ จึงส่งผลให้ตำแหน่งของ COM โอกาสที่ออกจากฐานรองรับ (base of support; BOS) ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ Gilleard และคณะ[16] ยังพบว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีการเคลื่อนไหวที่ลำบากและช้าลง ส่งผลให้ความสามารถในการควบคุมการทรงตัวลดลงตามมาด้วย[17] Hergenroeder และคณะ[32] ได้รายงานว่าดัชนีมวลกายมีอิทธิพลต่อสมรรถภาพของร่างกายด้วยการทดสอบเดิน 6 นาที (six-minute walk test) ความสามารถในการลุกขึ้นยืนจากนั่ง (STS) และความเร็วของการเดิน (gait speed) ซึ่งการทดสอบเหล่านี้นิยมนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุ เช่นเดียวกันกับการทดสอบความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ TUGT ในการศึกษาครั้งนี้ด้วย นอกจากนี้ การศึกษาในครั้งนี้ยังพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาระหว่างผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินและน้ำหนักปกติ ซึ่งถือเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่งและความเสี่ยงต่อการล้มเป็นอย่างยิ่ง โดยพบว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาน้อยกว่าผู้สูงอายุที่น้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการที่ผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาลดลงมากกว่าเกิดจาก

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่มผู้สูงอายุน้ำหนักปกติและผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (n=32)

Variables	Normal weight group (n =16)	Overweight group (n =16)	Mean differences (95% CI)	*P* - value
TUGT (seconds)	9.03 ± 1.64	11.45 ± 2.46	2.42 (0.94 to 2.17)	< 0.001*
FTSST (seconds)	9.74 ± 1.33	11.30 ± 1.75	1.56 (0.92 to 3.91)	0.004*
Leg MVC normalized to body weight (%)	37.13 ± 12.95	24.06 ± 7.41	13.07 (-18.64 to -7.52)	< 0.001*

หมายเหตุ * significant difference at p < 0.01, TUGT; Time up and go test, FTSST; Five time sit-to-stand test, MVC; Maximum voluntary contraction

เสื่อมถอยทางด้านร่างกายที่มากกว่าผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือ ผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินจะมีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (fat infiltration) มากกว่า ประกอบกับวัยผู้สูงอายุที่มีปริมาณฮอร์โมนที่ลดลง[3] รวมไปถึงมีสัดส่วนของปริมาณสารอาหารที่ได้รับและอัตราการเผาผลาญพลังงานที่ลดลง[4] ส่งผลให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (sarcopenia) ทำให้มีการลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในที่สุด โดยการลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในวัยผู้สูงอายุเกิดจากความเสื่อมถอยทางด้านร่างกาย โดยเฉพาะระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ โดยพบว่าผู้สูงอายุมีมวลกล้ามเนื้อลดลง ขนาดและจำนวนของเซลล์กล้ามเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ[33] ผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักเกินมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาน้อยกว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีผลไปในทิศทางเดียวกันกับการทดสอบความสามารถในการลุกขึ้นยืนจากนั่ง 5 ครั้งและความสามารถในการทรงตัว ดังนั้นตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาอาจยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถในการทดสอบลุกขึ้นยืนจากนั่งและความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุ เช่นเดียวกับตัวแปรความสามารถในการทรงตัว[25]

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบตัวแปรความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และความเสี่ยงต่อการล้มระหว่างผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักตัวเกินและน้ำหนักปกติ ซึ่งทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างทั้งเพศชายและหญิง อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้มีสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างทั้งเพศชายและหญิงในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน โดยมีเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ซึ่งจากการศึกษาก่อนหน้าพบว่าปัจจัยเพศเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อตัวแปรต่างๆ ดังกล่าว ซึ่งถือว่าเป็นข้อจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้ ดังนั้นการศึกษาในอนาคตอาจต้องมีการควบคุมจำนวนเพศของกลุ่มตัวอย่างให้มีความใกล้เคียงกัน เพื่อให้สามารถนำผลการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มประชากรทั้งสองเพศได้

สรุปผลการศึกษา

ผู้สูงอายุที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีความบกพร่องต่อความสามารถในการทรงตัว มีความเสี่ยงต่อการล้ม และมีการลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามากกว่าผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักปกติ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยพะเยา งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2560 ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้การสนับสนุนในการเขียนบทความในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Mokdad AH, Bowman BA, Ford ES, Vinicor F, Marks JS, Koplan JP. The continuing epidemics of obesity and diabetes in the United States. Jama. 2001; 286: 1195-200.
2. Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2008; 11: 693-700.
3. Marcell TJ. Sarcopenia: causes, consequences, and preventions. The journals of gerontology Series A, J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2003; 58: M911-6.
4. Elia M, Ritz P, Stubbs RJ. Total energy expenditure in the elderly. Eur J Clin Nutr. 2000; 54 Suppl 3: S92-103.
5. Visser M, Kritchevsky SB, Goodpaster BH, Newman AB, Nevitt M, Stamm E, et al. Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study. J Am Geriatr Soc. 2002; 50: 897-904.

6. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. Jama. 2006; 295: 1549-55.
7. Wang Y, Beydoun MA. The obesity epidemic in the United States--gender, age, socioeconomic, racial/ethnic, and geographic characteristics: a systematic review and meta-regression analysis. Epidemiol Rev. 2007; 29: 6-28.
8. Lockhart T., Frame C., Soangra R., Lach J. Fall Risk Prediction Using Wearable Wireless Sensors. Bellingham, WA, USA: SPIE Newsroom; 2014.
9. Cho KH, Bok SK, Kim Y-J, Hwang SL. Effect of Lower Limb Strength on Falls and Balance of the Elderly. Ann Rehabil Med. 2012; 36: 386-93.
10. Lang IA, Llewellyn DJ, Alexander K, Melzer D. Obesity, physical function, and mortality in older adults. J Am Geriatr Soc. 2008:1474-8.
11. National Institutes of Health. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesityin Adults-The Evidence Report. Obes Res. 1998:51-209.
12. Strazzullo P, D'Elia L, Cairella G, Garbagnati F, Cappuccio FP, Scalfi L. Excess body weight and incidence of stroke: meta-analysis of prospective studies with 2 million participants. Stroke. 2010; 41: e418-26.
13. Wang TJ, Parise H, Levy D, D'Agostino RB, Sr., Wolf PA, Vasan RS, et al. Obesity and the risk of new-onset atrial fibrillation. Jama. 2004; 292: 2471-7.
14. Wilson PW, D'Agostino RB, Sullivan L, Parise H, Kannel WB. Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: the Framingham experience. Arch Intern Med. 2002; 162: 1867-72.
15. Del Porto H, Pechak CM, Smith DR, Reed- Jones RJ. Biomechanical effects of obesity on balance. Int J Exerc Sci. 2012; 5: 301-20.
16. Gilleard W, Smith T. Effect of obesity on posture and hip joint moments during a standing task, and trunk forward flexion motion. Int J Obes (2005). 2007;31(2):267-71.
17. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. Arch Phys Med Rehabil. 2000; 81: 484-9.
18. Singh D, Park W, Levy MS, Jung ES. The effects of obesity and standing time on postural sway during prolonged quiet standing. Ergonomics. 2009; 52: 977-86.
19. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. Phys Ther. 2000; 80: 896-903.
20. Viccaro LJ, Perera S, Studenski SA. Is timed up and go better than gait speed in predicting health, function, and falls in older adults? J Am Geriatr Soc. 2011; 59: 887-92.
21. Yamada M, Ichihashi N. Predicting the probability of falls in community-dwelling elderly individuals using the trail-walking test. Environ Health Prev Med. 2010; 15: 386-91.
22. Tiedemann A, Shimada H, Sherrington C, Murray S, Lord S. The comparative ability of eight functional mobility tests for predicting falls in community-dwelling older people. Age Ageing. 2008;37(4):430-5.

23. Ploutz-Snyder LL, Manini T, Ploutz-Snyder RJ, Wolf DA. Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. The journals of gerontology Series A, Biol Sci Med Sci. 2002; 57: B144-52.
24. Cheng YY, Wei SH, Chen PY, Tsai MW, Cheng IC, Liu DH, et al. Can sit-to-stand lower limb muscle power predict fall status? Gait & posture. 2014; 40: 403-7.
25. Lord SR, Murray SM, Chapman K, Munro B, Tiedemann A. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. The journals of gerontology Series A, Biol Sci Med Sci. 2002; 57: M539-43.
26. Pataky Z, Armand S, Muller-Pinget S, Golay A, Allet L. Effects of obesity on functional capacity. Obesity (Silver Spring, Md). 2014; 22: 56-62.
27. Large J, Gan N, Basic D, Jennings N. Using the timed up and go test to stratify elderly inpatients at risk of falls. Clin Rehabil. 2006; 20: 421-8.
28. Yamada T, Demura S. Influence of the relative difference in chair seat height according to different lower thigh length on floor reaction force and lower-limb strength during sit-to-stand movement. Journal of physiological anthropology and applied human science. 2004; 23: 197-203.
29. Corrigan D, Bohannon RW. Relationship between knee extension force and stand-up performance in community-dwelling elderly women. Arch Phys Med Rehabil. 2001; 82: 1666-72.
30. Whitney SL, Wrisley DM, Marchetti GF, Gee MA, Redfern MS, Furman JM. Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: validity of data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test. Phys Ther. 2005; 85: 1034-45.
31. Eksakulkla S, Siriphorn A, Chamonchant D. Five-times-sit-to-stand test time in adults with normal weight, overweight and obesity. Thai journal of physical therapy. 2018; 40: 95-103.
32. Hergenroeder AL, Brach JS, Otto AD, Sparto PJ, Jakicic JM. The Influence of Body Mass Index on Self-report and Performance-based Measures of Physical Function in Adult Women. Cardiopulm Phys Ther J. 2011; 22(3): 11-20.
33. Nilwik R, Snijders T, Leenders M, Groen BB, van Kranenburg J, Verdijk LB, et al. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. Exp Gerontol. 2013; 48: 492-8.

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

ชนิดของ SCC*mec* ในเชื้อ methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ที่แยกได้ในปี พ.ศ. 2553 2558 และ 2559 จากผู้ป่วยโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น

เพชรชรัษฐ์ สุทธะมี[1], อริสา ไทยเดิม[1], สุจินตนา วงศ์ทอง[1], อาภาศิริ ศรีเศรษฐการ[1], ลำใย วงลคร[2], ภิรมณ์ พวงเงิน[2], ราตรี ทวิชากรตระกูล[3], อรุณวดี ชนะวงศ์[3] และ อรุณลักษณ์ ลุลิตานนท์[3*]

Received: *December 25, 2018*
Revised: *March 20, 2018*
Accepted: *April 20, 2018*

บทคัดย่อ

methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) เป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุสำคัญของโรคติดเชื้อในโรงพยาบาลที่พบได้ทั่วโลก และพบก่อโรคติดเชื้อในชุมชนมากขึ้น ปัจจุบันมีการศึกษาแยกชนิดของ Staphylococcal Chromosome Cassette *mec* (SCC*mec*) เป็น type I–XII ในประเทศไทยส่วนใหญ่พบ MRSA type III และ type IIIA ในช่วงเวลา10 ปีที่ผ่านมา มีรายงานพบ MRSA สายพันธุ์ใหม่ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งสันนิษฐานว่าเชื้ออาจมีวิวัฒนาการที่แตกต่างกันและสายพันธุ์ที่พบในแต่ละพื้นที่อาจมีการเปลี่ยนแปลง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาชนิดของ SCC*mec* ในเชื้อ MRSA ที่แยกได้จากผู้ป่วยโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2553, 2558 และ 2559 เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของสายพันธุ์ MRSA ในโรงพยาบาลแห่งนี้ ได้ตรวจหาชนิดของ SCC*mec* ด้วยวิธี multiplex PCR โดยตรวจ *mec* gene complex class ร่วมกับ *ccr* complex type ผลการศึกษาพบว่า ตัวอย่างในปี พ.ศ. 2553 มี SCC*mec* type ที่พบมากที่สุดคือ type III จำนวน ร้อยละ 57.9 (11/19) รองลงมาเป็น type II ร้อยละ 36.8 (7/19) และมีเชื้อที่ไม่สามารถระบุชนิดของ SCC*mec* จำนวน 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5.3) และผลการศึกษาเชื้อในปี พ.ศ. 2558-2559 พบว่ามี SCC*mec* type ที่พบมากที่สุดคือ type II ร้อยละ 46.5 (27/58) รองลงมาเป็น type III และ type I แต่ละชนิดพบร้อยละ 24.1 (14/58) พบ type IV และ type IX แต่ละชนิดพบร้อยละ 1.7 (1/58) และยังพบเชื้อที่ไม่สามารถระบุชนิดของ SCC*mec* ได้อีก 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 1.7) สำหรับ MRSA 1 ตัวอย่างที่มี SCC*mec* type IV ตรวจไม่พบยีน *pvl* จากการศึกษานี้พบว่า SCC*mec* type ของ MRSA ที่พบในปี พ.ศ. 2553 มีอุบัติการณ์เช่นเดียวกับการศึกษาที่เคยศึกษาในปี พ.ศ. 2550 และพบว่าในปี พ.ศ. 2558-2559 มีการเปลี่ยนแปลงจากอดีต โดยสัดส่วนของชนิดที่เคยพบน้อยกลับมีอัตราพบเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน แสดงถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสายพันธุ์เชื้อ MRSA ในโรงพยาบาล

คำสำคัญ: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, Staphylococcal Chromosome Cassette *mec*, SCC*mec* type, MRSA

[1] คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[2] หน่วยจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
* ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

SCC*mec* types of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated in 2010, 2015 and 2016 from patients of Srinagarind Hospital, Khon Kaen Province

Petcharat Sutthamee[1], Arisa Thaiderm[1], Sujintana Wongthong[1], Arpasiri Srisrattakarn[1], Lumyai Wonglakorn[2], Pirom Puang-Ngern[2], Ratree Tavichakorntrakool[3], Aroonwadee Chanawong[3] and Aroonlug Lulitanond[3*]

Abstract

Methiciliin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) has been a major cause of nosocomial infection worldwide. Recently, community-acquired MRSA infections have been reported increasingly. Nowadays, 12 types of Staphylococcal Chromosome Cassette mec (SCCmec) elements have been identified by using multiplex PCR methods. In Thailand, SCCmec type III and type IIIA were mostly reported. Ten years later, various SCCmec types of MRSA had been reported. MRSA isolates in different area may have different evolution and strains variation. The objective of this study was to determine the SCCmec types of MRSA isolates from patients in Srinagarind Hospital in 2010, 2015 and 2016 by using multiplex PCR technique. The SCCmec types were specified by combination of mec gene complex class and ccr complex type. Of the 19 MRSA isolates in 2010, 11 (57.9%) isolates were SCCmec type III, 7 (36.8%) were SCCmec type II, and 1 (5.3%) isolate was undetermined for the SCCmec type. Of the 58 MRSA isolated between 2015-2016, 27 (46.5%) isolates were SCCmec type II, 14 (24.1%) were SCCmec type III, 14 (24.1%) were SCCmec type type I, 1 (1.7%) was type IV, 1 (1.7%) was type IX and 1 (1.7%) isolate was undetermined for the SCCmec type. In addition, no pvl gene was found in the type IV MRSA isolate. This study reported MRSA isolates in 2010 has the trend of SCCmec types like the previous study in 2007 and the results of MRSA isolated between 2015 to 2016 reported the trend of changing in the SCCmec types of the MRSA isolates in this area.

Keywords: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, Staphylococcal Chromosome Cassette mec, SCCmec type, MRSA

[1] Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

[2] Clinical Microbiology Laboratory Unit, Srinagarind Hospital, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

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

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

บทนำ

Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียที่พบได้ในโพรงจมูก และผิวหนังของคนปกติ เป็นเชื้อที่สามารถก่อโรคสำคัญ ๆ หลายชนิด ได้แก่การติดเชื้อที่ผิวหนัง กระดูก เลือด และยังเป็นเชื้อฉวยโอกาสที่สามารถก่อโรคในคนที่มีภูมิคุ้มกันต่ำกว่าปกติ นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อในโรงพยาบาลที่พบกว้างขวางทั่วโลก[1] แต่ปัจจุบันพบว่า *S. aureus* เป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อในชุมชนมากขึ้น[2] โดยผู้ป่วยที่ติดเชื้อไม่มีประวัติเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมาก่อน มีรายงานพบว่า *S. aureus* ที่พบในโรงพยาบาล และจากชุมชน เป็นเชื้อที่มีสายพันธุ์แตกต่างกัน แสดงถึงที่มาของเชื้อจากแหล่งที่ต่างกัน เนื่องจาก *S. aureus* มีการดื้อยาหลายชนิดเพิ่มขึ้น ที่สำคัญคือ สายพันธุ์ methicillin- resistant *S. aureus* (MRSA) ซึ่งมักดื้อต่อยาอื่นอีกหลายชนิด

MRSA พบครั้งแรกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961 โดย Patricia Jevons[3] ปัจจุบันยังคงเป็นเชื้อสาเหตุสำคัญของโรคติดเชื้อในโรงพยาบาลหลายแห่ง และยังพบก่อโรคติดเชื้อในชุมชนมากขึ้น การดื้อต่อยา methicillin ใน MRSA เกิดจากการสร้าง penicillin-binding protein (PBP) 2a ที่มีโครงสร้างต่างจาก PBP ปกติ ซึ่งมี affinity ต่อ methicillin และยากลุ่ม β-lactam ลดลง การผลิต PBP2a ถูกกำกับโดยยีน *mecA* ที่ตั้งอยู่บนชิ้นพันธุกรรมที่เคลื่อนย้ายได้ เรียกว่า Staphylococcal Chromosome Cassette *mec* (SCC*mec*)[4] ถูกค้นพบโดย Teruyo Ito ในปี ค.ศ. 1999[5]โดย SCC*mec* มีที่ตั้งจำเพาะในโครโมโซมของ *Staphylococcus* โดยอยู่ใกล้กับตำแหน่ง origin of replication โครงสร้างของ SCC*mec* มีลักษณะแตกต่างกันหลายแบบ จึงมีการใช้รูปแบบของ SCC*mec* ในการจำแนกสายพันธุ์ของ MRSA ทำให้ทราบความชุกของ SCC*mec* แต่ละไทป์ในพื้นที่ที่ต่างกัน ในโครงสร้างของชิ้น SCC*mec* ประกอบด้วยพันธุกรรมหลัก 3 ส่วน ส่วนแรกคือ Chromosome Cassette Recombinase หรือ *ccr* gene complex ประกอบด้วยยีน *ccrAB* และ/หรือ *ccrC* ร่วมกับ open reading frames (ORFs) ที่อยู่บริเวณโดยรอบ ส่วนที่สองคือ *mec* gene complex ประกอบด้วยยีน *mec*, insertion sequences และ ORFs ที่อยู่บริเวณรอบๆ ส่วนที่สามเป็นพันธุกรรมที่เชื่อมต่อระหว่างส่วนหลักของกลุ่มยีน *mec* และกลุ่มยีน *ccr* เรียกว่า joining region (J region) โดยใน *ccr* gene complex มียีน *ccrAB* และ/หรือ *ccrC* ทำหน้าที่ผลิตโปรตีนที่เป็น site-specific recombination ทำหน้าที่เชื่อมต่อสารพันธุกรรม ทำให้สารพันธุกรรมต่าง ๆ เช่น ยีนที่เกี่ยวข้องกับการดื้อยา การดื้อโลหะหนัก แทรกเข้าและเชื่อมต่อกับ SCC*mec* ได้ และทำให้ SCC*mec* แทรกเข้าและเชื่อมต่อในโครโมโซมของ *Staphylococcus* ได้ การทำงานของ *ccrAB* และ/หรือ *ccrC* ส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมระหว่างเชื้อ *Staphylococcus* ต่างสายพันธุ์กัน เป็นประโยชน์ต่อการปรับตัวของเชื้อ ทำให้ทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมหรือสภาวะที่มีความกดดันจากยาต้านจุลชีพ[6] โดย MRSA ที่พบในโรงพยาบาล (hospital-associated MRSA, HA-MRSA) ส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ที่ดื้อต่อยาหลายชนิดต่างจาก MRSA ที่พบก่อโรคติดเชื้อในชุมชน (community-acquired MRSA, CA-MRSA) ซึ่งมักเป็นสายพันธุ์ที่ดื้อเฉพาะยา methicillin หรืออาจดื้อยาบางชนิดร่วมด้วย CA-MRSA ที่มีการรายงานส่วนใหญ่สามารถผลิตทอกซิน Panton Valentine leukocidin (PVL) เป็นทอกซินที่มีฤทธิ์ทำลายเซลล์เม็ดเลือดขาว และเซลล์อื่นๆ ของโฮสต์ เป็นสาเหตุสำคัญของโรค necrotizing pneumonia ทำให้เกิดอาการปอดอักเสบอย่างรุนแรงและเสียชีวิตได้[7] MRSA ยังพบแพร่ในสัตว์หลายชนิดรวมถึงปศุสัตว์ (livestock) ซึ่งเรียกว่า livestock-associated MRSA (LA-MRSA) โดยมีรายงานพบเชื้อ LA-MRSA ปนเปื้อนในกลุ่มสัตว์เศรษฐกิจ มีสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะในหมูมีรายงานพบเชื้อมากขึ้น ความรุนแรงของการแพร่ระบาดและการติดเชื้อ LA-MRSA มีความสัมพันธ์กับขนาดของฟาร์ม โดยพบการปนเปื้อนเชื้อในสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่นำมาประกอบอาหาร พบการแพร่ระบาดจากหลาย ๆ ประเทศ

นอกจากนี้ยังพบเชื้อ MRSA ในกลุ่มผู้ที่ทำงานหรืออาศัยอยู่ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ การติดเชื้อ LA-MRSA พบที่ผิวหนังและเนื้อเยื่ออ่อน เชื้อ LA-MRSA อาจแพร่มาสู่โรงพยาบาล โดยผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลอาจเป็นพาหะของ MRSA จากปศุสัตว์ โดยมีเชื้ออาศัยอยู่

ในโพรงจมูก ผู้ป่วยที่เกิดโรคติดเชื้อ อาจเกิดจากการปนเปื้อนระหว่างหรือหลังการผ่าตัด หรือมีการติดเชื้อในกระแสเลือด จากรายงานของโรงพยาบาล South of Brandenburg Federal State of Germany ในบริเวณพื้นที่ของ Ems-Dollart area of North Rhine Westphalia Federal State พบการติดเชื้อ LA-MRSA สูงขึ้นจากร้อยละ 14 ในปี ค.ศ. 2008 เป็นร้อยละ 23 ในปี ค.ศ. 2011[8] แสดงถึงปัญหาที่เกิดจากเชื้อ MRSA เพิ่มขึ้น จึงมีการศึกษาเปรียบเทียบสายพันธุ์ของ MRSA จากแต่ละภูมิภาคของโลก เพื่อเป็นข้อมูลทางระบาดวิทยา เพื่อทราบถึงการกระจายของเชื้อในแต่ละภูมิภาค และใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของเชื้อ ปัจจุบันมีการค้นพบและจำแนกชนิดของ SCC*mec* ได้เป็น type I-XII[9-10] ข้อมูลที่มีรายงานจากประเทศไทยในปี พ.ศ. 2548-2549 และ ปีพ.ศ. 2550 พบเป็น type III และ type IIIA[11-12] มากที่สุด โดยในปี พ.ศ. 2548-2549 พบ SCC*mec* type III ร้อยละ 60.3 type IIIA ร้อยละ 33.1[11] และรายงานในปี พ.ศ. 2550 พบ SCC*mec* type III ร้อยละ 41.6 รองลงมาคือ type IIIA ร้อยละ 40.6 type III DCS ร้อยละ 12.3 type IIIB ร้อยละ 1.9 และยังตรวจพบ type I-class C complex ร้อยละ 1.9[12] ซึ่งสอดคล้องกับรายงานล่าสุดในประเทศไทยและเวียดนามในปี พ.ศ. 2557 ที่พบ type III มากกว่าชนิดอื่น[13] นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาตัวอย่างในปี พ.ศ. 2555-2556 จากโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าพบ SCC*mec* type I มากที่สุดร้อยละ 59.7 รองลงมาเป็น type II ร้อยละ 33.1 type III ร้อยละ 3.2 type IV ร้อยละ 2.4 และไม่สามารถระบุชนิดได้ร้อยละ 1.6[14] และจากรายงานการศึกษา MRSA จากผู้ป่วยในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2550 พบ type III มากที่สุด คือร้อยละ 60.7, type IIIA ร้อยละ 30.8 type II ร้อยละ 6 type III DCS ร้อยละ 1.7 และ type I variant ร้อยละ 0.9[15] ในช่วงเวลาที่ผ่านมา มีการรายงานพบ MRSA สายพันธุ์ใหม่ๆ จากในชุมชน ซึ่งอาจแตกต่างจากสายพันธุ์ที่พบในโรงพยาบาล ประกอบกับมีการสันนิษฐานว่าเชื้อจากชุมชนอาจแพร่มาสู่โรงพยาบาลได้ อาจทำให้เชื้อมีวิวัฒนาการ และมีการเปลี่ยนแปลงของสายพันธุ์ MRSA ที่พบในโรงพยาบาล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาชนิดของ SCC*mec* ใน MRSA ที่แยกได้จากผู้ป่วยในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น ในช่วงปี พ.ศ. 2553, 2558 และ 2559 เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของสายพันธุ์ MRSA ในโรงพยาบาลแห่งนี้

วัสดุและวิธีการ

1. แบคทีเรียที่ใช้ศึกษา

S. aureus ที่ดื้อยา methicillin ที่แยกได้จากผู้ป่วยโรงพยาบาลศรีนครินทร์ เก็บแบบไม่ซ้ำราย ในช่วงปี พ.ศ. 2553, 2558 และ 2559 จำนวน 77 ตัวอย่าง แหล่งที่มาของเชื้อ MRSA แยกได้จากเสมหะ จำนวน 13 ตัวอย่าง, tracheal suction tube จำนวน 9 ตัวอย่าง, หนองจากแผล จำนวน 2 ตัวอย่าง, หนองหรือสิ่งป้ายจากแผลกดทับจำนวน 3 ตัวอย่าง, น้ำดีจำนวน 1 ตัวอย่าง, ป้ายจากบริเวณตาจำนวน 1 ตัวอย่าง, ป้ายจากบริเวณขาจำนวน 1 ตัวอย่าง, สายสวนจากกระเพาะอาหาร จำนวน 1 ตัวอย่าง, เลือด จำนวน 1 ตัวอย่าง และไม่ทราบแหล่งที่มาของเชื้อจำนวน 45 ตัวอย่าง เป็นเชื้อที่ผ่านการพิสูจน์ชนิด จากการย้อมสีแกรม และทดสอบชีวเคมี ได้แก่ catalase, coagulase, PR mannitol และตรวจการดื้อ methicicllin โดยวิธี disk cefoxitin (30 µg) ตามวิธีมาตรฐานของ CLSI[16] และยืนยันด้วยการตรวจยีน *mecA* โดยวิธี PCR[17] และเก็บเชื้อไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส ใน skimmed milk ที่เติม glycerol ร้อยละ 20-30

แบคทีเรียอ้างอิง ได้แก่ *S. aureus* สายพันธุ์ NCTC10442, N315, 85/2082, HDE288 และ JCSC 6690 เป็นเชื้อควบคุมผลบวก สำหรับ SCC*mec* types I, II, III, IV และ IX ตามลำดับ

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หมายเลขโครงการ HE552272

2. การเตรียม DNA

สกัดดีเอ็นเอของเชื้อ MRSA โดยเพาะเชื้อบน blood agar (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, UK) อบที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง ใช้ไม้จิ้มฟันปราศจากเชื้อเขี่ยโคโลนีเดี่ยวของเชื้อมาแขวนลอยใน 1xTE buffer ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ปรับให้มีความขุ่นเท่ากับ 1.0 McFarland เติม achromopeptidase (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) ปริมาตร 10 ไมโครลิตร แล้วอุ่นที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เพื่อทำลายผนังเซลล์ของเชื้อ เก็บรักษาสารละลายที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็น DNA template

3. การศึกษา SCC*mec* type ของเชื้อ MRSA โดยใช้เทคนิค multiplex PCR

ตรวจหาชนิดของ SCC*mec* ด้วยวิธี multiplex PCR ตามวิธีของ Kondo และคณะ[17] โดยตรวจหาทั้ง *mec* gene complex class และ *ccr* complex type

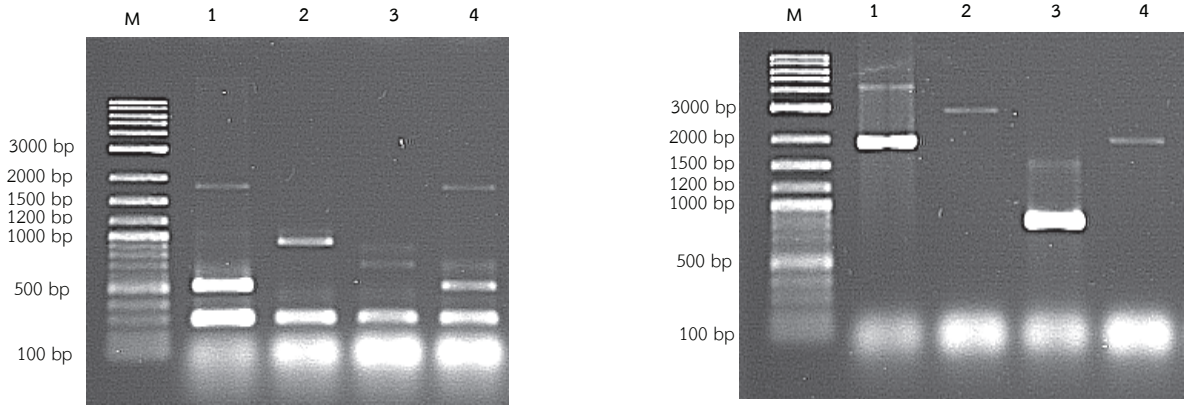
ส่วนผสมของปฏิกิริยา PCR ประกอบด้วย 200 µM dNTP (Vivantis Technologies Sdn Bhd, California, USA), 10xPCR buffer ที่มี 2 mM $MgCl_2$ (Vivantis), 0.5 µM ไพรเมอร์ (Bio Basic Inc, Markham, Ontario, Canada) *Taq* polymerase 1 U (New England Biolabs, Ipswich, MA, USA) จากนั้นเติม template DNA ปริมาตร 1 ไมโครลิตร ปรับให้ได้ปริมาตรสุทธิ 25 ไมโครลิตร ด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ หลอดควบคุมผลบวกใช้ DNA ของเชื้ออ้างอิงแต่ละ type และหลอดควบคุมผลลบ ใช้น้ำปราศจากไอออนแทน DNA ทำปฏิกิริยา PCR ในเครื่อง FlexCycler^2 (Analytik Jena AG, Germany) เริ่มต้นด้วย initial denaturation ที่ 94 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จากนั้นเข้าสู่ปฏิกิริยา PCR จำนวน 30 รอบ ประกอบด้วย denaturation ที่ 94 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที ตามด้วย annealing ที่ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 นาที extension ที่ 72 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที final elongation ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 นาที และรอที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นตรวจ PCR product ใน 1% agarose gel electrophoresis ด้วยเครื่อง electrophoresis (i-Myrun, Cosmo Bio, Japan) โดยมี 1 kb Plus DNA ladder (New England Biolabs, Ipswich, MA, USA) เป็น DNA อ้างอิงสำหรับเทียบขนาดของชิ้น DNA และย้อมเจลด้วย 0.5 µg/mlethidium bromide ดูแถบ DNA ด้วยเครื่อง UV transilluminator (Syngene, Cambridge, United Kingdom)

การระบุชนิดของ SCC*mec* ใช้ผลของ *ccr* type ร่วมกับ *mec* class[17]

ผลการศึกษา

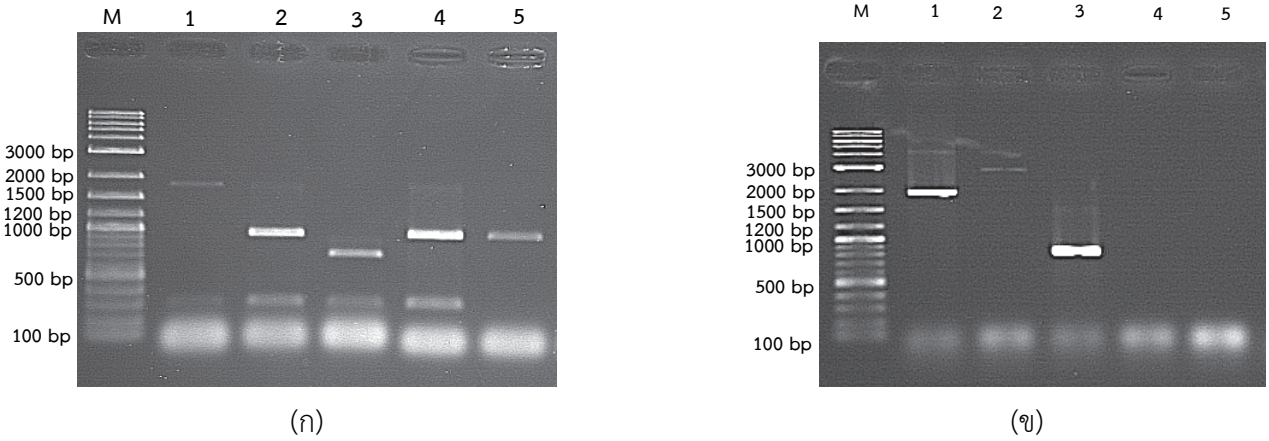
จากการทดสอบทางชีวเคมีเพื่อพิสูจน์สปีชีส์ของ *S. aureus* พบว่าเชื้อทุกตัวอย่างเป็น *S. aureus* จากนั้นทดสอบการดื้อต่อยา methicillin ของเชื้อดังกล่าว โดยการทดสอบความไวต่อ cefoxitin พบว่าเชื้อทุกตัวอย่างเป็น MRSA คือผลการทดสอบความไวด้วย disk ยา cefoxitin พบว่าดื้อต่อยา (ขนาด inhibition zone น้อยกว่าหรือเท่ากับ 21 มิลลิเมตร) และทุกตัวอย่างตรวจพบยีน *mecA*

การศึกษาตรวจหาชนิดของ SCC*mec* ใน MRSA โดยอาศัยผลร่วมกันระหว่าง *ccr* type และ *mec* class **(รูปที่ 1)**



รูปที่ 1 (ก) PCR product ของ *ccr* type; Lane M, 2-Log DNA ladder; 1, สายพันธุ์ 85/2082 ซึ่งมี *ccrA3* (1791 bp); 2, สายพันธุ์ N315 ซึ่งมี *ccrA2* (937 bp); 3, สายพันธุ์ NCTC10442 ซึ่งมี *ccrA1* (695 bp); 4, ตัวอย่างหมายเลข 83 พบว่ามี *ccrA3* (1791 bp)

(ข) PCR product ของ *mec* class; Lane M, 2-Log DNA ladder; 1, สายพันธุ์ 85/2082 ซึ่งมี *mec* class A (1963 bp); 2, สายพันธุ์ NCTC10442 ซึ่งมี *mec* class B (2827 bp); 3, สายพันธุ์ MR28 (SCC*mec* type IX) ซึ่งมี *mec* class C (807 bp); 4, ตัวอย่างหมายเลข 83 พบว่ามี *mec* class A (1963 bp)

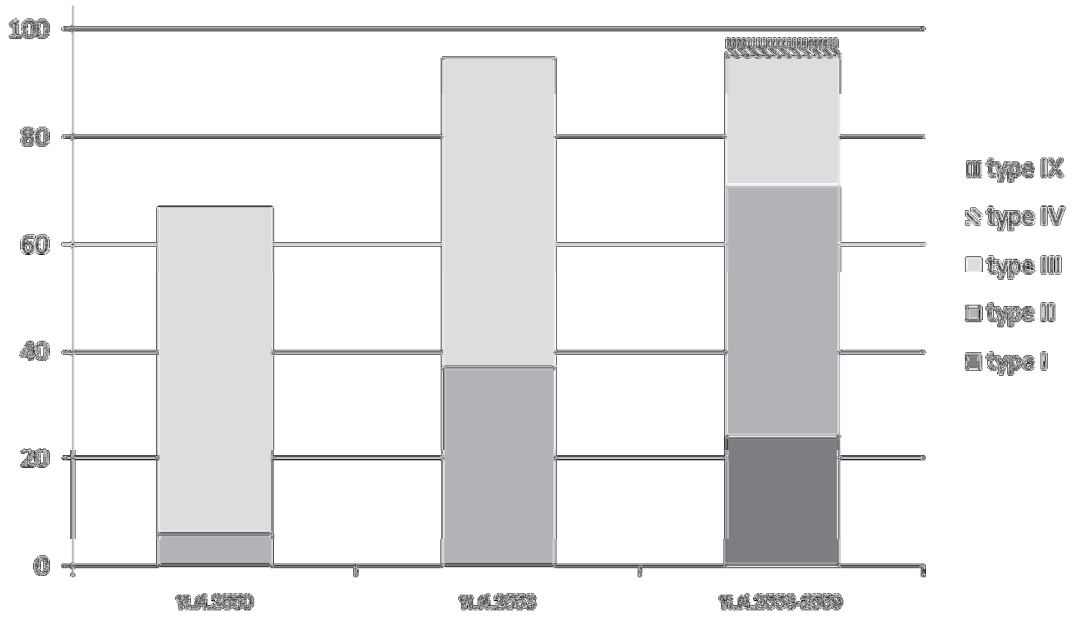


รูปที่ 2 PCR product ของตัวอย่างที่ไม่สามารถระบุ SCC*mec* type

(ก) PCR product ของ *ccr* type; Lane M, 2-Log DNA ladder; 1, สายพันธุ์ 85/2082 (*ccrA3*, 1791 bp); 2, สายพันธุ์ N315 (*ccrA2*, 937 bp); 3, สายพันธุ์ NCTC10442 (*ccrA1*, 695 bp); 4, ตัวอย่างหมายเลข MR-2 (*ccrA2*, 937bp); 5, ตัวอย่างหมายเลข 939 (*ccrA2*, 695 bp)

(ข) PCR product ของ *mec* class; Lane M, 2-Log DNA ladder; 1, สายพันธุ์ 85/2082 (*mec* class A, 1963 bp); 2, สายพันธุ์ NCTC10442 (*mec* class B, 2827 bp); 3, สายพันธุ์ MR28 (*mec* class C, 807 bp); 4, ตัวอย่างหมายเลข MR-2 ตรวจไม่พบ *mec* class; 5, ตัวอย่างหมายเลข 939 ตรวจไม่พบ *mec* class

พบว่าเมื่อจำแนกเชื้อที่ศึกษาตามปี พ.ศ. ที่แยกได้จากผู้ป่วย เป็น 2 กลุ่ม โดยจำแนกเป็นเชื้อในปี พ.ศ. 2553 และเชื้อในปี พ.ศ. 2558-2559 พบว่าตัวอย่างในปีพ.ศ. 2553 มีจำนวน 19 ตัวอย่าง เป็น SCC*mec* type III มากที่สุด ร้อยละ 57.9 (11/19) รองลงมาเป็น type II ร้อยละ 36.8 (7/19) และไม่สามารถระบุ SCC*mec* type ได้ 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5.3) ส่วนกลุ่มตัวอย่างในปี พ.ศ. 2558-2559 มีจำนวน 58 ตัวอย่าง พบ SCC*mec* type II มากที่สุด (ร้อยละ 46.6) (27/58) รองลงมาเป็น type III ร้อยละ 24.1 (14/58), type I ร้อยละ 24.1 (14/58), type IV ร้อยละ 1.7 (1/58), type IX ร้อยละ 1.7 (1/58) และไม่สามารถระบุ SCC*mec* type ได้จำนวน 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 1.7) ดังใน**แผนภูมิที่ 1**



แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบค่าร้อยละของ SCC*mec* type ของเชื้อ MRSA ที่พบจากผู้ป่วยในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่นในปี พ.ศ. 2550 และผลที่ได้จากการศึกษานี้ (ปี พ.ศ. 2553 2558 และ 2559)

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

MRSA จำนวน 77 ตัวอย่าง ที่ศึกษาในครั้งนี้เป็นเชื้อที่แยกได้จากตัวอย่างของผู้ป่วยในปี พ.ศ. 2553, 2558 และ 2559 จากโรงพยาบาลศรีนครินทร์ พบว่าตัวอย่างในปีพ.ศ. 2553 มี SCC*mec* type III มากที่สุด (ร้อยละ 57.9) รองลงมาเป็น type II (ร้อยละ 36.8) ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานจากโรงพยาบาลเดียวกันในปี พ.ศ. 2550 ที่พบ type III มากที่สุด คือร้อยละ 60.7 แต่พบ type II เพียงร้อยละ 6[15] แตกต่างจากตัวอย่างในปี พ.ศ. 2558-2559 ซึ่งเป็น SCC*mec* type II มากที่สุด รองลงมาคือ type III ซึ่ง SCC*mec* ทั้ง 2 ชนิดมีรายงานพบในประเทศไทยและเวียดนาม มากกว่า type อื่นๆ[13] type II มีอัตราพบมากขึ้น เช่นเดียวกับรายงานจากโรงพยาบาลอื่น ๆ ในประเทศไทย เช่น โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าที่พบถึงร้อยละ 33.1[14] ส่วน type I พบจำนวนน้อย ๆ เช่นเดียวกับที่เคยมีรายงานจากโรงพยาบาลแห่งนี้[15] แตกต่างจากรายงานที่โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าในปี พ.ศ. 2555-2556 ที่พบ type I มากที่สุดถึงร้อยละ 59.7[14] สำหรับ type IX ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่พบมากในฟาร์มสุกร[18] และเคยพบครั้งแรกจากผู้ป่วยในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ในปี พ.ศ. 2556[19] ในการศึกษานี้พบเพียง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 1.3) จากเชื้อในกลุ่มปี พ.ศ. 2559 โดยแยกได้จากแผลที่ขาของผู้ป่วย ซึ่งสันนิษฐานว่าเชื้อสายพันธุ์นี้ผู้ป่วยอาจได้รับมาจากชุมชน

นอกจากนี้ยังพบ type IV 1 ตัวอย่าง จากตัวอย่างเสมหะของผู้ป่วยในหอผู้ป่วยฉุกเฉิน ซึ่ง type IV เป็น type ที่ไม่เคยตรวจพบมาก่อนในโรงพยาบาลแห่งนี้ โดยทั่วไป MRSA ที่มี SCC*mec* type IV มีรายงานพบบ่อยจากชุมชน ซึ่งในประเทศไทยเคยมีรายงานการตรวจพบ type IV จากโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าในปี พ.ศ. 2555-2556 จำนวน 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 2.4)[14] และพบจากตัวอย่างในสุนัขจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในปี พ.ศ. 2557[20] โดยทั่วไป MRSA ที่มี SCC*mec* type IV มักมียีนที่ผลิตทอกซิน PVL แต่สายพันธุ์ type IV ที่พบในการศึกษานี้ตรวจไม่พบยีน *pvl* เช่นเดียวกับ type IV ที่มีรายงานในประเทศไทย[14] และจากประเทศบราซิลและเกาหลี ซึ่งตรวจไม่พบยีน *pvl*[21-22] แตกต่างจากรายงานอื่นๆ ที่มักพบยีน *pvl* ใน MRSA ที่มี SCC*mec* type IV[23]

ในการศึกษานี้ยังพบ MRSA อีก 2 ตัวอย่างที่ไม่สามารถระบุ SCC*mec* type ได้ สันนิษฐานว่าเชื้ออาจมีการกลายพันธุ์ของยีน *mec* class ตรงบริเวณที่ primer เข้าจับ ทำให้ตรวจไม่พบ PCR product จึงไม่สามารถระบุ *mec* class ได้ แต่เชื้อทั้ง 2 ตัวอย่างตรวจพบ *ccr* type เป็น *ccrA2* ดังใน**รูปที่ 2**

ในการศึกษานี้พบอัตราส่วนของ MRSA ที่มี SCC*mec* type II มากที่สุด ส่วน type III ซึ่งเคยเป็น type ที่พบมากที่สุดในรายงานเมื่อปี พ.ศ. 2545-2546[24] และปี พ.ศ. 2550[13] แต่ในการศึกษานี้กลับพบสัดส่วนน้อยลง แสดงถึงแนวโน้มที่ MRSA ในโรงพยาบาลนี้อาจมีการเปลี่ยน แปลงสายพันธุ์ โดยชนิดที่เคยพบน้อยเมื่อปี พ.ศ. 2550 มีอัตราพบเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดจากแหล่งกักเก็บเชื้อหรือสภาวะแวดล้อมของเชื้อมีการเปลี่ยนแปลง เชื้อแต่ละสายพันธุ์อาจมีความทนต่อสิ่งแวดล้อมได้แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ยังมีจำนวนจำกัด อาจไม่ครอบคลุมตัวแทนเชื้อทั้งหมด จึงควรเก็บตัวอย่างเชื้อเพิ่มเติม และศึกษาติดตามต่อไป รวมถึงการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม หรือแนวปฏิบัติต่อผู้ป่วยของบุคลากรในโรงพยาบาล ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ของเชื้อ

การศึกษาชนิดของ SCC*mec* ของเชื้อ MRSA ครั้งนี้เป็นประโยชน์ในด้านระบาดวิทยา เป็นข้อมูลสำหรับศึกษาแนวทางในการควบคุม ป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โรงพยาบาลศรีนครินทร์ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อตัวอย่างขอบพระคุณ Prof. Keiichi Hiramatsu ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อ MRSA สายพันธุ์อ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

1. Azis MN, Pung HP, Rachman AR, NordinAS, Sarchio SNE, Suhaili Z, et al. A persistent antimicrobial resistance pattern and limited methicillin-resistance-associated genotype in a short-term *Staphylococcus aureus* carriage isolated from a student population. J Infect Public Health 2017; 10: 156-64.
2. DeLeo FR, Otto M, Kreiswirth BN, Chambers HF. Community-associated meticillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Lancet 2010; 375: 1557-68.
3. Molton JS, Tambyah PA, Ang BS, Ling ML, Fisher DA. The global spread of healthcare-associated multidrug-resistant bacteria: a perspective from Asia. Clin Infect Dis 2013; 56: 1310-18.
4. Liu J, Chen D, Peters BM, Li L, Li B, Xu Z, et al. Staphylococcal chromosomal cassettes *mec* (SCC*mec*): A mobile genetic element in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Microb Pathog 2016; 101: 56-67.

5. Ito T, Katayama Y, Hiramatsu K. Cloning and nucleotide sequence determination of the entire *mec* DNA of pre-methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* N315. Antimicrob Agents Chemother 1999; 43: 1449-58.
6. *Lulitanond A. Staphylococcus. Khon Kaen: Khon Kaen University Printing House; 2018.*
7. Adler A, Temper V, Block CS, Abramson N, MosesAE. Panton-Valentine leukocidin–producing *Staphylococcus aureus*. Emerg Infect Dis 2006; 12: 1789-90.
8. Cuny C, Wieler LH, Wittle W. Livestock-associated MRSA: The impact on humans. Antibiotics (Basel) 2015; 4: 521–43.
9. International working group on the classification of staphylococcal cassette chromosome elements (IWG-SCC). Classification of staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCC*mec*) guidelines for reporting noval SCC*mec* elements. Antimicrob Agents Chemother 2009; 53: 4961-7.
10. Ito T, Kuwahara-Arai K, Katayama Y, Uehara Y, Han X, Kondo Y, et al. *Staphylococcal* cassette Chromosome *mec* (SCCmec) analysis of MRSA. Meth Mol Biol 2014; 1085: 131-48.
11. Wanachat C. Staphylococcal cassette chromosome *mec* type and antibiograms of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from patients in Maharajnakorn Chiangmai Hospital. Chiangmai University Bibliography 2008: 99-128.
12. Wilailuckana C. Determination of virulence determinants combined with SCCmec typing and variable numbers of tandem repeats typing of methicllin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Thailand. Khonkaen: Medical Technology, Associated Medical Science, Khon Kaen University; 2010.
13. Lawung R, Chuong L, Cherdtrakulkiat R, Srisarin A, Prachayasittikul V. Revelation of staphylococcal cassette chromosome *mec* types in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates from Thailand and Vietnam. J Microbiol Methods 2014; 107: 8-12.
14. Chatree Wattanakul T. Molecular typing and phenotype characterization of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* isolated from blood samples in Phramongkutklao Hospital [Master of medical technology program's thesis]. Pathumthani: Medical Technology, Allied Health Sciences, Thammasat University; 2014.
15. Norchaleun B, Wilailuckana C, Hongsrichan N, Kaewkes W, Wilachai C, Lulitanond A, et al. Recognition of major methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) clones by molecular surveillance in Srinagarind Hospital, Khon Kaen. J Med Tech Phy Ther 2010; 22: 26-36.
16. Clinical and Laboratory Standards Institute/ NCCLS. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Test: Twenty-fifth informational supplement. CLSI document M100-S25. Clinical and Laboratory Standards Institute, Pennsylvania USA, 2015.
17. Kondo Y, Ito T, Ma XX, Watanabe S, Kreiswirth BN, Etienne J, et al. Combination of multiplex PCRs for staphylococcal cassette chromosome *mec* type assignment: rapid identification system for *mec, ccr*, and major differences in junkyard regions. Antimicrob Agents Chemother 2007; 51: 264-74.

18. Sinlapasorn S, Lulitanond A, Angkititrakul S, Chanawong A, Wilailuckana C, Tavichakorntrakool R, et al. SCC*mec* IX in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci from pigs and workers at pig farms in Khon Kaen, Thailand. J Med Microbiol 2015; 64: 1087-93.
19. Lulitanond A, Ito T, Li S, Han X, Ma XX, Engchanil C, et al. ST9 MRSA strains carrying a variant of type IX SCC*mec* identified in the Thai community. BMC Infect Dis 2013; 13: 214.
20. Patchanee P, Tadee P, Ingkaninan P, Tankaew P, Hoet AE, Chupia V. Distribution and characterization of methicillin-resistance *Staphylococcus aureus* (MRSA) at the small animal hospital, Faculty of Veterinary Medicine, Chiang mai University, Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2014; 45: 413-20.
21. Mimica MJ, Berezin EN, Damaceno N, Carvalho RB. SCC*mec* type IV, PVL negative, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in cystic fibrosis patients from Brazil. Curr Microbiol 2011; 62: 388-90.
22. Hwang JW, Joo EJ, Ha JM, Lee W, Kim E, Yune S, et al. Community-acquired necrotizing pneumonia caused by ST 72-SCC-*mec* type IV-methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in Korea. Tuberc Respir Dis (Seoul) 2013; 75: 75-8.
23. Kawaguchiya M, Urushibara N, Yamamoto D, Yamashita T, Shinagawa M, Watanabe N, etal. Characterization of PVL/ACME-positive methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (genotypes ST8-MRSA-IV and ST5-MRSA-II) isolated from a university hospital in Japan. Microb Drug Resist 2013; 19: 48-56.
24. Lulitanond A, Chanawong A, Sribenjalux P, Wilailuckana C, Kaewkes W, Vorachit M, et al. Preliminary report of SCC*mec*-types and antimicrobial susceptibilities of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates from a university hospital in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2010; 41: 920-7.

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในอุตสาหกรรม

สุนิสา ชายเกลี้ยง[1,2*] และ พรนภา ศุกรเวทย์ศิริ[3]

Received: *December 30, 2018*
Revised: *March 1, 2019*
Accepted: *April 20, 2019*

บทคัดย่อ

กระบวนการผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทางอุตสาหกรรม ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานซึ่งอาศัยพนักงานที่ทำงานปฏิสัมพันธ์กับจังหวะการควบคุมเครื่องจักรหรือการคงท่าทางเดิมซ้ำๆ นานๆ ซึ่งเป็นปัจจัยคุกคามด้านการยศาสตร์อันเป็นสาเหตุสำคัญของโรคทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในอุตสาหกรรม จำนวนทั้งสิ้น 354 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง และแบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยเทคนิค Rapid Upper Limbs Assessment (RULA), Rapid Entire Body Assessment (REBA) และ BRIEF^{TM} survey จากการสังเกตท่าทางการทำงาน ผลการศึกษาพบว่า พนักงานส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 81.36 มีตำแหน่งปฏิบัติการ ร้อยละ 92.09 มีประสบการณ์การทำงานน้อยกว่า 5 ปี ร้อยละ 75.71 ทำงานล่วงเวลา 3 ชั่วโมงต่อวันหรือมากกว่า ร้อยละ 99.70 ทำงานซ้ำซากในท่าเดิมร้อยละ 83.62 ผลการประเมินเบื้องต้นด้านปัจจัยทางการยศาสตร์โดยใช้ BRIEF^{TM} survey พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเสี่ยงสูงถึงสูงมากในสองลำดับแรกคืออวัยวะกลุ่มรยางค์บน และหลัง และผลประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยเครื่องมือ REBA ในงานยืน/เดิน ควบคุมเครื่องจักร พบค่าความเสี่ยงตั้งแต่ระดับ 4 ถึงระดับ 5 (ความเสี่ยงสูงถึงสูงมาก) ต้องมีมาตรการแก้ไข ร้อยละ 44.60 ผลการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดย RULA ในพนักงานทุกคน มีค่าความเสี่ยงตั้งแต่ระดับ 3 ถึงระดับ 4 (ความเสี่ยงสูงถึงสูงมาก ต้องได้รับการแก้ไข) ร้อยละ 57.63 โดยพบสูงสุดในท่าทางการทำงานของท่านั่งและท่ายืน/เดิน ร้อยละ 68.49 และในลักษณะงานหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องจักร (ร้อยละ 71.70) รองลงมาคือการตรวจสอบชิ้นงาน (ร้อยละ 66.67) โดยผลการประเมินโดยเครื่องมือ REBA และ RULA ในงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสามารถนำผลการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดย RULA ของพนักงานทุกคนทุกงานไปใช้ในการศึกษาเชิงลึก และเสนอแนะการปรับปรุงสถานีงานตามหลักการยศาสตร์จากผลความเสี่ยงที่ได้ โดยเฉพาะในงานที่มีการหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องจักรและงานตรวจสอบที่คงท่าเดิมนานๆ ร่วมกับการอบรมพนักงานด้านท่าทางการทำงานที่ปลอดภัยเพื่อป้องกันโรคทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกได้

คำสำคัญ: การยศาสตร์, RULA, REBA, BRIEF^{TM} survey

[1] สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[2] ศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ (BNOJPH) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[3] สาขาวิชาวิทยาการระบาดและชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
* ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

Ergonomics risk assessment of electronic assembly workers in the industry

Sunisa Chaiklieng[1,2*] and Pornnapa Suggaravetsiri[3]

Abstract

The electronic manufacturing and assembly requires working process with machine control and inspection of products. Workers might expose to ergonomics factors such as awkward posture, repetitive /forceful movement caused subsequence musculoskeletal disorders. This study aimed to assess the ergonomics risk among electronic assembly workers in the industry. There were 354 workers from production process participated in this study. Data were collected by the structural questionnaire and postural risk assessment using BRIEF survey, Rapid Upper Limbs Assessment (RULA), Rapid Entire Body Assessment (REBA). The results showed that most workers were female (81.36%) and operator position (92.09%). Most of them had work experience less than 5 years (75.71%), working over-time at least 3 hours a day (99.70%), and had repetitive work (83.62%). Based on BRIEF^{TM} survey, data showed that some parts of body including upper limbs, neck and back exposed to the ergonomic factors with high risk. Ergonomics risk evaluation by REBA for the posture of standing/walking and controlling the machine showed risk level 4 to level 5 (high to very high risk) for 44.60%. Ergonomics risk assessment based on RULA identified that most outcome risk among all workers were at level 3 to level 4 (57.63%, high to very high risk) which suggest for implementation need. The significant findings were high risk level of workers with posture of sitting and standing/ walking (68.49%) and among workers at the station of feeding materials into the machine (77.70%). The outcome risk levels from REBA and RULA showed a significant correlation with linearity that point out of the suitable tool of RULA for ergonomics risk assessment in electronic assembly workers. The results of high risk level suggest for an improvement to a proper ergonomics station and, particularly, in standing/walking or feeding materials into the machine, promoting ergonomics training for safety posture in order to prevent musculoskeletal disorders among workers in the electronic assembly manufacturing.

Keywords: Ergonomics, RULA, REBA, BRIEF^{TM} survey

[1] Department of Environmental Health, Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University
[2] Research Center in Back, Neck, Other Joint Pain and Human Performance (BNOJPH), Khon Kaen University
[3] Department of Epidemiology and Biostatistics, Faculty of Public Health, Khon Kaen University
* Corresponding author (e-mail: csunis@kku.ac.th)

บทนำ

ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน (Work-related Musculoskeletal Disorders; WMSDs) พบได้ในประชากรกลุ่มวัยแรงงานทั่วไป ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียจากทั้งค่ารักษาพยาบาลของพนักงาน และการสูญเสียผลผลิตของสถานประกอบการ[1] จากการหยุดงานของพนักงานหรือด้วยผลของการป่วยเรื้อรังและทำให้ลดคุณภาพการทำงานลง จากการศึกษาทั่วโลก พบว่าคนงานส่วนใหญ่ล้วนแล้วประสบปัญหาด้วยสาเหตุจากการทำงานในท่าทางที่ไม่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ ทำให้การทำงานของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกเสียความสมดุลได้[2] ซึ่งส่งผลต่ออาการปวดบริเวณต่างๆ เช่น รยางค์บน (คอ ไหล่) หลัง หรือ รยางค์ล่าง[3] ที่เป็นสาเหตุสำคัญของความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกิดจากการทำงานเนื่องจากปัจจัยด้านการยศาสตร์ ประกอบด้วยงานที่ต้องหมุนหรือบิดของลำตัวและเอี้ยวตัว งานที่ต้องยกของหนัก ออกแรงกาย และขนย้ายวัตถุ งานที่นั่งหรือยืนคงท่าเดิมนานๆ ภาระงานหนักทางกายหรือออกแรงกาย หรือร่างกายได้รับแรงสั่นสะเทือน[4-6] ซึ่งเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมการทำงานหรือลักษณะการทำงาน

ปัจจุบันนี้มีเครื่องมือประเมินปัจจัยทางการยศาสตร์ที่ออกแบบมาเพื่อสังเกตท่าทางและการเคลื่อนไหวของร่างกายเน้นรยางค์บนเป็นหลักคือ RULA (Rapid Upper Limb Assessment) ซึ่งพัฒนาโดย McAtemney and Corlett[7] อีกเครื่องมือ คือการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์แบบ REBA (Rapid Entire Body Assessment) ซึ่งพัฒนามาจาก RULA โดย Hignett and McAtemney[8] ใช้ประเมินพนักงานกลุ่มที่มีการออกแรงซ้ำๆ ร่วมกับมีการออกแรงกายด้วยน้ำหนัก 5-10 กิโลกรัมขึ้นไป และจำเพาะกับการทำงานในลักษณะงานยืน และใช้รยางค์ล่างบ่อยครั้ง อย่างไรก็ตาม เครื่องมือจำเพาะทั้งสองนี้เหมาะกับระบบการทำงานต่อเนื่องที่คล้ายคลึงกัน และมีแบบประเมินปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์พื้นฐานเพื่อคัดกรอง ชนิดแยกประเมินภาระงานในแต่ละส่วนอวัยวะของร่างกายโดยมีการพิจารณาปัจจัยคุกคามทางกายภาพมาเพิ่มด้วย เช่น ด้านแสง เสียง อุณหภูมิ แรงกดทับ มาเพิ่มด้วย ในแต่ละงานเบื้องต้น ด้วยเทคนิค Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors (BRIEF™) Survey[9] เพื่อตัดสินว่าอวัยวะส่วนใดมีความเสี่ยงเบื้องต้น ก่อนที่จะเลือกเครื่องมือเหมาะสมประเมินสำหรับรยางค์บน (RULA) หรือพิจารณารยางค์ล่าง (REBA) ซึ่งแบบประเมินมาตรฐานส่วนใหญ่เหมาะสมกับทำงานลักษณะเดียว (Mono-task job) ไม่เหมาะสำหรับพนักงานบางสถานประกอบการ ที่มีระบบการหมุนเวียนกิจกรรมย่อย (Multi-task jobs) ซึ่งพบว่าปัจจุบันมีมากขึ้นจากระบบการทำงานในการผลิตของอุตสาหกรรมที่มนุษย์ทำงานร่วมกับการใช้เครื่องจักรมากขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสต่อเนื่องกับงานที่ก่อให้เกิดภาระงานสูง (Work load) ทางกล้ามเนื้อ และความล้าของร่างกาย ตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง การใช้แบบประเมินมาตรฐานที่มีในปัจจุบัน จึงยังต้องอาศัยทักษะของผู้ประเมินเพื่อสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานประเภทต่างๆ งานที่มีภาวะสถิต การเคลื่อนไหวน้อย ไม่ซับซ้อนหรือ งานที่มีการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ อย่างต่อเนื่องและตามหลักขั้นตอนการทำงานที่เหมาะสมกับเครื่องมือที่เลือกด้วย[10]

ปัจจุบันโรงงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ มีการกระจายและขยายตัวเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย โดยในพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการกระจายตัวของโรงงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ มากกว่า 14 โรงงาน[11] ซึ่งลักษณะการทำงานในกลุ่มอุตสาหกรรมประเภทนี้ต้องนั่งหรือยืนทำงานด้วยท่าซ้ำเดิมนานๆ ต่อเนื่องกันมากกว่า 2 ชั่วโมง มีระยะเวลาทำงานโดยเฉลี่ย 10 ชั่วโมงต่อวัน[12] และจากการรายงานความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา ของพนักงานโรงงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยพบว่ามีความชุกในการปวดสูงที่สุด 3 บริเวณแรกคือ ไหล่ คอ และหลังส่วนบน ตามลำดับ[13] ต่อมาพบว่าการมีท่าทางการทำงานซ้ำๆ ของพนักงานนั้นมีความสัมพันธ์กับการปวดไหล่[14] และการศึกษาในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ประเทศมาเลเซีย มีการรายงานความชุกสูงสุด 3 ตำแหน่งแรกของการบาดเจ็บของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา ได้แก่ หลัง ปลายขา และไหล่ ซึ่งพบว่า

ลักษณะงานในท่ายืนมีความสัมพันธ์กับการปวดขา และลักษณะงานในท่านั่งมีความสัมพันธ์กับการปวดคอและไหล่[3]

เนื่องจากมีกิจกรรมที่หลากหลายมากขึ้นทั้งการนั่งหรือยืนทำงานนานๆ เพื่อการตรวจสอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และการต้องใช้สายตาเพ่งชิ้นงานของพนักงาน และบางกิจกรรมการผลิตที่ต้องควบคุมเครื่องจักรเพื่อประกอบชิ้นงาน หรือการออกแรงกายเพื่อลำเลียงส่งวัตถุดิบป้อนเข้าเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความหลากหลายของงานมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทนี้โดยเครื่องมือประเมินทั้ง RULA และ REBA ว่ามีผลสัมพันธ์กันอย่างไรในพนักงานส่วนการผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำการศึกษาโดยเลือกให้ครอบคลุมตามลักษณะงานและลักษณะท่าทางในการทำงาน เพื่อใช้ผลเป็นแนวทางศึกษาเชิงลึกและการป้องกันโรคทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกได้ต่อไป

วัสดุและวิธีการ

1. รูปแบบการศึกษาและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytic study) เพื่อประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง โดยประชากรที่ศึกษาครั้งนี้คือ พนักงานที่เป็นลูกจ้างตามกฎหมายในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดกลางที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการ 2 แห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยประมาณค่าสัดส่วนประชากรในกรณีทราบจำนวนประชากรมีขนาดเล็ก[15] โดยใช้ค่าสัดส่วนของพนักงานที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์แบบ RULA จากการศึกษานำร่องที่ผ่านมาซึ่งผลของระดับความเสี่ยงต้องมีการตรวจสอบและแก้ไขตั้งแต่ความเสี่ยงระดับ 3 ขึ้นไป เท่ากับ 0.56[12] สุ่มตัวอย่างแบบ Simple random sampling เพื่อเป็นตัวแทนของพนักงานแต่ละแผนกการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีเกณฑ์คัดเข้า ได้แก่ เป็นพนักงานประจำในสายการผลิตของแผนกผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างน้อย 1 ปีและสมัครใจเข้าร่วมโครงการ สำหรับเกณฑ์คัดออก ได้แก่ มีประวัติการรักษาโรคทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโดยแพทย์ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา หรือมีโรคประจำตัวเรื้อรังทางด้านระบบกล้ามเนื้อและกระดูกหรือการบาดเจ็บที่ส่งผลต่อกระดูกสันหลัง ที่วินิจฉัยโดยแพทย์หรือการตั้งครรภ์ ได้จำนวนอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการมีทั้งหมดจำนวน 354 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1) แบบสัมภาษณ์

ผู้วิจัยสร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลและภาวะด้านสุขภาพ เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน ประสบการณ์การทำงาน โรคประจำตัว และความถี่ของการออกกำลังกาย เป็นต้น

ส่วนที่ 2 ข้อมูลลักษณะการทำงาน เช่น อายุการทำงาน หน้าที่ปัจจุบัน ชั่วโมงการทำงานต่อวัน จำนวนวันต่อสัปดาห์ และการทำงานในท่าเดิมนานๆ หรือออกแรงซ้ำๆ อย่างต่อเนื่อง การใช้สายตาเพ่งชิ้นงานเป็นต้น

2) แบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์

2.1 การประเมินความเสี่ยงเบื้องต้น โดย Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors (BRIEF™) Survey[8] กระบวนการศึกษาปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ทั้งหมดที่หามาได้จากสังเกตการทำงานโดยตรงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ลักษณะท่าทางการทำงาน (Work posture) ของอวัยวะส่วนต่างๆ ตั้งแต่มือหรือข้อมือ แขน ข้อศอก ไหล่ คอ หลัง และขา จังหวะงานในการยกขนย้ายวัสดุ (Materials handling) หรือจับอุปกรณ์เครื่องมือ ที่พิจารณาการออกแรง ความถี่ ระยะเวลาที่สัมผัสหรือการมีท่าทางซ้ำๆ และสิ่งคุกคามทางกายภาพ (Physical hazard) เช่น ความสั่นสะเทือน ความเย็น เสียง แสงไม่พอหรือแสงจ้า สารเคมี โดยสามารถสรุปผลคะแนนความเสี่ยงสุดท้ายออกมาเป็นระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ 4 ระดับ ซึ่งมีระดับการวัดเป็นนามสเกล (Nominal scale) โดยพิจารณาคะแนนรวมทุกด้านจาก BRIEF™ risk score ดัง**ตารางที่ 1**

เพื่อการสรุปผลกลุ่มเสี่ยงโดยรวมที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงชี้นำความเสี่ยงในส่วนอวัยวะนั้นๆ วิเคราะห์ผลรวมระดับ 3 และระดับ 4 เข้าเป็นกลุ่มเดียวเพื่อบอกความถี่

ตารางที่ 1 ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์คัดกรองเบื้องต้นของอวัยวะทั่วร่างกายโดย BRIEF™

ระดับความเสี่ยง	คะแนน	ความหมาย
ระดับ 1	0-2	ความเสี่ยงต่ำต่อความผิดปกติ
ระดับ 2	3	ความเสี่ยงปานกลางต่อความผิดปกติ ควรตรวจสอบปัจจัยการยศาสตร์
ระดับ 3	4	ความเสี่ยงสูงต่อความผิดปกติ และควรได้รับการปรับปรุงปัจจัยการยศาสตร์ให้ดีขึ้น
ระดับ 4	5+	ความเสี่ยงสูงมากต่อความผิดปกติ ต้องรีบดำเนินการปรับปรุงปัจจัยการยศาสตร์หรือแก้ไขโดยทันที

2.2 การประเมินความเสี่ยงเฉพาะ ใช้วิเคราะห์งานอย่างละเอียดเพื่อการปรับปรุง ซึ่งมีความจำเพาะกับลักษณะงานสูง คือ RULA (Rapid Upper Limb Assessment) โดย McAtemney & Corlett[7] ประเมินลักษณะท่าทางการทำงานโดยพิจารณาตำแหน่งและลักษณะการเคลื่อนไหวของส่วนต่างๆ โดยแบ่งร่างกายกลุ่มรยางค์บนประกอบด้วย ข้อมือ ต้นแขนและปลายแขน กลุ่มรยางค์ล่าง ประกอบด้วยคอและลำตัว นำคะแนนมารวมกับคะแนนการใช้กล้ามเนื้อและภาระงานตามลำดับ เครื่องมือนี้จะมีความเหมาะสมกับงานที่ต้องนั่งทำงานหรือใช้รยางค์บน ได้ผลลัพธ์ ออกมาเป็นระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ 4 ระดับ ดัง**ตารางที่ 2**

เพื่อการสรุปผลกลุ่มเสี่ยงโดยรวมที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุง นำการวิเคราะห์ผลรวมระดับ 3 และระดับ 4 เข้าเป็นกลุ่มเดียวเพื่อบอกความถี่

ตารางที่ 2 ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยเครื่องมือประเมินรวดเร็วของรยางค์บน RULA

ระดับ 1	1-2	ความเสี่ยงจากท่าทางที่ยอมรับได้
ระดับ 2	3-4	ความเสี่ยงที่ควรตรวจสอบและอาจต้องแก้ไข
ระดับ 3	5-6	ความเสี่ยงสูงที่ควรตรวจสอบและแก้ไขโดยเร็ว
ระดับ 4	7	ความเสี่ยงสูงมาก งานนั้นควรตรวจสอบและแก้ไขโดยทันที

REBA (Rapid Entire Body Assessment) โดย Hignett and McAtemney[8] ใช้ประเมินในพนักงานกลุ่มออกแรงซ้ำๆ คงท่าเดิมนานที่มีในลักษณะงานยืนเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วยหลักการดังนี้

1) วิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ
2) วิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว (Trunk)
3) ประเมินท่าทางของขาและเท้า
4) ประเมินภาระงานของกล้ามเนื้อจากแรงที่ใช้
5) การวิเคราะห์ท่าทางของแขน มือและข้อมือ
6) วิเคราะห์ลักษณะการจับวัตถุ (Coupling)

ได้ผลลัพธ์ ออกมาเป็นระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ 5 ระดับ ซึ่งมีระดับการวัดเป็นนามสเกล ดัง**ตารางที่ 3**

ตารางที่ 3 ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากแบบประเมินทั้งร่างกายเน้นรยางค์ล่างโดย REBA

ระดับเสี่ยง	คะแนน	ความหมาย
ระดับ 1	1	ความเสี่ยงยอมรับได้
ระดับ 2	2-3	ความเสี่ยงต่ำ แต่อาจต้องแก้ไข
ระดับ 3	4-7	ความเสี่ยงปานกลาง ควรตรวจสอบและควรแก้ไข
ระดับ 4	8-10	ความเสี่ยงสูง งานนั้นต้องมีมาตรการในการควบคุมและแก้ไข
ระดับ 5	11+	ความเสี่ยงสูงมาก งานนั้นต้องรีบดำเนินการแก้ไขโดยทันที

2. การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม STATA version 10.1 Texus USA 2007 ใช้สถิติเชิงพรรณนา ด้วยความถี่และร้อยละ อธิบายคุณลักษณะส่วนบุคคล ลักษณะงาน/สภาพแวดล้อมในการทำงาน ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของพนักงาน การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของผลการประเมินทางการยศาสตร์จากวิธีนั้น RULA และ REBA ใช้การวิเคราะห์ สหสัมพันธ์ (Correlation analysis) ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์ของผลการประเมินด้วยวิธี RULA และการประเมินด้วยวิธี REBA ที่ระดับนัยสำคัญของความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย Chi-square test ของลักษณะท่าทางและลักษณะงาน กับระดับความเสี่ยง

งานวิจัยนี้ได้รับการเห็นชอบให้ดำเนินการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่โครงการ HE 582213

ผลการศึกษา

1. ลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน

จำนวนพนักงานสมัครใจเข้าร่วม 354 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 288 คน หรือ ร้อยละ 81.36 มีอายุเฉลี่ย คือ 27.52 ปี (SD = 5.54) ต่ำสุด 19 ปี สูงสุด 42 ปี ส่วนใหญ่อยู่ช่วงอายุ 20-29 ปี มากที่สุด คือร้อยละ 63.84 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่ระดับมัธยมศึกษาหรือประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ร้อยละ 77.16 รองลงมาคือ ปวส./อนุปริญญา ร้อยละ 19.21 และปริญญาตรี ร้อยละ 3.67 ตำแหน่งงานคือ Operator หรือระดับปฏิบัติการ ร้อยละ 92.09 ประสบการณ์การทำงานค่าเฉลี่ย 4 ปี (SD = 3.56) ต่ำสุดคือ = 1 ปี และสูงสุด 22 ปี ส่วนใหญ่มีประสบการณ์ น้อยกว่า 5 ปี ร้อยละ 75.71 ด้านการออกกำลังกายพบว่าพนักงานไม่ได้ออกกำลังกาย ร้อยละ 88.42 ดังแสดงใน**ตารางที่ 4**

2. ลักษณะงานและสภาพแวดล้อมการทำงาน

ด้านลักษณะงานพบว่าหน้าที่หลักของพนักงานในการศึกษานี้คือ ตรวจสอบงานผ่านกล้องจุลทรรศน์ มีจำนวนมากที่สุดคือร้อยละ 44.63 รองลงมาคือ ควบคุมเครื่องจักร ร้อยละ 27.69 และงานเจาะตัดชิ้นงาน ระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานพบว่าส่วนใหญ่คือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี ร้อยละ 68.64 โดยพนักงานร้อยละ 93.79 ปฏิบัติงานล่วงเวลา คือ 3 ชั่วโมงหรือมากกว่า ลักษณะการทำงานของพนักงานพบว่าเป็นการทำงานในท่าเดิมซ้ำๆ นานๆ ร้อยละ 83.62 โดยนั่งติดต่อกันนานกว่า 2 ชั่วโมง ร้อยละ 49.44 ยืนทำงานติดต่อกันมากกว่า 2 ชั่วโมง (34.18) ทำงานโดยเฉลี่ย 6 วันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 90.11 พนักงานใช้สายตาเพ่งในการปฏิบัติงาน ร้อยละ 52.54 เช่น การตรวจสอบใต้โคมไฟ การส่องกล้องจุลทรรศน์ มีสัดส่วนใกล้เคียงกันกับงานที่ไม่ต้องใช้สายตาเพ่งชิ้นงาน เช่น งานประกอบชิ้นงาน งานควบคุมเครื่องจักร ดัง**ตารางที่ 5**

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของพนักงานจำแนกตามลักษณะส่วนบุคคล (n = 354)

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
อายุ		
< 20	8	2.26
20-29	226	63.84
30-39	110	31.07
> 40	10	2.82
ตำแหน่งงาน		
Supervisor	6	1.69
Leader	19	5.37
Operator	326	92.09
QA	3	0.85
ประสบการณ์การทำงาน(ปี)		
≤ 5	268	75.71
6 -10	58	16.38
11 - 15	27	7.63
> 15	1	0.28
การออกกำลังกาย		
ทำ	41	11.58
ไม่ทำ	313	88.42

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของพนักงานจำแนกตามลักษณะงาน (n = 354)

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
หน้าที่หลัก		
ตรวจคุณภาพผ่านกล้องจุลทรรศน์	158	44.63
ตรวจคุณภาพใต้โคมไฟ	27	7.63
ตรวจชิ้นงานผ่านจอหรือแว่นขยาย	27	7.63
ควบคุมเครื่องจักร	98	27.69
เปลี่ยนวัตถุดิบ	47	13.28
เจาะ ตัดชิ้นงาน	17	4.80
อื่นๆ เช่น ติดกาว	7	1.97
ระยะเวลาปฏิบัติงานในหน้าที่หลัก		
≤ 3 ปี	243	68.64
> 3 ปี	111	31.36
ค่าเฉลี่ย (SD) = 3.43 (3.06); Min, Max = 1, 15		
จำนวนวันที่ทำงาน		
5 วัน	14	3.95
6 วัน	319	90.11
7 วัน	21	5.93
ค่าเฉลี่ย (SD) = 6.01 (0.31); Min, Max = 1, 7		
ระยะเวลาปฏิบัติงานล่วงเวลา		
< 3 ชม.	1	0.30
≥ 3 ชม.	331	99.70
ค่าเฉลี่ย (SD) = 8.20 (0.93); Min, Max = 2, 4		

3. ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

เนื่องจากลักษณะงานมีหลายขั้นตอนการทำงานที่แตกต่างกัน จึงทำการประเมินเบื้องต้นโดยใช้เครื่องมือ BRIEF™ survey ประเมินความเสี่ยงออกมาเป็นความเสี่ยง 4 ระดับ ตามอวัยวะส่วนต่างๆ ที่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรใช้เทคนิค REBA หรือ RULA ในการประเมินความเสี่ยงแต่ละงานต่อไป ผลการศึกษาพบว่าค่าความเสี่ยงในระดับสูง (ระดับ 4) ถึงสูงมาก (ระดับ 4) พบสูงที่ คอ หลัง รยางค์บน ตามลำดับ และช่วงขา หรือรยางค์ล่างความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และมีพนักงานเพียงส่วนน้อยที่พบความเสี่ยงสูงถึงสูงมาก ดัง**ตารางที่ 6** โดยในกลุ่มที่พบว่ามีความเสี่ยงสูงถึงสูงมากบริเวณขาและหลัง ได้พิจารณาทำการประเมินความเสี่ยงต่อไปโดยใช้ REBA เพิ่มเติมในงานนั้นๆ ซึ่งเป็นท่าทางการยืน/เดิน ในพนักงานควบคุมเครื่องจักร และพบความเสี่ยงในระดับที่ต้องดำเนินการแก้ไขตั้งแต่ปานกลาง ร้อยละ 51.8 ความเสี่ยงสูงร้อยละ 35.7 และความเสี่ยงสูงมากร้อยละ 8.9 ดัง**ตารางที่ 7**

การศึกษานี้ได้ดำเนินการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยใช้เทคนิค RULA ในพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ทุกรายจำนวน 354 ราย เพื่อใช้เป็นค่าความเสี่ยงพื้นฐานที่เหมือนกันในพนักงานทุกคน และพบว่าสัดส่วนสูงสุดมีระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในระดับที่ 3 ซึ่งงานดังกล่าวเริ่มมีปัญหา ควรตรวจสอบเพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุง ร้อยละ 47.46 รองลงมาคือระดับที่ 2 ซึ่งงานดังกล่าวต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมและอาจจำเป็นต้องมีการแก้ไข ร้อยละ 42.37 และระดับที่ 4 งานดังกล่าวมีปัญหาทางการยศาสตร์สูงมากและควรรีบปรับปรุงทันที พบร้อยละ 10.17 ดังแสดงใน**ตารางที่ 8**

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างท่าทางทำงานที่ต่างกัน คือ ท่านั่ง ท่ายืน/เดิน และท่านั่งและยืน/เดิน โดยการพิจารณาสัดส่วนของระดับที่ต้องดำเนินการแก้ไขพบว่าที่ระดับความเสี่ยงสูง (ระดับ 3) ถึงสูงมาก (ระดับ 4) พบในสัดส่วนสูงสุด ท่านั่งและยืน/เดิน (ร้อยละ 68.49) และแตกต่างจากท่าอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ดัง**ตารางที่ 9** และเมื่อพิจารณาตามลักษณะงานพบว่างานที่มีการหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องจักรมีความเสี่ยงสูงถึงสูงมาก (ระดับ 3-4) ในสัดส่วนที่สูงสุด (ร้อยละ 71.70) และแตกต่างกันจากลักษณะงานอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ดัง**ตารางที่ 10**

การวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์เชิงเส้น (Correlation analysis) จากผลความเสี่ยง 2 วิธี ในการประเมินท่าทางการทำงาน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Spearman' Rho พบว่าการประเมินในงานที่มีการยืนทำงานซึ่งมีการประเมินด้วยวิธี RULA ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ทางบวกกับผลการประเมินด้วยวิธี REBA ค่าสหสัมพันธ์คือ 0.538

ตารางที่ 6 สรุปผลความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยใช้ BRIEF™ Survey

อวัยวะ	ระดับความเสี่ยงของ BRIEF™ Survey				
(n=167)	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 3-4
มือ/ข้อมือ	46 (27.5)	81 (48.5)	28 (16.8)	12 (7.2)	40 (24.0)[3]
แขน	81 (48.5)	43 (25.8)	30 (18.0)	13 (7.8)[3]	43 (25.8) [2]
ไหล่	79 (47.3)	43 (25.8)	31 (18.6)	14 (8.4)[2]	45 (27.0) [1]
คอ	77 (46.1)	51 (30.5)	24 (14.4)	15 (9.0)[1]	39 (23.4)
หลัง	86 (51.5)	41 (24.5)	29 (17.4)	11 (6.6)	40 (24.0) [3]
ขา	107 (64.1)	46 (27.5)	10 (6.0)	4 (2.4)	14 (8.4)

หมายเหตุ: [1] คือ สูงสุดลำดับที่ 1, [2] คือ สูงสุดลำดับที่ 2, [3] คือ สูงสุดลำดับที่ 3 ในแต่ละประเด็นพิจารณา

ตารางที่ 7 สรุปผลความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดย REBA ในงานยืน/เดิน ควบคุมเครื่องจักร (n=56)

ความเสี่ยง	**ความหมาย**	**จำนวน (ร้อยละ)**
ระดับ 1	ความเสี่ยงยอมรับได้	0 (0.0)
ระดับ 2	ความเสี่ยงต่ำ แต่อาจต้องแก้ไข	2 (3.6)
ระดับ 3	ความเสี่ยงปานกลาง ควรตรวจสอบและควรแก้ไข	29 (51.8)
ระดับ 4	ความเสี่ยงสูง งานนั้นต้องมีมาตรการในการควบคุมและแก้ไข	20 (35.7)
ระดับ 5	ความเสี่ยงสูงมาก งานนั้นต้องรีบดำเนินการแก้ไขโดยทันที	5 (8.9)

ตารางที่ 8 จำนวนและร้อยละของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จำแนกตามระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ประเมินโดยใช้ RULA (n=354)

ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์	**จำนวน**	**ร้อยละ**
ระดับ 1-ยอมรับได้	0	0.00
ระดับ 2-ควรตรวจสอบและอาจต้องแก้ไข	150	42.37
ระดับ 3-เสี่ยงสูง ควรตรวจสอบและแก้ไขโดยเร็ว	168	47.46
ระดับ 4-เสี่ยงสูงมาก ควรตรวจสอบและแก้ไขโดยทันที	36	10.17

ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จำแนกตามระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์และลักษณะท่าทางการทำงาน ประเมินโดยใช้ RULA (n=354)

ลักษณะท่าทาง	ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์				
	1	2	3	4	3-4
ท่านั่ง	0 (0.00)	75 (42.86)	91 (52.0)[1]	9 (5.14)[3]	100 (57.14)[2]
ท่ายืน/เดิน	0 (0.00)	58 (46.40)	58 (46.40)[2]	9 (7.20)[2]	67 (53.60)[3]
ทั้งนั่งและยืน/เดิน	0 (0.00)	17 (31.48)	19 (35.19)[3]	18 (33.30)[1]	37 (68.49)[1]
รวม	0 (0.00)	150 (42.37)	168 (47.46)	36 (10.17)	204 (57.63)

หมายเหตุ: [1] คือ สูงสุดลำดับที่ 1, [2] คือ สูงสุดลำดับที่ 2, [3] คือ สูงสุดลำดับที่ 3 ในแต่ละประเด็นพิจารณา

ค่าความเสี่ยงมีความแตกต่างกันตามท่าทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.001$ โดย Chi-square test

ตารางที่ 10 จำนวนและร้อยละของพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จำแนกตามระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ (RULA) และลักษณะงาน (n=354)

ลักษณะงาน	ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์				
	1	2	3	4	3-4
การหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องจักร	0 (0.00)	15 (28.30)	21 (39.62)	17 (32.08)	38 (71.70)[1]
การประกอบชิ้นงาน	0 (0.00)	56 (49.12)	48 (42.11)[3]	10 (8.77)	58 (50.88)
การตรวจสอบชิ้นงาน	0 (0.00)	24 (33.33)	42 (58.33)[1]	6 (8.33)	48 (66.66)[2]
การตรวจสอบชิ้นงานใต้กล้องจุลทรรศน์	0 (0.00)	55 (47.83)	57 (49.57)[2]	3 (2.61)	60 (52.18)[3]

หมายเหตุ: [1] คือ สูงสุดลำดับที่ 1, [2] คือ สูงสุดลำดับที่ 2, [3] คือ สูงสุดลำดับที่ 3 ในแต่ละประเด็นพิจารณา

ค่าความเสี่ยงมีความแตกต่างกันตามลักษณะงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.001$ โดย Chi-square test

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าพนักงานส่วนใหญ่เป็นระดับปฏิบัติการ รับผิดชอบงานตรวจคุณภาพเป็นหน้าที่หลัก โดยลักษณะการตรวจคุณภาพที่พบสูงสุด คือ การตรวจผ่านกล้องจุลทรรศน์ และตรวจใต้โคมที่ส่งผลให้พนักงานมีการใช้สายตาเพ่งในการปฏิบัติงานและนั่งคงท่าเดิมนานๆ และรองลงมาคือกลุ่มงานควบคุมเครื่องจักรที่ต้องมีการยืนนานๆ หรือเดินได้เป็นครั้งคราว ลักษณะท่าทางการทำงานซ้ำๆ นานๆ นี้พบสัดส่วนที่สูง ซึ่งมีรายงานการศึกษาที่ผ่านมายืนยันว่าการที่ทำงานท่าเดิมซ้ำๆ นี้ส่งผลต่อการการปวดไหล่ของพนักงานอิเล็กทรอนิกส์[14] โดยเฉพาะงานตรวจสอบซึ่งใช้สายตา ความล้าทำให้ปวดคอและไหล่ ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าถ้าแสงที่ใช้ในการทำงานไม่ได้มาตรฐาน ส่งผลต่อการใช้สายตาของพนักงาน และท่าทางมีความสัมพันธ์กับการปวด คอ ไหล่ หลังของพนักงาน[16] และการยืนนานๆ เป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับการปวดขาในพนักงาน[3]

เมื่อมีการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์การทำงานของพนักงานอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเครื่องมือประเมินความเสี่ยงเบื้องต้น โดยใช้ BRIEF™ survey พิจารณาตำแหน่งของร่างกายพนักงาน พบความเสี่ยงในระดับตั้งแต่สูงถึงสูงมาก สูงที่สุดที่บริเวณรยางค์บนคือไหล่ แขน มือ/ข้อมือ และรองลงมาเป็นหลังตามลำดับ และการศึกษานี้ยังพบความเสี่ยงที่ขาในระดับเสี่ยงที่

ยอมรับได้สูงที่สุด แต่มีพนักงานบางส่วนที่พบความเสี่ยงระดับสูงและสูงมาก ดังนั้นได้พิจารณาทำการประเมินความเสี่ยงต่อไปโดยใช้เทคนิคที่เหมาะสมคือ REBA เพิ่มเติมในงานควบคุมเครื่องจักร ซึ่งเป็นงานยืนนานๆ/เดิน มีการใช้รยางค์ล่างบางครั้ง[5] และพบว่าส่วนใหญ่ความเสี่ยงอยู่ที่ระดับ 3 ถึงระดับ 5 คือความเสี่ยงระดับปานกลางขึ้นถึงสูงมาก ที่ควรพิจารณาศึกษาเพื่อดำเนินการปรับปรุงตั้งแต่ระดับควรแก้ไข ถึงขั้นต้องเร่งด่วนดำเนินการ

ผลการศึกษานี้ใช้ RULA ในการประเมินความเสี่ยงในพนักงานที่มีความเสี่ยงสูงบริเวณ คอ ไหล่ หลังและรยางค์บน แต่เพื่อให้เป็นค่าความเสี่ยงพื้นฐานในพนักงานทุกคน จึงใช้ RULA ประเมินความเสี่ยงในพนักงานทุกแผนกและลักษณะงาน และพบว่าพนักงานมีความเสี่ยงสูงและสูงมากเป็นส่วนใหญ่ โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความเสี่ยงของ RULA ที่อยู่ในระดับสูงมากมีความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บซ้ำซากของพนักงาน[17]

เมื่อจำแนกความเสี่ยงตามท่าทางการทำงาน พบว่าพนักงานกลุ่มมีท่านั่งและยืน/เดิน มีความเสี่ยงในระดับ 3 หรือเสี่ยงสูงขึ้นไปมากที่สุด รองลงมา คือพบในท่านั่งนานๆ โดยท่าทางมีผลต่อความแตกต่างของความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาความเสี่ยงที่จำแนกตามลักษณะงาน พบว่าพนักงานที่หยิบชิ้นงานเข้าเครื่องจักร ควบคุมเครื่องจักร มีความเสี่ยงสูงสุด ซึ่งสาเหตุที่พนักงานที่หยิบชิ้นงานเข้าเครื่องจักรมีความเสี่ยงสูงที่สุด ทั้งที่พนักงานกลุ่มนี้มีการเปลี่ยนอิริยาบถในการทำงานทั้งในท่านั่ง ท่ายืน และเดิน สลับกันไป เนื่องมาจากมีการออกแรงหยิบชิ้นงานคือยกวงล้อที่บรรจุวัตถุดิบมีน้ำหนัก 30-50 กิโลกรัม เข้าเครื่องจักร โดยที่ผ่านมาพบรายงานว่าการยกของหนักซ้ำๆ มีความเสี่ยงสูงจากท่าทางและการออกแรงที่เป็นปัจจัยหลักของการปวดหลังได้[18-19]

แม้ว่าความเหมาะสมของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดย RULA เหมาะสำหรับงานหรือเน้นการใช้รยางค์บนในการทำงานงานนั่ง หรือใช้ประเมินท่าทางของแขน ข้อมือ ไหล่ คอ และลำตัวเป็นแต่การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า RULA สามารถประเมินความเสี่ยงในลักษณะงานในท่าทางอื่นๆ ได้แก่ ท่ายืนและเดิน สลับกันได้กรณีที่ไม่มีการออกแรง ซึ่งจากการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยทั้ง 2 เทคนิคที่ประเมินคือ REBA และ RULA พบความสัมพันธ์ของผลการประเมินทางการยศาสตร์จาก 2 วิธีว่ามีความสัมพันธ์กันเชิงบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้เทคนิค RULA เหมาะสมกับลักษณะงาน การผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในอุตสาหกรรมนี้ได้ ซึ่งมีท่าทางการทำงานที่ส่งผลให้มีการใช้รยางค์บนซ้ำ และมีการใช้รยางค์ล่างเป็นครั้งคราว

จากผลการประเมินที่พบว่ามีความสอดคล้องกันจากทั้งสองเครื่องมือ RULA จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาประเมินลักษณะท่าทางการทำงานเพื่อให้ทราบปัญหาทางการยศาสตร์ในการทำงานได้ ซึ่งการประเมินด้วย RULA เป็นการประเมินที่เน้นท่าทางการทำงานซ้ำๆ ในส่วนของรยางค์บน เช่น แขนและมือ รวมถึงไหล่ ซึ่งเป็นจุดต่อของแขนที่มีการเคลื่อนไหว การกระทำซ้ำๆ และมีการออกแรงซ้ำได้แต่ไม่เกิน 10 กิโลกรัม[7] ทำให้ครอบคลุมปัจจัยทางการยศาสตร์ทั่วไปในอุตสาหกรรมผลิตและประกอบชิ้นงานอิเล็กทรอนิกส์ ผลิตชิ้นงานขนาดเล็ก มีการทำงานในท่าเดิมนานๆ เพื่อการประกอบและตรวจสอบชิ้นงาน อย่างไรก็ตาม การประเมินด้วยวิธี REBA ยังจำเพาะสำหรับงานประคอง เคลื่อนย้ายวัสดุอุปกรณ์ที่มีน้ำหนัก เนื่องจากวิธีการของ REBA ประเมินส่วนต่างๆ ของร่างกายสำหรับงานที่มีลักษณะเปลี่ยนท่าทางอย่างรวดเร็วหรืองานที่ไม่อยู่กับที่ งานที่ไม่นั่งหรือยืนปฏิบัติงานในท่าทางเดิมๆ ซ้ำๆ ตลอดเวลาเท่านั้น[8] ดังเช่น การควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานต่อเนื่อง เป็นต้น

อย่างไรก็ตามกรณีที่จำเป็นต้องประเมินความเสี่ยงในงานอื่นๆ ที่เพิ่มเข้ามาในกระบวนการผลิตและมีกิจกรรมซับซ้อนมากขึ้นเสนอแนะให้ใช้หลักการของ BRIEF™ survey[8] มาประเมินคัดกรองประกอบเพื่อการตัดสินใจเลือกเครื่องมือ ประเมิน RULA หรือ REBA ที่จำเพาะได้ต่อไป และกรณีที่มีงานสำนักงาน กิจกรรมการใช้หน้าจอคอมพิวเตอร์ทำงานต่อเนื่องในกระบวนการผลิต ต้องเลือกเครื่องมือประเมินความเสี่ยงที่เหมาะสมกับงานสำนักงานดังที่ใช้ในการศึกษาของ Krusan and Chaiklieng[20] ในพนักงานสำนักงานที่มีการใช้คอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ต้องอาศัย

ทักษะในการเลือกเครื่องมือและการใช้เครื่องมือประเมิน จึงจะได้ค่าความเสี่ยงที่มีประโยชน์ต่อการวางแผนปรับปรุงทางการยศาสตร์ได้ตรงประเด็นปัญหามากที่สุด

ข้อเสนอแนะที่ได้จากศึกษาครั้งนี้ในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยใช้เครื่องมือจำเพาะ RULA และ REBA ได้ผลระดับความเสี่ยงอยู่ที่ระดับสูงหรือสูงมากที่สอดคล้องกันซึ่งเป็นความเสี่ยงระดับที่ท่าทางการทำงานอาจส่งผลกระทบต่อการสัมผัสปัจจัยทางการยศาสตร์ที่มีผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูกได้ เมื่อมีการทำงานด้วยท่าทางดังกล่าวในระยะเวลานาน โดยพบว่าสามารถใช้เครื่องมือ RULA สำหรับประเมินความเสี่ยงในพนักงานแผนกงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์นี้ได้ เนื่องจากเป็นลักษณะงานส่วนใหญ่ไม่ได้ออกแรงเกิน 10 กิโลกรัม แต่กรณีงานที่มีการยกออกแรงและเคลื่อนย้ายวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ สามารถนำเครื่องมือ REBA เพิ่มเข้ามาประเมินเฉพาะงานได้ ซึ่งเป็นลักษณะการตัดสินโดยผู้ประเมินหรือ Objective assessment และเพื่อให้ผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์เกิดประโยชน์สูงสุด โดยทราบแนวโน้มการรับสัมผัสปัจจัยคุกคามทางการยศาสตร์ ให้คำนึงถึงการรับรู้ของพนักงานด้วยหรือใช้การประเมินด้วยตนเองทางการยศาสตร์ (Subjective assessment) มาเป็นองค์ประกอบสำคัญในการประเมินความเสี่ยงต่อความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ดังที่ได้ใช้มาแล้วก่อนหน้านี้เพื่อเป็นองค์ประกอบสำคัญของเมตริกการประเมินความเสี่ยงต่อการปวดไหล่ของพนักงานอิเล็กทรอนิกส์ที่คำนึงถึงผลการประเมินทั้งจากผู้ประเมินและพนักงานประเมินการรับรู้ของตนเองถึงอาการผิดปกติ[21] ข้อมูลระดับความเสี่ยงนี้สามารถให้องค์กรได้นำไปใช้ในการปรับปรุงสถานีงานให้ถูกหลักทางการยศาสตร์ หลีกเลี่ยงท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสมและส่งเสริมพฤติกรรมการยกที่ถูกต้องแก่พนักงาน เพื่อป้องกันโรคปวดไหล่และปวดหลัง และการบาดเจ็บจากการทำงานในกลุ่มพนักงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Chaiklieng S. Work-related back pain. KKU J Public Health Res 2009; 2: 46-57.
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. 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.
4. Richard A, Deyo RA, Jamws N, Weinstein DO. Low back pain. N Engl J Med 2001; 344: 363-70.
5. Hoogendoorn WE, Van MN, Bongers PM, Koes BW, Bouter LM. Physical load during work and leisure time as risk factors for back pain. Scand J Work Environ Health 1999; 25: 387-403.
6. Westgaard RH, Jansen T. Individual and work related factors associated with symptoms of musculoskeletal complaints. Different risk factors among sewing machine operators. Br J Ind Med 1992; 49: 157-62.
7. McAtemney L, Corlett EN. (1993). RULA: survey method for the investigation of work-related upper limb disorder. Appl Ergon, 24(2), 91-9.
8. Hignett S, McAtemney L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). Appl Ergon, 31(2), 201-05.
9. Chaiklieng S, Sungkhabut W. Applying the BRIEF survey for ergonomics risk assessment among home workers of hand-operated rebar bender. J Med Tech Phy Ther 2014; 26: 56-66.

10. Poochada W, Chaiklieng S. Risk assessment tools for identification of ergonomic factors on musculoskeletal disorders from investigations in static versus dynamic work. Safety and Environment Reviews 2016; 1 (2): 1-7.
11. 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
12. Chaiklieng S, Pannak A, Duangprom N. The Assessment of ergonomics risk on upper limb disorders among electronic workers. Srinagarind Med J 2016; 31: 202-9. Thai
13. 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.
14. Chaiklieng S, Suggaravetsiri P, Poochada W. Factor associated with shoulder pain among assembly electronic workers. J Med Tech Phy Ther 2018; 30: 146-58.
15. Chirawatkul A. Biostatistics. 3rd ed. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2008
16. Chutiwatpongstron S, Chaiklieng S. Ergonomics risk assessment and ergonomic factors among computer users in Tambon health promoting hospital, Nongkhai province. KKU J Public Health Res 2015; 8(3):72-64.
17. 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.
18. Wichai J, Chaiklieng S. Ergonomics risk assessment among manual handling workers. KKU Res J 2014; 19 (5): 708-19.
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 Medical & Health Science 2014; 10(1): 23-8.
20. Krusan M, Chaiklieng S. Ergonomics risk assessment among university office workers. KKU Res J 2014; 19(5): 696-707
21. Chaiklieng S, Pannak A. Health risk assessment of shoulder pain among electronic assembly workers. J Public Health 2017; 47: 212-21.

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

การศึกษานำร่อง: การออกกำลังกายบนเตียงด้วยจักรยานประยุกต์ “ปั่นง่าย” ในผู้ป่วยระยะก่อนและความดันโลหิตสูงระยะที่หนึ่ง

รวยริน ชนาวิรัตน์*, พัฒรพงษ์ วงค์แสนชุม, วราภรณ์ สุขบุญทอง, ฐาปณีย์ ช่วยเล็ก, วนิดา ดรปัญหา, พลลพัฏฐ์ ยงฤทธิปกรณ์, และ เสาวนีย์ นาคมะเริง

Received: *February 26, 2019*
Revised: *April 9, 2019*
Accepted: *April 10, 2019*

บทคัดย่อ

การศึกษาแบบไขว้นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต ระดับความอิ่มตัวของออกซิเจน ความเหนื่อย อาการเมื่อยล้า และความคิดเห็นของอาสาสมัครที่มีต่อการใช้อุปกรณ์ “ปั่นง่าย” รุ่นปรับปรุง โดยทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีระดับความดันโลหิตที่จัดอยู่ในระยะก่อนความดันโลหิตสูงและความดันโลหิตสูงระยะที่ 1 จำนวน 25 คน ทำการศึกษา 2 ครั้งและแต่ละครั้งห่างกัน 1 วัน โดยอาสาสมัครได้รับการสุ่มลำดับการศึกษาและเริ่มการศึกษาด้วยการยืดกล้ามเนื้อบริเวณหลังส่วนล่าง ก้น และต้นขาด้านหลัง จากนั้นทดลองปั่นหรือนอนพักในท่าปั่นบนเตียงที่ถูกปรับให้ศีรษะสูง 30 องศา เป็นระยะเวลา 20 นาที การปั่นเริ่มจากการปั่นแบบไม่มีแรงต้านเพื่ออบอุ่นร่างกาย 3 นาที หลังจากนั้นปรับแรงต้านขึ้นทีละระดับรวม 3 ระดับๆ ละ 5 นาที และปั่นแบบไม่มีแรงต้านเพื่อผ่อนกายอีก 2 นาที ความเร็วในการปั่นถูกคุมด้วยเครื่องเคาะจังหวะที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที ค่าตัวแปรต่างๆ ถูกประเมินก่อนปั่น ระหว่างปั่นและหลังสิ้นสุดการปั่น หลังจากนั้นให้อาสาสมัครตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายทำให้อัตราการเต้นของหัวใจและความดันซิสโทลิกของอาสาสมัครเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับขณะพักและเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ($p < 0.05$) ในช่วงการปั่นที่ระดับความหนักสูงสุด ในขณะที่ค่าความดันไดแอสโทลิก ความดันเลือดแดงเฉลี่ย ระดับความอิ่มตัวของออกซิเจน ความเหนื่อยและอาการเมื่อยล้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับขณะพักของภายในกลุ่มและเทียบกับกลุ่มนอนพักตลอดการศึกษา ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นระบุว่า โครงสร้างของอุปกรณ์มีความแข็งแรงและมีความสวยงามน่าใช้ รวมทั้งมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรายละเอียดบางส่วนอีกเพียงเล็กน้อย ผลการศึกษาที่ได้สรุปได้ว่า การออกกำลังด้วยอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” รุ่นปรับปรุง ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจและความดันซีสโทลิกเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับขณะพักและเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ในขณะที่ตัวแปรอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด และอาสาสมัครมีความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์โดยเสนอแนะการปรับปรุงรายละเอียดอีกเพียงเล็กน้อย

คำสำคัญ: การออกกำลังกาย, อัตราการเต้นของหัวใจ, ความดันโลหิต, ระดับอาการเมื่อยล้า, ระดับความเหนื่อย

สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
* ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

A pilot study: bed exercise with "Pun Ngai" in pre-and stage-1 hypertensive patients

Raoyrin Chanavirut[1]*, Phuttaraphong Wongsaenchoom[1], Waraporn Sukboonthong[1], Tapanee Chuailek[1], Wanida Donpunha[1], Ponlapat Yonglitthipagon[1] and Saowanee Nakmareong[1]

Abstract

The aim of this cross-over design study was to assess the response of heart rate (HR), blood pressure, oxygen saturation, rating of perceived exertion (RPE), rating of perceived dyspnea (RPD) and the opinion for using "Pun Ngai", a modified bicycle. Twenty-five pre-and stage-1 hypertensive participants were recruited to the study. They performed randomly either graded cycle exercise or resting on the bed in which the washout period between the sessions was 1 day apart. In the beginning, muscles around the lower back, buttock and posterior thigh were stretched. Then, the participants were asked for cycling or resting in bed at 30 degrees head upright position for 20 minutes. For cycling, the exercise began with 3 minutes free load warm up with 40 RPM, then, performed 5-min incremental load in each step for three steps and finished with 2 minutes free load for cool down. The outcome parameters were assessed at baseline, before three steps of the speed was increased and after finish the experiment. After that, the participants were required to complete the questionnaire. The results showed that, for cycling, HR and systolic blood pressure (SBP) increased significantly (p<0.05) when compared with the rest period and increased significantly (p<0.05) between the group at the maximal work load. In contrast, diastolic blood pressure (DBP), mean arterial pressure (MAP), oxygen saturation, RPD and RPE did not change when compared both within and between the groups. Additionally, the opinion from questionnaire indicated that the participants satisfied the general appearance of the equipment in which some details should be added for maximize the equipment efficiency. Based on the result, it can be concluded that exercise with "Pun Ngai" increases significantly of HR and SBP while another parameter did not change. In addition, some of the equipment details should be modified.

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

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

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

บทนำ

ภาวะความดันโลหิตสูงจัดเป็นภัยคุกคามสุขภาพอย่างหนึ่ง โดยจะพบอุบัติการณ์มากขึ้นเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น[1] ภาวะความดันโลหิตสูงทำให้เกิดผลข้างเคียงต่อร่างกายหลายด้านรวมทั้งทำให้ผู้ป่วยเสี่ยงที่จะเกิดโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) อันส่งผลให้เนื้อเยื่อสมองถูกทำลายเกิดภาวะอัมพฤกษ์หรืออัมพาตและหากผู้ป่วยไม่สามารถฟื้นฟูสภาพร่างกายให้กลับสู่สภาพปกติได้ ผู้ป่วยก็ย่อมมีความเสี่ยงที่อาจต้องอยู่ในภาวะนอนติดเตียง[2] การรักษาภาวะความดันโลหิตสูงนั้นสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกันซึ่งรวมไปถึงการออกกำลังกาย ในปัจจุบันนี้การออกกำลังกายบนเตียงด้วยเครื่องออกกำลังกายได้เริ่มมีบทบาทในกระบวนการดูแลรักษาผู้ป่วยมากยิ่งขึ้น อุปกรณ์ออกกำลังกายบนเตียงประเภทปั่นมีจำหน่ายในท้องตลาดหลายเครื่องด้วยกัน เช่น เครื่อง MOTOmed®letto2[3] เครื่อง Flexmotor®[4] หรือเครื่อง NEURObike[5] เป็นต้น รายงานการศึกษาก่อนหน้านี้ในผู้ป่วยที่รักษาตัวในหอผู้ป่วยระยะวิกฤติ พบว่า อุปกรณ์ดังกล่าวนี้สามารถใช้ออกกำลังกายได้โดยไม่ส่งผลต่อสัญญาณชีพของผู้ป่วย รวมทั้งช่วยลดระยะเวลาการนอนพักรักษาตัวของผู้ป่วยได้ [6-10] แต่เนื่องจากเครื่องดังกล่าวเป็นเครื่องที่มีราคาแพง ดังนั้นการใช้งานจึงถูกจำกัดอยู่เฉพาะในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ในต่างประเทศเท่านั้น สำหรับประเทศไทย การศึกษาก่อนหน้านี้ของ สุนันทินี เหมฤดี และคณะ ด้วยอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ซึ่งดัดแปลงจากจักรยานโดยทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีสุขภาพปกติอายุ 18-60 ปี จำนวน 25 คน พบว่า การออกกำลังด้วยอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 2-5 เมื่อเทียบกับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ในขณะที่ความดันซิสโทลิกและความดันเลือดแดงเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับค่าขณะพัก ส่วนความดันไดแอสโทลิก ระดับอาการเมื่อยล้าและระดับความเหนื่อยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด[11] แต่เนื่องจากการศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาในคนปกติร่วมกับอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นรุ่นต้นแบบซึ่งต้องปรับปรุงส่วนประกอบหลายส่วนเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น ดังนั้นหากมีการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยที่เริ่มมีความจำเพาะ เช่น กลุ่มผู้มีภาวะความดันโลหิตสูง ซึ่งจัดเป็นประชากรกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมองที่ส่งผลให้เกิดภาวะอัมพฤกษ์หรืออัมพาต และหากผู้ป่วยไม่สามารถฟื้นฟูสภาพร่างกายให้กลับสู่สภาพปกติได้ ผู้ป่วยก็จะมีความเสี่ยงที่อาจต้องอยู่ในภาวะนอนติดเตียง ดังนั้นการศึกษานี้จึงน่าจะเป็นการช่วยยืนยันประสิทธิภาพของอุปกรณ์ออกกำลังกายได้เด่นชัดมากยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากการศึกษาในผู้ป่วยความดันโลหิตสูงระยะที่ 2 หรือระยะสูงกว่านี้มีข้อควรระวังค่อนข้างมาก ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงทำในผู้ที่มีระดับความดันโลหิตที่จัดอยู่ในระยะก่อนความดันโลหิตสูงและในผู้ป่วยภาวะความดันโลหิตสูงระยะที่ 1 ก่อน อันจะเป็นการช่วยยืนยันประสิทธิภาพของอุปกรณ์และช่วยให้สามารถต่อยอดองค์ความรู้เพื่อประยุกต์ใช้อุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ในการฟื้นฟูผู้ป่วยทั้งในช่วงที่อยู่ในโรงพยาบาลและเมื่อกลับไปอยู่ที่บ้านได้ต่อไปในอนาคต

วัสดุและวิธีการ

อาสาสมัคร

อาสาสมัครเพศชายและหญิงซึ่งจำนวนได้จากการคำนวณโดยอาศัยการศึกษาใกล้เคียงก่อนหน้านี้[10] จำนวน 25 คน อายุระว่าง 30-60 ปี ผ่านการคัดกรองด้วยแบบสอบถามสุขภาพถูกเชิญชวนให้เข้าร่วมเป็นอาสาสมัคร โดยเกณฑ์การคัดเข้าประกอบด้วย ผู้ที่มีระดับความดันโลหิตอยู่ในระยะก่อนภาวะความดันโลหิตสูง (ความดันซิสโทลิก 120 – 129 และความดันไดแอสโทลิกน้อยกว่า 80 มม.ปรอท) หรือความดันโลหิตสูงระยะที่ 1 (ความดันซิสโทลิก 130 – 139 หรือความดันไดแอสโทลิกอยู่ระหว่าง 80-89 มม.ปรอท)[12] โดยไม่มีโรคร่วมอื่นๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคไต โรคหัวใจ เป็นต้น และอาสาสมัครจะถูกคัดออกจากการศึกษาหากตั้งครรภ์ หรือมีภาวะที่จำกัดความสามารถในการปั่น เช่น มีภาวะความดันโลหิตสูงเกินกว่า 140/90 มิลลิเมตรปรอท มีอาการปวดข้อสะโพก ปวดเข่า หรือปวดข้อเท้า เป็นต้น หรือมีประวัติหน้ามืด เป็นลมโดยไม่ทราบสาเหตุ หรือมีประวัติกระดูกต้นขา ปลายขา ข้อเท้า หรือกระดูกฝ่าเท้าหัก น้อยกว่า 6 เดือนก่อนเข้าร่วมโครงการ ทั้งนี้การศึกษานี้ผ่านการรับรอง

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE602114) และอาสาสมัครทุกคนทำการลงชื่อในแบบฟอร์มยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

การปรับปรุงอุปกรณ์

อุปกรณ์ “ปั่นง่าย” รุ่นปรับปรุงมีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดเพื่อให้เกิดความสวยงาม น่าใช้ และสามารถใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้นโดยการเพิ่มเติมประกอบด้วยการเพิ่มบังโซ่และฝาครอบล้อ **(รูปที่ 1)** และเนื่องจากอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” รุ่นปรับปรุงใช้บันไดตะกร้อ ดังนั้นการศึกษานี้จึงให้อาสาสมัครสวมรองเท้าที่มีขนาดพอดีกับเท้าและเพิ่มสายคล้องด้านหลังโดยเกี่ยวกับสายตะกร้อครอบเท้าซึ่งติดอยู่ที่แป้นบันได **(รูปที่ 2)** เพื่อให้อาสาสมัครสามารถปั่นได้สะดวกมากยิ่งขึ้นและป้องกันการเลื่อนหลุดของเท้าออกจากแป้นบันไดเมื่อต้องปั่นในท่านอน

รูปที่ 1 บังโซ่และฝาครอบล้อในอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” รุ่นปรับปรุง

รูปที่ 2 รองเท้าและสายรัดเท้าในอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” รุ่นปรับปรุง

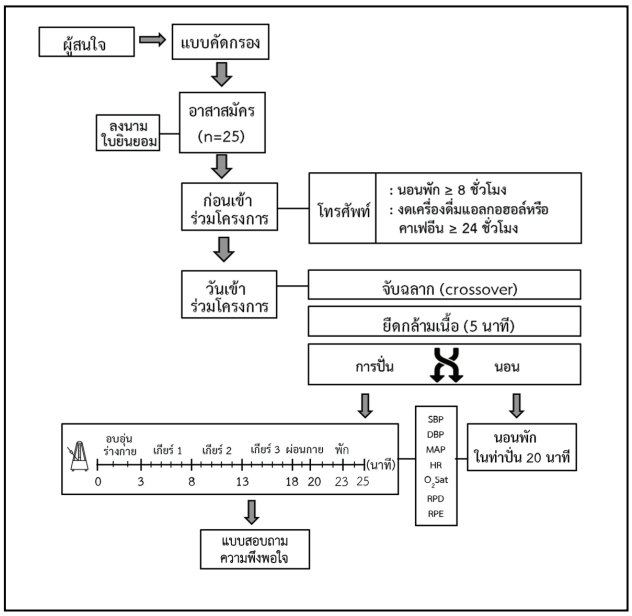
การปั่น

ผู้วิจัยทำการยืดกล้ามเนื้อจำนวน 3 ท่า ให้กับอาสาสมัครโดยเป็นการยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง กล้ามเนื้อบริเวณก้นและกล้ามเนื้อลำตัวด้านข้างซึ่งใช้เวลาประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นจัดให้อาสาสมัครนอนบนเตียง ศีรษะสูง 30 องศา และจัดท่าอาสาสมัครดังแสดงใน**รูปที่ 3** ทำการวัดค่าตัวแปรอันได้แก่ ค่าความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องวัดอัตโนมัติ (Omron รุ่น HEM 7130) โดยทำการวัดจากต้นแขนด้านขวา ประเมินระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนด้วยอุปกรณ์วัดระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดที่นิ้วชี้ด้านซ้าย (Oxywatch รุ่น MD300 C63, Beijing Choice Electronic Technology Co., Ltd., People Republic of China) ประเมินระดับอาการเมื่อยล้า (Rate of perceive dyspnia, RPD) และระดับความเหนื่อย (rate of perceived exertion, RPE) และบันทึกผลดังกล่าวเป็นค่าก่อนการทดลอง ขั้นต่อมาให้อาสาสมัครทำการปั่นแบบไร้แรงต้านทานเพื่อเป็นการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 3 นาที หลังจากนั้นทำการปรับแรงต้านทานขึ้นทีละ 1 ระดับ รวมทั้งหมด 3 ระดับๆ ละ 5 นาที และเมื่อครบเวลาให้อาสาสมัครปั่นแบบไม่มีแรงต้านทานต่ออีก 2 นาทีเพื่อเป็นการผ่อนกายจึงให้หยุดปั่น รวมระยะเวลาการปั่นทั้งหมด 20 นาที โดยความเร็วในการปั่นที่กำหนดให้ คือ 40 รอบต่อนาที ซึ่งถูกควบคุมด้วยเครื่องเคาะจังหวะ (Metronome) ทั้งนี้ในช่วง 30 วินาทีสุดท้ายก่อนที่จะปรับเพิ่มหรือลดแรงต้านทานการปั่นในแต่ละระดับผู้วิจัยจะทำการวัดค่าตัวแปรต่างๆ ของอาสาสมัครทุกครั้งและทำการบันทึกผล เมื่อสิ้นสุดการผ่อนกายแล้วล้อของ “ปั่นง่าย” จะถูกจับให้หยุดหมุนและผู้วิจัยได้นำหมอนมารองรับที่บริเวณปลายขาทั้งสองข้างของอาสาสมัครทั้งนี้เพื่อให้อาสาสมัครไม่ต้องเกร็งขาค้างไว้ หลังจากนั้นจึงทำการวัดค่าตัวแปรต่างๆ อีกครั้งในนาทีที่ 3 และนาทีที่ 5 เพื่อเป็นการยืนยันว่าอาสาสมัครกลับเข้าสู่สภาวะพัก ลำดับต่อมาจึงให้อาสาสมัครตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานอุปกรณ์

การนอนพัก

อาสาสมัครที่ทำการศึกษาในขั้นตอนการนอนพักได้รับการยืดกล้ามเนื้อเช่นเดียวกับขั้นตอนการปั่น หลังจากนั้นจึงถูกจัดให้อยู่ในท่าดังแสดงในรูปที่ 3 ค่าตัวแปรต่างๆ ถูกวัดเช่นเดียวกันกับขั้นตอนการปั่นโดยวัดในค่าก่อนทดลอง ช่วงนาทีที่ 20 นาทีที่ 23 และ นาทีที่ 25 ตามลำดับ

รูปที่ 3 ท่าเริ่มต้นของอาสาสมัคร



แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนวิธีการศึกษา

สถิติที่ใช้ในการศึกษา

คุณลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครถูกนำเสนอในรูปของค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลจากแบบสอบถามสุขภาพและแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานอุปกรณ์ถูกนำเสนอในรูปแบบพรรณนาและกราฟแท่ง ข้อมูลส่วนอื่น ได้แก่ ระดับความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจและระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนได้รับการทดสอบการกระจายตัวด้วย Shapiro Wilk test หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบความแตกต่างช่วงก่อนระหว่างและหลังการปั่นภายในกลุ่มและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มสำหรับช่วงก่อนและหลังการปั่นด้วย Repeated measure ANOVA ระดับอาการเมื่อยล้าและระดับความเหนื่อยได้รับการทดสอบด้วย Fisher's exact test ทั้งนี้ตัวแปรต่างๆ แสดงในรูปแบบของค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

คุณลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร

คุณลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครแสดงใน**ตารางที่ 1** โดยมีอาสาสมัครเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ดัชนีมวลกายเฉลี่ยของอาสาสมัครอยู่ในเกณฑ์อ้วนระดับ 1[13] ข้อมูลจากแบบสอบถามสุขภาพ พบว่า อาสาสมัครทราบว่าตนเองมีโรคความดันโลหิตสูงเป็นโรคประจำตัวจำนวน 3 คน โดยมีการพบแพทย์และได้รับยาลดความดันโลหิต คือ amlodipine มีอาสาสมัครจำนวน 8 คนที่ทราบระดับความดันโลหิตของตนเอง อาสาสมัคร 5 คน ให้ประวัติเคยสูบบุหรี่ โดยแบ่งเป็นสูบเป็นครั้งคราว 8 ครั้ง/เดือน จำนวน 1 คน สูบเป็นประจำ 7 ครั้ง/สัปดาห์ จำนวน 2 คน และเลิกสูบบุหรี่แล้วประมาณ 1 ปี จำนวน 2 คน มีอาสาสมัครจำนวน 21 คน ให้ประวัติดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน โดยแบ่งเป็นดื่มเป็นครั้งคราว 3-4 ครั้งต่อเดือน จำนวน 9 คน และดื่มเป็นประจำ 5-7 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 12 คน โดยอาสาสมัครส่วนใหญ่ดื่มกาแฟ และน้ำอัดลมตามลำดับ มีอาสาสมัครจำนวน 7 คน ให้ประวัติดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ โดยแบ่งเป็นดื่มเป็นครั้งคราว 1-3 ครั้งต่อเดือน จำนวน 6 คน และดื่มเป็นประจำ 4 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 1 คน ทั้งนี้อาสาสมัครระบุว่าเป็นการดื่มเบียร์และสุรา อาสาสมัครมีการออกกำลังกายจำนวน 16 คน โดยแบ่งเป็นออกกำลังกายเป็นครั้งคราว 1-2 ครั้งต่อเดือน จำนวน 8 คน และออกกำลังกายเป็นประจำ 4-6 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 8 คน โดยอาสาสมัครส่วนใหญ่ออกกำลังประเภทการเดิน วิ่ง เตะฟุตบอล ปั่นจักรยาน เต้นบาสโลบ และฮูลาฮูป ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าอาสาสมัครมีประวัติกระดูกหักที่ไหปลาร้า จำนวน 1 คน

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร (n=25)

ตัวแปร	อาสาสมัคร (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
อายุ (ปี)	45.9 ± 6.64 (34-56)
เพศ (ชาย:หญิง)	6 : 19 (24% : 76%)
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	63.6 ± 10.9 (51.5-84.0)
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	156.8 ± 8.69 (144.0-180.0)
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	25.6 ± 3.10 (18.9-33.2)
รอบเอว (เซนติเมตร)	84.0 ± 9.42 (66.0-101.5)
รอบสะโพก (เซนติเมตร)	98.3 ± 6.79 (85.0-115.0)
สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก	0.86 ± 0.05 (0.78-0.98)

แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

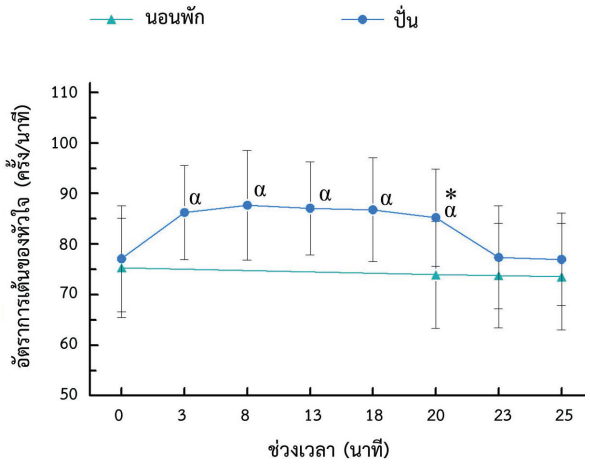
การตอบสนองขณะปั่น

ขณะพักพบว่า ทุกค่าตัวแปรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ **(รูปที่ 4 ก – 4จ** และ**ตารางที่ 2)** สำหรับกลุ่มปั่น พบว่า การปั่นทำให้อัตราการเต้นของหัวใจและความดันซิสโทลิกของอาสาสมัครเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับขณะพัก **(รูปที่ 4ก** และ**รูปที่ 4ข)** และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ของอัตราการเต้นของหัวใจและความดันซิสโทลิกระหว่างกลุ่มปั่นและกลุ่มนอนพักในช่วงนาทีที่ 20 **(รูปที่ 4 (ก) – รูปที่ 4 (ข))** หลังจากนั้นในช่วง 3 นาทีสุดท้ายหลังสิ้นสุดการปั่นทั้งอัตราการเต้นของหัวใจและความดันซิสโทลิกกลับลดลงและไม่แตกต่างกับขณะพักอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษายังพบอีกว่า ค่าความดันไดแอสโทลิก ความดันเลือดแดงเฉลี่ย และระดับความอิ่มตัวของออกซิเจน ระดับความเมื่อยล้าและระดับความเหนื่อยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับขณะพักตลอดการศึกษา

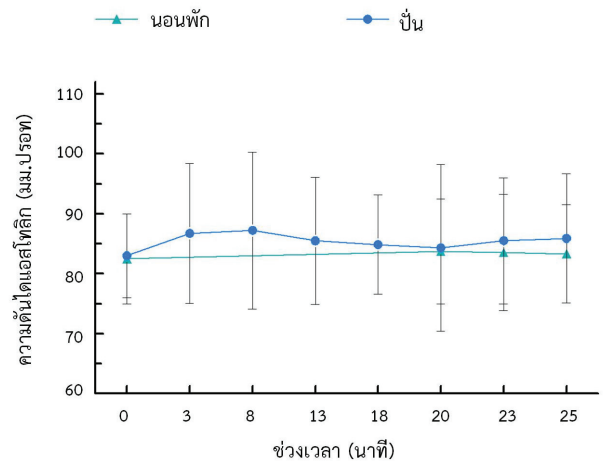
ตารางที่ 2 ระดับความเหนื่อยและระดับความเมื่อยล้า

กลุ่ม	ช่วงเวลา	ระดับความเหนื่อย	ระดับความเมื่อยล้า
กลุ่มนอนพัก	ก่อน	7 ± 1	1 ± 1
	หลังทันที	7 ± 1	2 ± 2
	หลังนาทีที่ 3	7 ± 1	2 ± 2
	หลังนาทีที่ 5	7 ± 1	2 ± 2
กลุ่มปั่น	ก่อนปั่น	7 ± 1	1 ± 2
	อบอุ่นร่างกาย	7 ± 1	1 ± 2
	แรงต้านทานระดับที่ 1	7 ± 2	2 ± 1
	แรงต้านทานระดับที่ 2	8 ± 2	2 ± 2
	แรงต้านทานระดับที่ 3	9 ± 3	3 ± 2
	ผ่อนกาย	8 ± 2	3 ± 2
	หลังนาทีที่ 3	8 ± 2	3 ± 2
	หลังนาทีที่ 5	7 ± 2	2 ± 2

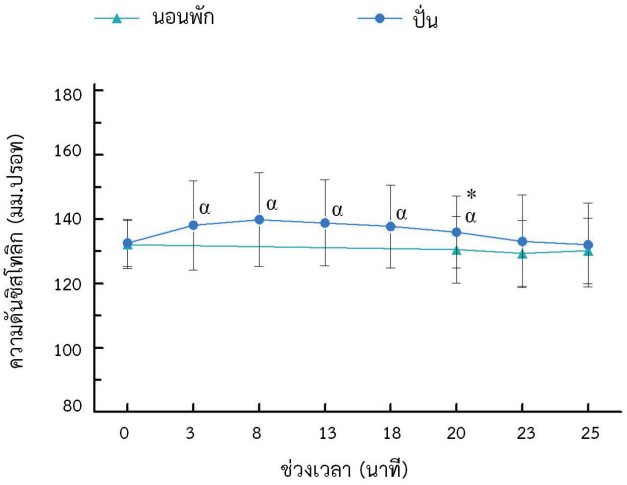
แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



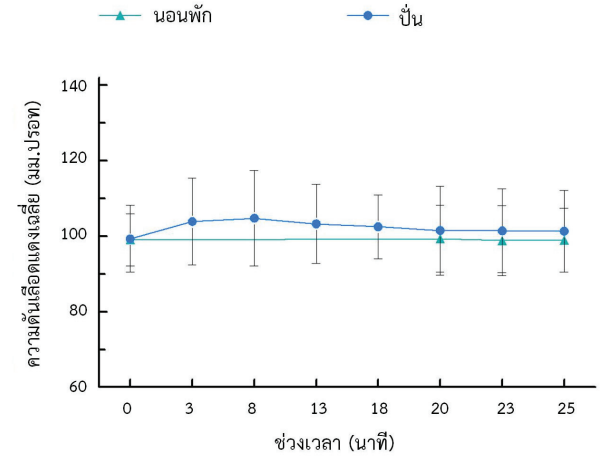
รูปที่ 4 (ก) การตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจ แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน α แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญภายในกลุ่มปั่นเมื่อเทียบกับขณะพัก (p-value < 0.05) *แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบระหว่างกลุ่มปั่นและกลุ่มนอนพัก (p-value < 0.05)



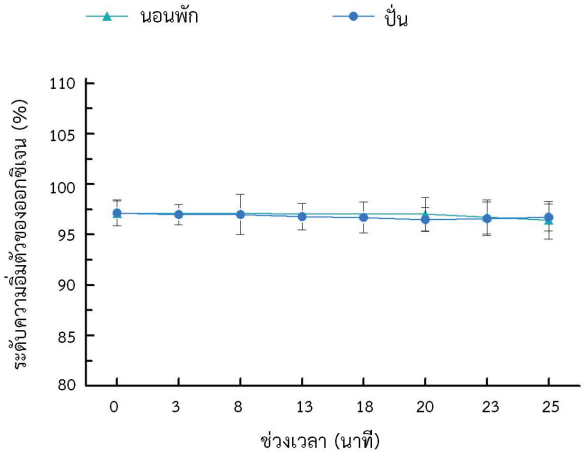
รูปที่ 4 (ค) การตอบสนองของความดันไดแอสโทลิก แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 4 (ข) การตอบสนองของความดันซิสโทลิก แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน α แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญภายในกลุ่มปั่นเมื่อเทียบกับขณะพัก (p-value < 0.05) *แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบระหว่างกลุ่มปั่นและกลุ่มนอนพัก (p-value < 0.05)



รูปที่ 4 (ง) การตอบสนองของความดันเลือดแดงเฉลี่ย แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 4 (จ) การตอบสนองของระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนแสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ความเห็นต่ออุปกรณ์ปั่นง่าย

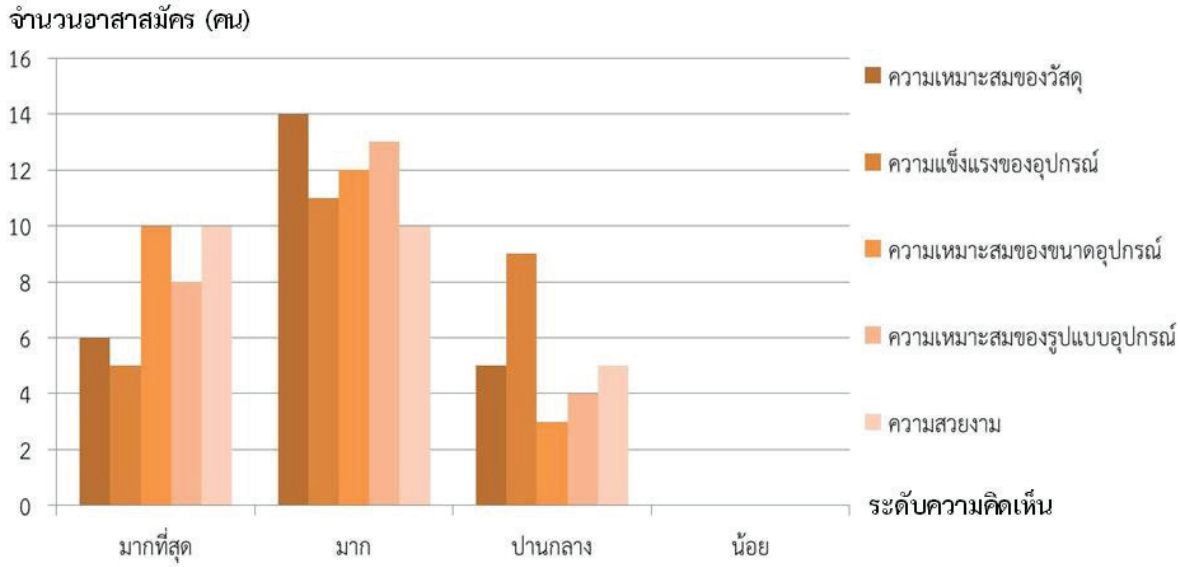
แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานอุปกรณ์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ ความเห็นที่มีต่อโครงสร้างของอุปกรณ์ ความเห็นด้านการใช้งาน และความเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของระยะเวลาในการปั่น โดยอาสาสมัครส่วนใหญ่เห็นว่าความเหมาะสมของอุปกรณ์อยู่ในเกณฑ์มากและระยะเวลาการปั่น 20 นาที นั้นเหมาะสมมากที่สุด โดยข้อมูลความเห็นที่ได้จากแบบสอบถามแสดงใน**รูปที่ 5 – รูปที่ 7** ตามลำดับ

เมื่อสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกขณะใช้งานอุปกรณ์ พบว่า อาสาสมัครจำนวน 10 คน ไม่แสดงความคิดเห็น ดังนั้นความคิดเห็นจากอาสาสมัครที่เหลือ 15 คน จึงถูกนำมารายงานโดยมีข้อมูลสรุปได้ดังต่อไปนี้ อาสาสมัครจำนวน 6 คน (40%) รู้สึกว่าอุปกรณ์สามารถปั่นได้ง่าย แรงต้านมีความเหมาะสมในการปั่น อาสาสมัครจำนวน 6 คน (40%) รู้สึกว่าการปั่นทำให้รู้สึกผ่อนคลายเหมือนได้ออกกำลังกาย และอาสาสมัครจำนวน 3 คน (20%) ระบุว่าขณะปั่นไม่รู้สึกเมื่อยขาแต่อย่างใด เมื่อสอบถามความคิดเห็นทั่วไปอื่นๆ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ อาสาสมัครจำนวน 11 คน (44%) ให้ความคิดเห็นว่าที่รัดส้นเท้ากระชับดี อาสาสมัครจำนวน 4 คน (16%) ให้ความคิดเห็นว่าอยากให้เพิ่มความฝืดของโซ่ เพื่อจะได้มีแรงในการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น อาสาสมัครจำนวน 2 คน (8%) ให้ความคิดเห็นว่าอุปกรณ์เหมาะสมกับการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ แต่อย่างไรก็ตามอาสาสมัครจำนวน 5 คน (20%) ให้ความคิดเห็นว่าอยากให้มีรองเท้าหลายขนาดมากกว่านี้เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับขนาดเท้าของอาสาสมัคร อาสาสมัครบางท่านบอกว่าเมื่อปั่นนานๆ จะรู้สึกปวดฝ่าเท้าและอยากให้มีกระดุมล็อกบริเวณสายรัดข้อเท้าแทนรูปแบบ Velcro ที่ใช้ในปัจจุบัน และอาสาสมัครจำนวน 1 คน (4%) ให้ความคิดเห็นว่าถ้าขณะปั่นเห็นว่าแรงต้านมีขนาดมากน้อยเพียงใดจะช่วยจูงใจในการปั่นได้มากยิ่งขึ้น

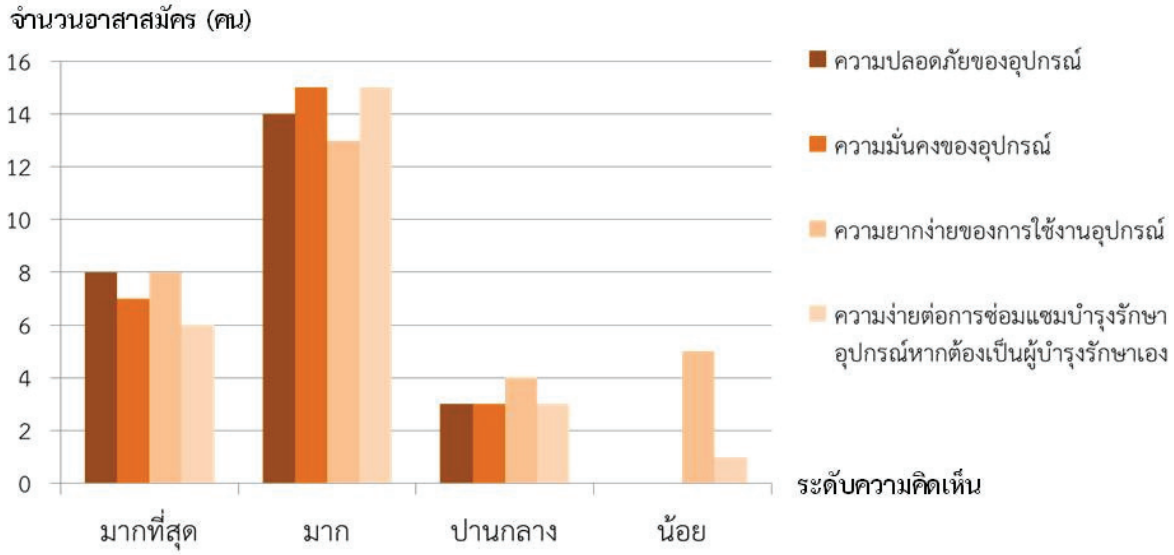
อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาโดยให้อาสาสมัครที่มีความดันโลหิตอยู่ในระยะก่อนความดันโลหิตสูงและความดันโลหิตสูงระยะที่ 1 ทำการปั่นอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” และประเมินการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต ระดับความอิ่มตัวของออกซิเจน ระดับความเมื่อยล้า ระดับความเหนื่อยและความคิดเห็นต่ออุปกรณ์ พบว่า การปั่นระยะเวลานาน 20 นาที ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที โดยมีระดับความหนักทั้งหมด 3 ระดับ ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจและความดันซิสโทลิกของอาสาสมัครเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับขณะพักและเมื่อเทียบกับกลุ่มนอนพัก ในขณะที่ตัวแปรอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

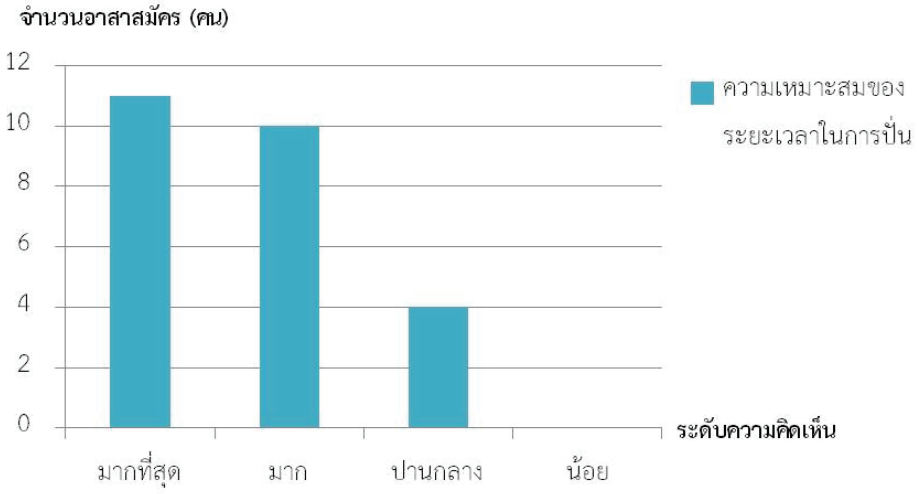
เป็นที่ทราบกันดีว่าในทางสรีรวิทยาอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความหนักของการออกกำลังกายและสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ระดับความหนักของการออกกำลังกายได้ โดยขณะออกกำลังกายระดับเบาอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นทันทีแต่เพิ่มไม่มาก และต่อมาจะกลับลดลงเล็กน้อยแล้วคงเพิ่มอยู่ด้วยอัตรานั้นตลอดระยะเวลาของการออกกำลังกาย ที่ลักษณะการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจเป็นแบบนี้เนื่องจากเมื่อเริ่มต้นออกกำลังกาย หัวใจจะมีการเตรียมความพร้อมสำหรับการทำงานมากกว่างานที่ต้องทำจริงแต่เมื่อออกกำลังกายไประยะหนึ่ง



รูปที่ 5 ความคิดเห็นที่มีต่อโครงสร้างของอุปกรณ์



รูปที่ 6 ความคิดเห็นด้านการใช้งานอุปกรณ์



รูปที่ 7 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการปั่น

ร่างกายจะมีการปรับอัตราการเต้นของหัวใจให้เหมาะสมกับระดับความหนักของการออกกำลังกายที่กำลังทำอยู่ และเมื่อหยุดออกกำลังกายอัตราการเต้นของหัวใจจะกลับเข้าสู่ระดับปกติภายในระยะเวลา 1-2 นาที[14-15] และหากออกกำลังกายด้วยความหนักเท่ากันตลอดอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเฉพาะระยะแรกเท่านั้น จากนั้นจะค่อยๆ ลดลงสู่ระดับคงที่[16] เมื่อพิจารณาผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่ารูปแบบการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจนั้นสอดคล้องกับรูปแบบทางสรีรวิทยาที่ได้กล่าวมาเบื้องต้น โดยในขณะอบอุ่นร่างกายอัตราการเต้นของหัวใจของอาสาสมัครเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนปั่นคิดเป็นร้อยละ 11 หลังจากนั้นการปั่น “ปั่นง่าย” ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มสูงขึ้นในลักษณะค่อนข้างคงที่ คือ เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 12-13 เมื่อปั่นทั้ง 3 ระดับความหนักและกลับสู่ค่าขณะพักเมื่อหยุดปั่นได้ 3 นาที นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากลักษณะการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจแล้ว อาจกล่าวได้ว่าการปั่น “ปั่นง่าย” ในอาสาสมัครที่มีระดับความดันโลหิตอยู่ในระยะก่อนภาวะความดันโลหิตสูงและความดันโลหิตสูงระยะที่ 1 ในการศึกษานี้น่าจะจัดเป็นการออกกำลังกายที่ต่ำกว่าระดับเบาเนื่องจากอาสาสมัครมีอัตราการเต้นของหัวใจน้อยกว่า 60% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ในขณะออกกำลังกายซึ่งถ้าจะนำไปใช้ให้เกิดผลทางด้านสมรรถภาพทางกายจริงๆ น่าจะต้องมีการปรับเปลี่ยนหลายองค์ประกอบด้วยกัน เช่น อาจต้องกำหนดรอบการปั่นด้วยความเร็วรอบที่เพิ่มมากขึ้น หรือปรับระยะเวลาการปั่นให้นานขึ้น หรืออาจต้องปรับเปลี่ยนระดับแรงต้านทานของแต่ละเกียร์ให้เพิ่มมากขึ้น เป็นต้น

ส่วนต่อมาเมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการปั่นที่ใช้ในการศึกษานี้อาจกล่าวได้ว่าจัดเป็นรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิก โดยในทางสรีรวิทยานั้น การตอบสนองของความดันโลหิตแบบเฉียบพลันต่อการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะเกิดขึ้นเนื่องจาก การออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะส่งผลให้ปริมาตรเลือดจากหัวใจต่อนาทีเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงส่งผลให้ความดันซิสโทลิกเพิ่มขึ้นโดยจะเพิ่มขึ้นตั้งแต่เมื่อเริ่มออกกำลังกายและเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ระดับการออกกำลังกายหนักที่สุด แต่เนื่องจากหลอดเลือดภายในกล้ามเนื้อที่ออกกำลังกายเกิดการขยายตัว ดังนั้นจึงเป็นผลให้ความต้านทานรวมส่วนปลายลดลงและเป็นผลให้ความดันไดแอสโทลิกมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย [16] โดยลักษณะการตอบสนองดังที่กล่าวมาในเบื้องต้นนี้พบได้ในการศึกษานี้เช่นกัน ดังจะเห็นได้จากการที่ความดันซิสโทลิกของกลุ่มปั่นเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ช่วงแรกของการอบอุ่นร่างกายเมื่อเปรียบเทียบกับขณะพักและเพิ่มตลอดช่วงเวลาของการปั่น ในขณะที่ความดันไดแอสโทลิกมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าระดับความดันซิสโทลิกที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นไม่ได้เพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับสัมพันธ์กับการปั่นในระดับความหนักที่เพิ่มสูงขึ้นถึง 3 ระดับของอาสาสมัคร โดยผลการศึกษาที่พบในลักษณะนี้อาจอธิบายด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้ เมื่อพิจารณากลไกการทำงานทั่วไปของจักรยานจะพบว่า กลไกการขับเคลื่อนของจักรยานเกิดจากแรงถีบของเท้าบนแป้นบันไดซึ่งจะส่งผ่านแรงไปยังก้านจานและต่อไปยังตัวใบจาน โซ่ต่อไปยังเฟืองขับที่ล้อด้านหลังตามลำดับ[17] โดยกลไกการส่งผ่านแรงปั่นของอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ก็เป็นกลไกปกติเช่นเดียวกับจักรยานทั่วไป โดยล้อของอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ก็คือล้อหลังของจักรยานปกติ เมื่อพิจารณาถึงกลไกของจักรยานทั่วไปเพิ่มเติมจะเห็นได้ว่าเกียร์ที่ติดตั้งมามีหน้าที่ในการปรับระยะการหมุนของล้อหลังว่าต้องหมุนเป็นระยะทางเท่าใดต่อการออกแรงถีบลงไปบนแป้นบันไดจำนวนหนึ่งรอบ โดยเกียร์ต่ำในจักรยานจะใช้แรงถีบน้อยกว่าเกียร์สูงและได้ระยะทางสั้นกว่าต่อการถีบหนึ่งรอบ ในขณะที่การถีบด้วยเกียร์สูงจะใช้แรงถีบมากกว่าเกียร์ต่ำและได้ระยะทางที่ยาวกว่า[17] เมื่อพิจารณาจากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า เนื่องจากการปั่นอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” เป็นการนอนปั่นอยู่กับที่ อีกทั้งอาสาสมัครถูกควบคุมรอบการปั่นด้วยเครื่องเคาะจังหวะที่ 40 รอบต่อนาที ดังนั้นระยะทางการปั่นที่ได้จึงไม่น่าจะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้อง แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านแรงที่อาสาสมัครต้องใช้ปั่นในแต่ละระดับความหนัก อาจบอกได้ว่าแรงที่ต้องใช้ปั่นในแต่ละระดับความหนักนั้นอาจไม่แตกต่างกันมากนัก รวมทั้งแรงที่ต้องใช้ในขณะปั่นด้วยระดับความหนักที่สูงขึ้นอาจจะไม่มากพอที่จะทำให้เห็นผลของการออกกำลังกายต่อ

การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความดันโลหิตได้อย่างชัดเจนซึ่งผลการศึกษาในส่วนนี้สอดคล้องกันกับระดับความเมื่อยล้าและระดับความเหนื่อยที่แทบไม่เปลี่ยนแปลงตลอดการศึกษา โดยระดับความเมื่อยล้าของอาสาสมัครอยู่ที่ระดับเมื่อยน้อยมากถึงระดับเมื่อยเล็กน้อยเท่านั้น และระดับความเหนื่อยอยู่ที่ระดับไม่เหนื่อยเลยหรือระดับแทบไม่เหนื่อยเลยเท่านั้น นอกจากนี้อาจเป็นไปได้ว่าเนื่องจากการปั่น “ปั่นง่าย” เป็นการปั่นในท่านอนปั่น ดังนั้นปัจจัยด้านน้ำหนักตัวของอาสาสมัคร หรือความลาดชันของผิวถนน หรือแรงต้านทานที่เกิดระหว่างพื้นผิวถนนและยางของ “ปั่นง่าย” ที่ล้วนแต่มีผลต่อแรงต้านทานการปั่นในแต่ละระดับความหนักไม่สามารถแสดงผลได้ชัดเจนเท่ากับการปั่นในท่าปกติก็อาจเป็นไปได้ และเมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาที่ได้อาจกล่าวได้ว่าอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” น่าจะสามารถนำมาใช้กับผู้ที่มีภาวะความดันโลหิตอยู่ในระยะก่อนความดันโลหิตสูงและความดันโลหิตสูงระยะที่ 1 ได้ เนื่องจากภายหลังการใช้งาน ค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ค่าความดันไดแอสโทลิก ค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ย ระดับความอิ่มตัวของออกซิเจน ระดับความเมื่อยล้า และระดับความเหนื่อยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งยังพบอีกว่าภายหลังการออกกำลังกาย ค่าตัวแปรต่างๆ กลับเข้าสู่ภาวะปกติภายใน 3-5 นาที แต่หากพิจาณาด้านผลของการออกกำลังกายแล้วคณะผู้วิจัยเห็นว่าการปรับปรุงเครื่องมือให้สามารถกระตุ้นการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่ควรมีในขณะออกกำลังกายโดยเป็นการตอบสนองในระดับที่ปลอดภัยน่าจะทำให้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์มีความโดดเด่นมากยิ่งขึ้น

ข้อมูลจากการสอบถามความคิดเห็นของอาสาสมัครเกี่ยวกับอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” รุ่นปรับปรุงพบว่า รูปลักษณ์และโครงสร้างของอุปกรณ์มีความสวยงามน่าใช้ มีความมั่นคงดี การติดตั้งสามารถทำได้ง่าย โครงสร้างไม่ซับซ้อน สามารถดัดแปลงและทำอุปกรณ์ตามแบบได้อย่างไม่ยุ่งยาก และมีอาสาสมัครบางส่วนอยากให้ปรับเพิ่มความฝืดของโซ่เพื่อจะได้มีแรงในการออกกำลังกายมากขึ้น เมื่อพิจารณาจากผลโดยรวมแล้วคณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าหากจะต้องมีการนำอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ไปใช้งานจริงในรูปแบบของอุปกรณ์ออกกำลังกายอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนให้อุปกรณ์ “ปั่นง่าย” สามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์ต้านทานบางอย่าง เช่น ถุงทรายหรือตุ้มน้ำหนักโดยใช้ถ่วงน้ำหนักเพิ่มขึ้นที่เบรกล้อหรือใช้เทรนเนอร์ (Bike resistance trainer)[18] เป็นต้น เพื่อปรับเพิ่มแรงต้านทานการปั่นให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้ป่วยให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งในส่วนนี้คณะผู้วิจัยวางแผนที่จะปรึกษาช่างที่มีความรู้เกี่ยวกับจักรยานต่อไป

ข้อจำกัดของการศึกษา

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาในอาสาสมัครที่มีความดันโลหิตอยู่ในระยะก่อนความดันโลหิตสูงและความดันโลหิตสูงระยะที่ 1 ซึ่งยังมีสุขภาพด้านอื่นแข็งแรง สามารถทำงานและทำกิจวัตรประจำวันอื่นๆ ได้ตามปกติ หากเป็นการใช้งานจริงในลักษณะกับผู้ป่วยติดเตียง แรงต้านทานการปั่นในแต่ละระดับความหนักที่อาจไม่แตกต่างกันมากอาจส่งผลต่อการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตที่แตกต่างออกไปก็อาจเป็นได้ รวมทั้งการศึกษานี้เป็นการศึกษาผลทันทีของการใช้อุปกรณ์ หากมีการศึกษาผลการตอบสนองในลักษณะของผลการฝึกระยะยาว หรือศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครที่มีในกลุ่มติดเตียงประเภทอื่นๆ เช่น กลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มผู้ป่วยที่มีปัญหากล้ามเนื้อรยางค์ล่างมีอาการอ่อนแรง เป็นต้น การปรับเปลี่ยนดังกล่าวนี้น่าจะช่วยให้สามารถอธิบายผลของการออกกำลังกายด้วยอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” รุ่นปรับปรุง ให้มีความชัดเจนได้มากยิ่งขึ้น

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้สรุปได้ว่า การออกกำลังด้วยอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” รุ่นปรับปรุงทำให้อัตราการเต้นของหัวใจและความดันซีสโทลิกเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับขณะนอนพักและเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ความดันไดแอสโทลิก ความดันเลือดแดงเฉลี่ย ระดับความอิ่มตัวของออกซิเจน ความเหนื่อยและระดับอาการเมื่อยล้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด และหากต้องมีการนำอุปกรณ์ “ปั่นง่าย” ไปใช้งานจริง การปรับเปลี่ยนให้สามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์ต้านทาน

บางอย่างเพื่อปรับเพิ่มแรงต้านทานการปั่นให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้ป่วยน่าจะทำให้การใช้งานอุปกรณ์สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาเข้าร่วมการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Bureau of non communicable diseases, Department of disease control, Ministry of Public health, Annual report 2016. [serial online] 2017 March 20. [cited 2018 Jan 20]. Available from: URL: http://www.thaincd.com/2016/media.php?tid =30&gid=1-015
2. Thai guidelines on the treatment of hypertension. [serial online] 2017 March 20. [cited 2018 Jan 20]. Available from URL: http://www.thaihypertension.org/files/GL%20HT%202015.pdf
3. MOTOmed letto2 because movement is vital. [serial online] 2017 March 20. [cited 2018 Jan 4]. Available from URL: http://www.motomed.com/en/ models/motomed-letto2.html
4. Flexmotor. [serial online] 2017 March 20. [cited 2018 Jan 4]. Available from URL: http://www.cajumoro.com.br/produtos/flexmotor
5. Monaco V, Galardi G, Coscia M, Martelli D, Micera S, et al. Design and Evaluation of NEUROBike: A Neurorehabilitative Platform for Bedridden Post-Stroke Patients. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society 2012; 20: 845-852
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-NetoI RC, PereiraI AL, Camila P, Sant' AnnaI G, EspositoI D, KimuraI 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. Camargo Pires-Neto R, Fogaca Kawaguchi YM, Sayuri 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. dos Santos LJ, de Aguiar Lemos F, Bianchi T, Sachetti A, Dall' Acqua AM, da Silva Naue W, et al. Early rehabilitation using a passive cycle ergometer on muscle morphology in mechanically ventilated critically ill patients in the Intensive Care Unit (MoVe-ICU study): study protocol for a randomized controlled trial. Trials 2015; 16: 383.
10. Thelandersson A, Nellgard B, Ricksten SE, Cider A. Effects of early bedside cycle exercise on intracrania: pressure and systemic hemodynamics in critically ill patients in a neurointensive care unit. Neurocrit Care 2016; 25: 434–9.
11. Hemrudee S, Konburee A, Palakul J, Nakmareong S, Donpunha W, Yonglitthipagon P et al., A pilot study: Bed exercise with a modified bicycle "Pun Ngai" in healthy volunteers. J Med Tech Phy Ther 2018; 30: 216-225.
12. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE Jr, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the prevention, detection, evaluation, and

management of high blood pressure in adults: a report of the American College of cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol 2018; 71: e127-e248.

13. Department of Health, Ministry of Public Health. [serial online] 2017 March 20. [cited 2018 October 28]. Available from URL: http://nutrition.anamai.moph.go.th/images/files/HLworkingage.pdf
14. 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.
15. Leelayuwat N. Cardiovascular system and exercise. In Leelayuwat N, editor. Physiology of exercise. Khon Kaen University Printing House, 2010: p.53-60.
16. Physiology of exercise. [serial online] 2017 March 20. [cited 2018 October 28]. Available from URL: https://docuri.com/download/exercise physiology_59c1e948f581710b-286d242c_pdf
17. How the bicycle gear work? [serial online] 2015 May 14. [cited 2018 October 28]. Available from URL: https://www.thairath.co.th/content/ 498303
18. Bike Resistance Trainers. [serial online] [cited 2018 October 13]. Available from: URL: https://www.amazon.com/bike-resistance-trainers/ b?ie=UTF8&node=3403551

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

ประสิทธิผลของการนวดเท้าตนเองที่บ้านด้วยอุปกรณ์นวดไม้ต่อการรับความรู้สึกและสมรรถนะในการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวาน

กัลญารัตน์ ฉนำกลาง[1,2], พรรณี ปึงสุวรรณ[2,3*], วนิดา ดรปัญหา[2,3], อุไรวรรณ ชัชวาลย์[2,3], และ ธัญลักษณ์ ศรีบุญเรือง[4]

Received: *March 12, 2019*
Revised: *May 9, 2019*
Accepted: *May 14, 2019*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการนวดเท้าตนเองด้วยอุปกรณ์นวดต่อการรับความรู้สึกและสมรรถนะในการทรงตัว เปรียบเทียบกับการนวดเท้าตนเองด้วยมือในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 40 คน สุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มนวดเท้าตนเองด้วยมือ (กลุ่มควบคุม) อายุเฉลี่ย 66.6 ± 4.2 ปี และกลุ่มนวดเท้าตนเองด้วยอุปกรณ์ไม้นวด (กลุ่มทดลอง) อายุเฉลี่ย 66.0 ± 4.0 ปีอาสาสมัครจำนวนกลุ่มละ 20 คน กลุ่มควบคุมนวดเท้าตนเองแบบนวดไทยด้วยมือ และกลุ่มทดลองนวดเท้าตนเองด้วยอุปกรณ์นวดเท้า แต่ละคนได้รับการฝึกนวดตามกลุ่มตนเองและแนะนำให้นวดที่บ้านนวดเท้า 30 นาที (ข้างละ 15 นาที) นวดทุกวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบการรับความรู้สึกบริเวณเท้าด้วย Semmes-Weinstein monofilament test หรือ SWMT ทดสอบการทรงตัวด้วยการทดสอบการเดินไป-กลับระยะทาง 3 เมตร (Time up and go test หรือ TUG) และการทรงตัวด้วยการยืนขาเดียว (One leg standing test หรือ OLS) ก่อนและหลังได้รับโปรแกรมที่ 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์ ผลการศึกษาหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 สำหรับการเปรียบเทียบภายในกลุ่มใช้สถิติ analysis of variance with repeated measures พบว่า กลุ่มทดลองมีค่า SWMT, TUG และ OLS ขณะลืมตาและหลับตาทั้งสองข้างดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกันทุกช่วงเวลา ส่วนกลุ่มควบคุมค่า SWMT และ TUG ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียง 2 ช่วงเวลา คือระหว่างสัปดาห์ที่ 2 และ 4 และที่ค่าเริ่มต้นและสัปดาห์ที่ 4 ส่วนการเปรียบเทียบช่วงเริ่มต้นและสัปดาห์ที่ 2 ไม่พบความแตกต่างกันของตัวแปรทุกค่า ในการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ใช้สถิติ analysis of covariance พบค่า SWMT, TUG และ OLS ในกลุ่มทดลองดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 (p<0.001) ยกเว้น ค่า OLS ขาข้างขวาในขณะลืมตาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ที่ 2 การศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า การนวดเท้าตนเองที่บ้านด้วยอุปกรณ์ไม้นวดเป็นประโยชน์ต่อการรับความรู้สึกและสมรรถนะในการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

คำสำคัญ: การนวด, อุปกรณ์, การรับความรู้สึก, การทรงตัว, ผู้ป่วยเบาหวาน

[1]หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กายภาพบำบัด) คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[2]ศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[3]สาขาวิชากายภาพบำบัดคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[4]ภาควิชากายภาพบำบัดคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
*ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

The effectiveness of home self-foot massage using a massage wood device on foot sensation and balance performance in patients with diabetes mellitus

Kanyarat Chanumklang[1,2*], Punnee Peungsuwan[2,3*], Wanida Donrapunha[2,3], Uraiwan Chatchawan[2,3] and Thanyaluck Sriboonreung[4]

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effectiveness of self-foot massage using a massage wood device on foot sensation and balance performance and to compare with the self-foot massage using thumbs in patients with type 2 diabetes mellitus. Forty patients with type 2 diabetic were randomly allocated to either the experimental group (EG) or control group (CG), n=20/group. The CG (aged 66.6 ± 4.2 years) subjects received the home self-foot Thai massage using thumbs and the EG (aged 66.0 ± 4.0years) individuals received the home self-foot massage using a massage wooden device. Each subject was trained own massage and they had to perform at their home, 30 minutes of both feet (15 minutes per a side), 7 times/week for 4 weeks. Semmes-Weinstein monofilament test (SWMT), Time up and go test (TUG) and one leg standing test (OLS) were measured at before, and after 2-week and 4-week interventions. Repeated-measure analysis of variance was used for comparing within group. The EG showed statistically significant improvements of the SWMT, TUG and OLS (opened and closed eyes) after 2-week and 4-week massages. In the CG showed statistically significant improvement of the SWMT and TUG when compared between the baselines and after 4-week massage, and comparing after 2-week and 4-week massages. In comparing between groups, analysis of covariance was tested. All of the outcomes were better improvements in the experiment group compare to after the 2-week and 4-week (p<0.001) interventions, except the right leg OLS with opened eye of the after 2-week. In conclusion, this study showed that a self-foot massage wooden device is beneficial on foot sensation and balance performance for patients with type-2 diabetes.

Keywords: Massage, Device, Sensation, Balance, Diabetic patients

[1]Physical Therapy Program, Faculty of Associated Medical sciences, Khon Kaen University
[2]Research center in Back, Neck, Other Joint Pain and Human Performance (BNOJPH), Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand
[3]School of physiotherapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
[4]Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University
*Corresponding author (e-mail: ppune@kku.ac.th, addyrebornero@gmail.com)

บทนำ

เบาหวานเป็นโรคเรื้อรัง ที่พบบ่อยในประชากรสูงอายุจึงเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญของประเทศ โรคเบาหวานเกิดจากความผิดปกติของระบบการเผาผลาญของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนของร่างกาย เนื่องจากร่างกายการมีความบกพร่องในการหลั่งอินซูลิน หรือภาวะที่ร่างกายดื้อต่ออินซูลิน ทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง[1] ผู้ป่วยเบาหวานระยะเรื้อรังอาจจะเกิดภาวะแทรกซ้อนได้ถ้าขาดการดูแลตนเองอย่างจริงจัง ภาวะแทรกซ้อนที่ควรระวัง เช่น อาการมึนชาหรือไวต่อความรู้สึกเจ็บปวดที่เท้าและขา[2,3] เนื่องจากการรับรู้ของระบบประสาทส่วนปลายผิดปกติ อาจจะเกิดแผลเน่าที่เท้า บางรายมีอาการมากๆ ถึงขั้นต้องตัดขาได้ พบว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีอายุมากกว่า 60 ปี จะมีภาวะเสื่อมของระบบประสาทส่วนปลายสูงถึงร้อยละ 50[4] และส่งผลต่อการทำงานของใยกล้ามเนื้อทำให้สูญเสียการรับความรู้สึกที่ผิวหนัง และสูญเสียการรับรู้การเคลื่อนไหวของเท้าและข้อเท้า[5] ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการล้ม[6]

การป้องกันและรักษาอาการภาวะแทรกซ้อนที่เท้าในทางกายภาพบำบัด ควรแนะนำผู้ป่วยให้ระวังอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดบริเวณเท้าและใส่รองเท้าที่เหมาะสม การดูแลโดยทำความสะอาดเท้า และการนวดเท้า เป็นต้น การนวดเท้าเป็นวิธีการหนึ่งของการรักษาที่มักใช้ในการบำบัดโรคทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ประโยชน์ของการนวดสามารถส่งเสริมการไหลเวียนเลือด เพิ่มความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อ และเพิ่มการเคลื่อนไหวของข้อต่อ เป็นต้น การนวดมีหลายรูปแบบ จากการศึกษาวิจัยการนวดไทยสามารถเพิ่มการไหลเวียนเลือดที่เส้นเลือดฝอย ลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ และช่วยในการเพิ่มอุณหภูมิบริเวณที่นวด[7] นอกจากนี้ยังพบว่าการนวดเท้าแบบตะวันตกสามารถเพิ่มผลทางสรีรวิทยา เช่น เพิ่มความยืดหยุ่นหรือเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆบริเวณเท้า ทำให้เกิดการกระจายแรงกดบริเวณกระดูกนิ้วหัวแม่เท้าและส้นเท้าขณะยืน[8] ส่งผลทำให้การทรงตัวดีขึ้น นอกจากนี้การศึกษาของ Chatchawan และคณะ[9] พบว่าการนวดเท้าในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัว เพิ่มการเคลื่อนไหวของเท้าและเพิ่มการรับรู้บริเวณฝ่าเท้า เนื่องจากในการศึกษาที่ผ่านมาใช้วิธีการนวดเท้าแบบผู้อื่นทำให้ซึ่งเป็นหมอนวดมีค่าใช้จ่าย ไม่สามารถนวดเท้าได้บ่อยครั้งตามต้องการ เสียเวลาและค่าเดินทาง ถ้าต้องนวดเท้าเองผู้ป่วยอาจมีความลำบากเพราะต้องออกแรง ทำให้หมดแรงเมื่อยล้าก่อนนวดเสร็จ และไม่ชำนาญการนวดสำหรับผู้ป่วยโดยเฉพาะผู้สูงอายุ จึงทำให้ผู้ป่วยไม่สนใจที่จะนวดตนเอง คณะผู้วิจัยคิดว่าการใช้อุปกรณ์นวดน่าจะช่วยให้การนวดเท้าสะดวกขึ้น ทำได้บ่อยๆ และได้ผลเหมือนกับการนวดด้วยมือ คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาอุปกรณ์นวดเท้าที่ทำจากแผ่นไม้ สำหรับใช้ในการนวดเท้าด้วยเองในผู้ป่วยเบาหวาน จึงได้ประดิษฐ์แผ่นไม้นวดเท้าที่มีปุ่มเล็กๆ หลายปุ่มเรียงกันเป็นแถว 5 แถว ตามแนวเท้าสำหรับวางเท้าบนปุ่มเหล่านี้ เสมือนเป็นการนวดกดจุดคล้ายๆ กับการนวดไทย เรียกอุปกรณ์นี้ว่า อุปกรณ์นวด และได้ขออนุสิทธิบัตรแล้ว (เลขที่ 6417) อุปกรณ์แผ่นไม้นวดนี้มีความแข็งแรงมากสามารถรับน้ำหนักได้ดี มีขนาดกะทัดรัดสามารถที่จะพกพาได้ง่าย และมีความปลอดภัยเนื่องจากมีการใช้ถุงผ้าที่มีความหนานุ่มเพื่อลดแรงกดบริเวณฝ่าเท้า ผู้ใช้สามารถปรับแรงกดตามน้ำหนักตัวตามที่ต้องการ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการนวดเท้าตนเองที่บ้านด้วยอุปกรณ์แผ่นไม้นวดและเปรียบเทียบกับการนวดเท้าตนเองด้วยมือที่บ้านต่อการเปลี่ยนแปลงการรับความรู้สึกและสมรรถนะในการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางนำไปประยุกต์ในการดูแลเท้าและการป้องกันความเสี่ยงต่อการล้มในผู้ป่วยโรคเบาหวาน

วัสดุและวิธีการ

อาสาสมัครที่ยินดีเข้าร่วมวิจัยได้รับการอธิบายรายละเอียดของโครงการและลงชื่อยินยอม เพื่อเข้าร่วมการวิจัยทุกคน โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (เลขที่โครงการ HE602363)

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized controlled trial) ประเภทการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Randomization) ตาม

จำนวนจุดที่สูญเสียการรับความรู้สึกที่บริเวณเท้าด้วยการใช้ Semmes-Weinstein monofilament test (SWMT)[10] โดยแบ่งเป็นระดับ 1 (สูญเสียการรับรู้บริเวณเท้า 4-6 จุด) และระดับ 2 (สูญเสียการรับรู้บริเวณเท้า 7-10 จุด) การสุ่มตัวอย่างแบบบล็อกใช้วิธีจับฉลากในซองทึบแสงเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

อาสาสมัคร

อาสาสมัครในการศึกษาเป็นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เพศหญิงทั้งหมดที่มีอายุระหว่าง 60 ถึง 75 ปี ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยอายุรแพทย์ โรงพยาบาลบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา

โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าของอาสาสมัคร ประกอบด้วย มีประวัติการทานยาเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลได้ดี มีการตอบสนองต่อการ SWMT เท่ากับหรือมากกว่า 1 จุด เมื่อทดสอบทั้ง 2 เท้า และสามารถเดินได้ด้วยตนเองโดยปราศจากอุปกรณ์ช่วยเดินเป็นระยะทางอย่างน้อย 10 เมตร เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ ผู้ที่มีภาวะเท้าและขาผิดรูป มีแผลที่เกิดจากโรคเบาหวานบริเวณเท้าและขา มีปัญหาทางการมองเห็นหรือตาบอด มีภาวะของไข้หรือโรคเรื้อรังที่ควบคุมไม่ได้ มีการหักของกระดูกบริเวณรยางค์ส่วนล่างภายใน 6 เดือนก่อนเข้าร่วมการศึกษา มีประวัติการดื่มสุราหรือใช้สารเสพติด มีความผิดปกติทางด้านเวสติบูลาร์ และมีภาวะทางระบบประสาทที่มีผลต่อการทรงตัว เช่น โรคหลอดเลือดสมอง การบาดเจ็บบริเวณไขสันหลัง โรคพากินสัน เป็นต้น

ขนาดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ มีอาสาสมัครจำนวน 40 คน โดยแบ่งอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ได้แก่ กลุ่มนวดเท้าตนเองด้วยแผ่นไม้นวด (กลุ่มทดลอง) และกลุ่มนวดเท้าตนเองด้วยมือ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้สูตรคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จากงานวิจัยที่ใกล้เคียง[11] ใช้ SWMT[12] เป็นตัวแปรหลักในการคำนวณค่า effect sizes เท่ากับ 1 ค่าระดับ power 80% ค่านัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

การดำเนินการวิจัย

อาสาสมัครได้รับการตรวจร่างกายเพื่อคัดกรองอาสาสมัครตามเกณฑ์คัดเข้า ตามด้วยการทดสอบตัวแปร หลังจากนั้นทำการสุ่มแบ่งกลุ่ม อาสาสมัครเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง (Experiment group หรือ EG) และกลุ่มควบคุม (Control group หรือ CG)

การปฏิบัติตัวของกลุ่มทดลอง (EG) โดยอาสาสมัครจะได้รับการสอนวิธีการนวดเท้าตนเองด้วยแผ่นไม้นวด และมีการกำหนดน้ำหนักกดบนแผ่นไม้ โดยผู้วิจัยใช้นิ้วหัวแม่มือกดบริเวณใต้ต่อนิ้วหัวแม่เท้าข้างที่ถนัดจนรู้สึกตึงสบายและไม่รู้สึกเจ็บ (subpain threshold) แล้วให้อาสาสมัครยืนลงน้ำหนักเท้าบนแผ่นไม้ที่มีเครื่องชั่งน้ำหนักวัดน้ำหนักที่กดโดยให้ใช้แรงกดตามความรู้สึกที่กดด้วยมือให้ทดสอบ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ผู้ป่วยแต่ละรายได้รับการประเมินแรงกดที่เหมาะสมก่อนใช้อุปกรณ์จริง **(รูป 1ก)** ด้วยการให้อาสาสมัครใช้ไม้เท้า 4 ขา ประคองร่างกายพร้อมทั้งวางเท้า 1 ข้างบนอุปกรณ์นวดที่หุ้มด้วยผ้าหนานุ่ม **(รูป 1ข)** เพื่อลดแรงกดบริเวณฝ่าเท้าขณะใช้งานเท้าอีกข้างวางอยู่หลังเส้นบนแผ่นรอง แล้วค่อยๆ โน้มตัวไปข้างหน้าให้ส้นเท้าอีกข้างยกขึ้นจากพื้น จนรู้สึกตึงๆ (ไม่มีอาการเจ็บ) ค้างไว้ 3 วินาที (นับ 1 ถึง 3) ขยับเท้าขึ้นหรือลงเพื่อให้ปุ่มไม้นวดสัมผัสฝ่าเท้าได้ทุกตำแหน่งตามแนวนวดข้างละ 5 นาทีแล้วสลับเท้า (รวม 10 นาที) แล้วให้นั่งพัก 1 นาที ทำทั้งหมด 3 รอบ จะใช้เวลาประมาณ 30 นาที และผู้วิจัยได้แจกคู่มือการนวดเท้าตนเองด้วยแผ่นไม้นวดตามแนวการนวดเท้าดัง**รูปที่ 2**

(1ก) (1ข)

รูปที่ 1 ก-ข อุปกรณ์แผ่นไม้นวด

วิธีการนวดเท้าด้วยอุปกรณ์แผ่นไม้นวด ดัง**รูปที่ 2 ก-ฉ**

1) แนวเส้นกลางฝ่าเท้า โดยวางเท้าให้อยู่บนปุ่มไม้นวดจากส้นเท้าถึงกลางเนินปลายเท้า **(รูป 2ก)**

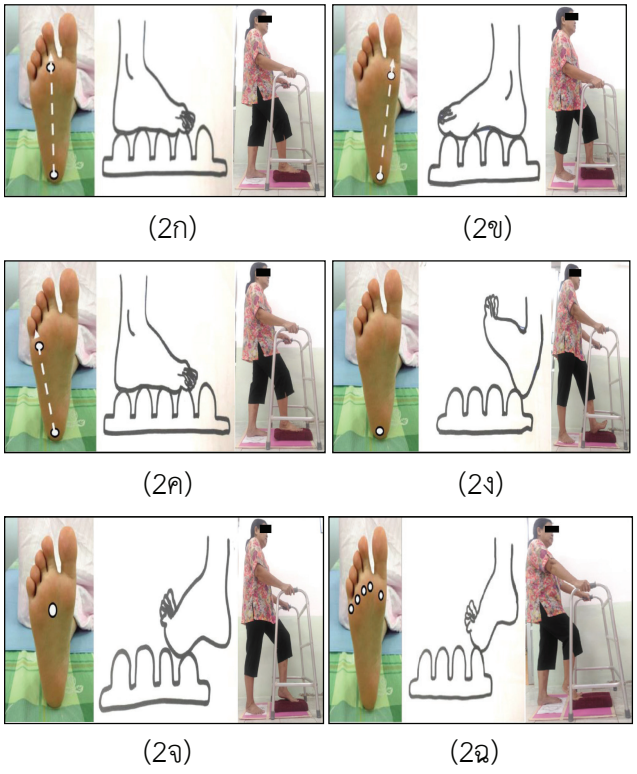
2) แนวเส้นฝ่าเท้าด้านใน โดยวางเท้าให้อยู่บนปุ่มไม้นวดจากส้นเท้าถึงเนินปลายเท้าด้านนิ้วหัวแม่เท้า **(รูป 2ข)**

3) แนวเส้นฝ่าเท้าด้านนอก โดยวางเท้าให้อยู่บนปุ่มไม้นวดจากส้นเท้าถึงเนินปลายเท้าทางด้านนิ้วก้อยเท้า **(รูป 2ค)**

4) จุดกดนวดบริเวณกลางส้นเท้าโดยวางบริเวณกลางส้นเท้าบนปุ่มไม้นวด 1 ปุ่ม ในลักษณะเปิดปลายเท้าขึ้น **(รูป 2ง)**

5) จุดกดนวดบริเวณกลางฝ่าเท้าใต้ต่อเนินปลายเท้า โดยวางบริเวณกลางฝ่าเท้าใต้ต่อเนินปลายเท้าบนปุ่มไม้นวด 1 ปุ่มในลักษณะเปิดปลายเท้าและส้นเท้าขึ้น **(รูป 2จ)**

6) จุดกดนวดบริเวณกลางเนินปลายเท้าใต้ต่อนิ้วเท้าทั้ง 5 โดยวางบริเวณกลางเนินปลายเท้าใต้ต่อนิ้วเท้าทั้ง 5 ทีละนิ้วบนปุ่มไม้นวด 1 ปุ่มในลักษณะที่มีการเปิดส้นเท้าขึ้น **(รูป 2ฉ)**



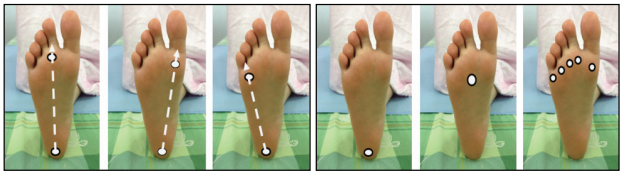
(2ก) (2ข)

(2ค) (2ง)

(2จ) (2ฉ)

รูปที่ 2 ก-ฉ การนวดเท้าด้วยอุปกรณ์แผ่นไม้นวด

การปฏิบัติตัวของกลุ่มควบคุม (CG) จะได้รับการสอนวิธีการนวดเท้าตนเองด้วยนิ้วหัวแม่มือ และมีการสอนถึงน้ำหนักกดที่เหมาะสม แนวการนวดเท้าประกอบด้วย 3 แนวเส้น **(รูป 3ก)** และ 7 จุด **(รูป 3ข)** ซึ่งเป็นแนวนวดไทยบริเวณเท้าที่ประยุกต์มาจากแนวการนวดของ Thantiphidok[13] และ Chatchawan[9] โดยทางผู้วิจัยได้แจกคู่มือการนวดเท้าตนเองด้วยมือให้อาสาสมัครนำกลับไปปฏิบัติต่อที่บ้าน ดัง**รูปที่ 3 ก-ข**



(3ก) (3ข)

รูปที่ 3 ก-ข แนวการนวดเท้าตนเองด้วยมือ

แนะนำอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม จะทำการนวดเท้าตนเองทุกวัน วันละ 30 นาที เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ อาสาสมัครทุกคนจะถูกบันทึกข้อมูลพื้นฐานและแบบบันทึกโครงสร้างร่างกาย และทดสอบตัวแปรต่างๆ ก่อนและหลังหลังสิ้นสุดโปรแกรมที่ 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์ และอาสาสมัครทุกคนได้รับตารางสมุดบันทึกการนวดเท้าประจำวันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

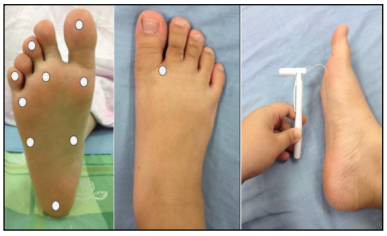
การวิจัยเป็นแบบ single-blind ในกลุ่มอาสาสมัครก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบความเที่ยงของการแปลผลการรับความรู้สึกของเท้า จับเวลาทั้งในการทดสอบการทรงตัวขณะเดินและขณะยืนขาเดียวในอาสาสมัครที่เป็นผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 10 คน แล้วทำการวิเคราะห์ความเที่ยงภายในผู้วัด (Intra-class Correlation Coefficient: ICC) โมเดล (3,1) และค่า 95 เปอร์เซ็นต์ช่วงเชื่อมั่น (ใช้ค่า single measure) ด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 17 พบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก โดยค่า ICC อยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 0.92

ประกอบด้วย

1. การทดสอบการรับความรู้สึก โดยใช้ SWMT ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นเอ็นที่เป็นเส้นพลาสติกที่สามารถโค้งงอได้กดลงบริเวณเท้า จำนวน 10 จุดต่อข้าง รวม 20 จุด วัดผลโดยการตอบการรับรู้ถึงแรงกดจากเส้นเอ็น โดยทำการทดสอบจุดละ 3 ครั้ง ตอบผิด 2 ใน 3 ครั้ง จะนับว่าจุดนั้นผิดปกติ ดัง**รูปที่ 4**

2. การทดสอบการทรงตัวขณะเดิน (Timed up and go หรือ TUG) โดยการให้อาสาสมัครนั่งเก้าอี้แล้วลุกขึ้นยืนและเดินไปข้างหน้าระยะทาง 3 เมตร ด้วยความเร็วสูงสุดและปลอดภัย แล้วกลับตัวที่จุดกลับตัวบริเวณกรวยสีส้ม แล้วจึงเดินกลับมานั่งเก้าอี้ที่เดิม วัดผลโดยการจับเวลาเป็นวินาที ดัง**รูปที่ 5**

3. การทดสอบการทรงตัวขณะยืนขาเดียว (One leg stance หรือ OLS) โดยการให้อาสาสมัครยืนเท้าเปล่าบนพื้นเรียบแขนวางข้างลำตัว ยืนลงน้ำหนักให้เต็มฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้าง จากนั้นค่อยๆ ยกขาข้างหนึ่งขึ้นให้พ้นพื้นยืนด้วยเท้าข้างเดียวและลงน้ำหนักให้เต็มฝ่าเท้า วัดผลโดยการจับเวลาเป็นวินาที ซึ่งจะมีการทดสอบทั้งในขณะที่อาสาสมัครลืมตาและหลับตา ดัง**รูปที่ 6**



รูปที่ 4 การทดสอบการรับความรู้สึก Semmes-Weinstein monofilament test (SWMT)

รูปที่ 5 การทดสอบการทรงตัวขณะเดิน (Timed up and go หรือ TUG)

รูปที่ 6 การทดสอบการทรงตัวขณะยืนขาเดียว (One leg stance หรือ OLS)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk's test เพื่อทดสอบการกระจายตัวแบบปกติของข้อมูล พบการกระจายแบบปกติ ได้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงอนุมาน แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งการเปรียบเทียบผลก่อนหลังการรักษา (ภายในกลุ่ม) ใช้สถิติ repeated-measures analysis of variance และเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ analysis of covariance โดยใช้ค่าตัวแปรก่อนการทดลอง (Pretest) เป็นตัวแปรร่วม (covariance) ค่าความผิดพลาดยอมรับที่ p-value < 0.05 โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS เวอร์ชั่น 17.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษา

1. ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร (แสดงข้อมูลใน**ตารางที่ 1**)

อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกและร่วมการทดลองจนเสร็จสิ้นเป็นผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาท เป็นเพศหญิงทั้งหมดจำนวน 40 คน อายุเฉลี่ย ค่าดัชนีมวลกาย ค่าระดับน้ำตาลในกระแสเลือด ระยะเวลาการเป็นโรคเบาหวานและการทดสอบอาการชาที่เท้าทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน

2. การเปรียบเทียบภายในกลุ่ม (แสดงข้อมูลใน**ตารางที่ 2**)

เมื่อเปรียบเทียบผลของการทดลองระหว่างเริ่มต้นและสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 รวมทั้งระหว่างสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 พบว่า กลุ่มทดลองมีค่า SWMT, TUG และ OLS ขณะลืมตาและหลับตาทั้งสองข้างดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มควบคุมพบว่าการเปรียบเทียบระหว่างเริ่มต้นและสัปดาห์ที่ 4 และระหว่างสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ค่า SWMT และ TUG ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร

คุณลักษณะ	CG (จำนวน=20)	EG (จำนวน=20)	*p*-value
อายุ (ปี)	66.6±4.2	66.0±4.0	0.68
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/m^2)	25.2±4.0	26.7±3.4	0.22
ระดับน้ำตาลในกระแสเลือด (mg/dl)	143.5±26.4	138.7±24.6	0.56
ระยะเวลาการเป็นโรคเบาหวาน (ปี)	11.6±2.8	11.0±2.4	0.51
การทดสอบอาการชาที่เท้า (จุด)	6.8±1.9	6.6±1.7	0.69

หมายเหตุ: CG = กลุ่มควบคุม, EG = กลุ่มทดลอง

ตารางที่ 2 แสดงผลของการทดสอบ SWMT, TUG และ OLS ระหว่างก่อน-หลังการทดลอง ในกลุ่ม CG และ EG ที่ 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์

ตัวแปร	กลุ่ม	ก่อนการศึกษา	หลังการศึกษา 2 สัปดาห์	หลังการศึกษา 4 สัปดาห์	ค่าความแตกต่างก่อน-หลัง 2 สัปดาห์ (95%CI)	*p*-value	ค่าความแตกต่างระหว่างสัปดาห์ 2 และ 4 (95%CI)	*p*-value	ค่าความแตกต่างก่อน-หลัง 4 สัปดาห์ (95%CI)	*p*-value
อาการชาที่เท้า SWMT (จุด)	CG	6.80±1.96	6.55±2.21	6.05±2.35	-0.30(-0.21 ถึง 0.81)	0.412	-0.50(-0.95 ถึง -0.05)	0.025*	-0.80(-1.42 ถึง -0.18)	0.009*
	EG	6.60±1.78	5.10±1.71	3.35±1.92	-1.50(-1.95 ถึง -1.05)	<0.001*	-1.75(-2.21 ถึง -1.29)	<0.001*	-3.25(-4.03 ถึง -2.47)	<0.001*
TUG (วินาที)	CG	13.27±1.63	12.98±2.80	12.19±2.70	-0.29(-1.41 ถึง 0.83)	1.000	-0.79(-1.49 ถึง -0.08)	0.027*	-1.07(-2.04 ถึง -0.11)	0.027*
	EG	13.83±0.76	11.56±1.32	10.34±1.30	-2.27(-3.06 ถึง -1.47)	<0.001*	-1.22(-1.79 ถึง -0.65)	<0.001*	-3.49(-4.29 ถึง -2.69)	<0.001*
OLS ขาขวาขณะลืมตา (วินาที)	CG	14.54±6.79	17.14±7.74	17.37±7.78	2.61(-0.55 ถึง 5.76)	0.129	0.23(-2.94 ถึง 3.40)	1.000	2.84(-1.54 ถึง 7.21)	0.316
	EG	15.36±6.07	20.40±5.52	24.42±5.87	5.04(2.24 ถึง 7.84)	<0.001*	4.02(2.02 ถึง 6.02)	<0.001*	9.06(6.06 ถึง 12.06)	<0.001*
OLS ขาซ้ายขณะลืมตา (วินาที)	CG	12.96±7.79	13.82±7.01	13.81±6.56	0.86(-1.30 ถึง 3.02)	0.932	-0.01(-2.48 ถึง 2.47)	1.000	0.85(-2.66 ถึง 4.36)	1.000
	EG	14.47±6.56	18.22±7.27	22.51±7.57	3.76(1.48 ถึง 6.04)	0.001*	4.29(2.37 ถึง 6.20)	<0.001*	8.04(4.75 ถึง 11.34)	<0.001*
OLS ขาขวาขณะหลับตา (วินาที)	CG	4.13±1.69	4.13±1.69	4.28±2.24	0.16(-1.05 ถึง 1.37)	1.000	-0.01(-1.44 ถึง 1.41)	1.000	0.15(-1.33 ถึง 1.63)	1.000
	EG	5.50±2.23	8.01±3.58	11.96±4.62	2.71(0.98 ถึง 4.44)	0.002*	3.80(2.31 ถึง 5.29)	<0.001*	6.51(4.25 ถึง 8.77)	<0.001*
OLS ขาซ้ายขณะหลับตา (วินาที)	CG	3.69±1.87	3.69±1.87	4.38±2.07	0.26(-1.10 ถึง 1.62)	1.000	0.43(-0.61 ถึง 1.47)	0.870	0.69(-0.72 ถึง 2.09)	0.640
	EG	5.47±2.76	8.03±3.99	11.57±5.84	2.56(1.42 ถึง 3.69)	<0.001*	3.55(1.90 ถึง 5.19)	<0.001*	6.10(3.79 ถึง 8.41)	<0.001*

หมายเหตุ * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), ค่าตัวแปรเสนอเป็น Mean ± SD, 95%CI=95 percent confidence interval, SWMT=Semmes-Weinstein Monofilament test, TUG=Times up and go test, OLS=One leg stance, CG=กลุ่มนวดเท้าตนเองด้วยมือ, EG=กลุ่มนวดเท้าตนเองด้วยอุปกรณ์แผ่นไม้

ตารางที่ 3 แสดงผลของการทดสอบ SWMT, TUG และ OLS เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม CG และ EG หลังการศึกษา 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์

ตัวแปร	หลังการศึกษา 2 สัปดาห์				หลังการศึกษา 4 สัปดาห์			
	EG	CG	ค่าความแตกต่าง (95%CI)	*p*-value	EG	CG	ค่าความแตกต่าง (95%CI)	*p*-value
อาการชาที่เท้า SWMT (จุด)	5.20	6.43	-1.22(-1.74 to -0.070)	<0.001*	3.45	5.93	-2.48(-3.25 to -1.70)	<0.001*
TUG (วินาที)	11.44	13.34	-1.90(-2.99 to -0.81)	0.001*	10.23	12.58	-2.34(-3.31 to -1.37)	<0.001*
OLS ขาข้างขวาในขณะลืมตา (วินาที)	20.15	17.49	2.66(-0.45 to 5.78)	0.092	24.18	17.61	6.56(2.79 to 10.33)	0.001*
OLS ขาข้างซ้ายในขณะลืมตา (วินาที)	17.52	14.42	3.10(0.71 to 5.48)	0.012*	21.91	14.23	7.67(4.23 to 11.11)	<0.001*
OLS ขาข้างขวาในขณะหลับตา (วินาที)	7.57	4.80	2.77(1.02 to 4.51)	0.003*	11.35	4.45	6.89(4.72 to 9.06)	<0.001*
OLS ขาข้างซ้ายในขณะหลับตา (วินาที)	6.87	4.14	2.72(1.46 to 3.98)	<0.001*	10.03	4.64	5.39(3.41 to 7.37)	<0.001*

หมายเหตุ * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), SWMT=Semmes-Weinstein Monofilament test, TUG=Times up and go test, OLS=One leg stance, CG=กลุ่มนวดเท้าตนเองด้วยมือ, EG=กลุ่มนวดเท้าตนเองด้วยอุปกรณ์แผ่นไม้

3. การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม
(แสดงข้อมูลใน**ตารางที่ 3**)

การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 พบค่า SWMT, TUG และ OLS ในกลุ่ม ทดลองดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ค่า OLS ขาข้างขวาในขณะลืมตาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับสัปดาห์ที่ 2 และในสัปดาห์ที่ 4 พบว่าในกลุ่มทดลองมีค่าตัวแปรทุกค่าดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการนวดเท้าตนเองด้วยแผ่นไม้นวดมีผลดีมากกว่าการนวดเท้าตนเองด้วยมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการรับความรู้สึกและการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ภายหลังจากการนวด 2 และ 4 สัปดาห์ โดยทำการนวดเท้าเฉลี่ย 4-6 ครั้ง/สัปดาห์ การศึกษานี้ได้กำหนดให้ความถี่ของการนวดเท้ามากกว่าการศึกษาอื่นๆ น่าจะเป็นผลดีที่ทำให้การนวดดีขึ้นภายในระยะสั้นเพียง 2 และ 4 สัปดาห์เท่านั้นอย่างไรก็ตาม ความถี่ของการนวดทั้งสองกลุ่มไม่สามารถทำได้ครบถ้วน โดย 2 สัปดาห์แรก กลุ่มนวดเท้าตนเองด้วยแผ่นไม้นวดและกลุ่มนวดเท้าตนเองด้วยมือมีความถี่ของการนวดร้อยละ 87.86 และ 85.71 เมื่อครบ 4 สัปดาห์ทำได้ร้อยละ 84.64 และ 80.36 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างกัน จากการบันทึกข้อมูลการนวดและจากการสัมภาษณ์อาสาสมัครพบว่า ระยะเวลานวดเท้าตนเองด้วยมือในกลุ่มควบคุมนี้ใช้เวลาน้อยกว่าประมาณ 10-15 นาที เนื่องจากมีความลำบากในการก้มตัวลงนวดเท้าในท่านั่งเก้าอี้ มีอาการเมื่อยล้าที่แขนและไม่มีแรงนวด จึงทำให้นวดได้ไม่นานตามที่กำหนด จึงทำให้ผลการทดลองในกลุ่มนี้ดีขึ้นเฉพาะบางตัวแปร คือ การรับความรู้สึก และการทรงตัวค่า TUG ที่ดีขึ้นใน 4 สัปดาห์ การตอบสนองของขนาดการนวด (dose-response of massage) เป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึง ระยะเวลาน้อยเกินไปและแรงนวดที่ไม่เพียงพอมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่วัดได้ สำหรับการนวดเท้าตนเองด้วยแผ่นไม้นวดในกลุ่มนี้ได้ทำตามข้อกำหนด คือสามารถยืนนวดได้นาน 30 นาที โดยพักเป็นช่วงๆ การกำหนดแรงนวดด้วยน้ำหนักตัวผู้ป่วยสามารถทำได้สะดวกและปรับตำแหน่งนวดได้ตามความเหมาะสม สะดวกสำหรับผู้ใช้อุปกรณ์นี้ จึงเป็นที่ชื่นชอบของผู้ป่วย ดังนั้นการนวดเท้าตนเองด้วยแผ่นไม้นวดจึงมีผลดีกว่าต่อผลการรับความรู้สึกที่ฝ่าเท้าและการทรงตัว ดังแสดงผลของจุดที่มีอาการมึนชาลดลง ระยะเวลาการเดินไป-กลับระยะทาง 3 เมตรลดลง และระยะเวลาการทรงตัวด้วยการยืนขาเดียวทั้งลืมตาและหลับตาเพิ่มขึ้นทั้งสองข้าง

การนวดมีผลทางสรีวิทยา ดังนี้ มีผลต่อการเพิ่มความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อ[14] โดยการไปช่วยลดความตึงตัวของเนื้อเยื่อและผิวหนัง เพิ่มระบบการไหลเวียนเลือดและเพิ่มอุณหภูมิบริเวณที่นวดดีขึ้น[15-17] จึงส่งเสริมให้เซลล์ได้รับอาหารและออกซิเจนมากขึ้น ส่งผลให้ระบบประสาทการรับรู้บนผิวหนังดีขึ้นด้วย[18--19] เมื่อการรับรู้ที่ฝ่าเท้า (somato-proprioceptive sensation) ดีขึ้น จึงช่วยส่งเสริมให้การทรงตัวดีขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาลักษณะของแผ่นไม้นวดเท้า พบว่าแผ่นไม้ที่ออกแบบมีลักษณะเป็นปุ่มโค้งนูนเล็กๆ สามารถเข้าถึงบริเวณต่างๆ ของฝ่าเท้าได้เฉพาะตำแหน่งมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกะลามะพร้าว ปุ่มที่เล็กกว่าเมื่อยืนหรือเหยียบลงบนปุ่มจะเกิดแรงกดที่เท้าเสมือนเป็นการนวดเท้า ซึ่งสามารถช่วยกระตุ้นการรับความรู้สึก เพิ่มการไหลเวียนเลือดและลดอาการชาบริเวณเท้า[20-23] จากผลการศึกษาในครั้งนี้ประเมินการรับความรู้สึกหรืออาการมึนชาที่เท้า พบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Phuyorit (2010)[24] ที่พบว่าการใช้ไม้นวดกดจุดสะท้อนที่ฝ่าเท้า จำนวน 39 จุด ข้างละ 15 นาที รวม 30 นาที ต่อเนื่องเป็นเวลา 14 วัน มีผลทำให้ลดอาการชาที่ฝ่าเท้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) จากการศึกษาของ Borisut (2009)[20] ที่นำกะลามะพร้าวมาใช้ในการนวดเท้าในผู้ป่วยเบาหวาน โดยให้ผู้ป่วยยืนเหยียบบนกะลาเพื่อนวดเท้าทั้ง 2 ข้าง มีท่าที่ใช้การนวด 5 ท่าใช้เวลานวดท่าละ 3 นาทีนวดเท้าอย่างน้อย 5 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่ากลุ่มทดลองมีอาการชาเท้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) เนื่องจากส่วนแหลมของกะลามะพร้าวจะช่วยกดจุดบริเวณฝ่าเท้าได้คล้ายคลึงกับการนวดเท้า การประเมินทางด้านการทรงตัวยังพบ

ความสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตของ Chatchawan (2015)[9] ที่ศึกษาผลของการนวดไทยที่เท้าต่อสมรรถนะในการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของปลายประสาท พบว่าภายหลังนวดไทยที่เท้า 30 นาที จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ต่อเนื่องเป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีผลทำให้การทดสอบการทรงตัวขณะเดิน TUG ดีขึ้น ($p < 0.05$) มีการเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของเท้าและการรับความรู้สึกที่เท้า จากการศึกษาที่ผ่านมาดังกล่าวเป็นการนวดไทยที่กำหนดให้ผู้อื่นทำให้ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ให้ผลดีต่อการรับความรู้สึกที่เท้าและการทรงตัว รวมทั้งการศึกษาที่ใช้กะลามะพร้าวเดิน 5 ครั้ง/สัปดาห์ ให้ผลดีเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ข้อดีของการใช้อุปกรณ์นวดในการศึกษานี้น่าจะเกี่ยวกับแรงกดที่กระจายเป็นจุดๆ ในเวลาเดียวกันบนฝ่าเท้า จุดเด่นของอุปกรณ์นวดชิ้นนี้ คือ สามารถนวดเท้าเสร็จสิ้นโดยใช้เวลานวดไม่นาน ทำให้ประหยัดเวลาใช้งานง่ายทำได้บ่อยๆ และพกพาสะดวก

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ อาสาสมัครเป็นกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานเพศหญิงในเขตตำบลบัวใหญ่ที่มีการดูแลตนเองได้ค่อนข้างดี จึงไม่สามารถเป็นตัวแทนของผู้ป่วยเบาหวานได้ทั้งหมด กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อย และศึกษาผลของการนวดในตัวแปรเพียงบางตัวชี้วัด ซึ่งไม่ครอบคลุมกับปัญหาของผู้ป่วยเบาหวาน การให้โปรแกรมการนวดที่บ้านต้องอาศัยความร่วมมือของอาสาสมัครอย่างมาก นอกจากนี้มีระดับน้ำหนักของการนวดทั้ง 2 วิธี ไม่สามารถควบคุมน้ำหนักให้เท่ากันได้ รวมทั้งระยะเวลาของการนวด ในทางปฏิบัติจริงไม่สามารถควบคุมให้เท่ากันได้ ทั้ง 2 ปัจจัยนี้อาจจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อตัวแปร อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ได้รับความร่วมมือจากอาสาสมัครเป็นอย่างดี ดูจากการบันทึกความถี่ของการนวดมากกว่าร้อยละ 80

สรุปผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการนวดเท้าตนเองที่บ้านด้วยอุปกรณ์แผ่นไม้นวดและการนวดเท้าตนเองด้วยมือให้ผลดีต่อการรับความรู้สึกและการทรงตัว อย่างไรก็ตามการนวดด้วยอุปกรณ์แผ่นไม้นวดให้ผลดีมากกว่าในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยขอนแก่นและศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิจัย ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย และขอขอบพระคุณความเมตตาจากอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำแนะนำ รวมถึงอาสาสมัคร หน่วยงานต้นสังกัดที่อำนวยความสะดวกในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Diabetes Care 2011; 34(1): S62–S69.
2. Jensen MP, Friedman M, Bonzo D, Richards P. The validity of the neuropathic pain scale for assessing diabetic neuropathic pain in a clinical trial. The Clinical Journal of Pain 2006; 22(1): 97–103.
3. Weintraub MI, Wolfe GI, Barohn RA, Cole SP, Parry GJ, Hayat G, Magnetic Research Group. Static magnetic field therapy for symptomatic diabetic neuropathy: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2003; 84(5): 736–746.
4. van Schie CHM. Neuropathy: mobility and quality of life. Diabetes/Metabolism Research and Reviews 2008; 24(1): S45-51.
5. Boulton AJM, Vinik AI, Arezzo JC, Bril V, Feldman EL, Freeman R. Diabetic neuropathies: a statement by the American Diabetes Association. Diabetes Care 2005; 28(4): 956–962.

6. Ites KI, Anderson EJ, Cahill ML, Kearney JA, Post EC, Gilchrist LS. Balance interventions for diabetic peripheral neuropathy: a systematic review. Journal of Geriatric Physical Therapy 2011; 34(3): 109–116.
7. Eungpinichpong W and Montri N. Basic physiological effects of modified foot massage. Journal of Medical Technology and Physical Therapy 1999; 11(3):98-105.
8. 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. Journal of Bodywork and Movement Therapies 2007; 11(4): 295–301.
9. 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. Medical Science Monitor Basic Research 2015; 21: 68–75.
10. Lee S, Kim H, Choi S, Park Y, Kim Y, Cho B. Clinical usefulness of the two-site Semmes-Weinstein monofilament test for detecting diabetic peripheral neuropathy. Journal of Korean Medical Science 2003; 18(1): 103–107.
11. Borm GF, Fransen J, Lemmens WA JG. A simple sample size formula for analysis of covariance in randomized clinical trials. Journal of Clinical Epidemiology 2007; 60(12): 1234–1238.
12. Kamei N, Yamane K, Nakanishi S, Yamashita Y, Tamura T, Ohshita K, Kohno N. Effectiveness of Semmes–Weinstein monofilament examination for diabetic peripheral neuropathy screening. Journal of Diabetes and Its Complications 2005; 19(1): 47–53.
13. Thantiphidok Y. Textbook of Thai Massage Volume1. 4th ed. Bangkok: Health and Development Foundation; 1999.
14. Goats GC. Massage--the scientific basis of an ancient art: part 2 physiological and therapeutic effects. Br J Sports Med 1994; 28:153-6.
15. Aourell M, Skoog M, Carleson J. Effects of Swedish massage on blood pressure. Complement Ther Clin Pract. 2005 Nov;11(4): 242-6
16. Cheing GL-Y, Sun J, Kwan RL-C, Zheng Y. The potential influence of diabetic history on peripheral blood flow in superficial skin. Microvasc Res 2013; 90: 112–6.
17. Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. Sports Med. 2005; 35(3): 235-6.
18. Cunningham JE, Kelechi T, Sterba K, Barthelemy N, Falkowski P, Chin SH. Case report of a patient with chemotherapy-induced peripheral neuropathy treated with manual therapy (massage). Support Care Cancer 2011; 19
19. Diego MA, Field T. Moderate Pressure Massage Elicits a Parasympathetic Nervous System Response.Int J Neurosci. 2009; 119: 630-8.
20. Borisut S, Kong-in W, Naka K. The comparison of foot care knowledge program and the program of foot care knowledge integrating with coconut shell stepping on foot numbness in persons with type 2 diabetes. Journal of Nursing Science Chulalongkorn University 2009; 21(1): 94-105.

21. Cho B, Ko T Lee D. Effect of ankle joint mobilization on range of motion and functional balance of elderly adults. J Phys Ther 2012; 24: 331-3.
22. Namkorn P, Eungpinichpong W, Chatchawan U. Immediate effects of foot massage on functional mobility and balance performance in the elderly. NGRC 2013; 5(1): 1-9.
23. Vaillant J, Rouland A, Martigne P, Braujou R, Nissen MJ, Caillat-Miousse JL, et al. Massage and mobilization of the feet and ankles in elderly adults: effect on clinical balance performance. Man Ther 2009; 14(6): 661-4.
24. Phuyorit P. Effect of foot reflexology on numbness and foot pressure in persons with type 2 diabetes [dissertation]. [Bangkok]: Mahidol University; 2010. 167 p.

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

อัตราการตรวจพบยีน Southeast Asian Ovalocytosis (SAO) ในผู้ป่วยที่ส่งตรวจวินิจฉัยธาลัสซีเมียจากโรงพยาบาลนราธิวาสราชนครินทร์

วัชรพงษ์ กาวน[1,2], สุภาวดี แย้มศรี[2*], กุลนภา ฟู่เจริญ[2], อมรา ดือเระ[3] และ สุพรรณ ฟู่เจริญ[2*]

Received: *April 24, 2019*
Revised: *May 1, 2019*
Accepted: *May 8, 2019*

บทคัดย่อ

ภาวะเม็ดเลือดแดงรูปไข่ชนิดเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หรือ Southeast Asian Ovalocytosis (SAO) และธาลัสซีเมียเป็นความผิดปกติทางกรรมพันธุ์ที่เป็นสาเหตุให้เกิดการแตกของเม็ดเลือดแดง และมีรายงานความชุกสูงในภาคใต้ของประเทศไทย การที่ยีน SAO และยีนธาลัสซีเมียเป็นอิสระต่อกัน จึงมีโอกาสที่จะพบผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมียมียีน SAO ร่วมด้วย การศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการหาอัตราการตรวจพบยีน SAO ในผู้ที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลนราธิวาสราชนครินทร์แล้วส่งตรวจวินิจฉัยธาลัสซีเมียที่หน่วยบริการธาลัสซีเมีย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ (ศวป.) คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยทำการตรวจยีน SAO ด้วยวิธี GAP-PCR จากตัวอย่างที่ส่งตรวจวินิจฉัยธาลัสซีเมีย จำนวน 326 ตัวอย่าง พบ 21 ตัวอย่าง มียีนแฝง SAO คิดเป็นร้อยละ 6.4 (95% CI = 4.0-9.6) และมีตัวอย่างที่มียีนธาลัสซีเมียจำนวน 292 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 89 โดยพบพาหะฮีโมโกลบินอีมากที่สุด จำนวน 107 ตัวอย่าง (ร้อยละ 36.6) พาหะฮีโมโกลบินอีทั้งหมดนี้ พบ 8 ตัวอย่างที่มียีน SAO ร่วมด้วย เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของเม็ดเลือดแดงระหว่าง 2 กลุ่มนี้ พบว่า ค่า MCV MCH และ RDW ในกลุ่มที่มียีน SAO มีแนวโน้มสูงกว่า กลุ่มที่ไม่มียีน SAO ค่า MCV ที่สูงขึ้นจึงอาจรบกวนการตรวจคัดกรองธาลัสซีเมียได้ นอกจากนี้การพบยีน SAO ร่วมกับธาลัสซีเมียในอัตราที่สูงแสดงถึงโอกาสที่จะพบผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมียที่มียีน SAO ร่วมด้วยในภูมิภาคนี้ ในด้านอาการทางคลินิกนั้นไม่สามารถสรุปได้ว่าการมียีน SAO มีผลต่อกระทบต่ออาการของผู้ที่เป็นธาลัสซีเมียหรือฮีโมโกลบินผิดปกติหรือไม่ เนื่องจากไม่ทราบประวัติการเจ็บป่วยและการรักษาของผู้ป่วย การศึกษาไปข้างหน้าร่วมกับแพทย์ จะทำให้ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของการมียีน SAO ในผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมียหรือฮีโมโกลบินผิดปกติได้ชัดเจนขึ้น

คำสำคัญ: ภาวะเม็ดเลือดแดงรูปไข่ชนิดเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, SAO, ธาลัสซีเมีย

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
[3] แผนกกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลนราธิวาสราชนครินทร์ จังหวัดนราธิวาส
* ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

Positive rate of Southeast Asian Ovalocytosis (SAO) among patients sent for thalassemia diagnosis from Naradhiwas Rajanagarindra hospital

Watcharaphong Kawon[1,2], Supawadee Yamsri[2*], Goonnapa Fucharoen[2], Amara Duereh[3] and Supan Fucharoen[2]

Abstract

Southeast Asian Ovalocytosis (SAO) and thalassemia are inherited red blood cell disorders causing hemolysis. A high prevalence of SAO has been found in southern Thailand where thalassemia is common. Therefore, patients with co-inheritance of these two genetic abnormalities can be encountered. In this study, SAO was screened in patients at Naradhiwas rajanagarindra hospital whose blood specimens were obtained at the Centre for Research and Development of Medical Diagnostic Laboratories, Khon Kaen University for thalassemia diagnosis. Gap-PCR analysis was used to identify the SAO mutation. From 326 subjects examined, 21 had SAO mutation (6.4%; 95% CI = 4.0-9.6). Two hundred ninety-two subjects carried thalassemia gene (89%), the most common one (n = 107) was hemoglobin E. Out of these 107 subjects, eight were positive for SAO. Comparison of red blood cell parameters between these two groups showed higher MCV, MCH and RDW values in those with SAO as compared to those without SAO. This data indicated a high opportunity to find co-inheritance of SAO and thalassemia in the region. The increased MCV value with this combined defects would further alter thalassemia screening. Without clinical data, it is however difficult to draw any effect of SAO on the clinical presentation of thalassemia and hemoglobinopathies. Further study in collaboration with clinicians is required to provide additional information related to this matter

Keywords: Southeast Asian Ovalocytosis, SAO, Thalassemia

[1] Master degree student, Medical Science Program, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen Province
[2] Centre for Research and Development of Medical Diagnostic Laboratories, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen Province
[3] Department of Paediatrics, Naradhiwas Rajanagarindra Hospital, Narathiwat Province
*Corresponding author (e-mail: supawadee@kku.ac.th)

บทนำ

โรคเม็ดเลือดแดงรูปไข่ชนิดเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หรือ Southeast Asian Ovalocytosis (SAO) เป็นโรคหนึ่งในกลุ่มของ Hereditary Elliptocytosis (HE) ซึ่งมีความผิดปกติที่ผนังเซลล์เม็ดเลือดแดง โดยถูกเรียกในชื่อต่างๆ เช่น Elliptical stomatocytosis Stomatocytic Elliptocytosis หรือ Melanesian Elliptocytosis[1] เกิดจากความผิดปกติของยีน AE1 (anion exchanger 1) ซึ่งอยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 17 และมีหน้าที่ควบคุมการสร้างโปรตีน band 3 ซึ่งเป็น peripheral membrane protein ที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ของเม็ดเลือดแดง ทำหน้าที่ที่สำคัญคือเป็นส่วนประกอบโครงสร้างของผนังเซลล์เม็ดเลือดแดง (red cell membrane cytoskeleton) และทำหน้าที่เป็น anion exchange[2-3] SAO เกิดจากการขาดหายไปของนิวคลีโอไทด์เบสจำนวน 27 นิวคลีโอไทด์เบส ระหว่างโคดอนที่ 400 – 408 ส่งผลให้มีกรดอะมิโน 9 ตัวขาดหายไป ดังนั้นเมื่อโปรตีน band 3 มีความผิดปกติจึงส่งผลให้จับกับโปรตีน ankyrin ไม่ได้ ทำให้โครงสร้างของผนังเม็ดเลือดแดงมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ผนังเซลล์เม็ดเลือดแดงไม่สามารถคงรูปร่างปกติไว้ได้ ทำให้เห็นรูปร่างของเม็ดเลือดแดงมีรูปร่างที่ยาวขึ้น หรือรูปไข่ (ovalocytes) และบางตัวจะมีแท่งพาดตามขวาง 1-2 แท่ง บริเวณตรงกลางของเซลล์ทำให้เม็ดเลือดแดงมีลักษณะเหมือนตัวอักษรกรีกที่เรียกว่า “Theta” ทำให้ผนังเซลล์ของเม็ดเลือดแดงมีความแข็งมากขึ้น (increased rigidity) ไม่ยืดหยุ่น ส่งผลให้เม็ดเลือดแดงแตกได้ง่ายขึ้น และมีอายุอยู่ในกระแสเลือดได้สั้นลง[4] และหากพบร่วมกับการกลายพันธุ์ชนิดอื่นๆ ของยีน AE 1 ที่ควบคุมการแลกเปลี่ยน Cl^-/HCO_3^- ที่ renal tubule อาจส่งผลให้เกิดภาวะ distal renal tubular acidosis (dRTA) ได้ [5] โดยทั่วไปผู้ที่เป็นพาหะ SAO (heterozygote) ที่ไม่มีภาวะอื่นแทรกซ้อน มักไม่มีอาการแสดงทางคลินิกในขณะที่ผู้ที่มียีน SAO แบบ homozygotes จะเสียชีวิตตั้งแต่อยู่ในครรภ์[4] SAO มีรายงานความชุกสูงในพื้นที่ที่พบมาลาเรีย (malaria) ได้แก่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แถบประเทศมาเลเซีย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย และภาคใต้ของประเทศไทย[6-8] ธาลัสซีเมียเป็นภาวะเลือดจางทางพันธุกรรมที่พบได้ในเอเชียตะวันออกและในประเทศไทยเองก็มีการรายงานอุบัติการที่สูง ซึ่งสาเหตุความผิดปกติของธาลัสซีเมียนั้นมาจากความผิดปกติของยีนโกลบินที่สำคัญคืออัลฟา-และ บีตา-โกลบินยีน ทำให้สังเคราะห์ฮีโมโกลบินเอ ในเม็ดเลือดแดงได้น้อยลงหรือไม่ได้เลย ทำให้เม็ดเลือดแดงมีอายุสั้นกว่าปกติ เปราะและถูกทำลายง่ายกว่าปกติ ส่งผลให้เกิดความผิดปกติในการขนส่งออกซิเจน เนื่องจากฮีโมโกลบินเอ เป็นโปรตีนที่ทำหน้าที่สำคัญในการลำเลียงออกซิเจนไปยังเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย ทำให้ผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมียที่ได้รับยีนผิดปกติมาจากทั้งพ่อและแม่นั้นมีอาการซีดเหนื่อยง่าย อ่อนเพลีย ตับม้ามโต และรุนแรงที่สุดคือเสียชีวิตตั้งแต่แรกคลอด[9-10]

แม้ว่าผู้มียีน SAO แบบ heterozygote นั้นจะไม่มีอาการทางคลินิก แต่มีรายงานพบผู้ป่วยที่มีภาวะเหล็กเกิน (iron overload) ที่เกิดจากการมียีน SAO ร่วมกับบีตาธาลัสซีเมีย[11] เนื่องจาก SAO และธาลัสซีเมียนั้นเป็นอิสระต่อกัน ทำให้สามารถพบ SAO ร่วมกับธาลัสซีเมียได้ และเนื่องจากความผิดปกติทั้งสองชนิดนี้ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกง่ายกว่าปกติ จึงเป็นไปได้ว่าการพบความผิดปกติทั้ง 2 ชนิดร่วมกัน อาจนำไปสู่การแตกของเม็ดเลือดแดงที่รุนแรงขึ้น และอาจมีผลต่อการวินิจฉัยธาลัสซีเมียโดยการตรวจคัดกรองเบื้องต้นได้

โรงพยาบาลนราธิวาสราชนครินทร์ ได้ส่งตัวอย่างเลือดมารับการตรวจวินิจฉัยธาลัสซีเมีย ที่หน่วยบริการธาลัสซีเมีย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นประจำ และจากการศึกษาของ Ngouprommin L และคณะ[8] ได้รายงานพบความถี่ของยีน SAO สูงสุดในประเทศไทยที่จังหวัดนราธิวาส เท่ากับ 0.03 การศึกษาครั้งนี้จึงต้องการหาสัดส่วนการตรวจพบยีน SAO ในผู้ที่เป็นธาลัสซีเมีย เพื่ออธิบายผลกระทบของการมี SAO ในผู้ที่เป็นธาลัสซีเมียต่อค่าทางโลหิตวิทยาต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำไปสู่การให้คำปรึกษาทางพันธุกรรมที่เหมาะสมต่อไป

วัสดุและวิธีการ

1. ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบ cross sectional study โดยใช้ตัวอย่างดีเอ็นที่เหลือจากงานประจำวันของหน่วยบริการธาลัสซีเมีย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่โรงพยาบาลนราธวาสราชนครินทร์ส่งมาตรวจวินิจฉัยธาลัสซีเมีย ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 - มิถุนายน พ.ศ. 2561 ทุกรายจำนวน 326 ตัวอย่าง อายุเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 21 ± 14 ปี จำแนกเป็นผู้ที่มีอายุ <15 ปี, 15-60 ปี และ >60 ปี ร้อยละ 33.3, 65.9 และ 0.8 ตามลำดับ งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น เลขที่ HE 602269

2. การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

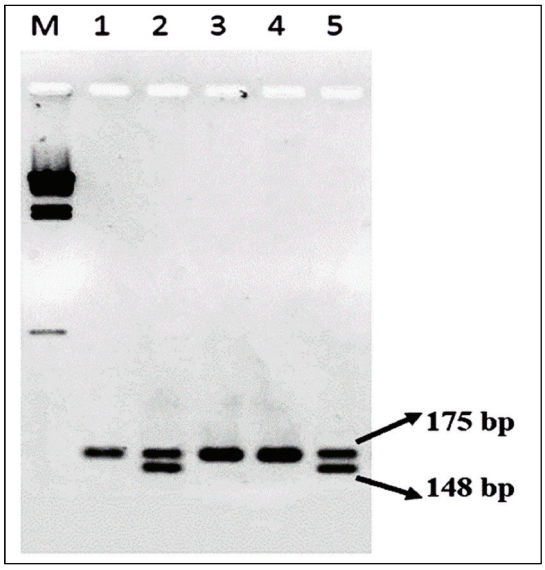
ค่าโลหิตวิทยาของตัวอย่างทั้งหมดตรวจโดยใช้เครื่องวิเคราะห์เม็ดเลือดอัตโนมัติ (Beckman Coulter DxH 800 hematology analyzer (Beckman Coulter, Miami, FL) ณ โรงพยาบาลนราธิวาสราชนครินทร์ การตรวจวินิจฉัยชนิดและปริมาณฮีโมโกลบิน ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography, HPLC (Variant TM; Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA, USA) หรือเครื่อง Capillary Electrophoresis (CapillaryS 2 Flex Piecing; Sebia, Lisses, France) และการตรวจดีเอ็นเอเพื่อวินิจฉัยธาลัสซีเมียชนิดที่พบบ่อยในประเทศไทย ดำเนินการ ณ หน่วยบริการธาลัสซีเมีย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตัวอย่างทุกรายได้รับการตรวจยีน α^0-thalassemia (SEA and THAI deletion), α^+-thalassemia ($-\alpha^{3.7}$และ $-\alpha^{4.2}$ kb deletion) ด้วยวิธี gap-PCR (12-13) ตรวจยีน Hb Constant Spring และ Hb Pakse' ด้วยวิธี allele specific PCR (ASPCR)[14] การตรวจยีน β-thalassemia, Hb E และฮีโมโกลบินผิดปกติตรวจในตัวอย่างที่ผลการตรวจชนิดและปริมาณฮีโมโกลบินบ่งชี้[15-17]

3. การตรวจวินิจฉัยยีน SAO

ยีน SAO ถูกตรวจด้วยวิธี Gap-PCR โดยใช้ไพรเมอร์ SA1: 5'GGGCCC AGATGACCCT CTGC 3' และ SA2 5' C ACCCGCCATC ACCTTCGGC 3' ตามวิธีของ Fucharoen G และคณะ[18] ณ หน่วยบริการธาลัสซีเมีย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลิตผลของพีซีอาร์แยกด้วยวิธี agarose gel electrophoresis โดยใช้ 2% agarose gel ย้อมด้วย ethidium bromide solution แล้วอ่านผลภายใต้แสงยูวี (UV light) โดยในรายที่ไม่พบยีน SAO จะพบเพียง fragment ขนาด 175 bp เท่านั้นแต่ถ้าหากพบยีน SAO แบบ heterozygote จะมีทั้ง fragment ขนาด 175 bp และ 148 bp ดังแสดงใน **รูปที่ 1**

4. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

อธิบายลักษณะข้อมูลทางโลหิตวิทยาด้วยสถิติเชิงพรรณนา รายงานอัตราการตรวจพบยีน SAO เป็นร้อยละและช่วงเชื่อมั่นที่ 95 (95% confidence interval, CI) เปรียบเทียบค่าทางโลหิตวิทยาระหว่างกลุ่มที่พบยีน SAO และกลุ่มที่ไม่พบยีน SAO ใช้สถิติ Two samples t-test หรือ Mann–Whitney U test วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab® 18 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่ *p-value* < 0.05



รูปที่ 1 ผล gel electrophoresis ของการตรวจหายีน SAO ด้วย วิธี Gap-PCR

จากภาพ fragment of 175 bp และ 148 bp แสดงถึง normal allele และ mutant allele ตามลำดับ

M = Lambda/Hind III marker; 1, 3, 4 = Normal; 2, 5 = Heterozygous SAO

ผลการศึกษา

1. อัตราการตรวจพบยีน SAO ของผู้ป่วยจากโรงพยาบาลนราธิวาสราชนครินทร์ที่ส่งตรวจวินิจฉัยธาลัสซีเมีย

จากตัวอย่างจำนวน 326 ตัวอย่าง มีตัวอย่างจำนวน 21 ราย ที่ให้ผลบวกกับยีน SAO คิดเป็นร้อยละ 6.4 (95% CI = 4.0 – 9.6) มีตัวอย่างจำนวน 292 ตัวอย่างที่มียีนธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิกปกติ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 89 สามารถจำแนกตามจีโนไทป์ได้ทั้งหมด 35 ชนิด ซึ่งจีโนไทป์ที่พบมากที่สุดคือพาหะฮีโมโกลบินอี (Heterozygous Hb E) จำนวน 107 ตัวอย่าง (ร้อยละ 36.6) และจีโนไทป์ที่พบรองลงมาคือ อัลฟาธาลัสซีเมีย 1 (SEA deletion) ร่วมกับฮีโมโกลบินคอนแสตนท์สปริง (Hb Constant Spring) และอัลฟาธาลัสซีเมีย 1 (SEA deletion) ร่วมกับอัลฟาธาลัสซีเมีย 2 (3.7 kb deletion) จำนวน 23 ตัวอย่าง (ร้อยละ 7.9) และ 20 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6.8) ตามลำดับ ตรวจพบ เดลตา-บีตา ธาลัสซีเมีย ($\delta\beta$-thalassemia) จำนวน 6 ตัวอย่าง นอกจากนี้ยังพบฮีโมโกลบินผิดปกติเช่น ฮีโมโกลบินซี (Hb C) ฮีโมโกลบินดีปันจาบ (Hb D-punjab) ฮีโมโกลบินตาก (Hb Tak) และฮีโมโกลบินโฮป (Hb Hope) ดังแสดงใน**ตารางที่ 1**

2. การเปรียบเทียบข้อมูลโลหิตวิทยาของผู้ที่มีและไม่มียีน SAO จำแนกตามธาลัสซีเมียจีโนไทป์

จากตัวอย่างที่มียีน SAO ทั้งหมด 21 ราย พบว่ามีตัวอย่างจำนวน 20 ราย (ร้อยละ 95) มียีนธาลัสซีเมียหรือยีนฮีโมโกลบินผิดปกติร่วมด้วย และสามารถจำแนกตามธาลัสซีเมียจีโนไทป์ได้ จำนวน 11 จีโนไทป์ ดัง**ตารางที่ 2** ซึ่งธาลัสซีเมียจีโนไทป์ชนิดที่มียีน SAO ร่วมด้วยที่พบมากที่สุดในการศึกษานี้คือ พาหะฮีโมโกลบินอี จำนวน 8 ตัวอย่าง จึงได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าพารามิเตอร์ของเม็ดเลือดแดงระหว่างกลุ่มพาหะฮีโมโกลบินอี ที่มีและไม่มียีน SAO ร่วมด้วย พบว่าพารามิเตอร์ Rbc (red blood cell) Hb (hemoglobin) และ Hct (hematocrit) ในกลุ่มพาหะฮีโมโกลบินอี ที่มียีน SAO ร่วมด้วยให้ค่าที่มีแนวโน้มต่ำกว่า กลุ่มที่ไม่มียีน SAO แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงใน**ตารางที่ 2** ในขณะที่ ค่า MCV (mean corpuscular volume) MCH (mean corpuscular hemoglobin) และ RDW (red cell distribution width) ของกลุ่มพาหะฮีโมโกลบินอี ที่มียีน SAO ร่วมด้วยนั้นมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มียีน SAO ร่วมด้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p-value* < 0.05) **(ตารางที่ 2** และ**รูปที่ 2)**

ตารางที่ 1 จีโนไทป์ของธาลัสซีเมียและฮีโมโกลบินผิดปกติในตัวอย่างจำนวน 292 ราย

จีโนไทป์	จำนวน	ร้อยละ
Heterozygous Hb E	107	36.6
Compound heterozygous α^0-thalassemia (SEA deletion) and Hb CS	23	7.9
Compound heterozygous α^0-thalassemia (SEA deletion) and α^+-thalassemia (3.7 kb deletion)	20	6.8
Double heterozygous Hb E with α^+-thalassemia (3.7 kb deletion)	15	5.1
Heterozygous β^+-thalassemia (IVSI#5)	13	4.5
Compound heterozygous Hb E with β^+-thalassemia (IVSI#5)	9	3.1
Hb Tak	9	3.1
Double heterozygous Hb E with α^0-thalassemia (SEA deletion)	8	2.7
Heterozygous Hb Constant Spring	7	2.4
Homozygous Hb E	7	2.4
Heterozygous β^0-thalassemia (codon 41/42)	7	2.4
Double heterozygous Hb E with Hb CS	7	2.4
Heterozygous α^0thalassemia (SEA deletion)	5	1.7
Compound heterozygous Hb E with β^0-thalassemia (codon 41/42)	5	1.7
Hb D-punjab	5	1.7
Compound heterozygous Hb E with β^+-thalassemia (Malay)	5	1.7
Deletion-inversion-insertion (A) $\gamma\delta(\beta)^0$ -thalassemia	5	1.7
Heterozygous β^+-thalassemia (Malay)	3	1.0
Heterozygous α^+-thalassemia (3.7 kb deletion)	3	1.0
Compound heterozygous α^0-thalassemia (SEA deletion) and α^+-thalassemia (4.2 kb deletion)	3	1.0
Compound heterozygous Hb E with β^0-thalassemia (codon 17)	3	1.0
Double heterozygous Hb E with α^+-thalassemia (4.2 kb deletion)	3	1.0
Heterozygous β^0-thalassemia (3.4 kb deletion)	2	0.7
Heterozygous β^0-thalassemia (IVSII#654)	2	0.7
Homozygous Hb E with homozygous α^+-thalassemia (3.7 kb deletion)	2	0.7
Compound heterozygous Hb Tak with β^+-thalassemia (IVSI#5)	2	0.7
Heterozygous Hb C	2	0.7
Heterozygous Siriraj $^A(\gamma\delta\beta)^0$-thalassemia	2	0.7
Heterozygous HPFH-2 (Ghanaian)	2	0.7
Heterozygous β^0-thalassemia (IVSI#1)	1	0.3
Heterozygous β^0-thalassemia (codon 17)	1	0.3
Compound heterozygous Hb E with β^0-thalassemia (Filipinno)	1	0.3
Compound heterozygous Hb D-punjab with β^+-thalassemia (IVSI#5)	1	0.3
Heterozygous Hb Hope	1	0.3
Heterozygous HPFH-6	1	0.3
รวม	292	100

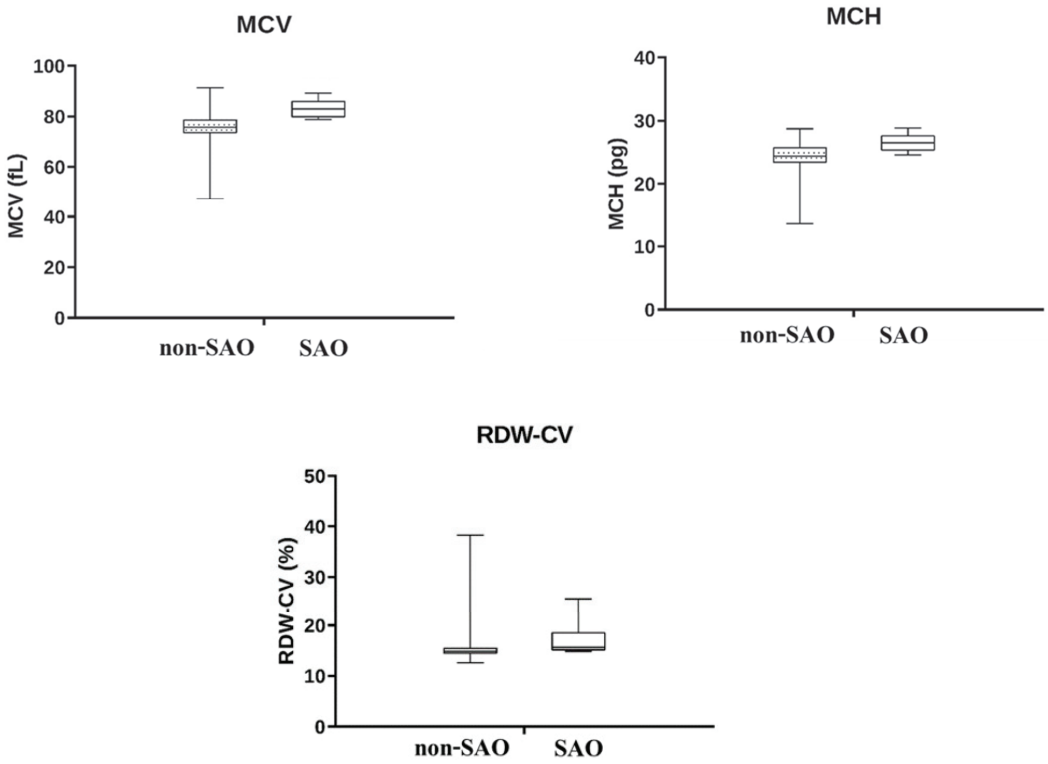
ตารางที่ 2 ข้อมูลการทางโลหิตวิทยา จีโนไทป์ของธาลัสซีเมีย ในตัวอย่างจำนวน 229 ราย จำแนกตามการมีและไม่มียีน SAO

ชนิดของธาลัสซีเมีย	Hb type	SAO	N	RBC ($\times10^{12}$/L)	Hb (g/dL)	Hct (%)	MCV (fl)	MCH (pg)	MCHC (g/dl)	RDW-CV (%)
Non - thalassemia	A_2A	-	33	4.1 ± 0.9	8.8 ± 2.4	27.9 ± 7.0	69.5 ± 13.1	22.2 ± 5.3	31.6 ± 2.0	19.7 ± 5.3
		+	1	4.8	10.9	33.4	70.1	22.9	32.6	19.8
Heterozygous Hb E	EA	-	99	4.5 ± 0.6	10.9 ± 1.7	34.1 ± 5.1	75.1 ± 6.7[a]	24.1 ± 2.5[a]	32.1 ± 1.3	15.9 ± 3.8[a]
		+	8	4.0 ± 0.7	9.8 ±2.7	33.7 ± 6.1	83.1 ± 3.8	26.5 ± 1.5	31.9 ± 2.3	17.2 ± 4.2
Compound heterozygous α^0-thalassemia (SEA deletion) and α^+-thalassemia (3.7 kb deletion)	A_2A	-	19	4.65 ± 0.8	8.43 ± 1.9	28.4 ± 5.1	62.3 ± 5.0	18.5 ± 1.8	29.6 ± 1.9	26.2 ± 7.9
		+	1	5.09	9.4	30.6	60.3	18.5	30.7	15.7
Double heterozygous Hb E with α^+-thalassemia (3.7 kb deletion)	EA	-	14	4.4 ±0.5	10.7 ±1.9	33.1 ±5.8	75.7 ±11.8	24.3 ± 4.6	32.3 ±0.8	17.2 ±6.1
		+	1	4.9	13.2	40.5	82.8	26.9	32.5	15.6
Heterozygous β^+-thalassemia (IVSI#5)	A_2A	-	12	5.0±1.4	9.3±2.7	30.1±8.6	61.2±4.7	18.9±1.7	30.8±1.5	19.3±7.2
		+	1	4.93	9.3	30.6	62.1	18.8	30.3	17.1
Hb Tak	A_2A with abnormal Hb	-	8	3.4 ± 2.0	8.5 ± 4.8	26.2 ± 14.7	80.2 ± 17.1	26.5 ± 7.4	32.6 ± 2.6	15.1 ±3.4
		+	1	3.9	5	20.5	52.7	12.9	24.4	21.7
Homozygous Hb E	EE	-	6	5.4±0.6	10.6±1.4	33.0±4.0	61.5±2.7	19.7±1.3	32.1±1.0	18.5±4.6
		+	1	3.5	6.9	22.9	65.6	19.9	30.3	15.8
Heterozygous β^0-thalassemia (codon 41/42)	A_2FA	-	6	4.5±1.1	9±2.2	28±7.0	61.8±3.9	19.8±1.0	32.1±0.8	22.1±7.7
		+	1	4.59	9.4	30	65.4	20.5	31.4	23.5
Heterozygous Hb Constant Spring	A_2A	-	6	4.5±0.8	10.3±3.7	32.8±10	71.5±13.4	22.1±5	30.7±2.4	21±7.9
		+	1	4.43	10.5	33	74.4	23.8	31.9	17.5
Compound heterozygous Hb E with β^+-thalassemia (Malay)	EFA	-	4	4.9 ± 0.4	9 ±1.4	28.2 ±4.3	57.7 ±9.2	18.4 ±2.9	32 ±1.3	24.7 ±11.3
		+	1	5.33	10	33.5	62.8	18.8	30	20.3
Heterozygous α^+-thalassemia (3.7 kb deletion)	A_2A	-	1	4.9	10.1	32.6	66.5	20.6	30.9	17.2
		+	2	3.0, 2.4	5.1, 6.8	18.4, 23.7	61.9, 97.4	17.1, 28.2	27.7, 28.9	28.9, 23
Compound heterozygous Hb E with β^0-thalassemia (codon 17)	EF(A)[b]	-	0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		+	1	1.9	4.7	15.5	81.5	24.5	30	21.7
Hb D-punjab with β^+-thalassemia (IVSI#5)	A_2FA with abnormal Hb	-	0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		+	1	5	9.4	30.4	61.3	19	31	18.5

[a] Significant difference from SAO negative group (Two samples t-test, *p-value* < 0.05)

[b] มีประวัติการรับเลือด

nd: No data



รูปที่ 2 Box plot ค่า MCV, MCH และ RDW ในพาหะฮีโมโกลบินอีที่มีและไม่มียีน SAO

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากตัวอย่างที่มียีนธาลัสซีเมียหรือฮีโมโกลบินผิดปกติ จำนวน 292 ตัวอย่างพบว่ามีถึง 20 ตัวอย่างที่ให้ผลบวกกับการตรวจหายีน SAO คิดเป็นร้อยละ 6.8 ซึ่งถือว่ามีอัตราสูงพอสมควรและแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้สูงที่จะพบ 2 ภาวะนี้ร่วมกันในผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษา ในโรงพยาบาลนราธิวาสราชนครินทร์ นอกจากนี้ยังพบว่าในจำนวน 20 ตัวอย่างนี้มีภาวะเลือดจาง ซึ่งอาจเนื่องมาจาก SAO และธาลัสซีเมียทำให้เกิดการแตกของเม็ดเลือดแดงที่ง่ายกว่าคนปกติ จึงคาดว่าน่าจะพบความผิดปกติของเม็ดเลือดแดง หรือมีการแตกของเม็ดเลือดแดงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าพารามิเตอร์ RBC, Hb และ Hct ของกลุ่มพาหะฮีโมโกลบินอีที่มียีน SAO ร่วมด้วยนั้นให้ค่าที่มีแนวโน้มต่ำกว่า กลุ่มที่ไม่มียีน SAO ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Penman BS และคณะ[19] และเมื่อพิจารณาค่าทางโลหิตวิทยาโดยเปรียบเทียบระหว่าง ผู้ที่มียีน SAO กับไม่มียีน SAO พบว่าผู้ที่เป็น homozygous Hb E, Heterozygous Hb Tak, และ Heterozygous α^{+}-thalassemia มีแนวโน้มที่จะมีภาวะซีดมากกว่าในกลุ่มที่ไม่มียีน SAO ดังแสดงใน**ตารางที่ 2** ซึ่งก็สอดคล้องกับการศึกษาในปี 2010 ของวิชัย เหล่าสมบัติและคณะ[20] ที่พบว่าภาวะเลือดจางในเด็กทารกที่มียีน SAO และแม้จะเห็นว่าผู้ที่เป็นพาหะฮีโมโกลบิน Tak ที่มียีน SAO ร่วมด้วยมีค่า Hb, HCT, MCV และ MCH ต่ำกว่าผู้ที่ไม่มียีน SAO ร่วมอย่างเห็นได้ชัด แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ไม่ทราบประวัติการเจ็บป่วยและการรักษาซึ่งเป็นข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้ จึงสามารถเปรียบเทียบได้เพียงข้อมูลทางโลหิตวิทยา การบ่งบอกความรุนแรงของโรคนั้นจำเป็นต้องอาศัยอาการทางคลินิก ประวัติการรักษามาประเมินความรุนแรงของโรคที่มีและไม่มียีน SAO ร่วมด้วย

เมื่อพิจารณาค่า MCV, MCH และ RDW ในกลุ่มพาหะฮีโมโกลบินอีที่มียีน SAO จะพบว่ามีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มียีน SAO ร่วมด้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การที่ค่า MCV และ MCH ในผู้ที่เป็นพาหะธาลัสซีเมียที่มียีน SAO ร่วมมีค่าที่สูงขึ้นนี้ อาจส่งผลต่อการตรวจคัดกรองธาลัสซีเมีย เนื่องจากประเทศไทยมีความชุกของธาลัสซีเมียสูง[21] และการตรวจคัดกรองธาลัสซีเมียนั้นถือว่ามีความจำเป็น

ซึ่งการตรวจคัดกรองพาหะธาลัสซีเมียในโรงพยาบาลส่วนใหญ่ในประเทศไทยนั้น จะอาศัยค่าพารามิเตอร์ MCV (< 80 fL) หรือการตรวจ OF ร่วมกับ DCIP ในการคัดกรองอัลฟาธาลัสซีเมีย บีตาธาลัสซีเมียและพาหะฮีโมโกลบินอี [22] การมียีน SAO ร่วมกับการมียีนธาลัสซีเมียนั้น หากทำให้ค่า MCV สูงขึ้นจากที่ควรจะเป็น ซึ่งอาจจะทำให้เกิดผลลบปลอม (false negative) ทำให้เกิดการวินิจฉัยผิดพลาดได้ การศึกษาผลของ SAO ต่อการตรวจคัดกรองธาลัสซีเมียน่าจะมีประโยชน์ในพื้นที่มีความชุกของ SAO สูง ผลการศึกษาในครั้งนี้บ่งชี้ว่า มีสัดส่วนของผู้ที่เป็นธาลัสซีเมียที่มียีน SAO ร่วมในผู้ป่วยที่มารับการรักษาที่โรงพยาบาลนราธิวาสราชนครินทร์ในอัตราที่สูงพอสมควร อีกทั้งในการศึกษาที่ผ่านมายังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับอาการทางคลีนิคของผู้ที่เป็นธาลัสซีเมียที่มียีน SAO ร่วม ซึ่งหากแพทย์ผู้รักษาได้ทำการประเมินอาการทางคลินิก ประวัติการรักษา ภาวะแทรกซ้อนในกลุ่มผู้ป่วยที่มีและไม่มียีน SAO นี้ น่าจะทำให้ได้องค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ในการดูแลรักษาผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

1. Liu SC, Palek J, Yi SJ, Nichols PE, Derick LH, Chiou SS, et al. Molecular basis of altered red blood cell membrane properties in Southeast Asian ovalocytosis: role of the mutant band 3 protein in band 3 oligomerization and retention by the membrane skeleton. Blood 1995; 86: 349-58.
2. Delaunay J. The molecular basis of red cell membrane disorders. Blood Rev 2007; 21(1): 1-20.
3. Jarolim P, Palex J, Amato D, Hassan K, Sapak P, Nurse GT, et al. Deletion in erythrocyte band gene in malaria-resistant Southeast Asian Ovalocytosis. Proc Natl Acad Sci USA 1991; 88: 11022-6.
4. Laosombat V. Southeast Asian Ovalocytosis (SAO). J Hematol Transfus Med 2006; 1: 7-13.
5. Vasuvattakul S, Yenchitsomanus P, Vachuanichsanong P, Thuwajit P, Kaitwatcharachai C, Laosombat V, et al. Autosomal recessive distal renal tubular acidosis associated with Southeast Asian Ovalocytosis. Kidney Int 1999; 56: 1674-82.
6. Nopparatana C, Kanjanaopas S, Saechun V, Matsuo M. Southeast Asian Ovalocytosis (SAO) in the south of Thailand. PSU-ICMR Symposium; July 25-26; Songkla, Thailand: 1996.
7. Yusoff NM, Van Rostenberghe H, Shirakawa T, Nishiyama K, Amin N, Darus Z, et al. High prevalence of Southeast Asian ovalocytosis in Malays with distal renal tubular acidosis. J Hum Genet 2003; 48: 650-3.
8. Ngouprommin L, Sae-Ung N, Fucharoen S, Fucharoen G, Sanchaisuriya K, Jetsrisuparb A. Genetic compound heterozygosity for Southeast Asian Ovalocytosis and thalassemia in Thailand: prevalence and phenotypic analysis. Clinical Genetics 2014; 85: 198-200.
9. Weatherall DJ, Clegg JB. The thalassemia syndrome. In 4th, editor. Oxford: Blackwell Science. 2001.
10. Fucharoen S, Winichagoon P. Hemoglobinopathies in Southeast Asia. Hemoglobin 1987; 65-88.

11. Chen Y, Law HY, Tan GP, Ang AL. Concurrent β-thalassaemia trait and Southeast Asian ovalocytosis associated with clinically significant iron loading. Blood Cells Mol Dis 2017; 63: 25-6.
12. Sae-ung N, Fucharoen G, Sanchaisuriya K, Fucharoen S. Alpha (0)-thalassemia and related disorders in northeast Thailand : a molecular andhematological characterization. Acta Haematol 2007; 117: 78-82.
13. Boonsa S, Sanchaisuriya K, Fucharoen G, Wiangnon S, Jetsrisuparb A, Fucharoen S. The diverse molecular basis and hematologic features of Hb H and AEBart's diseases in northeast Thailand. Acta Haematol 2004; 111: 149-54.
14. Sanchaisuriya K, Fucharoen G, Fucharoen S. Hb Paks [(alpha2) codon 142 (TAA->TAT or Term->Tyr)] in Thai patients with EAbart's disease and Hb H disease. Hemoglobin 2002; 26: 227-35.
15. Fucharoen S, Fucharoen G, Sanchaisuriya K, Pengjam Y. Molecular analysis of a thai beta-thalassaemia heterozygote with normal haemoglobin A_2 level implication for population screening. Ann Clin Biochem 2002; 39: 44-9.
16. Fucharoen S, Fucharoen G, Ratanasiri T, Jetsrisuparb A, Fukumaki Y. A simple non-radioactive assay for hemoglobin E gene in prenatal diagnosis. Clinica Chimca Acta 1994; 229: 197-203.
17. Srivorakun H, Singha K, Fucharoen G, Sanchaisuriya K, Fucharoen S. A Large Cohort of Hemoglobin Variants in Thailand: Molecular Epidemiological Study and Diagnostic Consideration. PLOS ONE 2014; 9: e108365.
18. Fucharoen G, Fucharoen S, Sanita S, Sanchaisuriya K. Coexistence of Southeast Asian Ovalocytosis and b-Thalassemia: A Molecular and Hematological Analysis. Am J Hematol 2007; 82: 381-5.
19. Penman BS, Gupta S, Weatherall DJ. Epistasis and the sensitivity of phenotypic screens for beta thalassemia. Br J Haematol 2015; 169: 117-28.
20. Laosombat V, Dissaneevate S, Wongchanchailert M, Satayasevana B. Neonatal anemia associated with Southeast Asain Ovalocytosis. Int J Hematol 2005; 82: 201-5.
21. Panich V, Pornpatkul M, Sriroongrueng W. The problem of thalassemia in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1992; 23: 1-6.
22. Fucharoen G, Sanchaisuriya K, Sae-ung N, Dangwibul S, Fucharoen S. A simplified screening strategy for thalassaemia and hemoglobin E in rural communities in south-east Asia. Bull World Health Organ 2004; 82: 364-72.

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 สงวนสิทธิ์ในการตรวจทาน แก้ไขต้นฉบับและพิจารณาตีพิมพ์ตามความเหมาะสม บทความทุกประเภทจะได้รับการพิจารณาถึงความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ ความน่าสนใจ ตลอดจนความเหมาะสมของเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิจากในหรือนอกกองบรรณาธิการ วารสารมีหลักเกณฑ์และคำแนะนำทั่วไป ดังต่อไปนี้

1. ประเภทของบทความ บทความที่จะได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร อาจเป็นบทความประเภทใดประเภทหนึ่งดังต่อไปนี้

1.1 บทบรรณาธิการ (Editorial) เป็นบทความสั้นๆ ที่บรรณาธิการ หรือผู้ทรงคุณวุฒิที่กองบรรณาธิการเห็นสมควรเขียนแสดงความคิดเห็นในแง่มุมต่างๆ เกี่ยวกับบทความในวารสารหรือเรื่องที่บุคคลนั้นเชี่ยวชาญ

1.2 บทความทั่วไป (General article) เป็นบทความวิชาการด้านเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด และสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องที่ไม่เน้นวิชาการเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะที่คนทั่วไปสามารถอ่านเข้าใจได้

1.3 บทความปริทัศน์ (Review article) เป็นบทความที่เขียนจาก การรวบรวมความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด และ สาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ที่ผู้เขียนได้จากการอ่านและวิเคราะห์จากวารสารต่างๆ ควรเป็นบทความที่รวบรวมความรู้ใหม่ๆ ที่น่าสนใจที่ผู้อ่านสามารถนำไปประยุกต์ได้ โดยอาจมีบทสรุปหรือ ข้อคิดเห็นของผู้เขียนด้วยก็ได้ บทความประเภทนี้ประกอบด้วยบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมคำหัส (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 พิจารณาเห็นว่าจะเป็นโยชน์ต่อผู้อ่านท่านอื่น หรืออาจเป็นผลการศึกษา การค้นพบความรู้ใหม่ๆ ที่สั้นและสมบูรณ์ในตัว

1.6 บทความอื่นๆ ที่กองบรรณาธิการเห็นสมควรเผยแพร่

2. การเตรียมต้นฉบับ

2.1 ให้พิมพ์ต้นฉบับในไฟล์ Word 2007 ขึ้นไป

2.2 หน้าแรกประกอบด้วยชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียนและสถานที่ทำงานทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และระบุชื่อผู้เขียนที่รับผิดชอบในการติดต่อ (corresponding author) ไว้ให้ ชัดเจน ชื่อเรื่องควรสั้นและได้ใจความตรงตาม เนื้อเรื่อง

2.3 เนื้อเรื่องและการใช้ภาษา เนื้อเรื่องอาจเป็นภาษาไทยหรือภาษา อังกฤษ ถ้าเป็นภาษาไทยให้ยึดหลักพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานและ ควรใช้ภาษาไทยให้มากที่สุด ยกเว้นคำภาษาอังกฤษที่แปลแล้วได้ใจความไม่ชัดเจน

2.4 รูปภาพ ตาราง และคำอธิบายให้วางแทรกในเนื้อหาตามความเหมาะสม

2.5 นิพนธ์ต้นฉบับให้เรียงลำดับเนื้อหาดังนี้ บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษพร้อมคำรหัส (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 (superscirpt) 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 profi les 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 เรื่องที่ส่งมาลงพิมพ์ต้องไม่เคยตีพิมพ์หรือกำลังรอตีพิมพ์ใน วารสารอื่น

4.2 ข้อความหรือข้อคิดเห็นต่างๆเป็นของผู้เขียนบทความนั้นๆ ไม่ใช่ความเห็นของกองบรรณาธิการหรือของวารสาร และไม่ใช่ความเห็นของ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

4.3 วารสารจะมอบ pdf ของบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ให้กับผู้เขียนที่รับผิดชอบบทความเป็นอภินันทนาการ

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น 123 ถ.มิตรภาพ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002
โทรศัพท์ 0-4320-2100 มือถือ 09-9465-5115 ภายใน 44770
E-mail: kkuprinting@hotmail.com Website: http://home.kku.ac.th/printingkku/