



เชียงใหม่เวชสาร

Chiang Mai Medical Journal

Faculty of Medicine, Chiang Mai University

Vol. 60 | No. 3 | July-September 2021 | ISSN: 0125-5983

ISSN: 2651-2025 (Online)



เชียงใหม่เวชสาร

Chiang Mai Medical Journal

เจ้าของ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บรรณาธิการบริหาร

รองศาสตราจารย์ นายแพทย์วีระศักดิ์ นาวารวงศ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ (เชี่ยวชาญพิเศษ) แพทย์หญิงผาสุก มหรรฆานุเคราะห์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร. แพทย์หญิง เกษรา พัฒนพิฑูรย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ นายแพทย์ธีรชัย อภิวรรณกุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร.พรงาม เดชเกรียงไกรกุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงพิมพ์ลักษณ์ เจริญขวัญ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์ ดร.นายแพทย์ชัยสิริ อังกระวารานนท์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กองบรรณาธิการ

G. Lamar Robert, PhD Chiang Mai University, Thailand
Professor Seiji Okada, MD, PhD Kumamoto University, Japan
Professor Masaaki Tokuda, MD, PhD Kagawa University, Japan
Professor Hu Zhen Wenzhou Medical College, People's Republic of China
Professor Srijit Das, MBBS, MD Universiti Kebangsaan Malaysia Medical Centre, Malaysia
ศ.พ.อ.ดร.นพ.มจิรุท มุ่งถิ่น วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า
ศ.นพ.มานิช หล่อตระกูล มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ.นพ.วชิร คชการ มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ.วุฒิคุณ นพ.ศักดิ์ชัย วงศกิตติรักษ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศ.น.ต.หญิงพญ.สุภาวีวรรณ เชาววิศิษฐ มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ.นพ.ดร.อภิวัฒน์ มุทิตรางกูร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศ.นพ.อารี ตनावลี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.นพ.ชำนาญ เกียรติพิรุกุล มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.ตรีทิพย์ รัตนวรชัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
รศ.ดร.ธีรนุช ห้านิรัศย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
รศ.ดร.พญ. ธัญญรัตน์ โนนทัยสินทวี มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร.นพ.บุญสิน ตั้งตระกูลวานิช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รศ.พญ.รัชฎา กิจสมมารถ มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.นพ.สุพจน์ ศรีมหาโชคตะ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.พญ.อนิตา มั่นสสาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผศ.ดร.เขมมาตรี มาสิงบุญ
ผศ.ดร.ณัฐกัญญา สุวรรณลิขิต
ผศ.ดร.ภูวดล ต่วงโต
ผศ.ดร.สุมน ธิติไอฟาร
ศ.ดร.นพ.กวีศักดิ์ จิตตวัฒน์รัตน์
รศ.ดร.พญ.ต้นหยง พิพานเมฆาภรณ์
รศ.ดร.พญ.สายสวาท ไชยเศรษฐ
รศ.ดร.พญ.สุรีย์ เลขวรรณวิจิตร
รศ.ดร.นพ.เกริกวิเศษ ศิลปะวิทยาทร
รศ.นพ.กิตติภัต เจริญขวัญ
รศ.พญ.สุวสี พจมานวิพุธ
รศ.ดร.อนุลักษณ์ จันทร์คำ
ผศ.ดร.พีรพรรณ โปธาเจริญ
ดร.พรศิริ ใจสม
ดร.จิตถนอม สังขนันท์

มหาวิทยาลัยบูรพา
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
มหาวิทยาลัยพะเยา
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ฝ่ายดำเนินการ

นางเพียงขอบฟ้า ปัญญาเพชร
นายชัยรัตน์ ศิริเมฆ
นางรุจิรา คำศรีจันทร์
นางสาวกคินี อิศรางกูร ณ อยุธยา
นางสาวสุรีย์ ศิริสุภา
นางสาวอัจฉรา ธรรมบุญ

สำนักงาน

ชั้น 1 อาคารเรียนรวม หน่วยสนับสนุนวิชาการ งานบริการวิชาการและวิเทศสัมพันธ์
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
โทร. 053-935270, 053-935143 โทร.สาร 053-936234
อีเมลล์ cmmj@cmu.ac.th



เชียงใหม่เวชสาร

Chiang Mai Medical Journal

Editor-in-Chief

Assoc. Prof. Weerasak Nawarawong, MD

Chiang Mai University, Thailand

Associate Editors

Distinguished Prof. Pasuk Mahakkanukrauh, MD

Chiang Mai University, Thailand

Prof. Dr. Kessara Pathanapitoon, MD, PhD

Chiang Mai University, Thailand

Prof. Theerachai Apivatthakakul, MD

Chiang Mai University, Thailand

Prof. Dr. Pornngarm Dejkriengkraikul, PhD

Chiang Mai University, Thailand

Assoc. Prof. Pimlak Charoenkwan, MD

Chiang Mai University, Thailand

Dr. Chaisiri Angkurawaranon, MD, PhD

Chiang Mai University, Thailand

Editorial Board

G. Lamar Robert, PhD

Chiang Mai University, Thailand

Prof. Seiji Okada, MD, PhD

Kumamoto University, Japan

Prof. Masaaki Tokuda, MD, PhD

Kagawa University, Japan

Prof. Hu Zhen, Wenzhou

Medical College, People's Republic of China

Prof. Srijit Das, MBBS, MS

College of Medicine and Health Sciences,

Sultan Qaboos University, Malaysia

Col. Prof. Mathirut Mungthin, MD, PhD

Phramongkutklao College of Medicine, Thailand

Prof. Manote Lotrakul, MD

Mahidol University, Thailand

Prof. Wachira Kochakarn, MD FACS

Mahidol University, Thailand

Adjunct Prof. Sakchai Vongkittirux, MD

Thammasat University, Thailand

LCdr. Prof. Supaneewan Jaovisidha, MD

Mahidol University, Thailand

Prof. Apiwat Mutirangura, MD, PhD

Chulalongkorn University, Thailand

Prof. Aree Tanavalee, MD

Chulalongkorn University, Thailand

Assoc. Prof. Chumnan Kietpeerakool, MD

Khon Kaen University, Thailand

Assoc. Prof. Treetip Ratanavalachai, PhD

Thammasat University, Thailand

Assoc. Prof. Teeranut Harnirattisai, PhD

Thammasat University, Thailand

Assoc. Prof. Thunyarat Anothaisintawee, MD, PhD

Mahidol University, Thailand

Assoc. Prof. Boonsin Tangtrakulwanich, MD, PhD

Prince of Songkla University, Thailand

Assoc. Prof. Ratchada Kitsommart, MD

Mahidol University, Thailand

Assoc. Prof. Suphot Srimahachota, MD

Chulalongkorn University, Thailand

Assoc. Prof. Anita Manassakorn, MD

Chulalongkorn University, Thailand

Assist. Prof. Khemaradee Masingboon, PhD

Burapha University, Thailand

Assist. Prof. Nadthaganya Suwanlikhid, PhD

Thammasat University, Thailand

Assist. Prof. Phuwadon Duangto, PhD

University of Phayao, Thailand

Assist. Prof. Sumon Thitiorul, PhD

Thammasat University, Thailand

Prof. Kaweesak Chittawatnarat, MD, PhD

Chiang Mai University, Thailand

Assoc. Prof. Tanyong Pipanmekaporn, MD, PhD

Chiang Mai University, Thailand

Assoc. Prof. Saisawat Chaiyasate, MD

Chiang Mai University, Thailand

Assoc. Prof. Suree Lekawanvijit, MD, PhD	Chiang Mai University, Thailand
Assist. Prof. Krekwit Shinlapawittayatorn, MD, PhD	Chiang Mai University, Thailand
Assoc. Prof. Kittipat Charoenkwan, MD	Chiang Mai University, Thailand
Assoc. Prof. Suwalee Pojchamarnwiputh, MD	Chiang Mai University, Thailand
Assoc. Prof. Anuluck Junkum, PhD	Chiang Mai University, Thailand
Assist. Prof. Peraphan Pothacharoen, PhD	Chiang Mai University, Thailand
Ms. Jittanom Sangkhanan, PhD,	Chiang Mai University, Thailand
Ms. Pornsiri Chaisom, PhD,	Chiang Mai University, Thailand

Administrative officers

Ms Peangkobfah Punyaphet
Mr Chairat Keereemak
Miss Pakinee Isarangkura Na Ayudhya
Ms Rujira Khamsrijun
Miss Suree Sirisupa
Miss Achara Thammanoon

Office: Chiang Mai Medical Journal
Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
Tel.66 53 935270, 66 53 935143; Fax: 66 53 936234;
E-mail:cmmj@cmu.ac.th

CONTENTS

Original articles

- **Initial prototype Chiang Mai University single-occupant electric vehicle for paraplegic wheelchair-seated drivers** 271
Sawattikanon N, Keratibumrunpong W, Jurnsawang N and Kovindha A
- **Performance of deep learning in differentiating between distal ureteric calculi and non-calculous calcifications on a KUB radiographs** 281
Viriyaraj J, Wantanajittikul K, Inmutto N and Huntrakul L
- **Prognostic indices of upper gastrointestinal bleeding in patients in the Emergency Department** 291
Thongsujaritkul C, Sutham K, Wittayachamnankul B, Chenthanakij B and Tangsuwanaruk T
- **Survey of knowledge, perceptions and practices regarding biosafety of medical students in the Faculty of Medicine, Chiang Mai University in Academic Year 2019** 303
Suwan Y, Jaruvattanadilok S, Panaudonsin T, Amornpornviwat T, Chaipanya W, Sastraruji T and Sookkhee S
- **Determining the minimum number of endotracheal intubation cases necessary to develop the skills of medical students** 317
Weerayutwattana R, Teeratchanan T, Poopipatpab S and Supawattanabodee B
- **The relationship between inpatient nurse burnout and safety outcomes in a teaching hospital in Thailand** 325
Witoonsut C, Aekplakorn W, Phaipayom N and Wongrathanandha C
- **Comparison of lead levels in blood collected by using general and special tubes** 335
Poonkla U, Brohmwitak C, Wechapanich S and Yeekian C
- **Correlation between the daily fine particulate matter (PM2.5) level and the number of visits with respiratory and cardiovascular diseases at Ratchaburi hospital, Amphoe Mueang, Ratchaburi province** 345
Denduangchai S, Wiwatanadate P and Jiamjarasrangsri W

Copyright

Materials in Chiang Mai Medical Journal are licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License. You are free to share and adapt these materials provided you give appropriate credit, provide a link to the license appropriate credit, and indicate if changes were made. However, you may not use the material for commercial purposes.





CONTENTS

- **Prevalence of physical health problem and health-related quality of life among rice farmers in Surin province, Thailand** 363
Tangprakob A and Jiamjarasrangsi W
- **The development of Children's and Adolescents' Functional Assessment Rating Scale** 373
Inthongpan P, Punyapas S, Pattanapotikul T, Thana-ariyapaisan P, Punjui P and Sudsakorn P
- **Prevalence and factors associated with caregiver burden in caregivers of elderly dependents in San Pa Tong District, Chiang Mai** 383
Inthai P, Khruempaeng P, Choksomngam Y and Yingchankul N

Original articles

- **Superspreading of Covid-19 by Covid-19 Superspreaders** 395
Sriburi R
-

สารบัญ

นิพนธ์ต้นฉบับ

- **ต้นแบบรถไฟฟ้านั่งคนเดียวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่สำหรับคนขับอัมพาตครึ่งล่างและนั่งวีลแชร์**

ณรงค์รัตน์ สวัสดิ์กานนท์, นพรัตน์ เจ็นสว่าง และ อภิชนา ไชวินทะ

271
- **ประสิทธิภาพของการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) ในการแยกระหว่างนิวไน์ทอไตส่วนปลายออกจากหินปูนชนิดอื่น (non-calculous calcification) ที่ปรากฏบนภาพถ่ายเอกซเรย์ของระบบทางเดินปัสสาวะ (KUB radiograph)**

จิตาภา วิริยะโรจน์, กิตติชัย วรรณนะจิตติกุล, นครินทร์ อินมุตโต และ ลลิตา ฮั่นตระกูล

281
- **ปัจจัยพยากรณ์โรคของผู้ป่วยที่มีภาวะเลือดออกในทางเดินอาหารส่วนต้นในแผนกฉุกเฉิน**

ชุตติกาญจน์ ทองสุจริตกุล, กรองกาญจน์ สุธรรม, บวร วิทย์ชำนาญกุล, บริบูรณ์ เชนธนากิจ และ ชีรพล ตั้งสุวรรณรักษ์

291
- **การสำรวจความรู้ ความตระหนักรู้ และพฤติกรรมเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพของนักศึกษาคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2562**

ญาดา สุวรรณ, สุพิชญา จารุวัฒนดิถก, ชัชชา พนาอุดมสิน, ธนัญญา อมรรพรวิวัฒน์, วัลลภินทร์ ไชยปัญญา, ธนพัฒน์ ศาสตรระรุจิ และ ศิริวุฒิ สุขชี

303
- **การศึกษาหาจำนวนผู้ป่วยขั้นต่ำในการฝึกทักษะหัตถการใส่ท่อช่วยหายใจในนักศึกษาแพทย์**

รัชยา วีระยุทธวัฒน์, ธนาวัตี อธิษฐานันท์, สุจารีย์ ภูพิพัฒน์ภาพ และ บุชบา ศุภวัฒน์ธนบดี

317
- **ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะเหนื่อยหน่ายในการทำงานของพยาบาลประจำหอผู้ป่วยและผลลัพธ์ด้านความปลอดภัย ของโรงพยาบาลโรงเรียนแพทย์แห่งหนึ่งในประเทศไทย**

ชนมณีภา วิฑูรสุตร, วิชัย เอกพลากร, ณัฐธิดา ไพระพยอม และ ฉัฐญาณ์ วงศ์รัฐนันท์

325
- **การเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปกับชนิดพิเศษ**

เอี่ยมพร พูนกล้า, จารุพงษ์ พรหมวิทักษ์, ศุภกิจ เวชพานิช และ ชื่นฤทัย ยี่เขียน

335
- **ความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละออง PM_{2.5} รายวันในอากาศกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือด ณ โรงพยาบาลราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี**

สุทธิศักดิ์ เด่นดวงใจ, พงศ์เทพ วิวรรณเดช และ วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี

345



สารบัญ

- ความชุกของปัญหาสุขภาพกายและระดับคุณภาพชีวิตทางสุขภาพของชาวนา
ในจังหวัดสุรินทร์ ประเทศไทย 363
อาภาศิริ แต่งประกอบ และ วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี
- การพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ในผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น
พยุหะ อินทองปาน, สิริรัตดา ปัญญาภาส, จิตติมา พัฒนโพธิกุล,
ปิ่นนภัส ธนอรียาไพศาล, พัชรียา พันธุ์จุก และ ภัทรา สุตสาคร 373
- ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับความรู้สึกรังเกียจเป็นภาระในการดูแลของผู้ดูแลผู้สูงอายุติดเตียง
ในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ 383
บุญญา อินไทย, พิชชา เครือแปง, ญาณิ โชคสมงาม และ นลินี ยิ่งชาญกุล

นิพนธ์ต้นฉบับ

- การแพร่ระบาดแบบวงกว้างของโรคโควิด-19 โดย Covid-19 superspreader 395
รุ่งตะวัน ศรีบุรี
-

Instruction to Authors

Chiang Mai Medical Journal (Formerly Chiang Mai Medical Bulletin) is an official journal of the Faculty of Medicine, Chiang Mai University. It accepts original papers on clinical and experimental research that are pertinent in the biomedical sciences. The Journal is published 4 issues/year (i.e., Mar, Jun, Sep, and Dec). Original articles, short communications, case reports, review articles, letters to the Editor, and miscellany are welcome. All manuscripts submitted to Chiang Mai Medical Journal must not have been published (except in abstract form) or under consideration for publication elsewhere. Following publication, Chiang Mai Medical Journal reserves the copyright of all published materials and such materials may not be reproduced in any form without written permission from Chiang Mai Medical Journal. We strongly recommend that authors follow the guideline in manuscript preparation below. Failure to comply with the instruction will result in delay the processing of your paper.

Manuscript preparation

Submission a manuscript should include the following items:

1. A cover letter: Submit a cover letter indicating the type of manuscript and specify that the manuscript has never been published or under the consideration for publication elsewhere. Also include a statement that all authors have read and approved the manuscript; alternatively, all authors should sign the letter, acknowledging responsibility for the work. Authors are highly encouraged to provide a list of two or more potential reviewers for each manuscript, with complete contact information including e-mail address.

2. Title page: As Chiang Mai Medical Journal uses a double-blind review please processes, prepare your title page on a separate sheet. The title page should contain:

2.1 Title of the manuscript

2.2 The category of the manuscript submitted (original article, short communication, case report, review article, letter to the Editor, or miscellany)

2.3 A short running title of no more than 40 characters (including spaces)

2.4 Authors' names, their academic degrees, and their present affiliations

2.5 Name of the corresponding author as well as his contact information (mailing address, telephone number, fax number, and e-mail address)

3. Main manuscript: The manuscript must be written in English or Thai. Prepare the manuscript double spaced, one side only, and leave an ample margin of at least 2.5 cm (1 in) on all sides of the page. A total of six figures and/or tables are allowed for each manuscript. We encourage the authors to use Times New Roman with a font size of 12 throughout the manuscript. The main manuscript should consist of:

3.1 Title: Provide title of the manuscript both in Thai and in English.

3.2 Abstract: For original article and short communication, provide a structured abstract of no more than 250 words, using the heading of objectives, methods, results, and conclusions. For case report, review article, and miscellany; provide a non-structured abstract of no more than 150 words. The abstract must be submitted in both Thai and English.

3.3 Key words: Provide up to six key words that reflect the content of the manuscript. This will facilitate it being found through internet searches. Key words should be given beneath the abstract.

3.4 Text: The text should be organized in the following order: Introduction, Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References, Tables, and Figures. Numbers that appear in numerical order should not exceed two decimal places.

3.5 Ethics: In reporting an experiment in human subjects or animal, authors must provide in the method section that the study was approved by the ethic committee or its equivalent, in which the work was undertaken and that it conforms to the provisions of the World Medical Association's Declaration of Helsinki.

3.6 Acknowledgments: Individuals who have made substantial contributions to the study, but are not included as authors should be acknowledged. The source of funding support must be stated.

3.7 Funding: The source of funding support must be stated. If there is no funding support, this should be stated as none.

3.8 Conflicts of Interest: Authors must state all possible conflicts of interest in the manuscript. If there is no conflict of interest, this should be stated as none.

3.9 References: List the references in consecutive, numerical order, as they are cited in the text. Use the Vancouver style. If the list of authors exceeds six, the first six authors followed by et al. should be listed for those references. Abbreviate journal titles according to the style used in the Index Medicus.

See also : https://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>

Example of references:

Journal articles

1. Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. *N Engl J Med.* 2002;347:284-7
2. Rose ME, Huerbin MB, Melick J, Marion DW, Palmer AM, Schiding JK, et al. Regulation of interstitial excitatory amino acid concentrations after cortical contusion injury. *Brain Res.* 2002;935:40-6.
3. Lofwall MR, Strain EC, Brooner RK, Kindbom KA, Bigelow GE. Characteristics of older methadone maintenance (MM) patients [abstract]. *Drug Alcohol Depend.* 2002;66 Suppl 1:S105.

Conference proceeding

1. Harnden P, Joffe JK, Jones WG, editors. Germ cell tumours V. Proceedings of the 5th Germ Cell Tumour Conference; 2001 Sep 13-15; Leeds, UK. New York: Springer; 2002.
2. Christensen S, Oppacher F. An analysis of Koza's computational effort statistic for genetic programming. In: Foster JA, Lutton E, Miller J, Ryan C, Tettamanzi AG, editors. Genetic programming. EuroGP 2002: Proceedings of the 5th European Conference on Genetic Programming; 2002 Apr 3-5; Kinsdale, Ireland. Berlin: Springer; 2002. p. 182-91.

Book and monographs

1. Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaller MA. Medical microbiology. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2002.
2. Gilstrap LC 3rd, Cunningham FG, VanDorsten JP, editors. Operative obstetrics. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2002.
3. Advanced Life Support Group. Acute medical emergencies: the practical approach. London: BMJ Books; 2001. 454 p.
4. Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editors. The genetic basis of human cancer. New York: McGraw-Hill; 2002. p. 93-113.

Electronic article

1. Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs [Internet].* 2002 Jun [cited 2002 Aug 12];102(6):[about 1 p.]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htmArticle>
2. Williams JS, Brown SM, Conlin PR. Videos in clinical medicine. Blood-pressure measurement. *N Engl J Med.* 2009 Jan 29;360(5):e6. PubMed PMID: 19179309.
3. Zhang M, Holman CD, Price SD, Sanfilippo FM, Preen DB, Bulsara MK. Comorbidity and repeat admission to hospital for adverse drug reactions in older adults: retrospective cohort study. *BMJ.* 2009 Jan 7;338:a2752. doi: 10.1136/bmj.a2752. PubMed PMID: 19129307; PubMed Central PMCID: PMC2615549.
4. eatright.org [Internet]. Chicago: Academy of Nutrition and Dietetics; c2016 [cited 2016 Dec 27]. Available from: <http://www.eatright.org/>.

5. A full citation for software on the Internet can follow the general guidelines in Item #43 for datasets or in Citing Medicine, Chapter 24 for databases and retrieval systems. Software in other media such as CD-ROM is detailed in Citing Medicine, Chapter 21.

3.10 Table: Prepare the table in the Word Format. Each table should be on a separate page. Give each table a number and a title. Number tables in the order of which they are mentioned in the text.

3.11 Figures, images, and line drawing:

1) Black and white, or color images, and line drawings should be supplied as TIFF, GIF, or high quality JPEG files to a minimum of 600 dpi.

2) Figure legends of the images and line drawing should be provided on a separate sheet.

For the reference style of Thai articles please download the style from the CMMJ Website.

Length of the manuscript

The maximum words, references, tables and figures should be as follows:

1. Original article: 4,000 words of text, 250 words of a structured abstract, 40 references, and 6 tables/figures.

2. Short communication: 2,500 words of text, 250 words of a structured abstract, 30 references, and 4 tables/figures

3. Case reports: 1,500 words of text, 150 words of a non-structured abstract, 15 references, and 4 tables/figures.

4. Review article: 4,000 words of text, 250 words of a non-structured abstract, 40 references, and 6 tables/figures.

The above-mentioned numbers of words are applied for an English manuscript. For a Thai manuscript, each of its single-spaced page is approximate to 250 English words. For example, an original article in Thai should have maximum numbers of 16 pages for text and 1 page for a structured abstract.

Copyrighted materials obtained from other sources

A published/reproduced material should not be included unless the authors have obtained written permission from the copyright holder, which should be forwarded to the Editorial Office after the article has been accepted for publication. In the manuscript, the authors must also state the term 'with permission' in describing such material.

Manuscript submission

Submit all materials of the manuscript via the web-based online manuscript submission at: <https://www.tci-thaijo.org/index.php/CMMJ-MedCMJ/index>. The main manuscript should include all parts of the manuscript, i.e., abstract, main text, reference, acknowledgements, figures, and tables. Each of these materials should be submitted separately: i) title page, ii) disclosure/conflict of interest form that have been signed, and iii) cover letter. All manuscripts will be reviewed by at least two referees.

Contact address

Chiang Mai Medical Journal Office,
Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
Telephone: +66-53-935270, +66-53-935143; Fax: +66-53-936234
E-mail: cmmj@cmu.ac.th

Original article

Initial prototype Chiang Mai University single-occupant electric vehicle for paraplegic wheelchair-seated drivers

Sawattikanon N, Keratibumrungpong W, Jurnsawang N and Kovindha A

Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai

Objectives To describe the initial prototype Chiang Mai University single-occupant electric vehicle for paraplegic wheelchair-seated drivers and to demonstrate paraplegic wheelchair users' satisfaction with the vehicle.

Methods A used 2-seat Chinese electric vehicle was modified including invention and installation of a remote-controlled rear-door-to-ramp conversion which provided access for a wheelchair as well as a securement system for the wheelchair. The prototype electric vehicle had two rear motor hubs, an electric motor with peak power of 2.1 kW, and a 60V, 80Ah lead-acid battery pack. A motorcycle handlebar/brake system had also been added. The vehicle's maximum speed was 48 km/h. Ten paraplegic wheelchair users who regularly drive a modified sidecar motorcycle test-drove the prototype while seated in a Japanese light-weight manual wheelchair with an adaptor installed for wheelchair docking. The participants rated their satisfaction with the prototype, compared it with their modified sidecar motorcycles and provided suggestions for further improvement.

Results All participants were able to drive the prototype without difficulty with the exception of reverse parallel parking. They all stated they were very satisfied with the prototype. Compared to their modified sidecar motorcycles, the prototype had higher average satisfaction scores for safety ($p = 0.05$) but slightly lower for performance ($p = 0.414$). Higher ramp side rails, lower wheelchair docking, an audio obstacle warning system for reverse parallel parking, and a smaller turning radius were suggested improvements.

Conclusions Paraplegic wheelchair users were very satisfied with the initial prototype Chiang Mai University single-occupant electric vehicle for wheelchair-seated drivers, although adjustments to improve performance are needed. **Chiang Mai Medical Journal 2021;60(3):271-9. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.24**

Keywords: Technological invention, Automobile, Electric vehicle, Wheelchair users, Wheelchair-seated driver, Paraplegia

Introduction

The Director-General of the World Health Organization, Dr. Margaret Chan, stated in the International Perspectives on Spinal Cord Injury (2013) that, "The international symbol of disability is the wheelchair and the stereotype of a person with disability is a young man with paraplegia" (1). After rehabilitation, expected outcomes of individuals with paraplegia include independent self-care, indoor and outdoor mobility with a wheelchair and driving, followed by returning to

education or resuming employment (1,2). Products for mobility such as motorized wheelchairs, scooters, and automobiles for wheelchair users have been widely available in high-income countries, but their availability has been very limited in low- and middle-income countries (1). According to a recent survey of people in 22 countries with a spinal cord injury, lack of or insufficient short- and long-distance transportation was noted as one of the most significant barriers, and that more barriers were experienced in low-income countries (3).

Correspondence: Apichana Kovindha, MD., Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
E-mail: apichana.k@cmu.ac.th



Received: February 9, 2021; Revised: April 20, 2021; Accepted: April 23, 2021

In Thailand, motor vehicle accidents were reported to be the main cause of spinal cord injury and disability (4). Enhancement of self-efficacy by providing skills for self-management in activities of daily living and gaining self-confidence should be emphasized in rehabilitation programs (5). For example, in 2004 the Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University started training paraplegics who had in the past ridden a motorcycle to learn to drive a modified motorcycle with a sidecar to help them resume their community activities and to earn a living (Figure 1) (6). A subsequent study documented that the ability to drive a modified motorcycle with a sidecar was a strong predictive factor for having remunerative employment and for being able to return to work (7). The same finding was reported in Malaysia (8). In Thailand, many wheelchair users who cannot afford a car or van with a hand control system instead ride a modified motorcycle with a sidecar.

In North America and Europe, it is common to see paraplegics driving a personal car or van which has been modified with a hand control system. Usually, they transfer themselves from their wheelchair to the driver's seat, lift the wheelchair up and put it into a car, reversing the process when getting out of the vehicle. Long-term repetition of those physically strenuous steps has been reported to cause shoulder pain and degeneration (9). To reduce the risk of shoulder degeneration, a ramp

or a lift can be installed and the driver's seat removed so the person can sit in a wheelchair while driving (10). Recently, single-occupant electric vehicles have been introduced as an alternative where the individual can drive while seated in a wheelchair, e.g., the Kenguru and the Chairiot™ solo, which are available in the US and Europe (11-14), but until now they have not been offered for sale in Thailand.

To improve the opportunity for paraplegics in Thailand to drive a better vehicle, we designed the initial single-occupant electric vehicle prototype for wheelchair-seated drivers. Approval of the vehicle by the Department of Land Transport is expected in the near future.

Objectives

The objectives of this study were to describe the initial prototype Chiang Mai University single-occupant electric vehicle which was developed for paraplegic wheelchair-seated drivers and to evaluate paraplegic wheelchair users' satisfaction with driving the prototype vehicle including comparison with modified sidecar motorcycles and to solicit their suggestions for improvement of the prototype.

Methods

This project was approved by the Research Ethical Committee, Faculty of Medicine, Chiang Mai University (REC-25610829-14533).



Figure 1. The modified motorcycle with a sidecar for wheelchair users designed by the Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University in 2004. (A) The wheelchair user rolls up the ramp by holding the side rails and pulling themselves along. (B) The wheelchair-seated rider controls the motorcycle with handlebars installed at the front of the sidecar.

Participants

Paraplegic wheelchair users driving a modified motorcycle with sidecar in daily life were asked to give their informed consent prior to test-driving the prototype vehicle. Among the 10 paraplegic wheelchair users participating, 7 were males and 3 females. Table 1 shows the participants' demographic data. Half had spinal cord injured caused by road traffic crashes. Their average experience driving a modified motorcycle with a sidecar was 8.7 years.

Equipment

The initial prototype Chiang Mai University single-occupant electric vehicle began as a 2-seat, 2-door electric vehicle made in China that was

modified to be a single-occupant electric vehicle for paraplegic wheelchair-seated drivers (Figure 2A). A newly devised rear door system that opens with a wireless remote control and converts to a wheelchair access ramp was installed (Figure 2B and 2C). Two additional shock absorbers were mounted at the rear wheels to support the added weight of the rear door. The car's seats were removed and replaced by a newly designed wheelchair docking system for the driver. The docking system was attached to the floor of the car (Figure 3A) including a system to lock the wheelchair to the docking station (Figure 3B). The features of the vehicle are shown in Table 2. The two newly designed components, the rear door that opens and converts to a ramp for access and the wheel-

Table 1. Demographic data of the 10 paraplegic wheelchair users participating in the test-drive

Age (years) ¹	45.50 (10.55) [25-59]
Cause of paraplegia ²	Road traffic crashes 5 Falling from height 4 Gunshot 1
Duration of paraplegia (years) ¹	21.20 (12.25) [3-44]
Modified motorcycle with a sidecar used ²	Honda/Yamaha 9/1 100 cc/125 cc 4/6 Maximum speed: 120 km/h 4 150 km/h 6
Average driving speed ¹	47 (21.11) [20-80]
Duration of driving a modified motorcycle with a sidecar (years) ¹	8.70 (6.38) [1-17]
Frequency of driving a modified motorcycle with a sidecar (days/week) ¹	5.40 (2.63) [1-7]

¹Mean (SD) [range], ²number cc, cubic centimeter; km/h, kilometers per hour

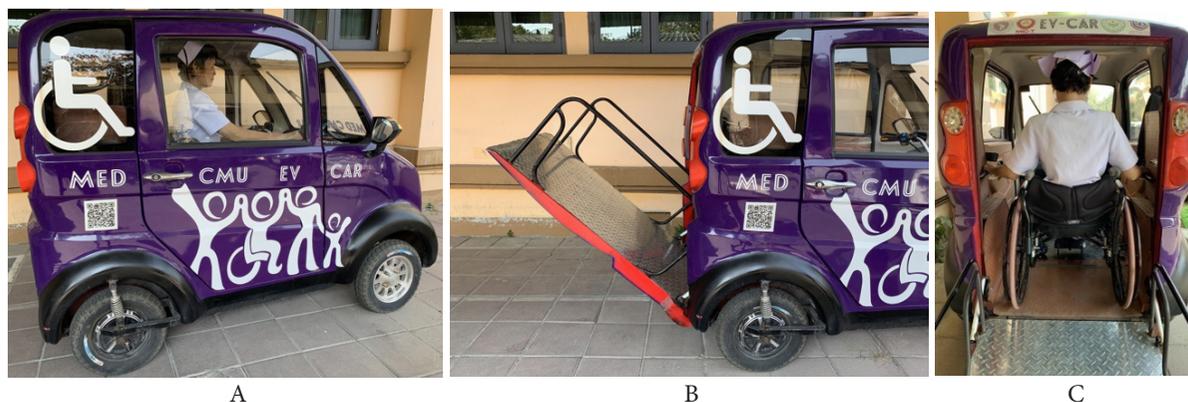


Figure 2. The initial prototype Chiang Mai University single-occupant electrical vehicle for paraplegic wheelchair-seated drivers. (A) profile view. (B) the rear door when opened converts to a ramp with side rails for access. (C) the wheelchair-seated driver rolls up into the vehicle.

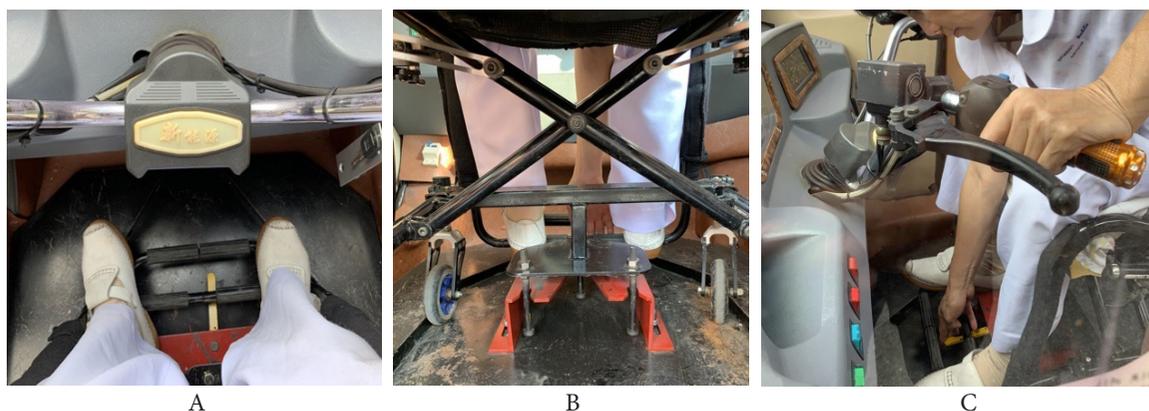


Figure 3. The newly invented wheelchair securement system. (A) the red docking mechanism is mounted to the car floor. (B) The locking adaptor is installed beneath the wheelchair frame. (C) the wheelchair-seated driver reaches down to push the yellow toggle of the docking mechanism to manually release the wheelchair.

Table 2. Features of the initial prototype Chiang Mai University single-occupant electric vehicle for paraplegic wheelchair users

Features	Specifications
Autobody	Fiberglass
Rear door	Wireless remote control converts door to a ramp with side rails Ramp: length 1,250 mm, width 810 mm, slope 8 degrees Side rails: length 1,070 mm, height 430 mm
Overall dimensions	Outer: length 2,180 mm, width 1,280 mm, height 1,660 mm Inner: length 1,680 mm, width 990 mm, height 1,290 mm
Curb weight	300 kg (with batteries)
Wheelbase	1,480 mm
Wheels & tires	11 inches (28 cm) aluminum alloy, 400/10-R11 tires
Brakes	Four-wheel disc brakes
Power train	Two rear-wheel hub motors
Electric motor	DC motor, peak power 2.1 kW
Battery	Ten 6 V, 80 Ah lead-acid batteries in series
Charger	AC on-board charger (60 V, 50 Ah)
Input power	220 V AC
Charging time	6 h
Maximum speed	48 km/h
Driving range	30-60 km
Turning radius	5.15 m
Interior	Digital LCD panel, radio

A, ampere; AC, alternating current; Ah, ampere-hour; DC, direct current, h, hour; kg, kilogram; kW, kilowatt; LCD, liquid crystal display; m, meter; mm, millimeter; V, volt

chair securement system, are shown in Figures 2 and 3.

A light-weight wheelchair (OX Engineering, Chiba, Japan) Integral super quick turn (serial number 0000101962) with a 36 cm wide seat, a total width of 60 cm, and a weight of 12 kg was used by all the participants while driving the

prototype. A newly developed adaptor for the docking system, weighing 1.2 kg, was installed at the front part of the wheelchair frame (Figure 3B). The wheelchair-seated driver can release the wheelchair from the docking apparatus by manually pushing a toggle to the left (Figure 3C).

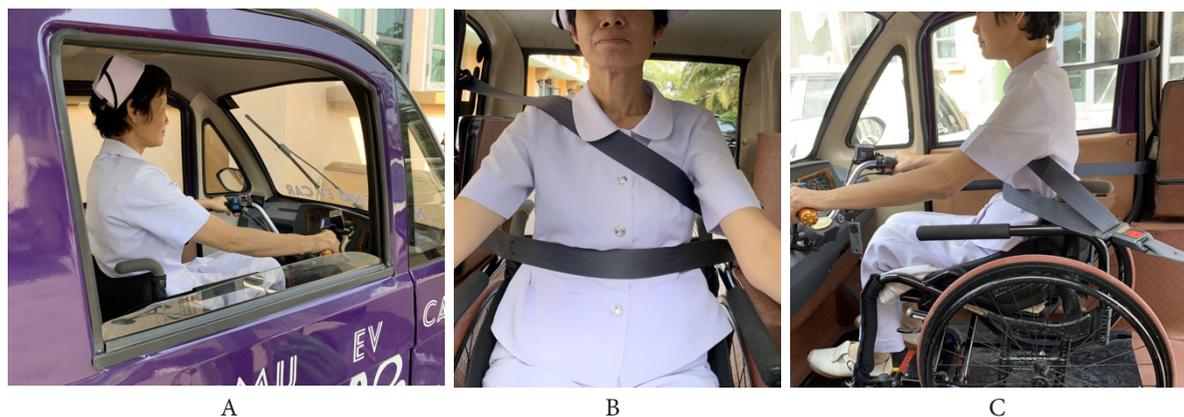


Figure 4. (A) the motorcycle-type steering handlebar/brake system. (B) front-view. (C) side-view of the wheelchair-seated driver wearing a standard three-point safety belt.

Participant evaluation

The innovator who designed the prototype vehicle (NS) introduced the participants to the car, explained all the components including the wireless remote control for the rear door/ramp, the wheelchair docking system, the motorcycle steering handlebar/brake system (Figure 4A), and the standard three-point safety belt (Figures 4B, 4C) then demonstrated their use and showed the participants how to drive the vehicle.

Test driving by the participants consisted of 1) driving forward and backward, 2) stopping the vehicle, 3) turning, 4) parallel parking, 5) reverse parallel parking, 6) head in parking at an angle of 90 degrees, and 7) driving up a hill.

Following the demonstration and a 30 minute practice drive, each of the participants drove the prototype on the grounds of the Thongyoo Cheshire Home, a facility for disabled individuals in Chiang Mai. They were allowed to try each of the above-mentioned maneuvers three times. The participants' driving was observed by the researchers. After the test-drive, participants rated their satisfaction with the prototype vehicle and compared driving the prototype with driving their own modified motorcycle with a sidecar. The satisfaction scale ranged from 1 - not satisfied; 2 - slightly satisfied; 3 - satisfied; 4 - very satisfied; to 5 - extremely satisfied. The participants were then asked for suggestions to improve the vehicle

and to estimate the selling price of such a single-occupant electric vehicle.

Statistical analysis

Demographic data are provided as numbers, percentages, means, standard deviations and ranges. Comparison of participant satisfaction with driving the prototype and driving their own modified motorcycle with sidecar was analyzed using Wilcoxon signed rank test.

Results

All participants were able to drive the prototype with no apparent difficulty with the exception of reverse parallel parking. Some participants mentioned that when driving the modified motorcycle with a sidecar they had no difficulty in parallel parking, only in reverse parallel parking. They were able to lock the wheelchair to the docking station with some difficulty but had no problem bending down and pushing the docking bar manually to release the wheelchair from the docking station. There was sufficient space between the motorcycle handlebars and the drivers' knees while driving and turning (Figures 4A & 4C).

Comparison of participants' satisfaction with driving the prototype compared with their previous experience driving their modified motorcycles with a sidecar is shown in Table 3. Satisfaction

Table 3. Paraplegic wheelchair users' satisfaction with driving the prototype Chiang Mai single-occupant electric vehicle compared with driving their modified motorcycles with a sidecar

	Single-occupant electric vehicle	Modified motorcycle with a sidecar	p-value
Easy to drive	3.6 (0.97) [2-5]	4.0 (0.67) [3-5]	0.357
Easy to roll in and out	4.0 (0.82) [3-5]	3.9 (0.57) [3-5]	0.705
Safety of the vehicle	4.4 (0.52) [4-5]	3.2 (0.79) [2-5]	0.050
Performance of the vehicle	3.8 (0.63) [3-5]	4.0 (0.47) [3-5]	0.414
Overall preference	4.2 (0.63) [3-5]	4.0 (0.47) [3-5]	0.414

Satisfaction: 1, not satisfied; 2, slightly satisfied; 3, satisfied; 4, very satisfied; to 5, extremely satisfied. Mean (SD) [range]; Wilcoxon signed rank test, significance level 0.05

with the safety of the prototype was significantly higher than for modified motorcycles with a sidecar ($p = 0.05$). However, average satisfaction scores for performance and ease of driving of the prototype were lower than for the modified motorcycles with a sidecar. Participants' suggestions for improvement of the prototype included raising the side rail height for easier rolling up the ramp, lowering the docking height, adding a rear-view mirror and an audio obstacle warning alarm to aid reverse parallel parking, and reducing the turning radius. Their estimation of the sales price of the prototype vehicle ranged from 60,000-80,000 baht (about 2,000-2,700 USD); they felt the price should not be much higher than a modified motorcycle with a sidecar which range from 40,000-70,000 baht (about 1,300-2,300 USD).

Discussion

Driving a modified motorcycle with a sidecar on a road seems dangerous because it lacks the driver protection provided by a car. This study suggests there is a potentially significant demand for vehicles like the Chiang Mai University single-occupant electric vehicle prototype from wheelchair-seated drivers in Thailand as well as in low- and middle-income countries around the world. Its interior volume of less than 2,405 liters is similar to other single-occupant electric vehicles for wheelchair users sold in developed countries (11-14). The overall size of the vehicle is small, comparable to the participants' modified motorcycles with a sidecar. After test-driving, all participants

were very satisfied with the prototype and were able to drive it without difficulty. As expected, the motorcycle handlebars make it easy to control even when driving the prototype for the first time.

Wheelchair access to the vehicle is less complicated as the rear door opens down and becomes a ramp, unlike other commercial single-occupant electric vehicles for wheelchair-seated drivers where the rear door lifts up and a separate ramp opens downward (11-14). The ramp of the prototype had a slope of about 8 degrees which is greater than the recommended slope of an outdoor wheelchair ramp in Thailand (4.75 degrees, gradient 1:12) (15). However, the prototype ramp was only 1,250 mm long and had 430 mm high side rails for the wheelchair user to pull themselves up the ramp. One suggestion from the participants was to raise the height of the side rails to provide more pulling force better leverage for rolling the wheelchair up the ramp. Universal design guidelines for outdoor ramps suggest the height of side rails should be 900-1,000 mm for the upper rail and 600-750 mm for the lower rail for users with a lower height (16). The lower rail dimension seems more suitable for wheelchair users when they roll up the ramp. When holding the side rails, their shoulders would be in more of a flexion angle with the shoulder flexors stretched to their optimal length, thus producing more pulling force in addition to the force from elbow flexors contraction (17). Higher side rails (600 mm) are being considered for the next prototype.

During test-driving, the observed difficulty in reverse parallel parking was another concern. One limitation of the prototype was that the rear door obscured visibility (Figure 2B). Installing a front-mounted rear-view mirror would not be useful; however, improving the side rear-view mirrors and adding an audio obstacle warning alarm to aid backing or reverse parallel parking could be beneficial. Another issue related to parking is its total length of the vehicle including the ramp which was about 3,500 mm which is less than the recommended space for disabled car parking spaces (minimum, 4,800 mm long, with a 1,200 mm wide safety and access zone) (15,16). Thus there is sufficient space for parking the prototype either 90 degrees to a sidewalk or parallel to the sidewalk. It was suggested that the prototype turning radius of 5,150 mm should be reduced. The turning radius of a vehicle is a function of the wheelbase, and a smaller turning radius makes a U-turn easier. The prototype wheelbase was 1,480 mm. The possibility of reducing the turning radius of the prototype should be investigated.

In terms of safety, the participants reported significantly greater satisfaction with the prototype than with their modified motorcycles with a sidecar (Table 3). As would be expected, driving in a well-protected car is safer than riding a motorcycle, and a four-wheel car provides more stability than even a three-wheel motorcycle with a sidecar. However, the newly designed wheelchair securement system does prevent wheelchair movement and the standard three-point safety belt provides stability for the driver's trunk while driving and turning. Nevertheless, wheelchair-seated drivers are still at risk of serious injury in vehicle crashes (10). An airbag and an automatic tightening safety belt are recommended to protect a wheelchair driver from injuries (10) and are being considered for the next prototype.

In terms of performance, the participants reported slightly less satisfaction with the performance of the prototype than with their modified motorcycles with a sidecar, perhaps due to their long experience with the latter and insufficient time to become familiar with the prototype before

the test drive. Additionally, the electric motor of the prototype had a peak power of 2.1 kW and 60 V (10 x 6 V) with 80 Ah lead-acid batteries in series, producing a maximum speed of 48 km/h (Table 2), less than the maximum speed of their current motorcycles, but nearly the same as what they reported as the average speed of their modified motorcycles with a sidecar (Table 1). To improve performance of the prototype, we reviewed the features of the Chairiot™ solo, the first low-speed, wheelchair-accessible electric vehicle in the world certified by an independent authority to be in conformance with the U.S. Federal Motor Vehicle Safety Standards (12). The Chairiot™ solo has twin hub motors rated at 3 kW each built into the rear wheels and a 48 V AGM battery pack with a capacity of 7.5 kW for propulsive power (12).

A final important issue is the price of a single-occupant electric vehicle for paraplegic wheelchair users. The participants' estimated price for the prototype was about one tenth the price of Chairiot™ Solo and the Kenguru SOV wheelchair cars sold in the US which range from 19,000 to 25,000 USD (13,14). According to the latest Thai regulations (2017), small electric vehicles weighing less than 450 kg should have an electric motor with rated power not less than 4 kW and maximum speed not less than 45 km/h (18). In this regard, we have already planned to install an electric motor providing higher peak power and a battery pack with higher capacity in the next prototype to be in conformance with the Thai Department of Land Transport Safety Standards for electric vehicles. Of course these changes will increase the price of made-in-Thailand single-occupant electric vehicles for wheelchair-seated drivers, but every effort will be made to keep the price as low as possible so that paraplegic wheelchair users in the country will be able to afford to buy and drive them rather than driving a modified motorcycle with a sidecar.

Among the limitations of the study is that instead of test-driving on main roads with traffic, a residential area with no traffic was chosen out of concern for the participants' safety. Also, the

short practice period and limited driving distance did not allow a full test of the maneuverability of the initial prototype. With the next prototype, we will seek a more appropriate facility for test driving so that maneuverability as well as its maximum speed and braking distance can be evaluated.

Conclusions

Paraplegic wheelchair users who had experience driving a modified motorcycle with a sidecar were very satisfied with the initial prototype Chiang Mai University single-occupant electric vehicle for wheelchair-seated drivers. Adding some accessories and changing some features, e.g., the battery and electric motor to conform with the Department of Land Transport standards for electric vehicles, would improve the performance of the anticipated next prototype.

Acknowledgements

We would like to thank our collaborators, the Dali Vehicle (Thailand) CO., LTD.; the Department of Industrial Promotion, Ministry of Industry; the Machinery Industrial and Supporting Cluster of Thai Trade Association (MIC-T); the Chiang Mai Foundation for the Well-being of the Disabled; and the Siri Wattana Cheshire Foundation for their support of the project. We would also like to thank Mrs. Kanticha Ruangdang, a practical nurse and wheelchair user, at the Rehabilitation Ward, Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital, for permission to use her photos in this paper and Asst. Prof. Dr. Niti Kammuang-lue, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, for proofing and correcting this manuscript.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest of any kind.

References

1. Bickenbach J, Officer A, Shakespeare T, von Groote P. World Health Organization; International Spinal Cord Society. International perspectives on spinal cord injury. Geneva: World Health Organization; 2013.
2. Consortium for Spinal Cord Medicine. Outcomes following traumatic spinal cord injury: clinical practice guidelines for health-care professionals. Washington DC: Paralyzed Veterans of America; 1999.
3. Reinhardt JD, Middleton J, Bökel A, Kovindha A, Kyriakides A, Hajjioui A, et al. Environmental barriers experienced by people with spinal cord injury across 22 countries: results from a cross-sectional survey. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020;101:2144-56.
4. Kovindha A. People with spinal cord injury in Thailand. *Am J Phys Med Rehabil.* 2017;96:S121-3.
5. Attawong T, Kovindha A. The influencing factors of acceptance of disability in spinal cord injured patients. *NJNS.* 2005;2:67-70.
6. Ovatakanont P, Kovindha A, Wittayanin W, Mongkol S. Mobility and self-care activities related to the ability to drive and control a modified motorcycle: a pilot study in paraplegic persons. *J Thai Rehabil Med.* 2006;16:85-97.
7. Vongpakorn P, Kovindha A. Employment rate of Thais with spinal cord injury and predictive factors. *J Thai Rehabil Med.* 2014;24: 28-36.
8. Ramakrishnan K, Chung TY, Hasnan N, Abdullah SJ. Return to work after spinal cord injury in Malaysia. *Spinal Cord.* 2011;49:812-6.
9. Dalyan M, Cardenas DD, Gerard B. Upper extremity pain after spinal cord injury. *Spinal Cord.* 1999;37:191-5.
10. van Roosmalen L, Ritchie Orton N, Schneider L. Safety, usability, and independence for wheelchair-seated drivers and front-row passengers of private vehicle: a qualitative research study. *J Rehabil Res Dev.* 2013;50:239-52.
11. Wikipedia. Cars for wheelchair users [Internet]. 2020 [updated 2020 Dec 17; cited 2021 Jan 17]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Cars_for_wheelchair_users
12. Wikipedia. ChairiotSolo [Internet]. [update 2019 Nov 23; cited 2021 Jan 20]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Chairiot_solo
13. Chairiot-mobility.com. ChairiotTMsolo [Internet]. 2013 [cited 2021 Jan 17]. Available from: http://www.chairiot-mobility.com/The_Chairiot.html
14. Startup selfie. Kenguru, world's first drive-from-wheelchair electric car [Internet]. 2018 [cited 2021 Jan 20]. Available from: <https://www.startupselfie.net/2018/05/04/kenguru-worlds-first-drive-from-wheelchair-electric-car/>
15. Ministerial Regulation defining characteristics or provision of equipment, facilities or services in other buildings, places or public services so that persons with disabilities can access and make use of them, B.E. 2556. 20 [Internet]. 2013 [cited 2021 Jan 20] Available from: https://www.doe.go.th/prd/assets/upload/files/BKK_th/d2d8c77204d9b6d2853cd9cd9240c23f.pdf

16. Centre for Excellence in Universal Design. National Disability Authority. Building for everyone: a universal design approach [Internet]. 2020. [cited 2021 Jan 20]. Available from: <http://universaldesign.ie/Built-Environment/Building-for-Everyone/1-External-Environment.pdf>
17. Oatis CA. Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movement. 2nd ed. Philadelphia: Lip-pincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer business; 2009.
18. Department of Land Transport. Determine the power of electric motors used to drive cars under the automobile Act, B.E. 2560. [Internet]. 2017 [cited 2021 Jan 18]. Available from: https://www.dlt.go.th/th/announce/view.php?_did=1620

ต้นแบบรถไฟฟ้าที่นั่งคนเดียวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่สำหรับคนขับอัมพาตครึ่งล่างและนั่งวีลแชร์

ณรงค์รัตน์ สวัสดิ์กานนท์, เวธกา กิรติบำรุงพงศ์, นพรัตน์ เจ็็นสว่าง และ อภิชนา โฉมวิริยะ
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์ เพื่อแสดงรายละเอียดต้นแบบรถไฟฟ้าที่นั่งคนเดียวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และผลทดสอบโดยคนขับที่เป็นอัมพาตครึ่งล่างและนั่งวีลแชร์

วิธีการ นำรถไฟฟ้าขนาดสองที่นั่งจากประเทศจีนมาดัดแปลง ประดิษฐ์ประทุหลังให้เป็นทางลาดเอียงที่ควบคุมด้วยสัญญาณทางไกลและระบบยึดตรึงวีลแชร์ติดกับรถ รถต้นแบบใช้ด้ามจับรถจักรยานยนต์พร้อมระบบเบรก มอเตอร์ฮับล้อหลังคู่หนึ่ง มอเตอร์ไฟฟ้าให้พลังสูงสุด 2.1 กิโลวัตต์ และชุดแบตเตอรี่ตะกั่วกรด 60 โวลต์, 80 แอมแปร์ชั่วโมง ความเร็วสูงสุด 48 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนอัมพาตครึ่งล่างที่ใช้วีลแชร์และขับรถจักรยานยนต์พ่วงข้างดัดแปลง 10 คน เข้าร่วมทดสอบขับรถต้นแบบโดยนั่งวีลแชร์นำหนักเบาจากประเทศญี่ปุ่นที่ติดตั้งสลักล็อกกับระบบยึดตรึงวีลแชร์ จากนั้นระบุระดับความพึงพอใจเปรียบเทียบระหว่างรถต้นแบบกับรถจักรยานยนต์พ่วงข้างดัดแปลง พร้อมให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

ผลการศึกษา ทุกคนขับรถต้นแบบได้ไม่ยาก ยกเว้นถอยหลังเพื่อจอดรถขนานทางเท้า ทุกคนพอใจรถต้นแบบมาก เมื่อเปรียบเทียบกับรถจักรยานยนต์พ่วงข้างดัดแปลง คะแนนความพึงพอใจต่อรถต้นแบบสูงกว่าในด้านความปลอดภัย ($p = 0.05$) แต่ต่ำกว่าด้านสมรรถนะ ($p = 0.414$) ข้อเสนอแนะได้แก่ ปรับราวจับทางลาดให้สูงขึ้น ลดตัวยึดตรึงวีลแชร์ให้ต่ำลง ติดตั้งเสียงเตือนขณะถอยรถ และให้รัศมีวงเลี้ยวแคบลง

สรุป คนอัมพาตครึ่งล่างที่ใช้วีลแชร์พึงพอใจมากกับต้นแบบรถไฟฟ้าที่นั่งคนเดียวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ควรปรับปรุงเพื่อให้มีสมรรถนะดีขึ้น **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(3):271-9. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.24**

คำสำคัญ: สิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี รถยนต์ รถไฟฟ้า คนใช้วีลแชร์ คนขับนั่งวีลแชร์ อัมพาตครึ่งล่าง

Original article

Performance of deep learning in differentiating between distal ureteric calculi and non-calculous calcifications on a KUB radiographs

Viriyaroj J,¹ Wantanajittikul K,² Inmutto N¹ and Huntrakul L¹

¹Department of Radiology, Faculty of Medicine, ²Department of Radiologic Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai

Objectives The objective of this study was to evaluate the performance of deep learning (DL) in the differentiation of distal ureteric calculi and non-calculous calcification on kidney, ureter and bladder (KUB) radiographs.

Methods A retrospective review of KUB radiographs of 204 patients with 235 distal ureteric stones and 138 patients with 235 non-calculous calcifications that had been previously identified by investigation, including CT, IVP or URSL, performed at the Department of Radiology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University from September 2013 to September 2019. Every calcified density was selected and was cropped into small images. A total of 185 images from each group were randomly selected to be a training dataset and were applied to three pretrained DL networks (AlexNet, GoogLeNet and ResNet50). The remaining 50 images in each group were reserved to be a blind testing dataset. STATA version 14.2 software was used to analyze the sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and accuracy of each network. Logistic regression was used to calculate the Area Under the Curve (AUC) and the Chi-squared test was used to compare the AUC between the three networks.

Results The sensitivity of the three DL networks was more than 80%, specificity more than 65%, PPV more than 70%, NPV more than 80% and accuracy about 80%. The AUC (95% CI) of the AlexNet network in differentiation of ureteric calculi and non-calculous calcification was 0.79 (0.71-0.87) compared with 0.81 (0.74-0.88) for GoogLeNet and 0.82 (0.74-0.90) for ResNet50 ($p = 0.43$).

Conclusions DL provides good results in the differentiation of distal ureteric calculi and non-calculous calcification from KUB radiographs. **Chiang Mai Medical Journal 2021;60(3):281-90. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.25**

Keywords: Distal ureteric stone, Non-calculous calcification, Phlebolith, Deep learning, transfer learning, pretrained network

Introduction

Urolithiasis is one of the most important health issues in Thailand, and has an incidence rate that is rising significantly (1). As most urolithiasis are opaque on kidney, ureter, and bladder (KUB) radiographs but there are some limitations in the detection of calculi as well as the low sensitivity of KUB radiographs, the American College of Radiology (ACR) has suggested that non-contrast CT (NCCT) abdomen and pelvis is the most rapid and accurate technique for evaluating acute

onset flank pain where stone disease is suspected, whereas a KUB radiograph has less utility (2-6). However, in Thailand only about 29% of health care institutions have a CT machine and most of those are located in the big city (7). The number of radiologists, important person who can make a more accurate diagnosis of urolithiasis, is also insufficient in Thailand. According to the database of the Medical Council of Thailand in 2019 there were only approximately 2,400 radiologists in the country (8). This resource insufficiency particularly

Correspondence: Lalita Huntrakul, MD., Department of Radiology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
E-mail: lalita.h@cmu.ac.th



Received: February 9, 2021; Revised: April 9, 2021; Accepted: April 19, 2021

affects public hospitals, especially those in suburbs which may not have either high diagnostic machines like the CT or specialist like radiologists.

Artificial intelligence (AI) refers to an intelligent agent that is capable of learning, reasoning, problem-solving and self-developing has been well known worldwide for many years (9). AI has been used in the development of many augmented algorithms used in medical imaging. Deep learning (DL), developed from machine learning (ML), is an image-based algorithm that can analyze input data from image pixels directly without an image segmentation and feature extraction process, and thus can provide more accurate results making it suitable for complicated tasks (10-12). DL has become popular in medical imaging in recent years. It is a powerful image processing tool that can be used in many areas of radiology (11,13). Because of its efficacy, open-source software and the relatively low cost of computer hardware (13, 14), it is possible for healthcare providers to develop DL tools for use in their daily clinical practice.

Among all ureteric calculi, the calculi located in the distal ureter are the most difficult to diagnose because they are located deep in the pelvic cavity and mostly of non-calculous calcification also locate in the pelvic cavity that may mimic calculi, especially phleboliths, the most published pitfall in distinguish from distal ureteric calculi (15,16). To the best of our knowledge, there has been no published data regarding the use of DL to differentiate between distal ureteric calculi and non-calculous calcifications on a KUB radiographs. We believe with the combination of DL, with its low radiation dose and the low cost of KUB radiography, can help physicians in medical centers that do not have a CT machine or a trained radiologist make more accurate diagnoses of calculi. The aim of our study was to evaluate the performance of deep learning in the differentiation of distal ureteric calculi and non-calculous calcifications on a KUB radiographs.

Methods

Patient and Image Acquisition

There were two groups of patients in this study:

those with a distal ureteric stone and those with non-calculous calcification in the pelvic cavity. Details of data collection in each group are as follows.

To identify patients with a distal ureteric stone, we conducted a manual search of the database of the Faculty of Medicine, Chiang Mai University, for ICD-10 code N201 calculous of the ureter during the period September 2013 to September 2019. The search identified 2,839 cases of ureteric stones. Our inclusion criteria were patients older than eighteen years with a confirmed diagnosis of distal ureteric stone by at least one diagnostic method, e.g., computed tomography (CT) abdomen/urography/stone protocol, intravenous pyelogram (IVP) or ureteroscopic lithotripsy (URSL). Patients with a diagnosis of proximal or middle ureteric stone were excluded from the study. We enrolled those patients who had a KUB radiograph performed within six months of the diagnosis date which was available for review on the picture archiving and communication system (PACs). The KUB radiographs of these patients had to present radiopaque distal ureteric calculi as determined by consensus of an experienced radiologist in genitourinary imaging and a third-year resident training in radiology during a retrospective review. Any stones non-visualized on a KUB radiograph were defined as radiolucent stones and were excluded from the study. KUB radiographs that had included a retained ureteric stent were also excluded from the study. Finally, there were 204 patients with 235 distal ureteric calculi included in this group.

For patients with a non-calculous calcification in the pelvic cavity, a manual search of PACs for CT urography/stone protocol and IVP was performed in the Department of Radiology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University. This process consisted of a backward search beginning with September 2019 and continuing until 235 non-calculous calcifications lesions had been identified, equal to the number of stones in the distal ureteric calculi group. The consensus of a retrospective review of CT or IVP conducted by an experienced radiologist in genitourinary imaging

and a third-year radiology resident was used to verify that these images were negative for distal ureteric calculi but did show the presence of other calcifications in the pelvic cavity. Patients that had both a distal ureteric stone and other calcifications in the pelvic cavity in the same investigation were excluded from this group. The KUB radiograph of these patients had to have been performed within six months from the date of the CT/IVP. A total of 235 non-calculous calcifications were obtained from 138 patients.

Ethical approval

This study was approved by the Research Ethics Committee, Faculty of Medicine, Chiang Mai University (Study Code: RAD-2562-06738). For this type of study formal consent of the patient is not required.

Deep learning

DL is an algorithm that uses multilayer computational models resulting in the ability of the algorithm to learn image features and to classify images directly from image pixels. DL with convolutional neural network (CNN) is one of the most popular supervised learning models for learning from labelled data (11-13). The high task accuracy of DL, however, is dependent on massive training data which is expensive, computer-intensive and memory-demanding (17,18). Due to the limits of the data sample in our study, we used the transfer learning method to solve these problems of DL with CNN. Transfer learning allows a CNN to learn from limited training data by transferring knowledge from the a pretrained network of large

datasets to the target domain (17,18) (Figure 1). This method preserves only important neurons while removing unimportant neurons, resulting in a smaller sized CNN, thus reducing computational costs while still maintaining the ability to contribute to the target domain without degradation of accuracy (17,18). All the training and testing datasets were applied with three open-source pretrained DL networks: AlexNet (19), GoogLeNet (20) and ResNet50 (21).

Data collection and image analysis

Patients' demographic data, including sex, age, size of the lesion and the diagnostic tests of each patient, were collected.

A total of 342 KUB radiographs (204 from the distal ureteric calculi group and 138 from the non-calculous calcification group) were retrospectively reviewed and combined with CT/IVP/URSL findings to identify and outline the location of every calcification in the pelvic cavity on the KUB radiographs.

Manual selection and cropping of a region of interest (ROI) for each calcification in the KUB radiograph was done with the patient's name and hospital number anonymized (Figure 2). The radiograph of each lesion was cropped to the actual size of the lesion and saved as a Portable Network Graphic (PNG) image and then was re-scaled into 256x256 pixels before being applied to each pretrained DL network.

Input data

The full input dataset of distal ureteric calculi and non-calculous calcifications was comprised

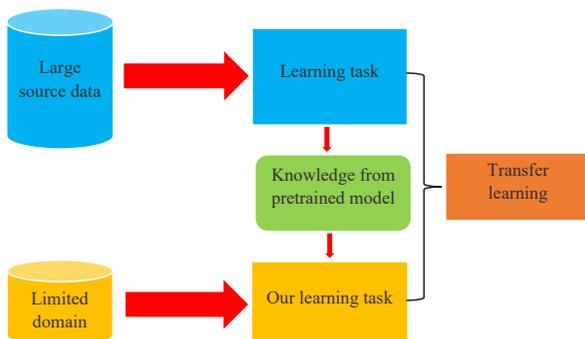


Figure 1. DL with transfer learning process

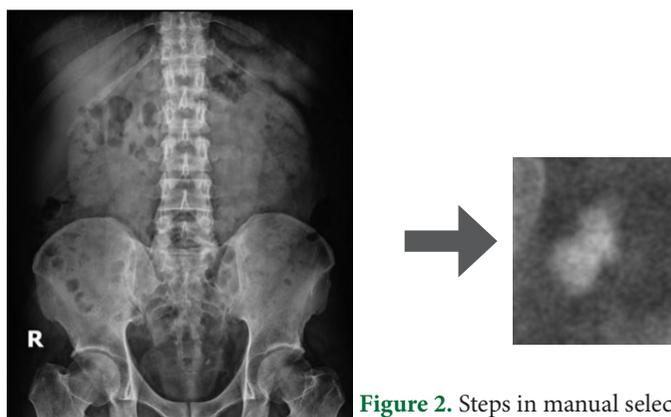


Figure 2. Steps in manual selection and cropping of ROI

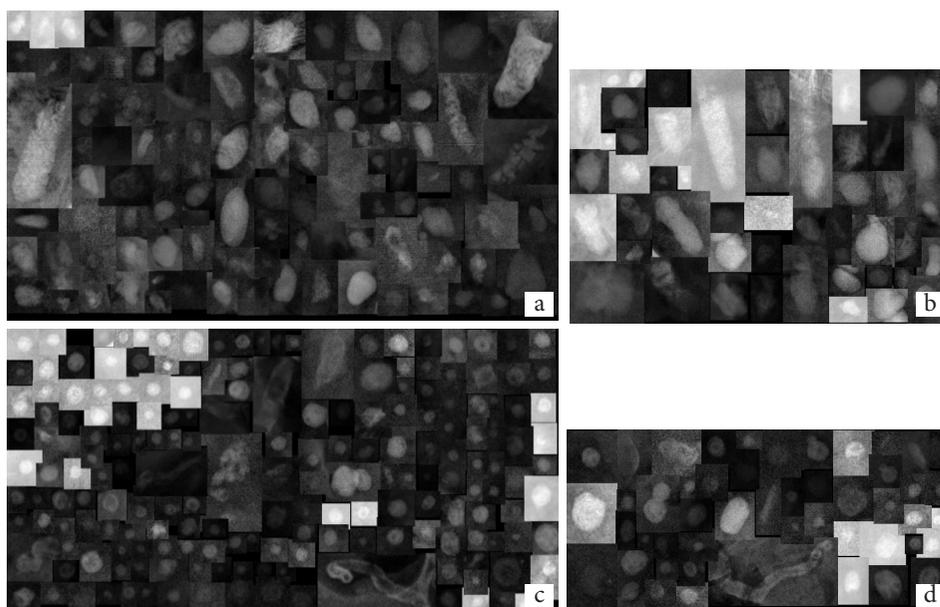


Figure 3. All input datasets were divided into (a) 185 images of distal ureteric calculi for training dataset, (b) 50 images of distal ureteric calculi for blind testing dataset, (c) 185 images of non-calculous calcifications for training dataset, and (d) 50 images of non-calculous calcifications for blind testing dataset

of 470 images, 235 images in each group. The images from each group were computerized and randomly divided into 185 images for the training dataset and 50 images for the blind testing dataset (Figure 3).

First, the 370 images in the training dataset were applied and auto-augmented by each of the pretrained DL networks (AlexNet, GoogLeNet and ResNet50). After that, the 100 images of the testing dataset were applied and adjustment of the parameters of convolutional layers in each DL network was accomplished. Then the training dataset follow with the testing dataset were applied repeatedly to achieve the best satisfied

performance in differentiating between distal ureteric calculi and non-calculous calcifications by each DL network. The summarized input data are shown in Figure 4. The parameter settings that resulted in the best performance by each DL network in differentiating distal ureteric calculi and non-calculous calcifications is shown in Table 1.

The performance of the DL in differentiating ureteric calculi and non-calculous calcifications was analyzed for sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and accuracy using STATA version 14.2 software. The results are reported as percentages. Logistic regression was used to calculate the area

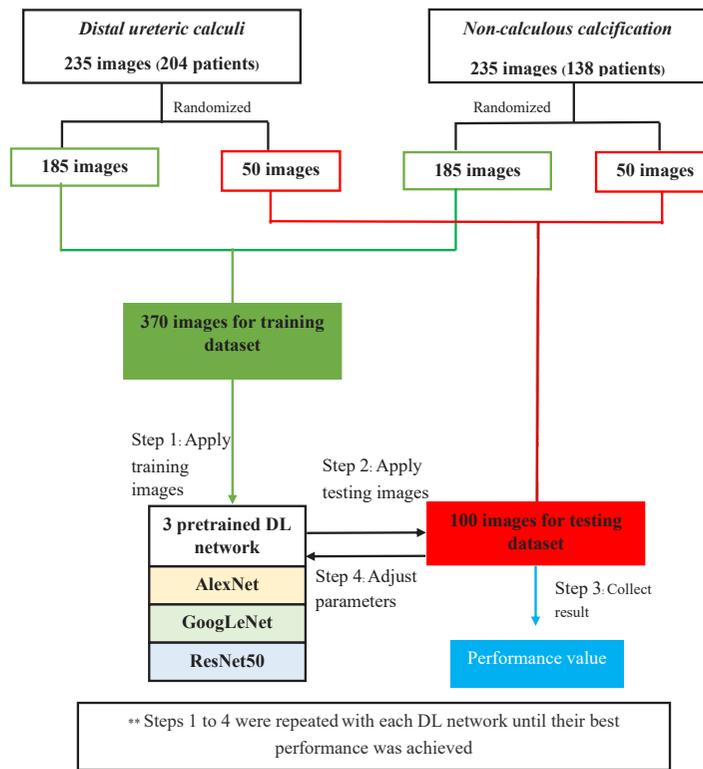


Figure 4. The summarized input data and steps in calculating performance values

Talbe 1. Parameter settings at which each DL network achieved the best performance in differentiating distal ureteric calculi and non-calculous calcifications

Network	Learning rate	Translation (pixels)	Scaling factor	Rotation (degrees)	Max epoch	Mini batch size
AlexNet	0.0001					
GoogLeNet	0.0001	[-10-10]	[0.8-1.2]	[0-360]	20	8
ResNet50	0.00001					

under curve (AUC) and the Chi-squared test was used to compare the AUC among the three DL networks. Results were considered to be statistically significant when the p-value was less than 0.05.

Results

General data

The study included 342 patients with a calcified density in the pelvic cavity as shown on KUB radiographs made between September 2013 and September 2019. There were 204 patients with a confirmed diagnosis of distal ureteric calculi (235 calculi) and 138 patients confirmed as non-

calculous calcifications (235 lesions). Our study included both male and female patients, with the number of males higher than females in both study groups. The mean age of the patients in the two groups was not statistically significantly different: 55.9 (\pm 13.9) years for the patients with distal ureteric calculi and 57.1 (\pm 13.1) years for the patients with non-calculous calcifications. The minimum and maximum size of lesions in both groups was also not significantly different, with the distal ureteric calculi ranging from 0.31 to 3.80 cm. at the widest diameter, and non-calculous calcifications ranging from 0.20 to 3.15 cm. in the widest diameter. Demographic data of

Table 2. Demographic data of patients

Information	Distal ureteric calculi	Non-calculous calcifications	All
Total patients	204	138	342
Male	120	77	197
Female	84	61	145
<i>p</i> -value	0.012	0.173	19-87 (56.3±13.6)
Age (years)*	19-86 (55.9±13.9)	26-87 (57.1±13.1)	
Size (cm.)	0.31-3.80	0.20 - 3.15	

*Data shown are range (mean and standard deviation)

the patients is shown in Table 2.

There are many types of investigations that can be used to confirm the diagnosis and location of a distal ureteric stone. Confirmation in more than 60% of cases in this study had come from the results of ureteroscopy lithotripsy (USRL) and the rest come from reviewing the CT images. For the non-calculous calcifications group, most of the original confirmations were based on a review of CT images. A summary of the types of investigation used to confirm the diagnoses in each group are shown in Table 3.

DL test results

After training and testing, the datasets were applied to each pretrained DL network including multiple adjustments of the parameters of the convolutional layer in each DL, the results were very satisfactory. AlexNet correctly diagnosed calculi in 44 of 50 lesions and correctly diagnosed non-calculous calcifications in 35 of 50 non-calculi lesions. GoogLeNet correctly diagnosed calculi in 48 of 50 lesions and non-calculous calcifications in 33 of 50 lesions. ResNet50 correctly diagnosed both calculi and non-calculous calcifications in 41 of 50 lesions (Table 4). Each of the pretrained

Table 3. Type of investigation used to confirm diagnosis of calculi or non-calculous calcification.

Investigation	Distal ureteric calculi (number)	Non-calculous calcifications (number)
IVP	-	8
CT	67	130
URSL	137	-
Total	204	138

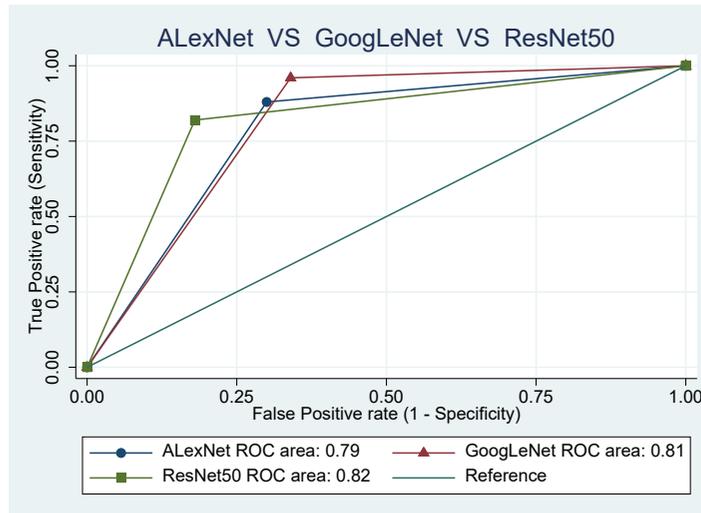
DL networks performed well in differentiating ureteric calculi and non-calculous calcifications. The sensitivity was more than 80% for all three networks, with GoogLeNet the highest at 96%. The specificity was more than 65% for all three networks with ResNet50 the highest at 82%. PPV was more than 70% for all three networks, with ResNet50 again the highest at 82%. NPV was more than 80% for all three networks with the highest being GoogLeNet (94.3%). Accuracy was about 80% with all three networks (range 79-82%). The sensitivity, specificity, PPV, NPV and accuracy of each DL network are shown in Table 5. The AUC (95% CI) of the performance among the three networks in differentiating ureteric calculi

Table 4. Results of each DL model using the test dataset

Network	Character	Stone (number)	Non-stone (number)	Correct (%)
AlexNet	Stone	44	6	79
	Non-stone	15	35	
GoogLeNet	Stone	48	2	81
	Non-stone	17	33	
ResNet50	Stone	41	9	82
	Non-stone	9	41	

Table 5. Performance of each DL network in differentiating ureteric calculi and non-calculous calcifications

Network	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)	Accuracy (%)
AlexNet	88.0	70.0	74.6	85.4	79.0
GoogLeNet	96.0	66.0	73.8	94.3	81.0
ResNet50	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0

Table 6. Area under the curve of each DL network's performance in differentiating calculi and non-calculous calcifications

and non-calculous calcification were not significantly different ($p = 0.43$). The AUC (95% CI) of each network is shown in Table 6.

Discussion

Urolithiasis is one of the most common urologic problems, and its prevalence has progressively increased in Thailand (1). In our study, we found that the incidence of ureteric stones is quite high, nearly five hundred cases per year (2,839 patients over a six-year period). Factors likely related to that increasing prevalence are multifactorial, e.g., changes in social and economic status common to developing countries, an increase in industrial workers, higher average temperatures and increased exposure to sunlight (2,3,15). Another factor could be the increasingly widespread use of CT to evaluate patients with abdominal pain, not only in the emergency room but also in other outpatient units.

Many studies have reported that urolithiasis mostly affects middle aged patients, with the peak incidence occurring in patients between 30-60 years old (1,22). In our study, the mean age of patients with distal ureteric calculi was 55.9 years (range 19-86). That range age in the present study appears wider than in previous publications. One reason could be the longer lifespan of people and the better health care received by younger individuals, including earlier access to the health care services, resulting in more early investigations and early diagnoses.

Urolithiasis usually effects more males than females with ratios ranging from 1.3-5:1 (1,2), similar to our study which found a ratio of 1.4:1 ($p = 0.012$). The non-calculous calcifications had no gender predilection ($p = 0.173$).

Although the number of lesions identified by investigation was equal in the distal ureteric stones group and the non-calculous calcifications group (235), the number of patients was not: there

were 204 patients in the former group and only 138 in the latter. This result suggests that multiple lesions are more likely with non-calculous calcifications than with distal ureteric calculi.

DL with a CNN is an effective supervised learning model that can analyze images pixel directly with no need to manually specify the algorithm for geometric parameters that differentiate between calculi and non-calculous calcification as described by Lee (22). However, normally massive training data is needed to the high accuracy task of the DL. Due to the relatively small quantity of training data in our study, the transfer learning method using a pretrained DL network was used. This method allows a CNN to learn from a limited amount of training data without degradation of accuracy (17,18). In our study, we used three well-known open source pretrained DL networks, AlexNet, GoogLeNet and ResNet50, which are not computation-intensive and memory-demanding. By training the networks first before repeatedly testing the datasets, collaborating with the adjusted parameters of each of the pretrained DL networks, the performance of each network in differentiating between ureteric calculi and non-calculous calcifications was quite good. A sensitivity of more than 80% was achieved with each of the networks, higher than the 60% sensitivity of KUB radiographs in stone detection (2,4,5). This result may be due to the ability of DL because all 100 testing images were "new lesions" which the algorithm had never seen before, thus there was no opportunity for an image recognition effect. However, the high sensitivity in our study may also be a result of selection bias as our study included only radiopaque stones, but in actual clinical practice we may be faced with radiolucent stone which would decrease the sensitivity of KUB radiography. In terms of overall performance, applying DL to the KUB radiographs in our study was superior to conventional KUB radiography alone, had comparable performance with the US but was inferior to the performance of CT scans (4,5). The DL method will help alleviate the problem of insufficient availability of high diagnostic radiologic machines as well as

of radiologists in non-urban areas of Thailand. Healthcare providers will be able to use this open-source software and low cost computer hardware with KUB radiographs to achieve better performance in ureteric calculi differentiation, resulting in better management decisions for patient care. DL has the potential to continue to develop in the future, further improvement and data input can be served more and more (13). So, we believe that with a larger amounts of input training data become available and newer algorithms of DL are developed, it will result in continued improvement in the performance of the algorithm in the future.

Radiologists should not be afraid of being replaced by DL because, even in a controlled environment, DL can at best only be as good as but not better than humans. In real life the environment is not stable, data may be noisy and atypical patterns may occur (13). Thus, combining algorithms with the knowledge and ability of radiologists will lead to ever better diagnostic accuracy. To that end, radiologists should begin to prepare for the coming era of hybridization between humans and machines.

There were some limitations in our study. First, the training datasets were gathered from a single tertiary hospital and included only a small number of training images. Even though transfer learning allows the use of a small number of training images, giving DL a greater number of training images could potentially improve classification accuracy. Second, the specific features that differentiate between calculi and non-calculi lesions were analyzed directly by DL and thus each of the geographic parameters could not be individually specified. Third, DL can be utilized only when there is a sufficient level of calcification density in the pelvic cavity on the KUB radiograph, and radiolucent stones may result in a false-negative when DL is applied to a KUB radiograph.

In future aspect of this study, more training datasets should be resourced and DL should be developed into a program that can be run on an imaging viewer workstation and can be used with

KUB radiographs to make it easier for radiologists and physicians to make diagnostic determinations.

Conclusions

DL provides good performance in the differentiation between distal ureteric calculi and non-calculous calcifications on KUB radiographs. Further algorithm development with a greater number of training datasets would improve the diagnostic accuracy.

Acknowledgements

We would like to express our sincere gratitude to Asst.prof. Nakin Inmutto for invaluable help and research advising. Special thanks are extended also to Ms. Sumintra Katib for advice regarding the statistical analysis.

Funding

None

Conflicts of interest

None

References

- Liu YC, Liao B, Luo D, Wang K, Li H, Zeng G. Epidemiology of urolithiasis in Asia. *Asian Journal of Urology*. 2018;5:205-14.
- Cheng PM, Moin P, Dunn MD, Boswell WD, Duddalwar VA. What the radiologist needs to know about urolithiasis: part 1--pathogenesis, types, assessment, and variant anatomy. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;198:W540-7.
- Kambadakone AR, Eisner BH, Catalano OA, Sahani DV. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. *Radio Graphics*. 2010;30:603-23.
- Brisbane W, Bailey MR, Sorensen MD. An overview of kidney stone imaging techniques. *Nat Rev Urol*. 2016;13:654-62.
- Coursey CA, Casalino DD, Remer EM, Arellano RS, Bishoff JT, Dighe M, et al. ACR Appropriateness Criteria (R) acute onset flank pain--suspicion of stone disease. *Ultrasound Q*. 2012;28:227-33.
- Fulgham PF, Assimos DG, Pearle MS, Preminger GM. Clinical effectiveness protocols for imaging in the management of ureteral calculous disease: AUA technology assessment. *J Urol*. 2013;189:1203-13.
- Srisubat A, Cheapudee S, Thaiyakul A. Study of numbers, distribution and characteristics of high technology radiodiagnostic imaging in Thailand unknown: unknown; [updated 2018 Feb 2; cited 2020 Jan 26]. Available from: <http://medicaldevices.oie.go.th/article.aspx?aid=8236>. [in Thai]
- The Medical Council of Thailand. Physicians Statistics: [updated 2020 Jan 8; cited 2020 Jan 26]. Available from: <https://tmc.or.th/statistics.php> [in Thai]
- Thai Programmer. What is Artificial Intelligence (AI): (Nessence, Editor, Thai Programmer) [updated 2018 Dec 15; [cited 2020 Jan 25]. Available from: <https://www.thaiprogrammer.org/2018/12/whatisai/>. [in Thai]
- Suzuki K. Overview of deep learning in medical imaging. *Radiol Phys Technol*. 2017;10:257-73.
- McBee MP, Awan OA, Colucci AT, Ghobadi CW, Kadom N, Kansagra AP, et al. Deep Learning in Radiology. *Acad Radiol*. 2018;25:1472-80.
- Introducing Deep Learning with MATLAB [cited 2020 Jan 11]. Available from: <https://www.mathworks.com/campaigns/offers/deep-learning-with-matlab.html?elqCampaignId=10588>.
- Saba L, Biswas M, Kuppili V, Cuadrado Godia E, Suri HS, Edla DR, et al. The present and future of deep learning in radiology. *Eur J Radiol*. 2019;114:14-24.
- Bergstra J, Breuleux O, Bastien F, Lamblin P, Pascanu R, Desjardins G, et al. Theano: A CPU and GPU math compiler in Python. In: Stefan W and Jarrod M, editors. *Proc 9th. Texas: Python in Science Conf*; 2010. p.3-10..
- Traubici J, Neitlich JD, Smith RC. Distinguishing pelvic phleboliths from distal ureteral stones on routine unenhanced helical CT: is there a radiolucent center? *AJR Am J Roentgenol*. 1999;172:13-7.
- Ebrahimi S, Mariano VY. Image quality improvement in kidney stone detection on computed tomography images. *Journal of Image and Graphics*. 2015;23:268-76.
- Tan C, Sun F, Kong T, Zhang W, Yang C, Liu C. A Survey on deep transfer learning. In: Kůrková V, Manolopoulos Y, Hammer B, Iliadis L, Maglogiannis I, editors. *Artificial Neural Networks and Machine Learning – ICANN 2018*. Switzerland: Springer; 2018. p. 270-9.
- Wang K, Gao X, Zhao Y, Li X, Dou D, Xu C, editors. *Pay Attention to Features, Transfer Learn Faster CNNs*. International Conference on Learning Representations; 2020.
- Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems - Volume 1*; Lake Tahoe, Nevada: Curran Associates; 2012. p. 1097-105.
- Szegedy C, Wei L, Yangqing J, Sermanet P, Reed S, Anguelov D, et al, editors. *Going deeper with convolu-*

- tions. 2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR); 2015 7-12 June 2015.
21. He K, Zhang X, Ren S, Sun J, editors. Deep Residual Learning for Image Recognition. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR); 2016 27-30 June 2016.
22. Lee HJ, Kim KG, Hwang SI, Kim SH, Byun SS, Lee SE, et al. Differentiation of urinary stone and vascular calcifications on non-contrast CT images: an initial experience using computer aided diagnosis. J Digit Imaging. 2010;23:268-76.

ประสิทธิภาพของการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) ในการแยกระหว่างนิ่วในท่อไตส่วนปลายออกจากหินปูนชนิดอื่น (non-calculous calcification) ที่ปรากฏบนภาพถ่ายเอกซเรย์ของระบบทางเดินปัสสาวะ (KUB radiograph)

จิตภาภา วิริยะโรจน์,¹ กิตติชัย วรรณะจิตติกุล,² นครินทร์ อินมุตโต¹ และ ลลิตา ฮันตระกูล¹

¹ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ²ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์ การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ Deep learning ในการแยกระหว่างนิ่วในท่อไตส่วนปลายออกจากหินปูนชนิดอื่นที่ปรากฏบนภาพถ่ายเอกซเรย์ของระบบทางเดินปัสสาวะ

วิธีการ เป็นการศึกษาทบทวนย้อนหลัง ใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายเอกซเรย์ระบบทางเดินปัสสาวะของผู้ป่วย 204 รายที่มีนิ่วในท่อไตส่วนปลาย (ทั้งหมดจำนวน 235 รอยโรค) และ ภาพถ่ายเอกซเรย์ระบบทางเดินปัสสาวะของผู้ป่วย 138 รายที่มีหินปูนชนิดอื่นที่ไม่ใช่ในทางเดินปัสสาวะ (ทั้งหมดจำนวน 235 รอยโรค) รอยโรคทั้งหมดได้รับการวินิจฉัยด้วยการตรวจพิเศษอย่างใดอย่างหนึ่งที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในช่วงเวลา เดือนกันยายน พ.ศ. 2556 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ซึ่งประกอบด้วย CT IVP หรือ URSL รอยโรคทั้งหมดถูกเลือกและครอบตัด (crop) ออกจากภาพถ่ายเอกซเรย์ หลังจากนั้นรอยโรคจำนวน 185 รอยโรคของทั้งสองกลุ่มจะถูกสุ่มออกมาเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการฝึกสอน deep learning ทั้งสามโครงข่ายซึ่งประกอบด้วย AlexNet GoogLeNet และ ResNet50 ส่วน 50 รอยโรคที่เหลือของแต่ละกลุ่มจะถูกใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพของ deep learning แต่ละตัว การศึกษานี้ใช้ STATA version 14.2 เพื่อคำนวณหาค่าความไว (sensitivity) ความจำเพาะ (specificity) ค่าพยากรณ์ผลบวก (PPV) ค่าพยากรณ์ผลลบ (NPV) และความถูกต้อง (accuracy) และใช้ logistic regression test เพื่อคำนวณค่า AUC ของ deep learning ทั้งสามเครือข่าย แล้วนำมาเปรียบเทียบกันด้วย Chi-squared test

ผลการศึกษา ค่าความไวของ deep learning ทั้งสามเครือข่ายมีค่าสูงกว่าร้อยละ 80 ค่าความจำเพาะสูงกว่าร้อยละ 65 ค่าพยากรณ์ผลบวกสูงกว่าร้อยละ 70 ค่าพยากรณ์ผลลบสูงกว่าร้อยละ 80 และมีความถูกต้องประมาณร้อยละ 80 พบว่าค่า AUC (95% CI) ของ AlexNet network ในการแยกระหว่างนิ่วในท่อไตส่วนปลายออกจากหินปูนชนิดอื่นที่ปรากฏบนภาพถ่ายเอกซเรย์ของระบบทางเดินปัสสาวะเท่ากับ 0.79 (0.71-0.87) เทียบกับ 0.81 (0.74-0.88) ของ GoogLeNet และ 0.82 (0.74-0.90) ของ ResNet50 ($p = 0.43$)

สรุป Deep learning ทั้งสามเครือข่ายมีประสิทธิภาพที่ดีในการแยกระหว่างนิ่วในท่อไตส่วนปลายออกจากหินปูนชนิดอื่นที่ปรากฏบนภาพถ่ายเอกซเรย์ของระบบทางเดินปัสสาวะ **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(3):281-90. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.25**

คำสำคัญ: นิ่วในท่อไตส่วนปลาย non-calculous calcification หินปูนพอกในหลอดเลือด การเรียนรู้เชิงลึก transfer learning pretrained network

Prognostic indices of upper gastrointestinal bleeding in patients in the Emergency Department

Thongsujaritkul C, Sutham K, Wittayachamnankul B, Chenthanakij B and Tangsuwanaruk T

Department of Emergency Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai

Objectives Upper gastrointestinal bleeding (UGIB) is a common but potentially fatal condition often seen in the emergency department (ED). This study aimed to investigate prognostic factors, including the emergency department length of stay (ED LOS), office hours vs. non-office hours visits, performance of an esophagogastroduodenoscopy (EGD) including time from admission to performance of the EGD which could potentially affect in-hospital all-cause mortality.

Methods A retrospective study was conducted of patients with UGIB in the ED of Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital during 2017. Univariable and multivariable logistic regression were used.

Results A total of 132 patients were included with a total of 19 deaths (14.4%). Logistic regression showed the presence of any liver disease, systolic blood pressure < 90 mmHg, hemoglobin ≤ 7 g/dL, platelet count $\leq 100,000$ per mm^3 , International Normalized Ratio (INR) ≥ 1.2 , a high Glasgow-Blatchford bleeding score, intravenous fluid $\geq 1,000$ mL, administration of blood components, use of octreotide and/or tranexamic acid were found to be associated with increased mortality ($p < 0.05$). There was no evidence that either ED LOS ≥ 180 minutes after admission or a non-office hours visit were associated with mortality ($p > 0.05$) although EGD following admission was associated with decreased mortality (odds ratio [OR] 0.19, 95% confidence interval [CI] 0.07 to 0.52, $p = 0.001$). In multivariable analysis, only EGD following admission (OR 0.01, 95% CI 0.01 to 0.1, $p = 0.001$) was associated with decreased mortality. In multivariable subgroup analysis, no evidence was found that EGD within the first 24 hours after admission (early EGD) was related to decreased mortality compared with EGD after the first 24 hours (late EGD).

Conclusions EGD following hospital admission can decrease mortality. However, there was no evidence that a longer ED LOS, whether admission occurred during office hours or outside of office hours or early vs. late EGD were associated with in-hospital all-causes mortality. [Chiang Mai Medical Journal 2021;60\(3\):291-302. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.26](#)

Keywords: esophagogastroduodenoscopy, gastrointestinal hemorrhage, emergency department length of stay, mortality

Introduction

Upper gastrointestinal bleeding (UGIB) is a serious and common condition in the emergency department (ED). The incidence rate is approximately 90 people per 100,000 population (1). UGIB requires proper and prompt management. Such treatment includes medical treatment, esophagogastroduodenoscopy (EGD), fluid and blood component transfusion, and other invasive procedures. Due to variation in the availability of resources in different hospitals, the patient

mortality rate in each hospital can vary widely, ranging from 3-10% (2-5).

Recent studies have tried to identify factors associated with the mortality of UGIB patients including age, hematemesis, syncope, comorbidities, chronic alcohol drinking, shock, low hemoglobin, low platelet count, increased level of blood urea nitrogen (BUN) level (2,5-8), and elevated the international normalized ratio (INR) (9-11).

In the area of general patient care, an increase in emergency department length of stay (ED

Correspondence: Theerapon Tangsuwanaruk, MD, Department of Emergency Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

E-mail: theerapon.t@cmu.ac.th

Received: January 19, 2021; **Revised:** February 11, 2021; **Accepted:** March 15, 2021



LOS) has been shown to be related to mortality (12,13). Other factors potentially related to mortality which have been studied include whether the mortality rate is associated with the time a patient arrives at the hospital (during office hours vs. outside office hours). Some studies have reported that non-office hours arrivals are associated with an increase in the time from arrival at the ED to when the EGD was performed (time to EGD) (14-17). However, results of studies of the association between ED LOS and office hours vs. non-office hours arrival on mortality in UGIB patients have been inconclusive. There have been no previous studies of this relationship conducted in Thailand. We hypothesized that longer ED LOS, no EGD following admission and non-office hours visits could be associated with an increase in mortality.

Although there are currently recommendations that EGD be performed within 24 hours of admission to the ED(18), details of the appropriate timing are controversial (19-21). This study aimed to identify prognostic factors associated with in-hospital all-cause mortality including ED LOS, office hours vs non-office hours visits, and time from admission to EGD.

Methods

Study design

This retrospective prognostic analytic study was conducted and approved by the Ethics Committee of the Faculty of Medicine, Chiang Mai University (Study No.: 413/2018) on 30 October 2018. Written informed consent was waived due to the retrospective design. Patient identification data was protected for privacy reasons, so another person could not access sensitive data. This study was registered in the Thai Clinical Trials Registry (www.thaiclinicaltrials.org, TCTR20201201005).

Study setting and population

Patients with UGIB treated in the ED of Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital, a university-based, tertiary care hospital during 2017 were included. The inclusion criteria were all patients treated in the ED that met the criteria

specified in the 10th revision of the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-10) code as UGIB and related codes (K25-K29, K31.811, K57, K62.5, and K92.0-K92.2). Patients who were under 18 years old, pregnant, referred to another hospital, or denied initial treatment were excluded.

Data collection

Patients' data in the hospital electronic medical records were retrospectively reviewed by a clinician-researcher using ICD-10 codes. Independent variables, including baseline characteristics and potential prognostic factors were collected.

Baseline characteristics, including age, sex, severity of UGIB, provisional diagnosis as variceal bleeding, level on the Canadian Emergency Department Triage and Acuity Scale (CTAS) (which is routinely used in our hospital), comorbidities, current use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), antiplatelets, anticoagulants or steroids, a history of smoking or chronic alcohol consumption, previous UGIB, presence of esophageal varices and peptic ulcers, and signs of chronic liver disease were collected. Severity of UGIB was classified as massive or non-massive. Massive UGIB was defined as a patient who presented in the ED with evidence of UGIB with hemodynamic instability including systolic blood pressure (SBP) < 90 millimeters of mercury (mm Hg), shock index (pulse rate/SBP ratio) > 1, signs of hypoperfusion (confusion, delayed capillary refilled time, oliguria or anuria) or who required blood transfusion of at least 4 units in a 24-hour period (22).

Potential prognostic factors pre-specified based on evidence from previous studies included age, symptoms, comorbidities, vital signs, hemoglobin level, platelet count, BUN, INR, pre-endoscopic Rockall score, Glasgow-Blatchford bleeding score, administration of intravenous fluid, blood components, use of proton pump inhibitors, octreotide, and tranexamic acid (7,23,24). We categorized ED LOS as either ≥ 180 or < 180 minutes. Based on a pilot chart review of LOS in resuscitation patients in our ED, the average LOS was maintained at < 180 minutes to prevent ED

overcrowding. We also recorded whether the ED visit occurred during office hours or during non-office hour periods as well as the time to EGD. We noted whether the patient received EGD after admission or not and whether the time to EGD was less than 24 hours (early EGD) or ≥ 24 hours (late EGD) after admission based on current recommendations that EGD be administered within 24 hours (18).

Outcome measures

The study aimed to identify prognostic factors associated with in-hospital all-cause mortality. Subgroup analysis was conducted to compare in-hospital all-cause mortality between late versus early EGD in patients who had EGD performed after admission.

Study size estimation

We based the sample size on the odds ratio of mortality in patients with UGIB who had EGD performed (0.38) and the incidence of EGD in the survival group (76%) (4). The sample size, 120 patients, was calculated with an alpha level of 0.05 and a power of 80%.

Statistical analysis

Descriptive data are presented as a number, percentage, mean, median, standard deviation (SD), or interquartile range (IQR) as appropriate. Categorical data were compared using the chi-square test or Fisher exact test. Continuous data with a normal distribution were compared using the t-test. Continuous data with no normal distribution were compared by means of the Mann-Whitney U test or the Kruskal-Wallis test, depending on the number of groups. The Shapiro-Wilk test and data visualization were used to test for a normal distribution. Missing data was handled with the multiple imputation method. Univariable and multivariable logistic regression, including subgroup analysis, were used to analyze factors potentially associated with mortality in UGIB. Statistically significant factors in univariable analysis ($p < 0.05$) and prespecified factors of interest including ED LOS, ED visit during office

hours or non-office hours and EGD following hospital admission were analyzed using multivariable analysis. Statistical significance was established as $p < 0.05$. Stata version 16 (Stata Corp LLC, College Station, TX, USA) was used for calculation and analysis. The datasets are available from the corresponding author on reasonable request.

Results

One hundred seventy-one patients met the initial inclusion criteria. However, after exclusion criteria were applied, 39 of those patients were excluded (Figure 1).

Of the 132 patients included, 85.6% were male. The median age was 55 years (IQR 41 to 65). Sixty-seven percent had at least one underlying disease. The most common comorbidity was liver diseases (32.8%) followed by cirrhosis (18.2%), malignancies (18.2%), renal diseases (13%), heart diseases (11.5%), and respiratory diseases (7.6%). Current medications consisted of NSAIDs (18.2%), antiplatelets (12.2%), steroids (6.8%), and anticoagulants (5.3%). Sixteen percent of the patients had massive bleeding, while 20.5% had variceal bleeding. Nineteen patients (14.4%) were in the death group. There were no statistically significant differences in baseline characteristics between the survival group and death group with the exception of the severity of disease (massive and non-massive UGIB), provisional diagnosis (variceal and non-variceal bleeding), triage level, and the comorbidity liver disease (Table 1). The massive bleeding group had a higher incidence of mortality than the non-massive bleeding group (odds ratio [OR] 5.59, 95% confidence interval [CI] 1.90 to 16.45, $p = 0.003$). No missing data was found.

Univariable logistic regression to determine the association between various variables and the mortality of UGIB patients found that any liver diseases as a comorbidity, systolic blood pressure < 90 mmHg, hemoglobin ≤ 7 g/dL, platelet count $\leq 100,000$ /mm³, INR ≥ 1.2 , Glasgow-Blatchford bleeding score (GBS), intravenous fluid $\geq 1,000$ milliliters (mL), the use of blood components, octreotide, and tranexamic acid were all associated

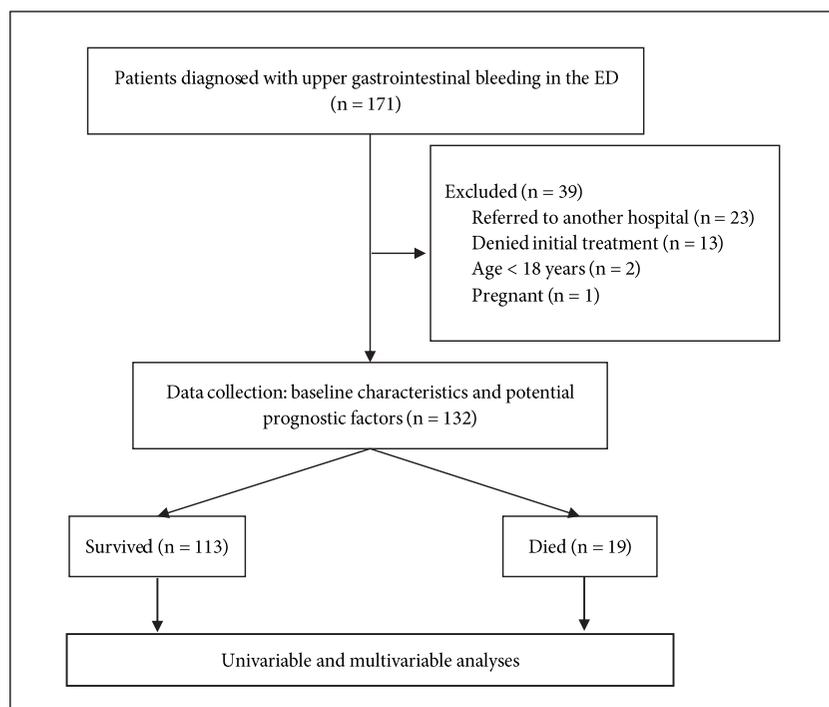


Figure 1. Study flow

Table 1. Baseline characteristics

Characteristics	Overall (n = 132)	Survived (n = 113)	Died (n = 19)	p-value*
Age – years (IQR) [†]	55 (41-65)	54 (34-64)	56 (51-74)	0.069
≥ 60 – n (%)	45	37 (82.2)	8 (17.8)	0.442
< 60 – n (%)	87	76 (87.4)	11 (12.6)	
Male – n (%)	113	94 (83.2)	19 (16.8)	0.073
Symptoms				
Hematemesis – n (%)	67	59 (88.1)	8 (11.9)	0.464
Hematochezia – n (%)	18	13 (72.2)	5 (27.8)	0.141
Syncope	37	32 (86.5)	5 (13.5)	1
Severity of UGIB – n (%)				
Massive	21	13 (61.9)	8 (38.1)	0.003
Non-massive	111	100 (90.1)	11 (9.9)	
Provisional diagnosis – n (%)				
Variceal bleeding	27	19 (70.4)	8 (29.6)	0.026
Non-variceal bleeding	105	94 (89.5)	11 (10.5)	
CTAS Triage level – n (%)				
Resuscitation	10	5 (50)	5 (50)	0.004
Emergent	33	25 (75.8)	8 (24.2)	
Urgent	81	75 (92.6)	6 (7.4)	
Less urgent	5	5 (100)	0 (0)	
Not urgent	3	3 (100)	0 (0)	

Table 1. Baseline characteristics

Characteristics	Overall (n = 132)	Survived (n = 113)	Died (n = 19)	p-value*
Comorbidities – n (%)				
Any liver diseases	43	32 (74.4)	11 (25.6)	0.013
Cirrhosis	24	18 (75)	6 (25)	0.114
Malignancies	24	18 (75)	6 (25)	0.114
Renal diseases	17	14 (82.4)	3 (17.6)	0.713
Heart diseases	15	13 (86.7)	2 (13.3)	1
Respiratory diseases	10	10 (100)	0 (0)	0.356
One or more	89	74 (83.1)	15 (16.9)	0.299
Current medications – n (%)				
NSAIDs	24	23 (95.8)	1 (4.2)	0.195
Antiplatelet	16	13 (81.3)	3 (18.8)	0.462
Anticoagulant	7	7 (100)	0 (0)	0.593
Steroid	9	8 (88.9)	1 (11.1)	1
History of smoking – n (%)				
Chronic alcohol consumption – n (%)	78	64 (82.1)	14 (17.9)	0.123
History of UGIB – n (%)	38	33 (86.8)	5 (13.2)	1
History of varices – n (%)	20	15 (75)	5 (25)	0.156
History of peptic ulcer – n (%)	16	14 (87.5)	2 (12.5)	1
Signs of chronic liver disease – n (%)	33	26 (78.8)	7 (21.2)	0.251
Vital signs				
Systolic blood pressure – mmHg				
< 90 – n (%)	12	7 (58.3)	5 (41.7)	0.015
≥ 90 – n (%)	120	106 (88.3)	14 (11.7)	
Pulse rate – beats per minute				
≥ 100 – n (%)	64	53 (82.8)	11 (17.2)	0.460
< 100 – n (%)	68	60 (88.2)	8 (11.8)	
Respiratory rate – breaths per minute				
> 20 – n (%)	26	20 (76.9)	6 (23.1)	0.093
≤ 20 – n (%)	102	92 (90.2)	10 (9.8)	
Laboratory investigation				
Hemoglobin – g/dL				
≤ 7 – n (%)	30	22 (73.3)	8 (26.7)	0.031
> 7 – n (%)	101	91 (90.1)	10 (9.9)	
Platelet count – x 10 ³ /mm ³				
≤ 100 – n (%)	32	23 (71.9)	9 (28.1)	0.015
> 100 – n (%)	99	90 (90.9)	9 (9.1)	
BUN – mg/dL				
> 20 – n (%)	70	61 (87.1)	9 (12.9)	0.622
≤ 20 – n (%)	60	50 (83.3)	10 (16.7)	
INR				
≥ 1.2 – n (%)	57	42 (73.7)	15 (26.3)	0.001
< 1.2 – n (%)	74	70 (94.6)	4 (5.4)	
Pre-endoscopic Rockall score (IQR) [†]	3 (2-4)	3 (1-4)	4 (3-4)	0.045
Glasgow-Blatchford bleeding score (IQR) [†]	9 (4-13)	9 (4-13)	11 (9-14)	0.043

Table 1. Baseline characteristics

Characteristics	Overall (n = 132)	Survived (n = 113)	Died (n = 19)	p-value*
Treatment				
Intravenous fluid \geq 1,000 mL – n (%)	26	17 (65.4)	9 (34.6)	0.003
Blood component – n (%)	21	13 (61.9)	8 (38.1)	0.003
Proton-pump inhibitor – n (%)	116	101 (87.1)	15 (12.9)	0.248
Octreotide – n (%)	29	21 (72.4)	8 (27.6)	0.034
Tranexamic acid – n (%)	26	19 (73.1)	7 (26.9)	0.059
ED LOS – minutes				
\geq 180 – n (%)	66	56 (84.8)	10 (15.2)	1
< 180 – n (%)	66	57 (86.4)	9 (13.6)	
ED visit				
Non-office hours – n (%)	99	85 (85.9)	14 (14.1)	1
Office hours – n (%)	33	28 (84.8)	5 (15.2)	
EGD following admission – n (%)				
Yes	98	90 (91.8)	8 (8.2)	0.001
No	34	23 (67.6)	11 (32.4)	
EGD diagnosis – n (%) [‡]				
Variceal bleeding	40	35 (87.5)	5 (12.5)	0.124
Non-variceal bleeding	56	54 (96.4)	2 (3.6)	

* $p < 0.05$ are defined as statistically significant.

[‡]; Data presented as median (interquartile range), [‡]; patients with EGD following admission,

BUN, blood urea nitrogen; CTAS, Canadian Emergency Department Triage and Acuity Scale; ED, emergency department; EGD, esophagogastroduodenoscopy; INR, International Normalized Ratio; IQR, interquartile range; LOS, length of stay; NSAIDs, Nonsteroidal anti-inflammatory drugs; UGIB, Upper gastrointestinal bleeding; g/dL, gram per deciliter; mg/dL, milligram per deciliter; mm³, cubic millimeter; mL, milliliter; mmHg, millimeter of mercury.

with higher mortality (Table 2,3).

Using univariable logistic regression, no evidence was found that ED LOS \geq 180 minutes was associated with mortality (OR 1.13, 95%CI 0.43 to 2.99, $p = 0.804$). Visiting the ED during office hours versus during non-office hours was not associated with mortality (OR 0.92, 95%CI 0.31 to 2.79, $p = 0.886$). No associations persisted in the multivariable regression. To explore the association of ED LOS \geq 120, \geq 150, and \geq 210 minutes and mortality, we performed univariable post-hoc analysis which found no evidence that either ED LOS \geq 120 (OR 1.29, 95%CI 0.35 to 4.82, $p = 0.705$), \geq 150 (OR 2.14, 95%CI 0.66 to 6.86, $p = 0.203$) or \geq 210 minutes (OR 1.58, 95%CI 0.59 to 4.21, $p = 0.359$) were associated

with mortality. Post-hoc multivariable analysis similarly found no evidence that ED LOS \geq 120 (OR 0.61, 95%CI 0.04 to 8.79, $p = 0.720$) or \geq 150 (OR 3.33, 95%CI 0.32 to 34.47, $p = 0.314$) or \geq 210 minutes (OR 2.04, 95%CI 0.34 to 12.37, $p = 0.438$) were associated with mortality.

Univariable and multivariable logistic regression showed that the mortality of patients who had EGD performed at admission was lower than those who did not have EGD performed at admission. There was no evidence of differences in EGD following admission between non-massive (72.1%) and massive UGIB (85.7%) ($p = 0.277$). Among the 34 patients with no EGD following admission, 3 patients (8.8%) with massive UGIB and 8 patients (23.5%) with non-massive UGIB

Table 2. Univariable analysis of association of potential prognostic factors with mortality

Variables	Univariable analysis	
	Odds ratio (95% CI)	<i>p</i> -value*
Age – years		
≥ 60 – n (%)	1.49 (0.55-4.03)	0.428
< 60 – n (%)	Ref	
Symptoms		
Hematemesis – n (%)	0.67 (0.25-1.78)	0.417
Hematochezia – n (%)	2.69 (0.83-8.71)	0.098
Syncope	0.90 (0.30-2.72)	0.857
Comorbidities – n (%)		
Any liver diseases – n (%)	3.98 (1.42-11.17)	0.009
Liver cirrhosis – n (%)	2.44 (0.82-7.25)	0.110
Vital signs		
Systolic blood pressure – mmHg		
< 90 – n (%)	5.41 (1.51-19.37)	0.010
≥ 90 – n (%)	Ref	
Pulse rate – beats per minute		
≥ 100 – n (%)	1.56 (0.58-4.16)	0.378
< 100 – n (%)	Ref	
Respiratory rate – breaths per minute		
> 20 – n (%)	2.76 (0.90-8.47)	0.076
≤ 20 – n (%)	Ref	
Laboratory investigation		
Hemoglobin – g/dL		
≤ 7 – n (%)	3.31 (1.17-9.36)	0.024
> 7 – n (%)	Ref	
Platelet count – x 10 ³ /mm ³		
≤ 100 – n (%)	3.91 (1.40-10.97)	0.010
> 100 – n (%)	Ref	
BUN – mg/dL		
> 20 – n (%)	0.74 (0.28-1.96)	0.541
≤ 20 – n (%)	Ref	
INR		
≥ 1.2 – n (%)	6.25 (1.95-20.09)	0.002
< 1.2 – n (%)	Ref	
Pre-endoscopic Rockall score	1.21 (0.94-1.56)	0.133
Glasgow-Blatchford bleeding score	1.13 (1.01-1.27)	0.034
Treatment		
Intravenous fluid ≥ 1,000 mL – n (%)	5.08 (1.80-14.35)	0.002
Blood component use – n (%)	5.59 (1.90-16.45)	0.002
Proton-pump inhibitor use – n (%)	0.45 (0.13-1.56)	0.207
Octreotide use – n (%)	3.19 (1.14-8.90)	0.027
Tranexamic acid use – n (%)	2.89 (1.01-8.28)	0.049
ED LOS – minutes		
≥ 180 – n (%)	1.13 (0.43-2.99)	0.804
< 180 – n (%)	Ref	
ED visit		
Non-office hours – n (%)	0.92 (0.31-2.79)	0.886
Office hours – n (%)	Ref	
EGD following hospital admission – n (%)		
Yes	0.19 (0.07-0.52)	0.001
No	Ref	

**p* < 0.05 are defined as statistically significant.

Abbreviations: BUN, blood urea nitrogen; CI, confidence interval; ED, emergency department; EGD, esophagogastroduodenoscopy; INR, International Normalized Ratio; LOS, length of stay; Ref, reference; g/dL, gram per deciliter; mg/dL, milligram per deciliter; mm³, cubic millimeter; mL, milliliter; mmHg, millimeter of mercury.

Table 3. Multivariable analysis of association of potential prognostic factors with mortality

Variables	Multivariable analysis	
	Odds ratio (95% CI)	<i>p</i> -value*
Any liver diseases – n (%)	6.84 (0.94-49.62)	0.057
Vital signs		
Systolic blood pressure – mmHg		
< 90 – n (%)	4.58 (0.44-47.4)	0.202
≥ 90 – n (%)	Ref	
Laboratory investigation		
Hemoglobin – g/dL		
≤ 7 – n (%)	1.98 (0.23-17.49)	0.537
> 7 – n (%)	Ref	
Platelet count – x10 ³ /mm ³		
≤ 100 – n (%)	2.6 (0.34-19.81)	0.355
> 100 – n (%)	Ref	
INR		
≥ 1.2 – n (%)	21.5 (0.81-572.72)	0.067
< 1.2 – n (%)	Ref	
Glasgow-Blatchford bleeding score	0.94 (0.76-1.17)	0.572
Treatment		
Intravenous fluid ≥ 1,000 mL – n (%)	2.45 (0.26-23.5)	0.436
Blood component use – n (%)	4.58 (0.38-55.3)	0.231
Octreotide use – n (%)	1.14 (0.14-9.59)	0.905
Tranexamic acid use – n (%)	5.68 (0.63-51.27)	0.122
ED LOS – minutes		
≥ 180 – n (%)	0.86 (0.15-5.02)	0.864
< 180 – n (%)	Ref	
ED visit		
Non-office hours – n (%)	0.32 (0.05-2.04)	0.227
Office hours – n (%)	Ref	
EGD following hospital admission – n (%)		
Yes	0.01 (0.01-0.1)	0.001
No	Ref	

**p* < 0.05 are defined as statistically significant.

Abbreviations: CI, confidence interval; ED, emergency department; EGD, esophagogastroduodenoscopy; INR, International Normalized Ratio; LOS, length of stay; Ref, reference; g/dL, gram per deciliter; mg/dL, milligram per deciliter; mm³, cubic millimeter; mL, milliliter; mmHg, millimeter of mercury

did not have EGD following hospital admission due to their death occurring before EGD could be performed. Patients with non-massive UGIB had a lower incidence of mortality (OR 0.18, 95%CI 0.06 to 0.53, *p* = 0.002). Among the 98 patients with EGD following admission, the number of patients with non-massive UGIB was higher (81.6%) than those with massive UGIB.

Ninety-eight patients (74.2%) had EGD performed following admission. Of those, 41.8%

had early EGD within 24 hours of admission and 58.2% had late EGD. In univariable subgroup analysis of early EGD and late EGD, the patients with late EGD had lower mortality (OR 0.09, 95%CI 0.01 to 0.74, *p* = 0.025). After adjusting for other prognostic factors with multivariable analysis, it was found that mortality with late EGD was not significantly different than with early EGD (OR 0.01, 95%CI < 0.01 to 7.24, *p* = 0.122).

Discussion

Among patients visiting the ED, those with UGIB have a serious condition which can result in death. We found that the in-hospital all-cause mortality was 14.4% and higher in patients who did not receive EGD following hospital admission (32.3%). Hearnshaw et al. similarly reported that overall mortality was 10% and 45% in patients those not receiving EGD following hospital admission (4). However, Kaya et al. and Imperiale et al. found lower overall mortality (6.3% and 3.1%, respectively) in hospitals in developed countries. That difference might be due to the fact that developing countries generally have more limited facilities (2,5). For example, a hierarchical system for referral of patients to an EGD-capable hospital in a developing country might result in delayed treatment. We compared our results with a previous study in Thailand which is similar in context. The present study found mortality from variceal and non-variceal bleeding were 12.5% and 3.6%, respectively. Those results are similar to Sangchan et al. which reported the mortality rate from variceal and non-variceal bleeding in tertiary care hospitals in Thailand to be 12.4% and 7.4%, respectively (25).

Using univariable analysis, we found that comorbidities, including any liver diseases, systolic blood pressure < 90 mmHg, hemoglobin ≤ 7 g/dL, platelet count $\leq 100,000$ /mm³, INR ≥ 1.2 , Glasgow-Blatchford bleeding score, intravenous fluid use $\geq 1,000$ mL, use of blood components, octreotide, and tranexamic acid were associated with increased mortality, but that the mortality rate of patients who received EGD following admission declined. Our results are consistent with many other studies that found those variables to be associated with mortality in UGIB patients. Variables previously found to be associated with mortality were comorbidities, shock, low hemoglobin, and elevated INR (2,5,6,8-11,26,27).

After multivariable logistic regression was applied in our study, only EGD following admission was found to significantly decrease mortality compared with no EGD following admission. However, Quan et al. found no evidence that

EGD following admission was related to the adjusted odds ratio of in-hospital mortality. This difference might be the inclusion in the Quan study of only patients who presented with UGIB secondary to peptic ulcer disease which less severe than variceal bleeding (28), whereas our study included patients who presented with UGIB from all causes, including variceal bleeding.

Surprisingly, we found no evidence that prolonged ED LOS was associated with mortality. These results differ from our initial hypothesis that prolonged ED LOS would be expected to be associated with higher mortality. In investigations of other common emergency conditions, previous studies have found that prolonged ED LOS is associated with increased hospital mortality in patients with sepsis (29). A possible explanation is that the quality and seamlessness of care in the ED, the intensive care units (ICU), and the general wards might be similar to that in an academic hospital setting. Patients with unstable hemodynamics whose mortality is higher might be rapidly transferred to the ICU in which case ED LOS might not be associated with mortality. No previous comparative study has investigated the effect association of ED LOS with mortality in patients with UGIB. However, shortening the ED LOS might, in real clinical practice, be considered a means of minimizing the risk of ED overcrowding, a factor that should be investigated in further studies.

Findings of previous studies regarding the association of arrival during office hours versus non-office hours and time to EGD with mortality have been inconsistent. Shaheen et al. reported that arrival during non-office hours was associated with both increased mortality and a longer time to EGD (14). However, a systematic review and network meta-analysis as well as other studies conducted in an EGD-capable hospital such as the hospital in the present study found no difference between office hours and non-office hours visits in mortality or time to EGD (30,31), results which are in agreement with the present study: after adjusting for the effect of time to EGD using multivariable analysis, no evidence was found

of an association between office hours and non-office hours on mortality. Medical centers which are capable of performing EGD have a specialist team (including residents, fellows, and attending staff in many fields), as well as sufficient laboratory examination facilities and medical equipment always available. Patients who visit during non-office hours can be cared for to the same standard as those who visit during office hours.

We found that mortality among patients who received EGD following hospital admission was lower compared with patients who did not receive EGD following admission. Non-massive UGIB was also associated with lower mortality compared to massive UGIB, and the number of patients with non-massive UGIB represented the majority of patients who received EGD following admission. However, there were 8 patients with non-massive UGIB (23.5%) who did not receive EGD following hospital admission due to end-of-life conditions which lead to their death before EGD could be performed.

We found no evidence of a difference in mortality with early EGD (within 24 hours of admission) compared with late EGD in subgroup analyses. A previous study likewise found no mortality benefit with early EGD (32,33). Laursen et al. also reported that EGD within 24 hours of admission was not associated with a reduction of in-hospital mortality (20). Another study found no difference in 30-day mortality between patients receiving EGD within 6 hours of admission and those receiving EGD at between 6 and 24 hours (34).

Limitations

There were some limitations in our study. Details of some prior treatments by other hospitals, the dosage of medications, length of stay of critical care unit, and total length of hospital stay were not included in the analysis because they were not directly related to our primary objective. Further research regarding these factors and their association with mortality should be investigated.

Conclusions

No evidence was found that either ED LOS or office hours vs. non-office hours visits were associated with in-hospital all-cause mortality. Although EGD following hospital admission may decrease mortality, early EGD within 24 hours of hospital admission versus late EGD might not be associated with mortality.

Acknowledgments

We would like to thank Sukumpat Na Nan, MD, Department of Emergency Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University for editing the English version of this report.

Funding

None.

Conflicts of interest

None.

References

1. Loperfido S, Baldo V, Piovesana E, Bellina L, Rossi K, Groppo M, et al. Changing trends in acute upper-GI bleeding: a population-based study. *Gastrointest Endosc.* 2009;70:212–24.
2. Kaya E, Karaca MA, Aldemir D, Ozmen MM. Predictors of poor outcome in gastrointestinal bleeding in emergency department. *World J Gastroenterol.* 2016; 22:4219–25.
3. Oakland K. Changing epidemiology and etiology of upper and lower gastrointestinal bleeding. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 2019;42–43:101610.
4. Hearnshaw SA, Logan RFA, Lowe D, Travis SPL, Murphy MF, Palmer KR. Acute upper gastrointestinal bleeding in the UK: patient characteristics, diagnoses and outcomes in the 2007 UK audit. *Gut.* 2011;60:1327–35.
5. Imperiale TF, Dominitz JA, Provenzale DT, Boes LP, Rose CM, Bowers JC, et al. Predicting poor outcome from acute upper gastrointestinal hemorrhage. *Arch Intern Med.* 2007;167:1291–6.
6. Groot NL de, Bosman JH, Siersema PD, Oijen MGH van. Prediction scores in gastrointestinal bleeding: a systematic review and quantitative appraisal. *Endoscopy.* 2012;44:731–9.
7. Chiu PWY, Ng EKW, Cheung FKY, Chan FKL, Leung WK, Wu JCY, et al. Predicting mortality in patients with bleeding peptic ulcers after therapeutic endoscopy. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2009;7:311–6.

8. Olmo JA del, Peña A, Serra MA, Wassel AH, Benages A, Rodrigo JM. Predictors of morbidity and mortality after the first episode of upper gastrointestinal bleeding in liver cirrhosis. *J Hepatol.* 2000;32:19–24.
9. Jairath V, Kahan BC, Stanworth SJ, Logan RFA, Hearnshaw SA, Travis SPL, et al. Prevalence, management, and outcomes of patients with coagulopathy after acute nonvariceal upper gastrointestinal bleeding in the United Kingdom. *Transfusion.* 2013;53:1069–76.
10. Zhou YJ, Zheng JN, Zhou YF, Han YJ, Zou TT, Liu WY, et al. Development of a prognostic nomogram for cirrhotic patients with upper gastrointestinal bleeding. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2017;29:1166–73.
11. Shingina A, Barkun AN, Razzaghi A, Martel M, Bardou M, Gralnek I. Systematic review: the presenting international normalised ratio (INR) as a predictor of outcome in patients with upper nonvariceal gastrointestinal bleeding. *Aliment Pharmacol Ther.* 2011;33:1010–8.
12. Singer AJ, Jr HCT, Viccellio P, Pines JM. The association between length of Emergency Department boarding and mortality. *Acad Emerg Med.* 2011;18:1324–9.
13. Boudi Z, Lauque D, Alsabri M, Östlundh L, Oneyji C, Khalemsky A, et al. Association between boarding in the Emergency department and in-hospital mortality: A systematic review. *PLoS One.* 2020;15:e0231253.
14. Shaheen AAM, Kaplan GG, Myers RP. Weekend versus weekday admission and mortality from gastrointestinal hemorrhage caused by peptic ulcer disease. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2009;7:303–10.
15. Ananthakrishnan AN, McGinley EL, Saeian K. Outcomes of weekend admissions for upper gastrointestinal hemorrhage: a nationwide analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2009;7:296–302.e1.
16. Tufegdžic M, Panic N, Boccia S, Malerba S, Bulajic M, La Vecchia C, et al. The weekend effect in patients hospitalized for upper gastrointestinal bleeding: a single-center 10-year experience. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2014;26:715–20.
17. Groot NL de, Bosman JH, Siersema PD, Oijen MGH van, Bredenoord AJ. Admission time is associated with outcome of upper gastrointestinal bleeding: results of a multicentre prospective cohort study. *Aliment Pharmacol Ther.* 2012;36:477–84.
18. Barkun AN, Bardou M, Kuipers EJ, Sung J, Hunt RH, Martel M, et al. International consensus recommendations on the management of patients with nonvariceal upper gastrointestinal bleeding. *Ann Intern Med.* 2010;152:101–13.
19. Schacher GM, Lesbros-Pantoflickova D, Ortner MA, Wasserfallen JB, Blum AL, Dorta G. Is early endoscopy in the Emergency Room beneficial in patients with bleeding peptic ulcer? A fortuitously controlled study. *Endoscopy.* 2005;37:324–8.
20. Laursen SB, Leontiadis GI, Stanley AJ, Møller MH, Hansen JM, Schaffalitzky de Muckadell OB. Relationship between timing of endoscopy and mortality in patients with peptic ulcer bleeding: a nationwide cohort study. *Gastrointest Endosc.* 2017;85:936–44.e3
21. Yoo J-J, Chang Y, Cho EJ, Moon JE, Kim SG, Kim YS, et al. Timing of upper gastrointestinal endoscopy does not influence short-term outcomes in patients with acute variceal bleeding. *World J Gastroenterol.* 2018;24:5025–33.
22. Yoon W, Jeong YY, Shin SS, Lim HS, Song SG, Jang NG, et al. Acute massive gastrointestinal bleeding: detection and localization with arterial phase multi-detector row helical CT. *Radiology.* 2006;239:160–7.
23. Barkun A, Bardou M, Marshall JK. Consensus recommendations for managing patients with nonvariceal upper gastrointestinal bleeding. *Ann Intern Med.* 2003;139:843–57.
24. Blatchford O, Davidson LA, Murray WR, Blatchford M, Pell J. Acute upper gastrointestinal haemorrhage in west of Scotland: case ascertainment study. *BMJ.* 1997;315:510–4.
25. Sangchan A, Sawadpanitch K, Mairiang P, Chunlertrith K, Sukeepaisarnjaroen W, Sutra S, et al. Hospitalized incidence and outcomes of upper gastrointestinal bleeding in Thailand. *J Med Assoc Thai.* 2012;95:S190–5.
26. Peng Y, Qi X, Dai J, Li H, Guo X. Child-Pugh versus MELD score for predicting the in-hospital mortality of acute upper gastrointestinal bleeding in liver cirrhosis. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8:751–7.
27. Kuo MT, Yang SC, Lu LS, Hsu CN, Kuo YH, Kuo CH, et al. Predicting risk factors for rebleeding, infections, mortality following peptic ulcer bleeding in patients with cirrhosis and the impact of antibiotics prophylaxis at different clinical stages of the disease. *BMC Gastroenterol.* 2015;15:61.
28. Quan S, Frolkis A, Milne K, Molodecky N, Yang H, Dixon E, et al. Upper-gastrointestinal bleeding secondary to peptic ulcer disease: incidence and outcomes. *World J Gastroenterol.* 2014;20:17568–77.
29. Zhang Z, Bokhari F, Guo Y, Goyal H. Prolonged length of stay in the emergency department and increased risk of hospital mortality in patients with sepsis requiring ICU admission. *Emerg Med J.* 2019;36:82–7.
30. Liu L, Hao D, Liu W, Wang L, Wang X. Does weekend hospital admission affect upper gastrointestinal hemorrhage outcomes?: A systematic review and network meta-analysis. *J Clin Gastroenterol.* 2020;54:55–62.
31. Jairath V, Kahan BC, Logan RFA, Hearnshaw SA, Travis SPL, Murphy MF, et al. Mortality from acute upper gastrointestinal bleeding in the United Kingdom: does it display a “weekend effect”? *Am J Gastroenterol.* 2011;106:1621–8.
32. Spiegel BM, Vakil NB, Ofman JJ. Endoscopy for acute nonvariceal upper gastrointestinal tract hemorrhage: is sooner better? A systematic review. *Arch Intern Med.* 2001;161:1393–404.
33. Barkun AN, Almadi M, Kuipers EJ, Laine L, Sung J, Tse F, et al. Management of nonvariceal upper gastro-

intestinal bleeding: guideline recommendations from the International Consensus Group. *Ann Intern Med.* 2019;171:805–22.

34. Lau JYW, Yu Y, Tang RSY, Chan HCH, Yip H-C, Chan SM, et al. Timing of Endoscopy for Acute Upper Gastrointestinal Bleeding. *N Engl J Med.* 2020;382:1299–308.

ปัจจัยพยากรณ์โรคของผู้ป่วยที่มีภาวะเลือดออกในทางเดินอาหารส่วนต้นในแผนกฉุกเฉิน

ชุตติกาญจน์ ทองสุจริตกุล, กรองกาญจน์ สุธรรม, บวร วิทยชำนาญกุล, บริบูรณ์ เชนธนากิจ และ อีรพล ตั้งสุวรรณรักษ์ ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์ ภาวะเลือดออกในทางเดินอาหารส่วนต้นเป็นภาวะที่พบได้บ่อยและก่อให้เกิดการเสียชีวิต วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อระบุปัจจัยพยากรณ์โรครวมถึงระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน ช่วงเวลาที่ผู้ป่วยมาพบแพทย์ว่าเป็นในเวลาราชการหรือนอกเวลาราชการ การได้รับการส่งกล้องทางเดินอาหารส่วนต้นภายในการนอนโรงพยาบาลครั้งนั้นและระยะเวลาที่ผู้ป่วยได้รับการส่งกล้องทางเดินอาหารส่วนต้นที่มีผลต่ออัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลจากทุกสาเหตุ

วิธีการ เป็นการวิจัยโดยติดตามย้อนหลังในผู้ป่วยที่มาด้วยภาวะเลือดออกในทางเดินอาหารส่วนต้นที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในปี พ.ศ. 2560 โดยวิเคราะห์ด้วยการถดถอยโลจิสติกแบบตัวแปรเดียวและหลายตัวแปร

ผลการศึกษา ผู้ป่วยทั้งหมด 132 ราย เสียชีวิต 19 ราย (ร้อยละ 14.4) การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกพบว่าผู้ป่วยที่เป็นโรคตับ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว < 90 มิลลิเมตรปรอท ฮีมาโตคริต ≤ 7 กรัมต่อเดซิลิตร ปริมาณเกล็ดเลือด $\leq 100,000$ ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร international normalized ratio (INR) ≥ 1.2 คะแนนกลาสโกว่าร์ แบริดฟอร์ดสูง ปริมาณสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ $\geq 1,000$ มิลลิลิตร ปริมาณส่วนประกอบของเลือดที่ได้รับ การได้รับยาอ้อครหรือโอไทด์ การได้รับยาทรานีksamik เพิ่มอัตราการเสียชีวิต ($p < 0.05$) ไม่พบหลักฐานว่าระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินที่นาน ≥ 180 นาที และช่วงเวลาที่ผู้ป่วยมาพบแพทย์ว่าเป็นในเวลาราชการหรือนอกเวลาราชการสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลจากทุกสาเหตุ ($p > 0.05$). การได้รับการส่งกล้องทางเดินอาหารส่วนต้นภายในการนอนโรงพยาบาลครั้งนั้นสัมพันธ์กับการลดอัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลจากทุกสาเหตุ (อัตราความเสี่ยง [odds ratio; OR] 0.19, ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 [95% confidence interval; 95% CI] 0.07 to 0.52, $p = 0.001$). สำหรับการวิเคราะห์แบบหลายตัวแปรพบว่ามีการได้รับการส่งกล้องทางเดินอาหารส่วนต้นภายในการนอนโรงพยาบาลครั้งนั้น (OR 0.01, 95% CI 0.01 to 0.1, $p = 0.001$) ช่วยลดอัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลจากทุกสาเหตุ สำหรับการวิเคราะห์กลุ่มย่อยแบบหลายตัวแปรไม่พบหลักฐานว่าการได้รับการส่งกล้องทางเดินอาหารส่วนต้นภายใน 24 ชั่วโมงแรกสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลจากทุกสาเหตุเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้รับการส่งกล้องทางเดินอาหารส่วนต้นภายใน 24 ชั่วโมงแรก

สรุป การได้รับการส่งกล้องทางเดินอาหารส่วนต้นภายในการนอนโรงพยาบาลครั้งนั้นช่วยลดอัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลจากทุกสาเหตุ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบหลักฐานที่แสดงว่าระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินที่นาน ช่วงเวลาที่ผู้ป่วยมาพบแพทย์และการได้รับการส่งกล้องทางเดินอาหารส่วนต้นภายใน 24 ชั่วโมงแรกสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิต **เชียงใหม่เวชสาร 2564; 60(3):291-302. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.26**

คำสำคัญ: การส่งกล้องทางเดินอาหารส่วนต้น ภาวะเลือดออกในทางเดินอาหารส่วนต้น ระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน อัตราการเสียชีวิต

Original article

Survey of knowledge, perceptions and practices regarding biosafety of medical students in the Faculty of Medicine, Chiang Mai University in Academic Year 2019

Suwan Y,¹ Jaruvattanadilok S,¹ Panaudonsin T,¹ Amornpornviwat T,¹ Chaipanya W,¹ Sastraruji T² and Sookkhee S³

¹Third year medical students, Faculty of Medicine, ²Dentistry Research Center, Faculty of Dentistry,

³Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai

Objectives The study was designed to identify differences and correlations among the knowledge, perceptions and practices regarding biosafety of medical students in the Faculty of Medicine, Chiang Mai University.

Methods This cross-sectional descriptive and analytical study was conducted with 321 2nd through 5th year medical students via a self-administered questionnaire survey.

Results In the area of knowledge of biosafety, the 2nd year students had more knowledge regarding disinfection with 70% alcohol and cleaning materials than 3rd and 5th year students ($p = 0.023$ and $p = 0.002$, respectively). There was a greater lack of knowledge regarding biohazard signs ($p = 0.01$ and $p = 0.001$) and biosafety levels ($p < 0.001$ and $p < 0.001$) among clinical students than among 2nd year students. As to perceptions regarding biosafety, clinical students tended to ignore risks of infection from their used ward clothes ($p = 0.008$ and $p = 0.003$), lack of hand washing ($p < 0.001$ and $p < 0.001$), and cleaning their lab coat or ward coat ($p = 0.007$ and $p = 0.013$) more than the 2nd year students. In the area of practice of biosafety, incorrect practices were more common among clinical students than 2nd year students, e.g., cleaning the lab bench after working with human pathogens ($p < 0.001$ and $p < 0.001$), bringing food and drinks into the operating area ($p < 0.001$ and $p < 0.001$), and improperly disposing of infectious-trash ($p = 0.006$ and $p = 0.007$). Spearman's rank correlation coefficient showed strong correlations among the level of agreement with statements regarding wearing shoes coverings in a biosafety level 2 laboratory ($r = 0.404$), disposing of contaminated lab gloves, gauze, and cotton ($r = 0.479$), and decontaminating accidentally spilled chemicals/specimens ($r = 0.474$), as well as the frequency of cleaning the lab bench after working ($r = 0.430$), performing microbiology activities without using aseptic techniques ($r = 0.524$), and wearing laboratory slippers inside a laboratory or ward ($r = 0.442$) with the average perception and practice scores of the 2nd to 5th year students.

Conclusions Clinical students tended to ignore some important knowledge, perceptions and practices. There were strong correlations in the average scores of statements regarding perceptions and practices. A campaign should be instituted to improve knowledge, establish correct attitudes and promote appropriate practice related to biosafety. **Chiang Mai**

Medical Journal 2021;60(3):303-15. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.27

Keywords: biosafety, knowledge, perception, practice, medical students

Introduction

Unsafe practices of microbiological operators can result in an outbreak of biohazardous pathogens which could endanger health care workers,

the community, and the environment (1).

Unsafe practices in the laboratory, e.g., dropping culture plates, contaminated hands and mishandling of inoculum, can increase the exposure

Correspondence: Siriwoot Sookkhee, PhD., Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
E-mail: ssookkhee@hotmail.com



Received: June 16, 2020; Revised: December 1, 2020; Accepted: December 22, 2020

risk (1). Unsafe practices of laboratory practitioners found in Ahmad's report include improper personal protective equipment, mouth pipetting, inappropriate syringe disposal, and using laboratory work benches without prior disinfection (2).

Kreunin, et al. reported in 2014 that the most common risk factors for laboratory accidents were a lack of perception and knowledge of laboratory safety management on the part of laboratory operators (3). According to the findings of a 2017 study by Sreedharan et al., less than half of nurses are aware of the danger when handling specimens diagnosed as infectious, resulting in uncautious practices (4).

More importantly, medical students have to handle biohazardous organisms in microbiological laboratories and wards. In an article by Chaicom, et al. published in 2013, knowledge was found to be positively correlated with attitude. Although some medical students had a high level of knowledge, their practices fell below standard and need to be improved (5).

Meyoutam, et al. stated that, "More than half of clinical laboratory workers had low level of knowledge: safety and emergency response". (6) Based on these findings, we performed a descriptive, analytical cross-sectional study to assess the level of and correlations among knowledge, perceptions and practices of biosafety among 2nd to 5th year medical students in the Faculty of Medicine, Chiang Mai University. Differences between the different years of study of the medical students were also identified. We hypothesized that more senior medical students tend to lose some knowledge of and to fail to implement practices related to biosafety, thus some significant differences between pre-clinical and clinical medical students in terms of knowledge, perception and practice were expected.

Methods

The present study of the knowledge, perceptions and behavior regarding biosafety among medical students in the Faculty of Medicine, Chiang Mai University, was conducted using a cross-sectional survey with a self-administered

questionnaire via Google Form.

Among 794 medical students, 321 students were recruited according to the Krejcie-Morgan calculation to achieve a 95% confidence interval [CI]. All student volunteers were requested to answer the questionnaire.

This survey was conducted with 2nd and 3rd year medical students who had been studying at the Faculty of Medicine, Chiang Mai University and 4th and 5th year students who had been practicing at Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital during the 2019 academic year.

Data collection

The survey was conducted between October and November 2019 using a self-administered questionnaire distributed via Google Form. Ethical approval for the study was given by the Ethics Committee, Faculty of Medicine, Chiang Mai University (certificate of approval no. COM-2562-06695). Verbal informed consent of the participants was received before distributing the questionnaire. To help ensure validity, the questionnaire was tested by 3 professors and the reliability was analyzed with 15 subjects who were not recruited into the study. The results revealed a Cronbach's alpha coefficient of 0.964 which is greater than 0.6, indicating that questionnaire had a good index of trust.

The closed-ended questionnaire consisted of 3 parts as shown in Table 1 (parts II-IV) with 9 items in each part. The first part was the socio-demographic section information including sex, year of medical school in 2019, accidents in the laboratory and frequency of operating in laboratory or ward, were collected from respondents using both nominal and ordinal scale measurement (Table 1, part I).

The second part was designed to assess general knowledge associated with biosafety, including universal precautions, laboratory equipment, and waste disposal. Answers were in either nominal or ordinal scale. Each item had three options: 'Yes', 'No' and 'Not sure'. Participants who responded to the statements correctly scored one point, whereas incorrect responses and 'Not sure' scored zero

Table 1. Questionnaire regarding knowledges, perceptions, and practices of medical students in the Faculty of Medicine, Chiang Mai University during the Academic Year 2019**Part I General sociodemographic data**

Please check ✓ the box or mark the blanks which best reflect your situations

1. Gender
 - Male
 - Female
2. In academic year 2019, in what class were you studying?
 - 2nd year student
 - 3rd year student
 - 4st year student
 - 5st year student
3. Have you ever attended a training about biosafety?
 - Have attended
 - Have not attended
4. How many times a week did you work in the biosafety laboratory or the infectious wards in the last month?
 - Never
 - 1-2
 - 3
 - 4-5
 - 6-7
5. Have you ever had an accident while working in the biosafety laboratory or in the infectious wards, e.g., cutting yourself with a sharp object?
 - Yes
 - No

Part II. General knowledges related to biosafety

Please check ✓ the box or mark the blanks which best reflect your knowledge about the statement

Item	Statement	Knowledge answer		
		Yes	No	Not sure
Control of infection according to principles of universal precaution				
1	Hand washing with soap is effective in eliminating infection in the laboratory.			
2	Pathogens can contaminate lab coats and can grow and spread to other areas in daily life.			
3	Drug-resistant pathogens can survive on lab benches or work tables in wards before they are cleaned with alcohol.			
4	Covershoes should be worn while in the laboratory or the operating ward.			
5	Absorbent materials such as paper towels with disinfectants should be used to clean a contaminated lab bench.			
General practices regarding operating rooms with biosafety level 2				
6	A biohazard sign means that there is currently radiation in the room.			
7	Microbiology laboratories and wards at the Faculty of Medicine, Chiang Mai University are classified as a biosafety level 2 areas.			
8	If the air conditioner in the microbiology laboratory or infectious ward is not operating, you can open a window.			
Infectious waste management				
9	Used syringes are classified as general waste.			

Part III. Perceptions regarding biosafety

Please check ✓ the box or mark the blanks which best reflect your perception about the statement.

Item	Statement	Perception				
		Strongly agree	Agree	Neutral	Disagree	Strongly disagree
Control of infection according to principles of universal precaution						
1	Hands should be washed after removing operating gloves.					
2	Laboratory coats are more biologically contaminated than ward coats.					
3	Items placed on a lab bench in a microbiological laboratory or infectious ward can be contaminated.					
4	Wearing covering boots is allowed in biosafety level 2 laboratory					
5	If pathogens are accidentally spilled on a lab bench, decontamination with 70% alcohol should be performed.					
General practices regarding to operating rooms of biosafety level 2						
6	If you see the "Biohazard" sign anywhere, it means that food and drink should not be brought into that area.					
7	Operators using a microbiology laboratory do not need to be trained regarding biosafety.					
8	Hand washing sinks should to be installed in a laboratory or ward.					
Infectious waste management						
9	It is not necessary to dispose of contaminated lab gloves, gauze and cotton in a bin with a lid.					

Part IV. Practices related to biosafety

Please check ✓ the box or mark the blanks which best reflect your practices.

Item	Sentences	Frequency of practice				
		Always	Often	Sometimes	Infrequently	Never
Control of infection according to principles of universal precaution						
1	I wash my hands before leaving the laboratory or ward.					
2	I wash a used lab coat or ward coat and let it dry in the sun.					
3	I put a telephone or lecture sheet on the lab bench of microbiology room or infectious ward.					
4	Do you have worn laboratory slippers?					
5	Do you clean the laboratory table after working with human pathogens?					
General practices regarding an operating room with biosafety level 2						
6	I bring food or drinks into the laboratory or ward.					
7	I have taken a non- medical third party into a microbiological laboratory or infectious ward.					
8	Do you have performed microbiology practice?					
Infectious waste management						
9	I have disposed of contaminated lab gloves, gauze and cotton in a red bag contained in a waste bin.					

points. Answers were classified into 3 levels: good (7.00-9.00 points), moderate (5.00-6.99 points), and poor (0.00-4.99 points).

Perception of biosafety, including universal precautions, laboratory equipment, and waste disposal were assessed in the third part. The statements were divided into two aspects: positive and negative perceptions. Responses were on a 5 level interval scales, i.e., 'strongly agree', 'agree', 'neutral', 'disagree' and 'strongly disagree'. Each response was scored from five points to one point for positive perceptions and from one to five points for negative perceptions. Finally, the mean scores were calculated and classified into 3 levels: good (3.50-5.00 points), moderate (2.50-3.49 points), and poor (1.00-2.49 points).

The last part covered respondents' biosafety practices including universal precautions, laboratory equipment, and waste disposal where each item contained a five level interval scale from 'always' to 'never' which was scored from five points to one point for positive practices and the opposite for negative practices. Mean scores were summarized into 3 levels: good (3.50-5.00 points), moderate (2.50-3.49 points), and poor (1.00-2.49 points).

Data analysis

Data were analyzed using IBM SPSS Statistics

Base. Socio-demographic data is presented as frequency, percentage and standard deviation. In order to investigate the differences and correlations of statistical values for knowledge, perception and behaviour among 2nd to 5th year medical students, Analysis of Variance (One-way ANOVA) and Pearson correlation was used.

Results

Socio-demographic characteristics

Three hundred and twenty-two 2nd to 5th year medical students at Chiang Mai University were recruited into this study of whom 167 (52.02%) were male. Most clinical students (61.11%) had worked in the ward 6-7 times per week, whereas 56.14% of the pre-clinical students had worked in the laboratory 1-2 times per week. Moreover, 241 (75.08%) of the respondents had never had an accident in a laboratory or ward. Other socio-demographic characteristics are shown in Table 2.

For the negative knowledge statement, "Drug-resistant pathogens can survive on a lab bench or working table in a ward before cleaning with alcohol", the average knowledge score of 2nd year students was significantly lower than that of the 3rd year students ($p = 0.023$) as shown in Fig. 1a. This statement evaluated inaccuracies of the knowledge in the students as drug-resistant pathogens are in fact killed by cleaning with 70% alcohol. In

Table 2. Socio-demographic data

	Year of medical students in 2019				
	2 nd year (n=94)	3 rd year (n=114)	4 th year (n=59)	5 th year (n=54)	Total (n=321)
Sex					
Male	54 (57.45)	41 (35.96)	35 (59.32)	37 (68.52)	167 (52.02)
Female	40 (42.55)	73 (64.04)	24 (40.68)	17 (31.48)	154 (47.98)
Frequency of operating in laboratory or ward (times/week)					
6-7	1 (1.06)	1 (0.88)	32 (54.24)	33 (61.11)	67 (20.87)
4-5	8 (8.51)	3 (2.63)	12 (20.34)	11 (20.37)	34 (10.59)
3	18 (19.15)	12 (10.53)	5 (8.47)	5 (9.26)	40 (12.46)
1-2	33 (35.11)	64 (56.14)	8 (13.56)	5 (9.26)	110 (34.27)
Never	34 (36.17)	34 (29.82)	2 (3.39)	0	70 (21.81)
Accidents in laboratory					
At least once	14 (14.89)	45 (39.47)	6 (10.17)	15 (27.78)	80 (24.92)
Never	80 (85.11)	69 (60.54)	53 (89.83)	39 (72.22)	241 (75.08)

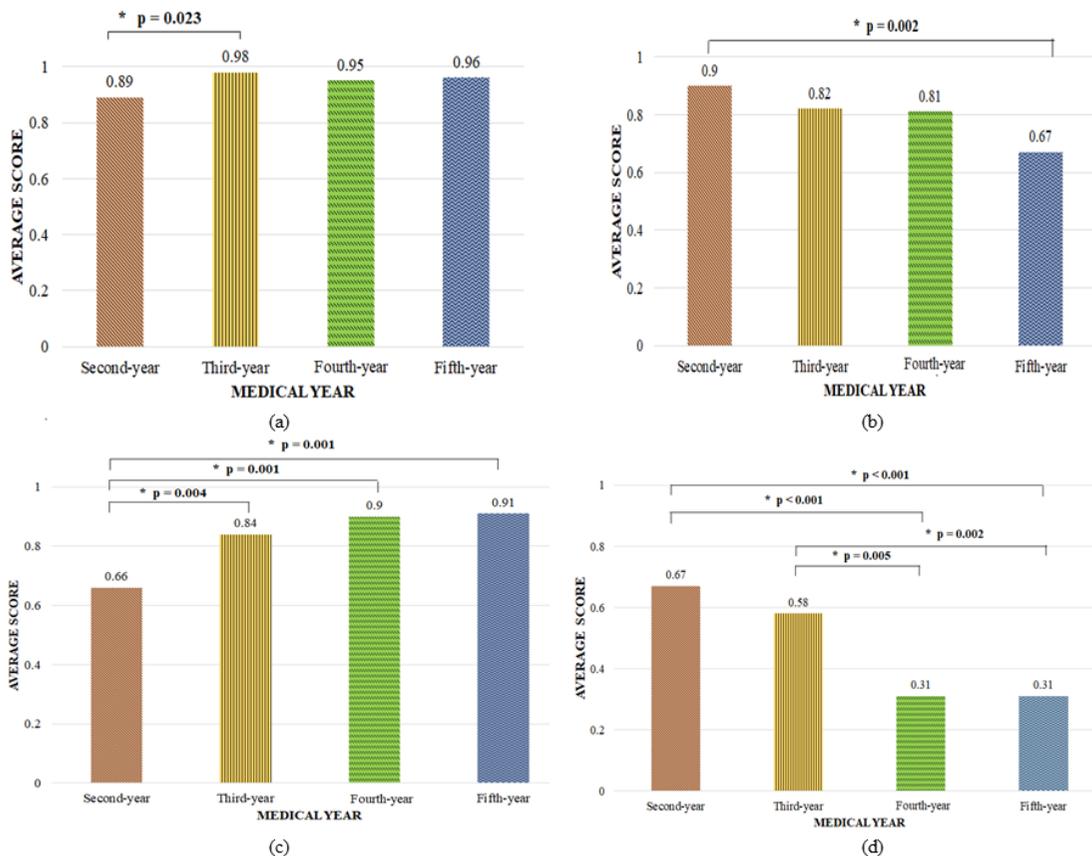


Figure 1. (a) Average response scores for the statement, 'Drug-resistant pathogens can survive on a lab bench or work table in a ward before cleaning with alcohol'. (b) Average response score for the statement, 'Absorbent materials such as paper towels with disinfectants should be used to clean a contaminated lab bench'. (c) Average response score for the statement 'A Biohazard sign means that there is currently radiation in the room'. (d) Average response score for the statement, 'Microbiological laboratories and wards at the Faculty of Medicine, Chiang Mai University are classified as areas that must be operated according to the rules of biosafety level 2'.

fact, only alcohol concentrations of 70% or higher are effective. This suggests that 2nd year students have more knowledge regarding disinfection with 70% alcohol than 3rd year students. For the positive statement, "Absorbent materials such as paper towels with disinfectants should be used to clean the contaminated lab bench" as shown in Fig. 1b, there was a significant difference between the 2nd and 5th year students ($p = 0.002$). The 2nd year students had better knowledge about disinfection than 5th year students. Misunderstanding regarding the biohazard sign by clinical students was demonstrated by the next negative statement, "A biohazard sign means that there is currently radiation in this room" as shown in Fig. 1c. There

was a significant difference between 2nd year students and other years ($p = 0.004$, $p = 0.001$, $p = 0.001$), suggesting that the 2nd year medical students had more knowledge regarding biohazard signs than other students. A significant difference was also demonstrated between 2nd year students and clinical students regarding the statement, "Microbiology laboratories and wards at the Faculty of Medicine, Chiang Mai University are classified as a biosafety level 2 areas" ($p < 0.001$) as shown in Fig. 1d. Similarly, significant differences were found between 3rd year students and clinical students for the same question ($p = 0.005$, $p = 0.002$). This suggests there was a lack of knowledge regarding biosafety level 2 among clinical students.

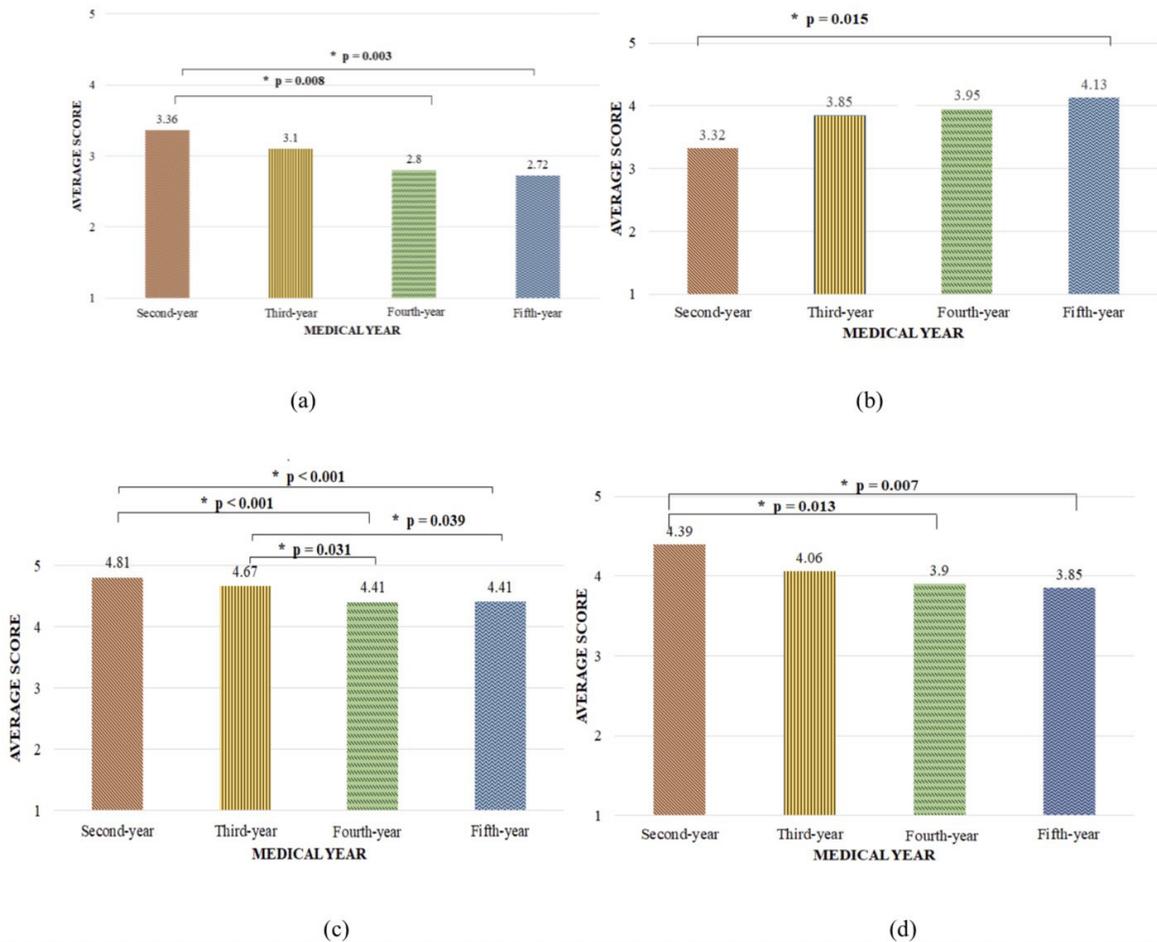


Figure 2. (a) Average response scores to the statement, ‘Laboratory coats are more biologically contaminated than ward coats.’ (b) Average response scores to the statement, ‘It is not necessary to dispose of contaminated lab gloves, gauze and cotton in a bin with lid.’ (c) Average response scores to the statement, ‘I wash my hands before leaving the laboratory or ward.’ (d) Average response scores to the statement, ‘I wash a used lab coat or ward coat and let it dry in the sun.’

Perceptions regarding biosafety

Fig. 2a shows the significant difference between 2nd year students and 4th and 5th year students in responses to the statement, “Laboratory coats are more biologically contaminated than ward coats” ($p = 0.008, p = 0.003$), respectively. This suggests that clinical students tended to ignore the risk of infection from used ward clothes. Most 5th year medical students agreed with the next negative statement, “It is not necessary to dispose of contaminated lab gloves, gauze and cotton in a bin with a lid”, a result significantly different from 2nd year medical students ($p = 0.015$) (Fig. 2b). This suggests that 5th year medical students should be reminded of proper disposal of contaminated objects.

Practice of biosafety

Significant differences were found between 2nd year medical students and clinical students in responses to the statement, “I wash my hands before leaving the laboratory or ward” ($p < 0.001, < 0.001$). Significant differences were also found between 3rd year medical students and clinical students for the same statement ($p = 0.031, p = 0.038$) as shown in Fig.2c. This suggests that clinical students wash their hands less often than pre-clinical students. Significant differences were also found in responses to the positive statement, “I wash my used lab coat or ward coat and let it dry in the sun.” between 2nd year medical students and 4th and 5th year medical students ($p = 0.007,$

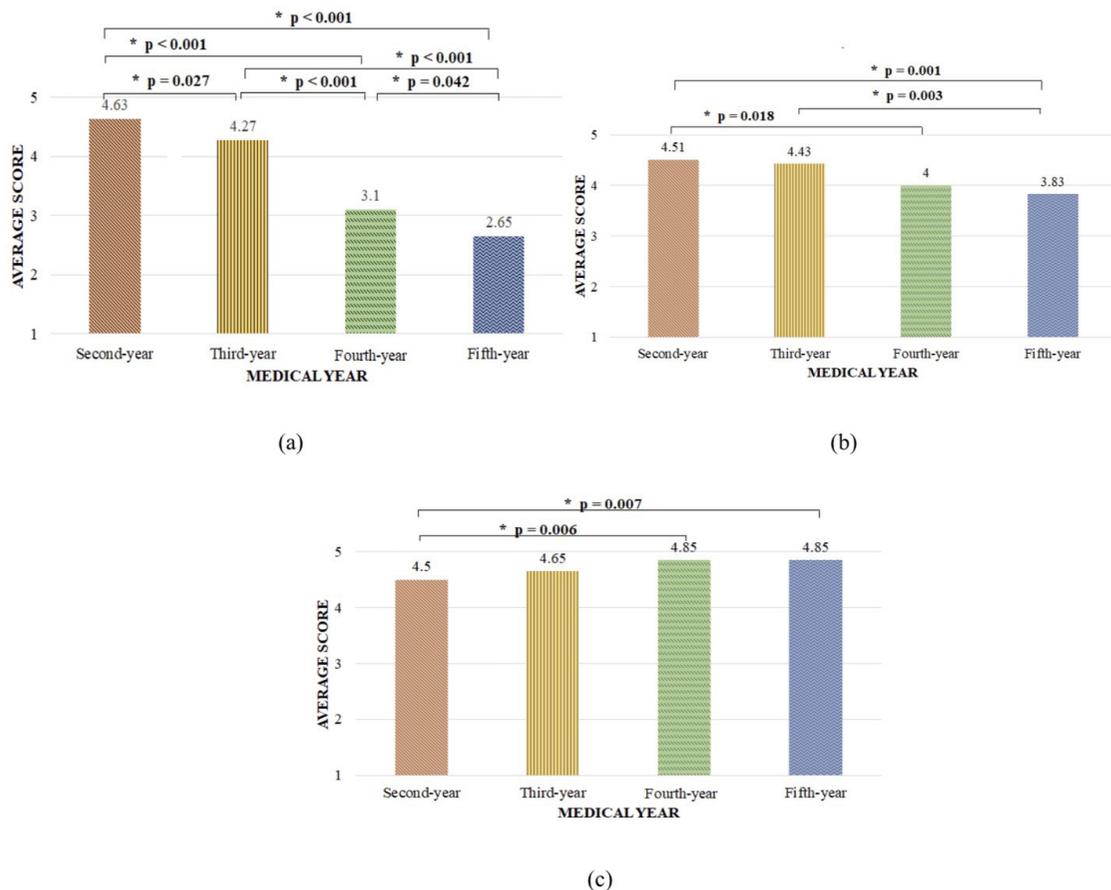


Figure 3. (a) Average response scores to the statement, 'I clean the lab bench after working with human pathogens'. (b) Average response scores to the statement, 'I have brought food or drinks into the laboratory or ward'. (c) Average response scores to the statement, 'I have disposed of contaminated lab gloves, gauze and cotton in a bin with a red bag'.

0.013) as shown in Fig. 2d. This suggests that the clinical students tended to clean their lab coat or ward coat less often than 2nd year students.

Significant differences were found between 2nd year medical students and clinical students in responses to the positive statement, "I clean the lab bench after working with human pathogens" ($p < 0.001$, < 0.001) as shown in Fig. 3a. Significant differences were also found between 3rd year students and clinical students for the same statement ($p < 0.001$, < 0.001). This suggests that clinical students had inappropriate practices regarding cleaning the lab bench after working with human pathogens. For the statement, "I have brought food or drinks into the laboratory or ward", significant differences were shown between the responses of preclinical and 2nd year students and

those of other clinical students ($p = 0.018$, $= 0.001$). Significant differences in responses to the same question were also found between 3rd year and 5th year students ($p = 0.003$) (Fig. 3b). This suggests that clinical students tended to ignore rules against bringing food and drink into the operating area more frequently than pre-clinical students. Significant differences between preclinical students, especially 2nd year students, and clinical students in response to the statement, "I dispose of contaminated lab gloves, gauze and cotton in a red bag contained in a waste bin" ($p = 0.006$, $p = 0.007$) (Fig. 3c). This suggests that the concept of proper infectious-trash disposal should be raised among pre-clinical students.

The Spearman's rank correlation coefficient showed a strong correlation and significant dif-

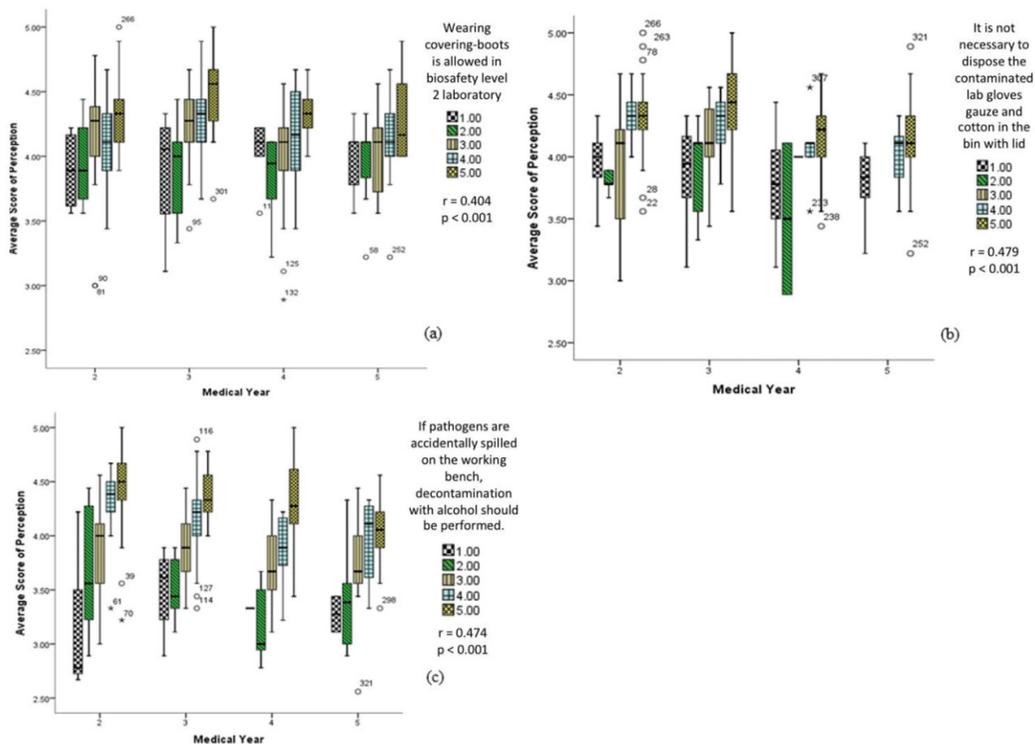


Figure 4. (a) Correlation between the level of agreement with the statement, ‘Wearing covering boots is allowed in biosafety level 2 laboratory’ and average perception score. (b) Correlation between the level of agreement with the statement, ‘It is not necessary to dispose of contaminated lab gloves, gauze and cotton in a bin with a lid’ and average perception score. (c) Correlation between the level of agreement with the statement, ‘If pathogens are accidentally spilled on a working bench, decontamination with 70% alcohol should be performed’ and average perception score.

ference between 2nd to 5th year students ($r = 0.404$, $p < 0.001$) in the level of agreement with the statement, “Wearing shoe coverings is allowed in a biosafety level 2 laboratory” as shown in Fig. 4a. In Fig. 4b, Spearman’s rank correlation coefficient showed a strong correlation and significant difference between the level of agreement with the positive statement, “It is not necessary to dispose of contaminated lab gloves, gauze and cotton in a bin with lid” and the average perception score ($r = 0.479$, $p < 0.001$). There was a strong correlation and significant difference between the level of agreement with the positive sentence, “If pathogens are accidentally spilled on the lab bench, decontamination with 70% alcohol should be performed” and the average perception scores of ($r = 0.474$, $p < 0.001$) (Fig. 4c).

Spearman’s rank correlation coefficient showed a strong correlation and significant difference

between the frequency of practice for the statements, “I clean the lab bench after working with human pathogens” (Fig.5a), “I conduct microbiology activities without using aseptic techniques” (Fig.5b), and “I have worn laboratory slippers inside the laboratory or ward” (Fig.5c) with average practice scores ($r = 0.430$, $p < 0.001$, $r = 0.524$, $p < 0.001$, and $r = 0.442$, $p < 0.001$, respectively).

Discussion

From the analysis of the relationship among all three aspects, knowledges and perceptions about biosafety had a weak positive correlation as did the correlation between perceptions and practices. This finding is in the same direction as in a study by Griffin (7). However, the results of the present study indicate that there were differences in biosafety principles among different students at different levels of study.

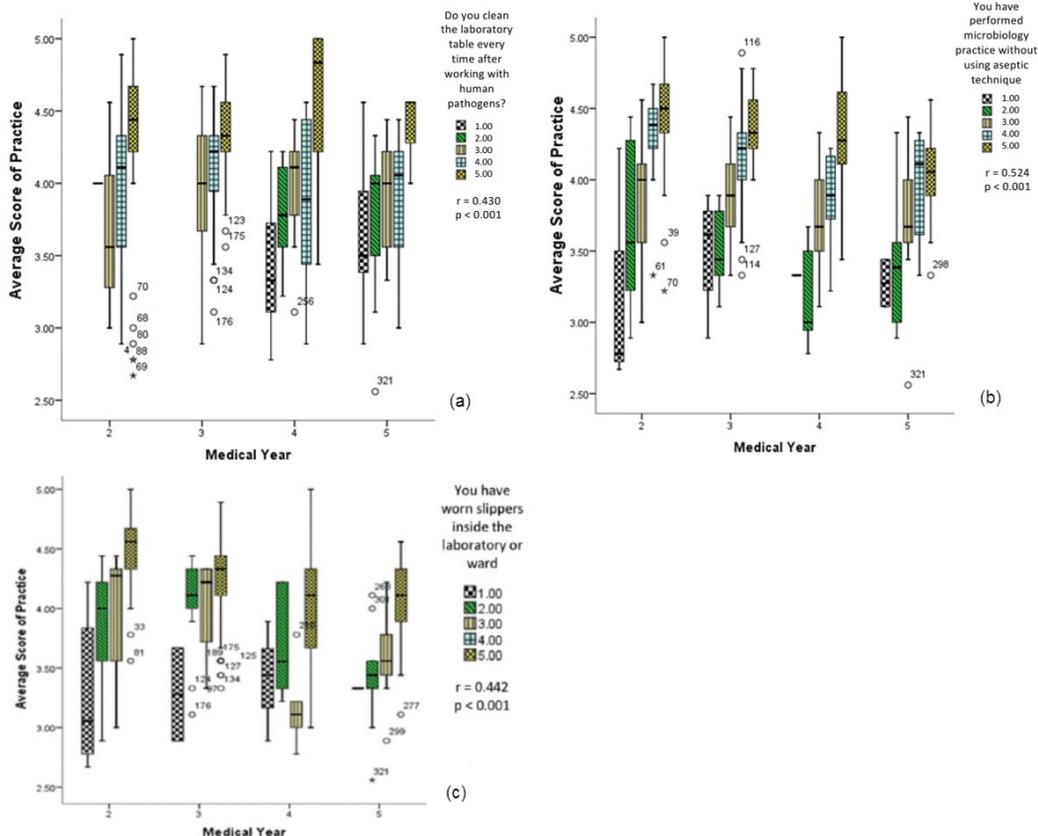


Figure 5. (a) Correlation between the frequency of the practice, ‘Do you clean the laboratory table after working with human pathogens?’ and average practice score. (b) Correlation between the frequency of the practice, ‘You have performed microbiology practice’ and average practice score. (c) Correlation between the frequency of the practice, ‘I have worn laboratory slippers inside the laboratory or ward’ and average practice score.

According to the analysis, the test results showed that perceptions and practices had a positive correlation ($p = 0.007$) which agrees with the finding that clinical students and 4th and 5th year medical students possess significantly lower levels of both perceptions and practices compared to pre-clinical students. This was possibly due to more time being spent in the laboratory or ward by clinical students leading to normalization of some negative attitudes. A similar result was published in a Chaicom, et al. study (5) of 4th year medical students in the Department of Internal Medicine, Khon Kaen University. This suggests that improvement of perceptions about biosafety can lead to better practices. To improve perceptions regarding biosafety, the biosafety level 2 operating guidelines and the importance of trans-

mittable pathogens should be emphasized with clinical students.

The 3rd year medical students scored highest in the knowledges section and were significantly superior to 2nd year students’ scores. Supporting this statement, 3rd year students had more experience in the laboratory through the learning system according to the faculty’s curriculum. All medical students have studied the courses Human Pathogens 1 and 2 and have learned about the theoretical knowledges and practical guidelines. For that reason, they should be aware of the need to protect against the spreading of pathogens from lessons on universal precautions, aseptic techniques, important transmittable pathogens, and waste management. Despite having recently studied Human Pathogens 1, a course which covers bac-

teriology and mycology, and Human Pathogens 2 which covers virology and parasitology, 2nd year students still require biosafety knowledge promotion above and beyond what is provided by the existing courses. Implementing this change may yield better performance by clinical students in the future because more knowledge leads to more accurate perceptions. It is suggested that additional knowledges regarding biosafety for medical students in these courses could be important for training about the variety of biosafety topics described above and for prevention of the transmission of pathogens. Additional required courses concerning biosafety would provide further opportunity to refresh biosafety skills at both the preclinical and clinical levels.

In order to improve all aspects of knowledges, perceptions and practices, significant items related to each of those aspects need to be periodically reviewed. Hence, topics such as survival of drug-resistant pathogens on lab benches, the meaning of biohazard signs, laboratory rules, and safety troubleshooting should be intensively provided to the 2nd year medical students before they begin to work in a microbiology laboratory. Moreover, 2nd year medical students should be informed more extensively about the dangers of contaminated objects and proper waste disposal as shown in Fig. 2b.

For clinical students, 4th and 5th year medical students, rules concerning biosafety level 2 laboratories and disinfection methods should be emphasized. Clinical students tended to ignore the risk of infection from their used ward clothes and to follow biosafety practices less closely. The risks should be emphasized in order to raise awareness of this issue. Campaigns and warning signs about universal precautions should include, as often as possible, promotion of hand washing, washing then drying lab coats properly, and cleaning the lab bench after working with human pathogens.

The average scores for perception were at a high level, so this area requires no further promotion. The frequency of following these posi-

tive practices is high among all medical students. However, efforts to maintain these habits should still be applied constantly.

Clinical students frequently exhibit negative habits, e.g., not cleaning the lab bench after working with human pathogens and bringing food into the laboratory or ward, more frequently than do preclinical students. Clinical students need to be more concerned about these negative behaviors. This study confirms that the clinical students need to be repeatedly trained to refresh their skills in microbiology laboratories of biosafety level 2 before they practice in infectious wards.

Conclusions

Clinical students tended to have higher knowledge scores than other student groups; however, their perceptions and practices ranked last. From the 2nd to the 5th year, knowledge of microbiology and infectious disease was continuously rehearsed, but actual practices and perceptions were not included in that effort, leading to a decline in understanding over time. Important aspects of perceptions and practices should be highlighted annually with all medical student groups in order to promote safer practices.

Acknowledgments

We wish to thank Assoc. Prof. Dr. Kriengkrai Srithanaviboonchai and his staff at the Department of Community Medicine for provision of ethical approval for this study. We would also like to acknowledge Dr. Kwanjit Duangsonk for consultation on the questionnaire development process. Finally, we would like to thank the medical students who participated in the study and responded to the questionnaire statements about biosafety for their kind cooperation.

Funding

None

Conflicts of Interest

None

References

1. Kuchibanda K, Mayo AW. Public health risks from mismanagement of healthcare wastes in Shinyanga Municipality Health Facilities, Tanzania. *Sci World J*. 2015;2015:1–11. doi:10.1155/2015/981756.
2. Ahmad S, Ali B, Khan S, Fatima A, Saeed M, Asghar A, et al. A Survey on biosafety practice in lab personnel in 12 selected areas of Karachi, Pakistan. *J Biosaf Biosecur*. 2019;1:68-72. doi:10.1016/j.jobb.2018.12.001
3. Kreunin P, Kongwithtaya S, Ketkoom N. Pilot Study of laboratory safety status for laboratory workers. *Bull ApplSci*. 2014;3:120-9.
4. Sreedharan J, Muttappillymyalil J, Venkatramana M. Knowledge about standard precautions among university hospital nurses in the United Arab Emirates. *East Mediterr Health J*. 2011;17:331-4. doi:10.26719/2011.17.4.331
5. Chaicom K, Klangsang P, Palaeng B. Knowledge, attitude and behavior of medical students toward safety in laboratory practice. *Srinagarind Med J*. 2013;28:484–9.
6. Meyoutam C, Sithisarakul P. Occupational safety and health of clinical laboratories. *Chula Med J*. 2018;62: 773–84. doi:10.14456/clmj.2018.16
7. Griffin Y, Sullivan D, Stray S. Biosafety knowledge among students at an Academic Medical Center: a survey validation by field professionals. *Applied Biosafety: Journal of ABSA International*. 2017;22:123-9.

การสำรวจความรู้ ความตระหนักรู้ และพฤติกรรมเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพของนักศึกษา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2562

ญาดา สุวรรณ,¹ สุพิชญา จารุวัฒนดิถ,¹ รัชชา พนาอุดมสิน,¹ ธนัญญา อมรพรวิวัฒน์,¹ วัลลภินทร์ ไชยปัญญา,¹ ธนพัฒน์ ศาสตร์ระรุจิ² และ ศิริวุฒิ สุขชี³

¹นักศึกษาแพทยศาสตร์ชั้นปีที่ 3 คณะแพทยศาสตร์, ²ศูนย์วิจัยทางพันธุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์, ³ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่าง และความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ความตระหนักรู้ และพฤติกรรมเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพของนักศึกษา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิธีการ เป็นการสำรวจเชิงพรรณนา และเปรียบเทียบแบบภาคตัดขวางในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 ถึง 5 จำนวน 321 ราย

ผลการศึกษา ผลการศึกษาพบว่านักศึกษาชั้นปีที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพถึงการกำจัดเชื้อด้วย 70% แอลกอฮอล์ และการทำความสะอาดสูงกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 5 ($p = 0.023$ และ $p = 0.002$ ตามลำดับ) พบ การขาดความรู้อย่างมีนัยสำคัญเกี่ยวกับสัญลักษณ์ชีวอันตราย ($p = 0.01$ และ $p = 0.001$) และระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ ($p < 0.001$ และ $p < 0.001$) ในนักศึกษาชั้นคลินิก 2 ชั้นปีเมื่อเทียบกับความรู้ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ในด้านการตระหนักรู้พบว่านักศึกษาชั้นคลินิกทั้ง 2 ชั้นปีไม่ตระหนักถึงความเสี่ยงในการติดเชื้อจากชุดแต่งกายในหอผู้ป่วย ($p = 0.008$ และ $p = 0.003$) การล้างมือ ($p < 0.001$ และ $p < 0.001$) และการทำความสะอาดเสื้อกาวน์ ($p = 0.007$ และ $p = 0.013$) มากกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 2 ในด้านการปฏิบัติพบว่าการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้องพบได้อย่างมีนัยสำคัญในนักศึกษาชั้นคลินิกทั้ง 2 ชั้นปีเมื่อเทียบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ทั้งในเรื่องการไม่ทำความสะอาดโต๊ะภายหลังการทำงานกับเชื้อก่อโรค ($p < 0.001$ และ $p < 0.001$) การนำอาหารและเครื่องดื่มเข้ามาในบริเวณที่ปฏิบัติงาน ($p < 0.001$ และ $p < 0.001$) และการไม่ทิ้งขยะติดเชื้อให้ถูกชนิดของถังขยะ ($p = 0.006$ และ $p = 0.007$)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์สัมพัทธ์ความสัมพันธ์ลำดับสเปียร์แมนพบความสัมพันธ์อย่างสูงถึงคะแนนเฉลี่ยของการตระหนักรู้กับประเด็นการสวมรองเท้าในห้องปฏิบัติการระดับ 2 ($r = 0.404$) การกำจัดสาลี ผ้าก๊อช และถุงมือปนเปื้อนเชื้อ ($r = 0.479$) และการกำจัดเชื้อจากอุบัติเหตุของสิ่งส่งตรวจ ($r = 0.474$) รวมทั้งคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติถึงความถี่ในการทำความสะอาดโต๊ะหลังปฏิบัติงานเสร็จ ($r = 0.430$) การปฏิบัติงานโดยไม่ใช้เทคนิคปราศจากเชื้อ และการสวมรองเท้าแตะในห้องปฏิบัติการหรือหอผู้ป่วยของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ถึง 5

สรุป เนื่องจากนักศึกษาชั้นคลินิกไม่ได้มีการทบทวนการปฏิบัติ และการป้องกันตัวในห้องปฏิบัติการมาเป็นระยะเวลานานพอสมควร ส่งผลต่อการให้ความสำคัญในเรื่องนี้ และการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องลดลง จึงควรมีการรณรงค์เพื่อให้เกิดความตระหนักรู้ และพฤติกรรมที่ถูกต้องให้มากขึ้น **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(3):303-15. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.27**

คำสำคัญ: ความปลอดภัยทางชีวภาพ ความรู้ ความตระหนักรู้ พฤติกรรม นักศึกษาแพทย์

Determining the minimum number of endotracheal intubation cases necessary to develop the skills of medical students

Weerayutwattana R,¹ Teeratchanan T,¹ Poopipatpab S¹ and Supawattanabodee B²

¹Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, ²Department of Research Methodology and Medical Innovation, Faculty of Medicine, Vajira Hospital, Navamindradhiraj University, Bangkok

Objectives This study aimed to define the minimum number of cases necessary for 5th year medical students to develop endotracheal intubation skills during Anesthesiology Department training by means of the construction of a learning curve.

Methods In this longitudinal descriptive study, 5th year medical students performed endotracheal intubation (ETI) on live patients under the supervision of anesthesiologists. The number of intubation attempts and the results of those attempts were recorded. The generalized linear model (probit family) was used to construct the learning curve. The secondary outcome was determination of the overall confidence of the students in their ETI skill at the end of the session as measured using a 4-point Likert scale.

Results Data of seventy-four students was analyzed in this study. None of the students had had previous experience in ETI with a patient. The mean number of ETI attempts per student was 5.26 (SD 1.23, range 3-10). The probability of a successful ETI was 92.8% in the 3rd attempt and 100% in the 4th attempt. Self-reported levels of overall confidence in their ETI skills were as follows: 55 (74.3%) students would attempt ETI alone, 9 (12.2%) students were completely confident in their ability, 9 (12.2%) students would seek supervision, and 1 student (1.3%) was completely uncomfortable in doing the procedure.

Conclusions During their Anesthesiology Department rotation, medical students should be provided the opportunity to make at least 3 intubation attempts to achieve a 90% probability of a successful ETI. The specific course syllabus should be designed for each individual institution. *Chiang Mai Medical Journal* 2021;60(3):317-23. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.28

Keywords: endotracheal intubation, learning curve, medical students, medical education research

Introduction

Endotracheal intubation (ETI) is an essential clinical skill for medical students. The Medical Council of Thailand has stated that endotracheal intubation is one of the competency assessment criteria for a National License (1). Due to the specialized nature of this basic skill, the Anesthesiology department plays a major role in the process of developing an effective curriculum. Several studies have shown that practicing ETI with anesthetized

patients was easier and the success rate was higher than with non-anesthetized patients (2-4). In Thailand, fifth-year medical students are required to participate in a 2-4 week rotation, depending on the individual institution's curricula, in the Anesthesiology Department. During this session, the medical students learn ETI using a combination of basic theory, manikin practice, and live experience in the operating theatre.

Correspondence: Ratchaya Weerayutwattana, MD, Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Vajira Hospital, Vajira, Dusit, Bangkok 10300, Thailand.
E-mail: Ratchaya.wr@gmail.com

Received: January 15, 2021; Revised: March 3, 2021; Accepted: March 31, 2021



Assessment of skill level is important to the validation of the utility and effectiveness of the educational curricula (5). In our institution, we recommend at least 3 cases of ETI with a live patient for each student during the 4 weeks period of the anesthesiology rotation. This minimum number was, however, established based on the expected number of patients during this limited period, not on the number needed to develop competency in this valuable skill. This study aimed to determine the minimum number of ETI with live patients necessary for medical students to achieve an anticipated success rate of 90%. We also assessed the self-confidence of the medical students in performing ETI at the end of the session.

Methods

Following receipt of approval by the Institutional Ethical Committee, this longitudinal descriptive observational study was conducted between June 2017 and May 2018 at the Faculty of Medicine, Vajira Hospital, Navamindradhiraj University, Thailand. Seventy-eight fifth year medical students who had completed a four-week training in the Department of Anesthesiology were enrolled into the study after giving their informed consent.

Prior to practicing ETI in an operating theatre, all medical students had to participate in a basic airway management program that includes standard lectures and simulator-based training under the direction of the same instructor team which consists of two anesthesiologists. The medical students had to achieve two consecutive successful ETIs using a high-fidelity manikin during this training to complete the program. After that, the students were allowed to perform actual ETIs in adult patients (age > 18 years) who were scheduled for elective surgery.

The patients were evaluated preoperatively by supervising anesthesiologists. Patients scheduled for emergency surgery, those who were pregnant with a gestational age > 20 weeks, cases where difficult airways were anticipated, e.g., limited mouth opening (less than 3 fingerbreadths), a thyromental distance of less than 6.0 cm, a Mallampati score

of 4, limited neck movement, abnormal pathology of the head and/or neck or a previous history of difficult ETI were excluded. Patients' demographic data, including age, gender, weight, height, body mass index (BMI), American Society of Anesthesiologists (ASA) classification, Mallampati classification, and laryngoscopic view grade, were recorded.

On the day of the surgery, the patients were monitored with 3-lead electrocardiography (ECG), non-invasive blood pressure (NIBP), pulse oximetry (SpO₂), and capnography. General anesthesia was induced and muscle relaxants were used to facilitate tracheal intubation. The medical students then performed conventional direct laryngoscopy using a Macintosh blade under direct supervision of the attending anesthesiologists. During the procedure, assistance in handling of the equipment and performance of the backward, upward, rightward pressure (BURP) maneuver by the nurses was allowed when requested by the students.

Successful intubation is defined as achieving direct laryngoscopy, visualization of the endotracheal tube through the vocal cord, and confirmation of correct endotracheal tube (ETT) placement using capnography and auscultation of equal breath sounds in both lungs. The attending anesthesiologists were instructed to intervene with the procedure if a medical student could not perform the proper steps of ETI, if the patient became desaturated (SpO₂ < 95%), and/or if there was potential for an airway injury. Failure to place the ETT into the trachea and any interference or physical assistance by the attending anesthesiologists was recorded as an unsuccessful intubation. If the medical students failed on the first attempt and were allowed to perform a subsequent ETI in the same patient, they had to report both the unsuccessful first attempt at intubation as well as the successful second ETI. The number of intubation attempts, results of each of those attempts and any complications were recorded in the student's logbook after being reviewed and approved by the attending anesthesiologists.

At the end of the session, the medical students were asked to complete a self-assessment of their overall confidence in their ETI skills using a 4-point Likert scale (1=completely uncomfortable, 2 = would seek supervision, 3 = would attempt alone, 4 = completely confident) (6). Numeric data are presented as mean \pm standard deviation (SD) or as percentages. Cumulative probability univariate analysis with a generalized linear model (probit family) was used to estimate the probability of a successful intubation and to construct the learning curve. Statistical analyses were performed using STATA V14 (StataCorp LLC, College Station, Texas, USA).

Results

Of the seventy-eight medical students enrolled in this study, four were excluded due to an incomplete record in their student logbooks. Data from a total of 74 medical students were used in the analysis. None of the students had previous experience performing ETI in a live patient. Patient demographic data are shown in Table 1. The patients were mostly female (64.4%) with a mean age of 50.1 (SD 15.2) years. More than half (57.3%) were ASA class II, while 24.7% and 18.4% were ASA class III and I, respectively. The majority of the patients (56.7%) had a laryngoscopic view of either grade I or grade II (41.5%).

Table 1. Patient demographic data

Patient information	
Age (years)	50.1 (SD15.2)
Gender	
Male	138 (35.6%)
Female	250 (64.4%)
BMI (kg/m ²)	24 (SD 4.2)
ASA classification	
I	70 (18%)
II	222 (57.3%)
III	96 (24.7%)
Mallampati classification	
I	187 (48.2%)
II	201 (51.8%)
Laryngoscopic view grade	
I	220 (56.7%)
II	161 (41.5%)
III	5 (1.3%)
IV	2 (0.5%)

Data are presented as mean (SD) or number (%)
BMI, Body mass index; ASA, American Society of Anesthesiologist physical status

A total of 388 recorded intubation attempts were included in this study. The mean number of intubation attempts per student was 5.26 (SD 1.23, range 3-10). The probability of a successful ETI in the first and second attempts were 17.5% and 60.5%, respectively (Figure 1). The probability

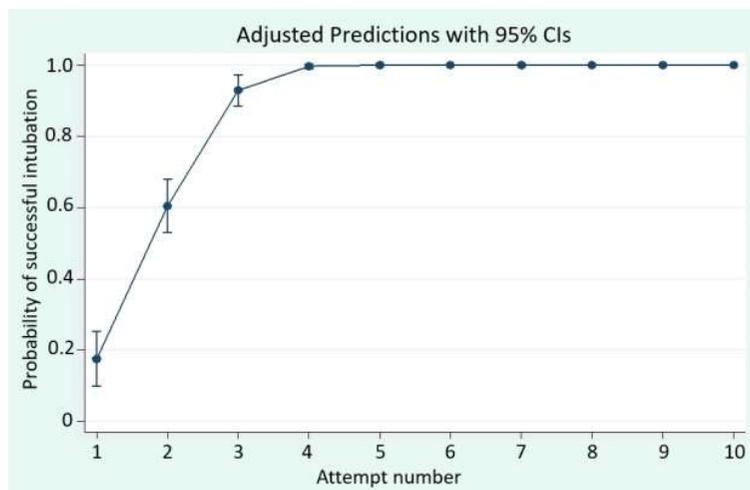


Figure 1. Learning curve of successful tracheal intubation in medical students. N,number of students in each attempt

of a successful ETI reached 92.8% in the third attempt and finally reached 100% after the fourth attempt. The most common reasons for intubation failure were inability to visualize the vocal cord due to poor laryngoscope position (91.6%) and unexpectedly difficultly in intubation (7.4%). No perioperative hypoxia, respiratory or cardiovascular events were reported.

At the end of the session, overall confidence in their ETI skills were as follows: 55 (74.3%) of the students would attempt to perform the procedure alone, 9 (12.2%) were completely confident in their ability, 9 (12.2%) would seek supervision and only 1 student (1.3%) felt completely uncomfortable to do the procedure (Figure 2).

Discussion

Learning the underlying theory, demonstration of skill proficiency, repetitive skills practice, and constructive feedback are considered part of an effective curricular process for clinical skill education (5,7). It is also necessary to assess the students' skills after a session to evaluate and optimize the effectiveness of the curricula. These evaluation results can be beneficial in validating and augmenting the effectiveness of clinical skills teaching (8,9). Following this fundamental guideline, we developed a basic airway training program for learning intubation skills that consisted of a standard lecture, simulator-based training, and performing ETI with live patients in the operating theatre. The theoretical lecture provides core knowledge and the simulator training

enables students to practice and make mistakes without time restrictions and with no risk to the patient (10-12). Our institution has various methods for assessment of ETI skills including observation, a check-list, and Objective Structured Clinical Examination (OSCE). Nevertheless, the most important determinant of skills and knowledge retention is repetition (13). Practicing ETI in living patients is a key process in developing those skills. In this study, we attempted to determine the minimum number of cases necessary for medical students to achieve the goal of a 90% probability of successful intubation by means of constructing a learning curve to identify the optimal number of cases of performing ETI with a living patient during the Anesthesiology training rotation and to further improve the curriculum.

In 2008, Tatiyanapunwong S and co-workers conducted a study to determine the optimum number of ETI with live patients necessary for fifth-year medical students to achieve an 80% success rate in endotracheal intubation (14). The results of that study suggest that 10 cases of ETI experience with a living patient are needed to achieve that goal. In 2011, Tarasi PG and co-workers prospectively reviewed the logbooks of 178 third-year medical students rotating in the Anesthesiology Department and found that the students required at least 17 ETI encounters with a live patient to achieve a 90% predicted ETI success rate (15). In the present study, we found that to achieve a 90% probability of successful intubation, the medical students should attempt at least 3 intuba-

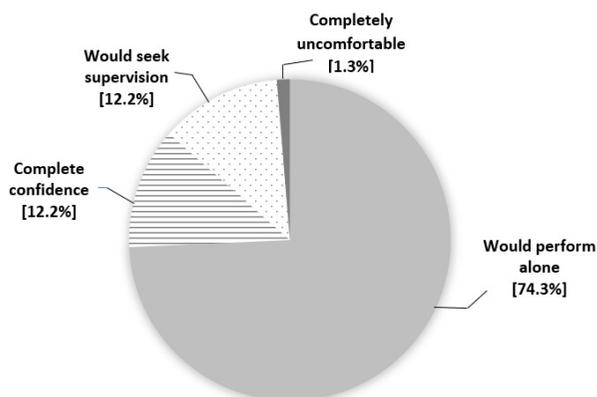


Figure 2. Confidence of intubation skill after the Anesthesiology rotation

tions in the operating theatre. The minimum number of ETI attempts in this study is lower compared to previous studies. Reasons for that difference might include the combination of the use of high-fidelity simulation with specific assessments and the selection of patients.

At our institution, the basic airway training program consists of a 1-hour conventional lecture and 2 hours of manikin practice using high-fidelity simulators (Difficult Airway Management Simulator-Assessment System, Kytokagaku, Japan). Although there is currently only limited data on the general improvement of trainee outcomes compared to low-fidelity simulation for ETI training, the high-fidelity simulators can provide additional objective and quantitative information such as real-time visualization of the laryngoscope position and of the lifting of the epiglottis to expose the vocal cord, the force on the tongue and incisor (in Newtons) and the proper position of the endotracheal tube placement. This allows instructors to give pertinent constructive feedback and specific suggestions for improvement of future attempts. Assessment methods for simulation training at our institution include observation and a checklist. After a 2-hour practice session with a high-fidelity manikin, medical students are required to achieve two consecutive successful ETIs and to complete the 10 steps of the intubation checklist at the objective structured clinical examination (OSCE) station. This process of assessment helps to ensure competency and skill before practicing with live patients. We also specifically excluded patients who are anticipated to have difficult airways in order to avoid harmful complications for the patients. In this study, all patients had Mallampati class I and II. This differs from previous studies which included high Mallampati score patients. We consider that all these factors together played a major role in the success rate observed in our study.

The most common reason for a failed intubation in our study was inability to visualize the vocal cord due to poor laryngoscope position. Discussion with the supervising anesthesiologists and repetition of the exercise improved the

success rate in subsequent attempts. At the end of the session, 74% of the medical students indicated they would feel confident to perform ETI alone and 9% were completely confident in their ability to do the procedure.

There are some limitations in this study. First, this was a single-center, observational study. Second, the probability of successful intubation in living patients depends largely on the effectiveness of the basic airway training and the process of assessment and selection of patients for practicing ETI. A different training program model might produce dissimilar results.

Conclusions

Clearly defined learning objectives, proper assessment of trainees, and a well-organized curriculum are important for developing medical clinical skills proficiency. We have found that at least 3 intubation attempts should be provided for medical students to achieve a 90% probability of successful ETI by the end of the Anesthesiology Department rotation in our institution. The specific course syllabus should be adjusted for each individual institution in order to ensure the clinical skill competency of the medical students meets professional standards.

Acknowledgments

We would like to thank all the staff anesthesiologists at the Department of Anesthesiology, Vajira Hospital who supervised the medical students and reviewed the logbooks for correct information. This study was funded by Faculty of Medicine, Vajira hospital, Navamindrathiraj University Research Fund.

Conflicts of interest

The authors declare no potential conflicts of interest with respect to the authorship and/or publication of this article. All authors have read and approved the final manuscript.

References

1. Medical Competency Assessment Criteria for National License 2012. The Medical Council 2020. Available

- from: <https://www.tmc.or.th/>
- O'Flaherty D, Adams AP. Endotracheal intubation skills of medical students. *J R Soc Med.* 1992;85:603-4.
 - Wang HE, Seitz SR, Hostler D, Yealy DM. Defining the learning curve for paramedic student endotracheal intubation. *Prehosp Emerg Care.* 2005;9:156-62.
 - Wang HE, Yealy DM. How many attempts are required to accomplish out-of-hospital endotracheal intubation? *Acad Emerg Med.* 2006;13:372-7.
 - Association of American Medical College. Recommendation For Clinical Skills Curricula For Undergraduate Medical Education. Washington, DC; 2005.
 - Barnsley L, Lyon PM, Ralston SJ, Hibbert EJ, Cunningham I, Gordon FC, et al. Clinical skills in junior medical officers: a comparison of self-reported confidence and observed competence. *Med Ed.* 2004;38:358-67.
 - Corbett EC, Whitcomb M. The AAMC Project on the Clinical Education of Medical Students: Clinical Skills Education. Washington, DC: Association of American Medical Colleges; 2004.
 - Brodkey AC, Sierles FS, Weiner CL. Clerkship directors' perceptions of the effects of managed care on medical students' education. *Acad Med.* 2002;77:112-20.
 - Remmen R, Scherpbier A, Van der Vleuten C, Denekens J, Derese A, Hermann I, et al. Effectiveness of basic clinical skills training programs: A cross-sectional comparison of four medical schools. *Med Educ.* 2001;35:121-8.
 - Abdulmohsen H. Medicine and clinical skills laboratory. *J Family Community Med.* 2007;14:59-63.
 - Howells TH, Emery FM, Twentyman JEC. Endotracheal intubation using a simulator. An evaluation of Laerdal adult intubation model in the teaching of endotracheal intubation. *British Anaesthesia.* 1973;45:400-2.
 - Akira N, Ron K, Vinay N. Does Simulation improve patient safety? :self-efficacy, competence, operational performance and patient safety. *Anesth Clin.* 2007;25:225-36.
 - Kneebone RL, Scott W, Darzi A, Horrocks M. Simulation and clinical practice: strengthening the relationship. *Med Educ.* 2004;38:1095-102.
 - Tatiyanupunwong S. Optimum cases for predicting the success rate of endotracheal intubation in Thammasat University's medical students. *Thammasat Medical Journal.* 2008;5:436-44.
 - Tarasi PG, Mangione MP, Singhal SS, Wang HE. Endotracheal intubation skill acquisition by medical students. *Med Educ Online.* 2011;16:1. doi: 10.3402/meo.v16i0.7309

การศึกษาหาจำนวนผู้ป่วยขั้นต่ำในการฝึกทักษะหัตถการใส่ท่อช่วยหายใจในนักศึกษาแพทย์

รัชยา วีระยุทธวัฒน์,¹ ธนาวดี ธีรัชฌานันท์,¹ สุจารีย์ ภูพิพัฒน์ภาพ¹ และ บุชบา ศุภวัฒน์ธนบดี²

¹ภาควิชาวิสัญญีวิทยา, ²ภาควิชาวิทยาการวิจัย และนวัตกรรมทางการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

วัตถุประสงค์ เพื่อหาจำนวนขั้นต่ำในการฝึกใส่ท่อช่วยหายใจสำหรับนักศึกษาแพทย์ปีที่ 5 ระหว่างปฏิบัติงานในภาค
วิชาวิสัญญี โดยการสร้างกราฟทักษะการเรียนรู้

วิธีการ เป็นการศึกษาแบบไปข้างหน้า โดยให้นักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 5 ฝึกหัตถการใส่ท่อช่วยหายใจภายใต้การกำกับของ
วิสัญญีแพทย์ บันทึกจำนวนครั้งและผลลัพธ์ มาสร้างกราฟทักษะการเรียนรู้โดยจำลองโมเดลเชิงเส้นแบบโพรบิท (Gener-
alized linear model, probit family) การศึกษารอง คือ ความมั่นใจหลังจบหลักสูตร โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ต 4
ระดับ (4-point Likert scale)

ผลการศึกษา นักศึกษาแพทย์ 74 คน ไม่มีประสบการณ์ใส่ท่อช่วยหายใจในผู้ป่วยมาก่อน พบว่า ค่าเฉลี่ยในการทำ
หัตถการคือ 5.26 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.23 พิสัย 3-10) พบโอกาสความสำเร็จในการทำหัตถการที่ร้อยละ 92.8 และ
100 เมื่อฝึกใส่ท่อช่วยหายใจครั้งที่ 3 และ 4 ตามลำดับ หลังจบหลักสูตรนักเรียน 55 คน (ร้อยละ 74.3) อาจลองปฏิบัติ
ด้วยตัวเองโดยไม่มีผู้กำกับดูแล 9 คน (ร้อยละ 12.2) มั่นใจในการทำหัตถการด้วยตนเอง 9 คน (ร้อยละ 12.2) ยังต้องการ
ผู้กำกับ 1 คน (ร้อยละ 1.3) ไม่มั่นใจที่จะทำหัตถการเลย

สรุป ระหว่างฝึกปฏิบัติงานในภาควิชาวิสัญญี นักศึกษาแพทย์ปีที่ 5 ควรได้รับโอกาสในการฝึกใส่ท่อช่วยหายใจอย่างน้อย 3
ครั้ง เพื่อให้เกิดความสำเร็จในการเรียนรู้ทักษะเกินร้อยละ 90 **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(3):317-23. doi: 10.12982/
CMUMEDJ.2021.28**

คำสำคัญ: หัตถการใส่ท่อช่วยหายใจ กราฟทักษะการเรียนรู้ นักศึกษาแพทย์ การวิจัยด้านแพทยศาสตรศึกษา

Original article

The relationship between inpatient nurse burnout and safety outcomes in a teaching hospital in Thailand

Witoonsut C, Aekplakorn W, Phaipayom N and Wongrathanandha C

Department of Community Medicine, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University

Objectives To identify the prevalence of inpatient nurse burnout and determine the association between burnout and safety outcomes based on self-reports and system reports, including medication errors, and sharp object injuries.

Methods A cross-sectional study was conducted of 1,464 inpatient nurses at a teaching hospital in Thailand. A self-administered questionnaire was used to collect demographic data, burnout assessment, and self-reported safety outcomes. System-reported safety outcomes were obtained from hospital incident occurrence reports (IOR). Mixed effect logistic regression and negative binomial regression models were used to explore the association between inpatient nurse burnout and both self-reported and IOR safety outcomes.

Results Of the 702 participating inpatient nurses, 27% reported high emotional exhaustion, 13% reported high depersonalization, and only one nurse reported low personal accomplishment. The high emotional exhaustion dimension was statistically associated with self-reported medication errors (ORadj 1.90, 95%CI 1.1-3.2) and self-reported sharp object injuries (ORadj 3.12, 95%CI 1.2-7.9). For each one-point increase in emotional exhaustion on a 7-point Likert scale, the rate of reported sharp object injuries increased by 15% ($p < 0.05$).

Conclusions Emotional exhaustion among inpatient nurses was noticeable and could potentially impact on patient and personnel safety. Identification of nurses with emotional exhaustion and provision of support should be considered as a part of included in policies to improve safety outcomes in the healthcare services. **Chiang Mai Medical Journal 2021;60(3):325-34. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.29**

Keywords: burnout, inpatient nurse, medication errors, sharp object injuries, safety outcomes

Introduction

Safety is an issue of significant concern in many occupational settings, including the healthcare sector. Healthcare accreditation organizations worldwide, including Thailand's Healthcare Accreditation Institute, are determined to promote and enhance safety policies in health facilities to provide safe healthcare delivery. In 2017, a national health policy, the 'Patient and Personnel Safety Goals (2P safety)' was initiated in Thailand to encourage high-quality healthcare services that are safe for both patients and healthcare personnel. Several outcomes, including medication

errors and sharp object injuries, were specified as 2P safety indicators (1).

Medication errors can occur at various stages of the medical delivery process; however, they occur most frequently during the administration phase, and are most frequently committed by nurses (2). A study of Southeast Asian countries reported that the rate of administration errors was between 15.2% and 88% (3). The consequences of medication errors can range from no harm to patient death. These errors can result in an increased mortality rate, increased duration

Correspondence: Chonnipa Witoonsut, MD, Department of Community Medicine, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700, Thailand
E-mail: chonniibenzy@gmail.com



Received: February 22, 2021, Revised: March 9, 2021; Accepted: March 24, 2021

of hospitalization, and increased medical costs (4). Regarding sharp object injuries, the United States Centers for Disease Control and Prevention (CDC) has estimated that approximately 385,000 healthcare workers in the U.S. are exposed to percutaneous injuries every year and that more than 1,000 injuries occur each day (5). In Thailand, a study by Honda et al. found that 55% of nurses had been injured by sharp instruments within the previous 12 months (6). Although the majority of sharp object injuries are not life-threatening, possible severe consequences include transmission of infectious diseases such as hepatitis B, hepatitis C, and human immunodeficiency virus infection.

Factors leading to medication errors and sharp object injuries among nurses can be classified as active failures and latent conditions. Based on Reason's Swiss cheese model, active failures are defined as unsafe acts executed by individual nurses and latent conditions are the flaws within organizations (7). One of the individual nurse-related factors recently found to be associated with medication errors and sharp object injuries was burnout (8,9). Burnout, an occupational phenomenon resulting from the unsuccessful management of chronic workplace stress, consists of three dimensions: emotional exhaustion, depersonalization, and a low degree of personal accomplishment (10). It mostly occurs among various professions who work with people in challenging situations, including the nursing profession (11). A previous study of nurse burnout in nine countries by Aiken et al. (2011) found that 42% of nurses in Thailand reported a high level of burnout (12). The problem is that nurse burnout can affect both the well-being of nurses and the quality of healthcare delivery (13). Additionally, a systematic review by Hall and colleagues reported a significant association between burnout and patient safety (14).

In Thailand, there have been few studies of the association between burnout and medication errors. One previous study documented a positive association between burnout and medication errors among nurses, but the study was conducted exclusively in a community hospital setting (8).

Studies in large hospitals or teaching hospitals where the number of care procedures are higher and safety programs are presumed to be much more organized, however, have been very limited. In addition, no studies have investigated the relationship between nurse burnout and sharp object injuries, especially injuries reported via the hospital incident occurrence report (IOR) system.

Objectives

The objective of this study was to identify the prevalence of burnout and investigate the association between burnout and safety outcomes, including system-reported and self-reported medication errors and sharp object injuries, among inpatient nurses at a teaching hospital in Thailand.

Methods

This cross-sectional study was conducted among 1,464 inpatient nurses in 71 selected wards of one teaching hospital. The required minimum sample size, 700 inpatient nurses, was determined by applying the sample size guideline for logistic regression in large populations (15). The actual initial sample size was based on an anticipated non-response rate of 50%. All inpatient nurses who had been working in the hospital for one year or more were invited to participate in the study. Nurses who agreed to participate were requested to complete a questionnaire, which included an explanation of the study's purposes and assurance that their responses would be kept confidential and anonymous. The study was conducted between July and August 2020 and was approved by the Institutional Review Board of the Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University. (MURA 2020/510)

Research instruments

This study used primary data from a self-administered questionnaire and secondary data from the hospital record system. The questionnaire consisted of three parts. The first part was demographic data, including personal and working history. The second part was a Maslach Burnout Inventory (MBI) questionnaire, a burnout

questionnaire for healthcare personnel. This questionnaire was translated into Thai by the Mental Health Center 7, Khon Kaen, and tested for internal consistency with a Cronbach's alpha coefficient of 0.80 (16). It was composed of 22 questions measuring three dimensions of burnout: emotional exhaustion (EE) 9 questions, depersonalization (DP) 5 questions, and personal accomplishment (PA) 8 questions. The questions were written in the form of statements about job-related feelings, e.g., "I feel emotionally drained from my work". The emotional exhaustion and depersonalization dimensions were measured using a seven-point Likert scale (from 0 = never to 6 = every day), while personal accomplishment was reverse scored (6 = never, to 0 = every day) and was based on respondent experiences. An EE score of 27 or higher indicates high emotional exhaustion, a DP score of 13 or higher indicates high depersonalization, and a PA score of less than 32 indicates a feeling of low personal accomplishment. Scores of 17 to 26 on the EE dimension, 7 to 12 on the DP dimension, and 32 to 38 on the PA dimension show evidence of moderate burnout. Scores of 16 or lower on the EE dimension, 6 or lower on the DP dimension, and 39 or higher on the PA dimension show evidence of low burnout. Individuals with high emotional exhaustion and depersonalization combined with low personal accomplishment were categorized as having burnout syndrome as defined by the World Health Organization (WHO) (10). The last part of the questionnaire was self-reported medication errors and sharp object injuries. A medication error was defined as any error in the process of drug preparation or drug administration that harmed or could have harmed the patient, e.g., wrong drug, wrong dose, or unordered drug. (17) A sharp object injury was defined as an incident that caused a blade, needle, or other medical instrument to unintentionally penetrate the skin of the respondent while working (18). Responses were obtained from two yes-no questions: 1) "Have you ever made a medication error during the past year?" and 2) "Have you ever had an injury from a sharp object during the past year?"

Reports of medication errors and sharp object injuries were obtained from the hospital IOR online reporting system. In this hospital, personnel were required to report all incidents, including medication errors and sharp object injuries, via the reporting system. The cumulative number of incidents in each ward during the past year were obtained. This data did not include any personal information of those involved in the incidents. Additionally, the data on the number of nurses, number of beds, and length of hospital stay in each ward for the same period were collected to control for confounding.

Statistical analysis

Descriptive statistics were used to measure the characteristics of participants and the overall picture of burnout. Categorical variables, e.g., gender and marital status, were calculated as percentages. Continuous variables such as age and nursing experience were reported as means and standard deviations (SD).

Inferential statistics were used to explore the association between nurse burnout and safety outcomes at both the individual and ward levels. For the individual level, self-reported safety outcomes were treated as dichotomous variables. The data were analyzed using a mixed logistic regression model to take into account differences among inpatient wards. Odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI) were calculated. Variables were selected based on previous knowledge and potential association with outcomes at a $p < .15$ from the Chi-squared tests (19). These variables were assessed for multicollinearity using variance inflation factors (VIF) before being included in the final model. At the ward level, the reported number of medication errors and sharp object injury incidents in each ward were regressed on the average scores of the burnout dimensions using a negative binomial regression model to take into account the potential overdispersion of the data. The covariates in the models included the nurse-to-bed ratio, type of inpatient ward and bed occupancy rate. The inpatient wards were categorized as private, general, intensive care units (ICU) or

semi-ICUs. Bed occupancy rates were calculated using the formula: (number of inpatient days x 100)/(number of beds x 365). Incidence rate ratios (IRR) and 95% CIs were calculated. All analyses were conducted using STATA 14.0. A p value of .05 was set as the level of statistical significance.

Results

A total of 702 nurses from 68 inpatient wards completed the questionnaire (a 48% response rate). The participants were predominantly female (97.4%), with an average age of 32 years. The majority of the nurses were single and had graduated with a bachelor's degree. The average length of working experience as a nurse was 9.62 years. Six hundred and forty-eight of the nurses (92.3%) worked in shifts. The average hours worked per week and number of night shifts per month were 46.50 (SD = 8.84) and 6.09 (SD = 3.22), respectively. Approximately 52% and 48% of the nurses

had been trained on how to prevent sharp object injuries and how to avoid medication errors, respectively (Table 1). Regarding burnout, 27% of the nurses had high emotional exhaustion, 13% had high depersonalization, and only one nurse had a low personal accomplishment. None of the nurses had burnout syndrome as defined by the WHO (Figure 1). At the ward level, the mean score for each burnout dimension was 20.02 (SD = 5.2) for emotional exhaustion, 6.6 (SD = 3.5) for depersonalization, and 13.44 (SD = 3.4) for personal accomplishment.

There were 22 private wards (32.4%), 30 general wards (44.1%), and 16 ICUs and semi-ICUs (23.5%). The average number of nurses in each ward was 20.5 (SD = 9.8). The mean number of inpatients per year was 865.91 (SD = 581.62). The mean number of beds was 15.4 (range 4-41), and the average nurse-to-bed ratio was 1.77. The average occupancy rate was 71.5%, varying between 28.1% in

Table 1. Baseline characteristics of inpatient nurses, n=702

Variables	Numbers (%)
Age (years), mean \pm SD	32.17 \pm 7.47
Gender	
Female	684 (97.4)
Male	18 (2.6)
Marital status	
Single	512 (72.9)
Other (Married/Divorced/Widowed)	190 (27.1)
Level of education	
Bachelor's degree	614 (87.5)
Master's degree	88 (12.5)
Income (baht per month), mean \pm SD	34,916.70 \pm 8,960.05
Nursing experience (years), mean \pm SD	9.62 \pm 7.35
Shift work (%)	648 (92.3)
Number of night shifts per month, mean \pm SD	6.09 \pm 3.22
Work hours per week, mean \pm SD	46.50 \pm 8.84
Training on medication error prevention (%)	337 (48.0)
Training on sharp object injury prevention (%)	362 (51.6)
Burnout syndrome	0
Burnout dimensions	
High emotional exhaustion (EE score > 26)	190 (27.1)
High depersonalization (DP score > 12)	93 (13.3)
Low personal accomplishment (PA score < 32)	1 (0.1)

Data are presented as number (%) and mean \pm SD

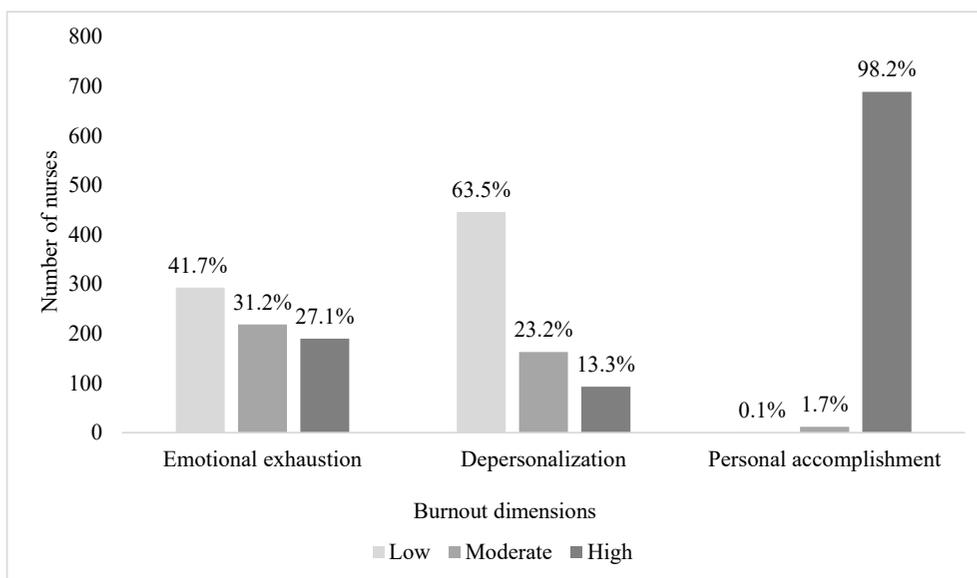


Figure 1. Prevalence of burnout among inpatient nurses, n=702

Table 2. Number and percentage of self-reported medication errors and sharp object injuries by burnout dimensions

Factors	Medication errors		p-value	Sharp object injuries		p-value
	Yes (n=192)	No (n=510)		Yes (n=39)	No (n=663)	
Emotional exhaustion						
Low	55 (18.8)	238 (81.2)	< 0.001	7 (2.4)	286 (97.6)	0.008
Moderate	66 (30.1)	153 (69.9)		17 (7.8)	202 (92.2)	
High	71 (37.4)	119 (62.6)		15 (7.9)	175 (92.1)	
Depersonalization						
Low	102 (22.9)	344 (77.1)	0.002	21 (4.7)	425 (95.3)	0.419
Moderate	58 (35.6)	105 (64.4)		11 (6.7)	152 (93.3)	
High	32 (34.4)	61 (65.6)		7 (7.5)	86 (92.5)	
Personal accomplishment						
Low	0	1 (100)	0.582	0	1 (100)	0.677
Moderate	2 (16.7)	10 (83.3)		0	12 (100)	
High	190 (27.6)	499 (72.4)		39 (5.7)	650 (94.3)	

Data are presented as number (%) and mean \pm standard deviation

The *p* values correspond to Student's *t*-test, Fisher's exact test, and Pearson's chi-squared test

the obstetrics and gynecology ward to 122.4% in the emergency observation ward.

Regarding safety outcomes, 27% of inpatient nurses (n=192) reported having made medication errors and 6% (n=39) reported sharp object injuries in the last year. A higher proportion of the nurses who reported medication errors and those who reported sharp object injuries also had

a higher incidence of moderate or high emotional exhaustion levels (Table 2). The number of medication errors and sharp object injuries reported in the IOR system during the same period were 329 and 51 incidents, respectively. The mean number of system-reported medication errors was 4.8 (SD = 6.2), with a range of 0-28. The mean number of system-reported sharp object injuries was 0.75

Table 3. Odds ratio (OR) for association of medication error and sharp object injury with burnout dimensions

Burnout dimensions	Medication error (n=192)		Sharp object injury (n=39)	
	Crude	Adjusted*	Crude	Adjusted**
	OR (95%CI)	OR (95%CI)	OR (95%CI)	OR (95%CI)
Emotional exhaustion (level)				
High	2.54 (1.66-3.88) ⁺	1.90 (1.12-3.21) ⁺	3.48 (1.38-8.76) ⁺	3.12 (1.23-7.92) ⁺
Moderate	1.85 (1.22-2.80) ⁺	1.63 (1.04-2.56) ⁺	3.45 (1.40-8.51) ⁺	3.29 (1.33-8.15) ⁺
Low	1.00	1.00	1.00	1.00
Depersonalization (level)				
High	1.74 (1.06-2.86) ⁺	1.04 (0.56-1.95)	1.65 (0.67-3.10)	N/A
Moderate	1.82 (1.22-2.73) ⁺	1.39 (0.89-2.18)	1.44 (0.67-3.10)	N/A
Low	1.00	1.00	1.00	N/A
Personal accomplishment (level)				
High	1.00	N/A	N/A	N/A
Moderate	0.54 (0.11-2.54)	N/A	N/A	N/A
Low	N/A	N/A	N/A	N/A

⁺Significant at $p < 0.05$

*Adjusted for age, marital status, level of education, income, nursing experience, shift work, number of night shift per month, training on sharp object injury prevention (according to $p < 0.15$)

**Adjusted for marital status, shift work (according to $p < 0.15$)

N/A: not applicable

(SD = 1.1) and had a range of 0-4.

The mixed logistic regression results of the association of burnout with self-reported medication errors and self-reported sharp object injuries are presented in Table 3. In multivariable analysis, emotional exhaustion was found to be significantly associated with both self-reported medication errors and sharp object injuries. Moderate and high emotional exhaustion were both significantly associated with increased odds of self-reported medication errors (OR_{adj} 1.63 and 1.90, respectively) as well as self-reported sharp object injuries (OR_{adj} 3.29 and 3.12, respectively).

Additional analysis using IOR of the association of sharp object injuries and average burnout score showed that a one-point increase in the seven-point Likert scale for emotional exhaustion was significantly associated with a 15% increase in system-reported sharp object injuries after adjusting for nurse-to-bed ratio, type of inpatient ward, and bed occupancy rate (IRR 1.15;95%CI 1.06-1.26, Table 4).

Discussion

The present study found that one in four nurses had a high level of emotional exhaustion and about one in ten nurses reported high depersonalization although only one nurse reported experiencing a feeling of low personal accomplishment. This predominance of the emotional exhaustion dimension is consistent with a previous study among nurses in academic medical centers in Iran (20). It has been suggested that emotional exhaustion is a core dimension of burnout and that it is the most obvious manifestation of this complex syndrome (21). When people describe themselves as experiencing burnout, they often are referring to a feeling of exhaustion. However, the high burnout in each of the three dimensions found in this study is lower than in a previous study of nurses in community hospitals (8) and lower than an earlier survey of staff nurses in a teaching hospital in Thailand (22). A possible explanation for these differences is that high workload and extended work hours are more common in community hospitals (23). In addition, it is

Table 4. Incidence rate ratio (IRR) for association of medication error and sharp object injury with burnout dimensions

Burnout dimensions	Medication error (n=329)		Sharp object injury (n=51)	
	Crude IRR (95%CI)	Adjusted* IRR (95%CI)	Crude IRR (95%CI)	Adjusted* IRR (95%CI)
Emotional exhaustion	1.07 (1.01-1.13) ⁺	1.06 (0.99-1.13)	1.11 (1.03-1.19) ⁺	1.15 (1.06-1.26) ⁺
Depersonalization	1.05 (0.95-1.16)	0.94 (0.87-1.09)	1.04 (0.95-1.15)	0.94 (0.84-1.06)
Personal accomplishment (score, continuous)	1.13 (1.01-1.26) ⁺	1.11 (1.01-1.24) ⁺	1.02 (0.11-3.21)	0.94 (0.82-1.07)

⁺ Significant at *p* value < 0.05

* Adjusted by nurse-to-bed ratio, bed occupancy rate, type of inpatient ward

possible that burnout in the teaching hospital which is the subject of this study had been reduced by improved working conditions resulting from the quality improvement programs regularly instituted by the hospital over almost the past 30 years.

Our study found that the number of self-reported medication errors and sharp object injuries were lower than the figures obtained from the incident reporting system (medication errors 192 vs. 329 and sharp object injuries 39 vs. 51). This differs from several other studies in which the numbers of errors recorded in the incident reporting system were usually underestimated (24,25). However, the self-reported numbers in the present study might be lower than the actual number because the yes-no question format in the questionnaire did not account for nurses who might have made medication errors and/or had sharp object injuries more than once. Also, the missing data in the non-response group could have resulted in a decrease in the number of self-reported safety outcomes.

This study highlights the impact of nurse burnout on medication errors and sharp object injuries. These results are consistent with several previous studies. For example, a study among nurses in Thailand by Nantsupawat et al. reported that a high level of burnout resulting from emotional exhaustion was associated with the nurses' perceptions of adverse patient outcomes, especially medication errors (8). Research previously conducted among nurses in China by Wang et al. found that emotional exhaustion was positively

correlated with the occurrence of sharp object injuries (9). That relationship may be explained by the conservational of resource theory which states that when peoples' resources are exhausted, they may enter a defensive mode to preserve themselves and may alter their investment of future resources (26). When nurses feel exhausted, they may be more likely to pull away from the job, including patients, and may focus only on the parts of the job they like which may lead to a lower quality of healthcare. Another possible explanation is that burnout symptoms may be related to cognitive dysfunction (27), attention deficit (28), and insomnia (27). In addition, the relationship between burnout and sharp object injuries may also be partially explained by the positive association between burnout and safety workarounds (29), an alternative work process that bypasses required organizational safety procedures or rules, violations of safety procedures that are one of the causes of accidents at work.

This study explored the association between burnout and safety outcomes among nurses in a teaching hospital. The researcher assessed medication errors and sharp object injury incidents using self-reported questionnaires and incident occurrence reports (IORS). However, the cross-sectional design of the study does not confirm a causal link between variables. The research setting for this study was only one tertiary care institution; nevertheless, the results may be applicable to other large hospitals with similar characteristics and working process.

Conclusions

This study indicates that emotional exhaustion is a substantial problem among inpatient nurses and that it has a significant impact on patient and personnel safety. Identifying nurses with emotional exhaustion and providing appropriate support, including discussing mental health factors as part of Root Cause Analysis (RCA) should be considered for inclusion in policies to promote safety in healthcare services.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the nurse supervisors at Ramathibodi Hospital from the Main Building, Somdech Phra Debaratana Medical Center, and Queen Sirikit Medical Center, for their cooperation and for providing permission to collect the data. We would also like to thank all of the participants for generously taking time to provide information for this study.

Funding

None

Conflicts of interest

The authors certify that there are no conflicts of interest.

References

- Healthcare Accreditation Institute Information. Patient safety goals: SIMPLE Thailand 2018 [Internet]. Nonthaburi: Healthcare Accreditation Institute; c2019 [updated 2019] [cited 2020 Jan 20]. Available from: http://mrd-hss.moph.go.th/mrd1_hss/wp-content/uploads/2019/05/safety-goals.pdf
- Fathi A, Hajizadeh M, Moradi K, Zandian H, Dezhkameh M, Kazemzadeh S, et al. Medication errors among nurses in teaching hospitals in the west of Iran: what we need to know about prevalence, types, and barriers to reporting. *Epidemiol Health*. 2017;39:1-7.
- Salmasi S, Khan TM, Hong YH, Ming LC, Wong TW. Medication errors in the Southeast Asian countries: a systematic review. *PLoS one*. 2015;10:1-19.
- World Health Organization. Medication without harm - global patient safety challenge on medication safety. Geneva, Switzerland: World Health Organization;2017.
- Sharps Safety for Healthcare Settings | CDC [Internet]. Cdc.gov;2020 [cited 2020 Nov 26]. Available from: <https://www.cdc.gov/sharpsafety/index.html>
- Honda M, Chompikul J, Rattanapan C, Wood G, Klungboonkroong S. Sharps injuries among nurses in a Thai regional hospital: prevalence and risk factors. *Int J Occup Environ Med*. 2011;2:215-23.
- Reason J. Human error: models and management. *BMJ*. 2000;320(7237):768-70.
- Nantsupawat A, Nantsupawat R, Kunaviktikul W, Turale S, Poghosyan L. Nurse burnout, nurse-reported quality of care, and patient outcomes in Thai hospitals. *J Nurs Scholarsh*. 2016;48:83-90.
- Wang S, Yao L, Li S, Liu Y, Wang H, Sun Y. Sharps injuries and job burnout: a cross-sectional study among nurses in China. *Nurs Health Sci*. 2012;14:332-8.
- World Health Organization (WHO). Burn-out an “occupational phenomenon”: International classification of diseases [Internet]. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2019 [updated 2019] [cited 2019 Oct 30]. Available from: https://www.who.int/mental_health/evidence/burn-out/en
- Maslach C, Jackson SE, Leiter MP, Schaufeli WB, Schwab RL. Maslach burnout inventory. Palo Alto (CA): Consulting Psychologists Press; 1986.
- Aiken LH, Sloane DM, Clarke S, Poghosyan L, Cho E, You L, et al. Importance of work environments on hospital outcomes in nine countries. *Int J Qual Health Care*. 2011;23:357-64.
- AHRQ Patient Safety Network [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality; 2015. Burnout among health professionals and its effect on patient safety: Annual perspective 2015;2015 [cited 2019 Oct 30]; [about 3 screens]. Available from: <https://psnet.ahrq.gov/perspective/burnout-among-health-professionals-and-its-effect-patient-safety>.
- Hall LH, Johnson J, Watt I, Tsipa A, O'Connor DB. Healthcare Staff Wellbeing, Burnout, and Patient Safety: A Systematic Review. *PLoS One*. 2016;11:e0159015.
- Bujang MA, Sa'at N, Sidik T, Joo LC. Sample size guidelines for logistic regression from observational studies with large population: emphasis on the accuracy between statistics and parameters based on real life clinical data. *Malays J Med Sci*. 2018;25:122-30.
- Mental Health Center 7. Burnout questionnaire for healthcare personnel: the development of the burnout protection reinforcement system including care for the public health officers in the Mental Health Center 7 [Internet]. Khon Kaen: Mental Health Center 7;2017 [cited 2020 Jan 14];[about 3 screens]. Available from: <http://mhc7.go.th/wp-content/uploads/2017/09/แบบประเมินภาวะหมดไฟ-ฉบับเผยแพร่.pdf> [in Thai]
- About medical errors | NCC MERP [Internet]. [place unknown]: NCC MERP;c2019. About medication errors: What is a medication error?;c2019 [cited 2019 Oct

- 30];[about 1 screen]. Available from: <https://www.ncc-merp.org/about-medication-errors>
18. Health and social care services - sharps injuries [Internet]. [place unknown]: Health and Safety Executive;2019 [cited 2019 Oct 30];[about 2 screens]. Available from: <http://www.hse.gov.uk/healthservices/needlesticks/>
 19. Bursac Z, Gauss CH, Williams DK, Hosmer D. A purposeful selection of variables macro for logistic regression. *Source Code Biol Med*. 2007;173:1-5.
 20. Moghaddasi J, Mehralian H, Aslani Y, Masoodi R, Amiri M. Burnout among nurses working in medical and educational centers in Shahrekord, Iran. *Iran J Nurs Midwifery Res*. 2013;18:294-7.
 21. Maslach C, Schaufeli WB, Leiter MP. Job burnout. *Annu Rev Psychol*. 2001;52:397-422.
 22. Summawart S. Burnout among the staff nurses in Ramathibodi hospital (master's thesis). Nakon Pathom: Mahidol University; 1989. p. 87.
 23. Nantsupawat A, Nantsupawat R, Kulnaviktikul W, McHugh MD. Relationship between nurse staffing levels and nurse outcomes in community hospitals, Thailand. *Nurs Health Sci*. 2015;17:112-8.
 24. Hajibabae F, Joolae S, Peyravi H, Alijany-Renany H, Bahrani N, Haghani H. Medication error reporting in Tehran: a survey. *J Nurs Manag*. 2014;22:304-10.
 25. Kiyamaz D, Koc Z. Identification of factors which affect the tendency towards and attitudes of emergency unit nurses to make medical errors. *J Clin Nurs*. 2018;27:1160-9.
 26. Hobfoll SE, Halbesleben J, Neveu J-P, Westman M. Conservation of resources in the organizational context: the reality of resources and their consequences. *Annu Rev Organ Psychol Organ Behav*. 2018;5:103-28.
 27. Rudman A, Arborelius L, Dahlgren A, Finnes A, Gustavsson P. Consequences of early career nurse burnout: A prospective long-term follow-up on cognitive functions, depressive symptoms, and insomnia. *Eclinical-Medicine*. 2020;27:1-10.
 28. Linden DVD, Keijsers GPJ, Eling P, Schaijk RV. Work stress and attentional difficulties: an initial study on burnout and cognitive failures. *Work Stress*. 2005;19:23-36.
 29. Halbesleben JR. The role of exhaustion and workarounds in predicting occupational injuries: a cross-lagged panel study of health care professionals. *J Occup Health Psychol*. 2010;15:1-16.

ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะเหนื่อยหน่ายในการทำงานของพยาบาลประจำหอผู้ป่วยและผลลัพธ์ด้านความปลอดภัย ของโรงพยาบาลโรงเรียนแพทย์แห่งหนึ่งในประเทศไทย

ชนมณีภา วิฑูรสุต, ¹ วิชัย เอกพลากร, ¹ ณัฐธิดา ไพรพยอม² และ ณัฐญาณ วงศ์รัฐนันท์¹

¹ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน, ²งานอาชีพอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาริบัติ มหาวิทยาลัยมหิดล

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความชุกของภาวะความเหนื่อยหน่ายในการทำงานของพยาบาลประจำหอผู้ป่วย และความสัมพันธ์ระหว่างภาวะเหนื่อยหน่ายในการทำงานกับความผิดพลาดทางยาและอุบัติเหตุจากของมีคม ทั้งจากแบบรายงานตนเองและจากระบบรายงานอุบัติการณ์ (IOR)

วิธีการ การศึกษาแบบภาคตัดขวางในพยาบาลประจำหอผู้ป่วย 1,464 คน ของโรงพยาบาลโรงเรียนแพทย์แห่งหนึ่ง เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามรายงานตนเอง ซึ่งประกอบด้วย 1) ข้อมูลส่วนบุคคล 2) แบบประเมินภาวะเหนื่อยหน่ายในการทำงาน 3) ข้อมูลการรายงานตนเองด้านความผิดพลาดทางยาและอุบัติเหตุจากของมีคม รวมทั้งเก็บข้อมูลอุบัติการณ์ย้อนหลัง 1 ปี จากระบบ IOR วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบผสมและการวิเคราะห์ถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลการศึกษา มีพยาบาลประจำหอผู้ป่วย 702 คน เข้าร่วมการศึกษานี้ ผลการศึกษาพบว่า พยาบาลประจำหอผู้ป่วยมีคะแนนด้านความอ่อนล้าทางอารมณ์และด้านการลดความเป็นบุคคลอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 27 และร้อยละ 13 ตามลำดับ ทั้งนี้ มีพยาบาลเพียงหนึ่งท่านที่มีคะแนนด้านความสำเร็จส่วนบุคคลอยู่ในระดับต่ำ โดยความอ่อนล้าทางอารมณ์ในระดับสูง มีความสัมพันธ์กับความผิดพลาดทางยาและอุบัติเหตุจากของมีคมจากแบบรายงานตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ORadj 1.90, 95%CI 1.1-3.2 และ ORadj 3.12, 95%CI 1.2-7.9 ตามลำดับ) และทุก ๆ 1 คะแนน ด้านความอ่อนล้าทางอารมณ์ที่เพิ่มขึ้น อัตราการรายงานอุบัติการณ์ด้านอุบัติเหตุจากของมีคมในระบบ IOR เพิ่มขึ้นร้อยละ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สรุป ความอ่อนล้าทางอารมณ์สามารถพบได้ในพยาบาลประจำหอผู้ป่วย และมีผลกระทบต่อความปลอดภัยของทั้งผู้ป่วยและพยาบาล ดังนั้น การค้นหาพยาบาลที่มีความอ่อนล้าทางอารมณ์และดำเนินการช่วยเหลือ อาจถูกพิจารณาเป็นหนึ่งนโยบายเพื่อส่งเสริมความปลอดภัยในสถานพยาบาล **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(3):325-34. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.29**

คำสำคัญ: ภาวะเหนื่อยหน่ายในการทำงาน พยาบาลประจำหอผู้ป่วย ความผิดพลาดทางยา อุบัติเหตุจากของมีคม ผลลัพธ์ด้านความปลอดภัย

นิพนธ์ต้นฉบับ

การเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไป กับชนิดพิเศษ

เอี่ยมพร พูนกล้า, จารุพงษ์ พรหมวิทักษ์, ศุภกิจ เวชพานิช และ ชื่นฤทัย ยี่เขียน

โรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา จังหวัดชลบุรี

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปไปสีลาเวนเดอร์กับหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงิน

วิธีการ ทำการศึกษาในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่สัมผัสกับตะกั่วในจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกของประเทศไทย จำนวน 22 ราย ผู้วิจัยเริ่มเก็บข้อมูลโดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล หลังจากนั้นกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการเจาะเลือดประมาณ 7-8 มล. แล้วแบ่งเลือดที่ได้ใส่หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดในปริมาณที่เท่า ๆ กัน ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์หาระดับตะกั่วต่อไป

ผลการศึกษา ค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปไปสีลาเวนเดอร์และหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินมีค่าเท่ากับ 33.74 ± 27.18 และ 35.94 ± 28.77 มคก./ดล. ตามลำดับ และมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองนี้เท่ากับ 2.20 ± 6.39 มคก./ดล. ($p = 0.121$) แต่จากตัวอย่างเลือดทั้งหมด 22 ตัวอย่าง มี 2 ตัวอย่างที่มีระดับตะกั่วแตกต่างกันระหว่างหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดเกิน 2 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผิดปกติ (outlier) และเมื่อทำการตัดเอาตัวอย่างทั้งสองนี้ออก แล้ววิเคราะห์ผลการศึกษาอีกครั้งพบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปไปสีลาเวนเดอร์และหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินมีค่าเท่ากับ 32.11 ± 27.67 และ 32.61 ± 27.47 มคก./ดล. ตามลำดับ และมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิด เท่ากับ 0.50 ± 3.20 มคก./ดล. ($p = 0.494$)

สรุป ระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดสามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้ในการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์หาระดับตะกั่ว **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(3):335-44. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.30**

คำสำคัญ: หลอดเก็บเลือด ระดับตะกั่วในเลือด ผู้ทำงานสัมผัสตะกั่ว

บทนำ

ตะกั่วได้รับการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม (1) สี (2) งานพิมพ์ (3) และกระสุนปืน (4) เป็นต้น หลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่ ผู้ประกอบอาชีพในสถานประกอบการประเภท

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ: เอี่ยมพร พูนกล้า, พบ., โรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110, ประเทศไทย
อีเมล: ueampohn@gmail.com



วันรับเรื่อง 2 กุมภาพันธ์ 2564, วันส่งแก้ไข 2 มีนาคม 2564, วันยอมรับการตีพิมพ์ 21 เมษายน 2564

ต่าง ๆ เหล่านี้มีโอกาสสัมผัสกับตะกั่วซึ่งสามารถก่อให้เกิดพิษต่ออวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายได้ (1,5) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องได้รับการเฝ้าระวังภาวะสุขภาพ โดยการประเมินการรับสัมผัสกับตะกั่วเป็นระยะ ๆ ด้วยตัวชี้วัดทางชีวภาพที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับ นั่นคือ ระดับตะกั่วในเลือด (6) สอดคล้องกับกฎกระทรวงแรงงานที่กำหนดให้นายจ้างต้องจัดให้มีการตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงด้านสารเคมีให้กับลูกจ้างอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือในกรณีที่มีลักษณะหรือสภาพงานที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยเสี่ยงนั้น มีความจำเป็นต้องตรวจสุขภาพตามระยะเวลาอื่นให้นายจ้างจัดให้มีการตรวจสุขภาพตามระยะเวลาอื่น เพื่อเฝ้าระวังภาวะสุขภาพ ค้นหาโรคในระยะเริ่มต้นและใช้เป็นข้อมูลในการประเมินมาตรการควบคุมด้านอาชีวอนามัยต่าง ๆ ที่สถานประกอบการกิจการดำเนินการอยู่

กรมควบคุมโรค (7) กระทรวงสาธารณสุข ได้จัดทำข้อเสนอแนะทางวิชาการสำหรับการเฝ้าระวังภาวะสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพที่สัมผัสกับตะกั่วคือ ระดับตะกั่วในเลือดไม่ควรเกิน 30 มคก./ดล. โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาระดับตะกั่วในเลือดต้องได้รับการยอมรับตามมาตรฐานสากลว่า สามารถใช้วิเคราะห์หาโลหะดังกล่าวได้อย่างแม่นยำ และยังมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดว่าต้องควบคุมวิธีการเจาะเลือดโดยใช้เข็มและหลอดเก็บเลือดชนิดที่ไม่มีตะกั่วเจือปน และมีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดชนิด ethylenediamine tetra-acetic acid (EDTA) หรือ heparin อย่างใดอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติที่นิยมในประเทศไทย คือ ใช้หลอดเก็บเลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดชนิด EDTA สีลาเวนเดอร์ (lavender) มากกว่าหลอดเก็บเลือดที่เป็นมาตรฐานชนิดพิเศษสีน้ำเงิน (royal blue) เนื่องจากราคาถูกกว่า อย่างไรก็ตาม

โดยวัตถุประสงค์หลักแล้ว หลอดเก็บเลือดสีลาเวนเดอร์ผลิตสำหรับใช้บรรจุเลือดเพื่อการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาทั่วไป (general hematological analysis) ไม่ใช่สำหรับบรรจุเลือดเพื่อการวิเคราะห์หาโลหะหนักเพราะอาจมีการปนเปื้อนของโลหะหนักได้

จากงานวิจัยในประเทศไทยล่าสุด (8) พบการปนเปื้อนตะกั่วในหลอดเก็บเลือดที่ใช้โดยทั่วไปสีลาเวนเดอร์โดยการปนเปื้อนพบได้ตั้งแต่ 0.009-3.406 มคก./ดล. และมีความเข้มข้นอยู่ที่ประมาณ 0.07 มคก./ดล. ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยฉบับหนึ่ง (9) ที่พบการปนเปื้อนของโลหะต่าง ๆ เช่น สังกะสี ตะกั่วและแคดเมียมในหลอดเก็บเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามที่กล่าวมานี้แสดงให้เห็นว่าหลอดเก็บเลือดมีความสำคัญที่อาจก่อให้เกิดการรายงานผลตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The Centers for Disease Control and Prevention: CDC) ได้กำหนดมาตรฐาน (10) การเก็บเลือดเพื่อส่งตรวจหาระดับตะกั่ว โดยแนะนำว่าสามารถใช้หลอดเก็บเลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดชนิด EDTA สีลาเวนเดอร์ได้ แต่ควรมีการตรวจสอบการปนเปื้อนของสารตะกั่วก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง ซึ่งไม่ควรมีตะกั่วปนเปื้อนในหลอดเก็บเลือดเกิน 0.5 มคก./ดล. ในกรณีที่ไม่สามารถตรวจหาการปนเปื้อนของโลหะก่อนนำมาใช้งานได้ แนะนำให้ใช้หลอดเก็บเลือดที่ได้รับการรับรองว่าไม่มีสารโลหะปนเปื้อนคือ หลอดเก็บเลือดสีน้ำเงิน (royal blue top tube) หรือหลอดเก็บเลือดที่ไม่มีสารตะกั่วปนเปื้อนคือ หลอดเก็บเลือดสีน้ำตาล (tan top tube)

แต่อย่างไรก็ดีมีงานวิจัยในต่างประเทศฉบับหนึ่ง (11) ทำการศึกษาเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสี

ลาเวนเดอร์กับระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดที่ได้รับการรับรองว่าผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ไม่มีการปนเปื้อนของสารตะกั่ว พบว่า ระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดมีค่าไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นว่า มีการศึกษาหลอดเก็บเลือดที่ใช้วิเคราะห์โลหะในเลือดของประเทศไทยพบการปนเปื้อนของตะกั่วในหลอดเก็บเลือดที่ใช้ทั่วไปจริง แต่ก็มีการศึกษาในต่างประเทศพบว่าระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดที่ใช้ทั่วไปสีลาเวนเดอร์และหลอดเก็บเลือดที่ได้รับการรับรองว่าไม่มีตะกั่วปนเปื้อนนั้นไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจากผลการศึกษาที่แตกต่างกันและข้อมูลเกี่ยวกับหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดที่มีอยู่อย่างจำกัด และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงมาตรฐานการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดของประเทศไทย ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์กับหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินในผู้ประกอบอาชีพสัมผัสกับตะกั่วในจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย

วิธีการ

รูปแบบการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบ Cross-sectional analytic study

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นลูกจ้างในสถานประกอบการแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยที่มีการทำงานสัมผัสกับตะกั่ว ซึ่งคำนวณกลุ่มตัวอย่าง ด้วยสมการ

$$n = \frac{2(Z+\beta)^2 \sigma^2}{d^2}$$

n คือ จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่มของหลอดเก็บเลือดแต่ละชนิด

σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษ เท่ากับ 0.97 มคก./ดล. (5)

Z^2 คือ ระดับนัยทางสถิติ เท่ากับ 1.96

$Z\beta$ คือ อำนาจการทดสอบ เท่ากับ 0.84

d = ความต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.7 มคก./ดล. (11)

เมื่อแทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการจะได้

$$n = 2(1.96+0.84)^2 (0.97)^2 / 0.72 = 30 \text{ ราย}$$

เกณฑ์การคัดเลือก ลูกจ้างในสถานประกอบการที่ทำงานสัมผัสกับตะกั่วมานานมากกว่า 1 เดือน

เกณฑ์การคัดออก ไม่มีเกณฑ์คัดออก

การสุ่มตัวอย่าง

ทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธี Convenient sampling ซึ่งสถานประกอบการที่ผู้วิจัยเข้าไปดำเนินการโครงการวิจัย มีจำนวนลูกจ้างประมาณ 100 ราย ผู้วิจัยเข้าไปประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับรายละเอียดของโครงการวิจัยแก่ลูกจ้างที่สนใจ และมีลูกจ้างที่ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งสิ้น 22 ราย

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไป สีลาเวนเดอร์ BD Vacutainer tube® 3 มล.; 1 Becton Drive, Franklin Lakes เคลือบภายในด้วยสารกันเลือดแข็งตัว K2EDTA

2. หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงิน BD Vacutainer trace element tube® 6 มล.; 1 Becton Drive, Franklin lakes เคลือบภายในด้วยสารกันเลือดแข็งตัว K2EDTA

3. กระบอกฉีดยา NIPRO® disposal syringe ขนาด 10 มล.

4. เข็มเจาะเลือด NIPRO® hypodermic

needle ขนาด 21 gauge

5. สำลีชุบ 70% ethyl alcohol (alcohol cotton ball)

6. ถุงมือยางลาเทกซ์ใช้แล้วทิ้ง (disposable latex gloves)

เครื่องมือที่ใช้

แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย ข้อมูล เพศ อายุ โรคประจำตัว ประวัติการสูบบุหรี่ ชั่วโมงการทำงานต่อวัน และอายุการทำงาน

สถานที่ดำเนินการวิจัย

สถานที่ที่ใช้ในการเจาะเลือดคือ ห้องประชุมของสถานประกอบกิจการอยู่ในสำนักงานที่ตั้งแยกออกมาจากโรงผลิต ซึ่งระดับตะกั่วเฉลี่ยในบรรยากาศของห้องประชุมไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม. ตามมาตรฐานที่กระทรวงแรงงานประกาศกำหนดและเก็บตัวอย่างโดยนักเทคนิคการแพทย์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการประชาสัมพันธ์แก่ลูกจ้างในสถานประกอบกิจการที่ทำงานสัมผัสตะกั่วได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ และวิธีการดำเนินงานวิจัยอย่างละเอียด รวมถึงได้ตอบข้อซักถามที่สงสัยเกี่ยวกับงานวิจัยแก่ลูกจ้างที่สนใจ เมื่อลูกจ้างแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยจึงให้ทำการตอบแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล และลงลายมือชื่อในเอกสารยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย ก่อนเข้าสู่กระบวนการเก็บตัวอย่างเลือด ทั้งนี้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พยายามควบคุมปัจจัยที่อาจมีผลทำให้ระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าความเป็นจริง เริ่มควบคุมตั้งแต่ 1) ก่อนการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด ผู้วิจัยทำการเลือกสถานที่ที่มีระดับตะกั่วในบรรยากาศน้อยกว่ามาตรฐานกำหนด การ

เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้โดยทั่วไปในการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือด 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด ผู้วิจัยเลือกตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) ที่ห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดการเก็บเลือดดังนี้

วิธีการเจาะเลือด

1. นักเทคนิคการแพทย์ระดับต้นแขนผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยสายรัด
2. เช็ดผิวหนังบริเวณข้อพับแขน โดยใช้ปากคีบจับสำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดวนเป็นวงกลมจากศูนย์กลางออกสู่ด้านนอก
3. รोजनแอลกอฮอล์แห้งแล้วจึงแทงเข็มเจาะเลือดเข้าหลอดเลือดดำบริเวณข้อพับแขน
4. ดูดเลือดเข้าสู่กระบอกฉีดยาประมาณ 7-8 มล. ถอนเข็มออกแล้วแบ่งเลือดที่ได้ใส่หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดในปริมาณที่เท่า ๆ กัน ในการแบ่งเลือดทดลองเก็บเลือดทั้งสองชนิดไม่มีการควบคุมว่า แบ่งใส่หลอดเก็บเลือดชนิดใดก่อน และไม่มีการเปลี่ยนเข็มก่อนแบ่งเลือดทดลองเก็บเลือด
5. เอียงหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดขึ้นลงซ้ำ ๆ 6-8 ครั้ง เพื่อผสมสารกันเลือดแข็งตัวกับเลือดให้เข้ากัน
6. นำตัวอย่างเลือดในหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดไปทำการวิเคราะห์หาระดับตะกั่ว ด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) ที่ห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร ซึ่งผ่านการรับรองมาตรฐาน ISO 15189:2012 ISO 15190:2003 ISO 22870:2016 และ ISO/IEC 17025:2005

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Package for Social Science (SPSS) version 22 หากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ เพศ โรคประจำตัว การสูบบุหรี่ วิเคราะห์และแสดงผลในรูปจำนวนและร้อยละ หากเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ระดับตะกั่วในเลือด อายุ ชั่วโมงการทำงานต่อวัน อายุการทำงาน วิเคราะห์และแสดงผลในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิด วิเคราะห์ผลด้วย Paired t-test

จริยธรรมวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาด้านจริยธรรมในการวิจัยของโรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา สภากาชาดไทย เลขที่ 53/2562

ผลการศึกษา

ก่อนเริ่มดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้คำนวณหาจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องใช้ในการศึกษาคั้งนี้ ได้เท่ากับ 30 ตัวอย่างแต่เมื่อดำเนินการวิจัย มีจำนวนพนักงานที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยเพียงแค่ 22 ตัวอย่างเท่านั้นโดยแบ่งเป็นเพศชายจำนวน 17 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 77.3 เพศหญิง 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 22.7 อายุกลุ่มตัวอย่างเฉลี่ยอยู่ที่ 33 ปี (SD=6.86) กลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีโรคประจำตัวคิดเป็นร้อยละ 81.8 และที่มีโรคประจำตัวคิดเป็นร้อยละ 18.2 ซึ่งประกอบด้วย ความดันโลหิตสูง คิดเป็นร้อยละ 9.1 (2 ตัวอย่าง) ไมเกรน คิดเป็นร้อยละ 4.5 (1 ตัวอย่าง) และโรคไทรอยด์ คิดเป็นร้อยละ 4.5 (1 ตัวอย่าง) กลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่ คิดเป็นร้อยละ 45.5 ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ย

ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ที่ 8.86 ชั่วโมงต่อวัน (SD=0.94) และอายุการทำงานในโรงงานเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างอยู่ที่ 3.5 ปี (SD=1.91) ดังตารางที่ 1

การทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk Test ($p = 0.00$) พบว่าข้อมูลนี้เป็นการกระจายแบบไม่ปกติ แต่อย่างไรก็ตามจากการทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลด้วย Levene's test for equality of variances พบว่า ความแปรปรวนของระดับตะกั่วระหว่างเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์และหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินนั้นไม่แตกต่างกัน ($p = 0.728$) ดังนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Paired t-test แสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า ระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน และมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (mean difference) ระดับตะกั่วเท่ากับ $2.20 \pm$

ตารางที่ 1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	17	77.3
หญิง	5	22.7
โรคประจำตัว		
ไม่มีโรคประจำตัว	18	81.8
มีโรคประจำตัว	4	18.2
การสูบบุหรี่		
ไม่สูบบุหรี่	12	54.5
สูบบุหรี่	10	45.5
ข้อมูลส่วนบุคคล	ค่าเฉลี่ย (mean)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
อายุ (ปี)	33.86	6.86
การทำงานต่อวัน (ชั่วโมง)	8.86	0.94
อายุการทำงาน (ปี)	3.51	1.91

6.39 มกค./ดล. ($p = 0.121$)

จากตัวอย่างเลือด จำนวนทั้งสิ้น 22 ตัวอย่าง มี 2 ตัวอย่าง ที่ระดับตะกั่วแตกต่างกันถึง 15.8 และ 22.7 มกค./ดล. ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลที่ผิดปกติ โดยทั้ง 2 ตัวอย่างนี้ พบว่าเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินมีระดับตะกั่วสูงกว่าเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์ ดังตารางที่ 3

ถ้าหากตัดเอาข้อมูลที่ผิดปกติ ออกแล้วนำข้อมูลที่เหลือมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วและ

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้ง 2 ชนิดได้ผลดังตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 พบค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกัน โดยเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์มีค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วเท่ากับ 32.11 ± 27.67 มกค./ดล. และเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินมีค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วเท่ากับ 32.61 ± 27.47 มกค./ดล. ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองอยู่ที่ 0.50 ± 3.20 มกค./ดล. ($p = 0.494$)

ตารางที่ 2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับตะกั่วในเลือดระหว่างเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์และเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงิน (n=22)

	เลือดที่เก็บโดย หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไป สีลาเวนเดอร์	เลือดที่เก็บโดย หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษ สีน้ำเงิน	
Mean blood lead level (mcg/dl)	33.74 ± 27.18	35.94 ± 28.77	
Mean difference (mcg/dl)	2.20 ± 6.39	p-value	0.121

ตารางที่ 3. ตัวอย่างที่เป็นข้อมูลที่ผิดปกติ (outlier)

	เพศ	อายุ	อายุการทำงาน (ปี)	โรคประจำตัว	ความแตกต่าง (mcg/dl)
ตัวอย่างที่ 1	ชาย	46	5	ไม่มี	22.7
ตัวอย่างที่ 2	ชาย	22	1.5	ไม่มี	15.8

ตารางที่ 4. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับตะกั่วในเลือดและความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยระหว่างเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้ง 2 ชนิดโดยไม่รวมข้อมูลที่ผิดปกติ (outlier) (n=20)

	เลือดที่เก็บโดย หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไป สีลาเวนเดอร์	เลือดที่เก็บโดย หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษ สีน้ำเงิน	
Mean blood lead level (mcg/dl)	32.11 ± 27.67	32.61 ± 27.47	
Mean difference (mcg/dl)	0.50 ± 3.20	p-value	0.494

วิจารณ์

การเฝ้าระวังภาวะสุขภาพลูกจ้างที่ทำงานสัมผัสตะกั่ว มีกฎหมายแนะนำให้ตรวจสุขภาพอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยการตรวจสุขภาพดังกล่าวต้องมีความแม่นยำในทุกขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ การเก็บตัวอย่าง การขนส่ง ตลอดจนการวิเคราะห์ผล สำหรับหลอดเก็บเลือดที่ใช้บรรจุเลือดสำหรับวิเคราะห์หาระดับตะกั่วในเลือดที่กรมควบคุมโรค (7) กระทรวงสาธารณสุข แนะนำนั้น ควรใช้หลอดเก็บเลือดที่เคลือบผิวด้านในด้วยสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดชนิด EDTA หรือ Heparin อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับกับแนวปฏิบัติการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดโดยใช้เครื่องมือแบบพกพา (Guidelines for measuring lead in blood using point of care instruments) (10) ของ CDC ซึ่งได้แนะนำให้เพิ่มเติมว่า การเก็บเลือดเพื่อวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดควรใช้หลอดเก็บเลือดชนิดที่ไม่มีตะกั่วปนเปื้อนชนิดสีน้ำตาล (Tan/Brown top tube) หรือหลอดเก็บเลือดที่ไม่มีโลหะปนเปื้อนชนิดสีน้ำเงิน เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนของผลการตรวจ

อย่างไรก็ดี จากการศึกษาของผู้วิจัยในครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันของระดับตะกั่วระหว่างเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์กับเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงิน โดยค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดแตกต่างกันอยู่ที่ 2.20 ± 6.39 มกค./ดล. และหากตัดเอาข้อมูลที่เกิดปฏิกิริยาออก จะพบว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยดังกล่าวจะอยู่ที่ 0.50 ± 3.20 มกค./ดล. ($p = 0.494$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Esernio-Jenssen และคณะ (11) ที่ทำการศึกษเปรียบเทียบระดับตะกั่วระหว่างเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดที่

เคลือบด้วย K2EDTA สีลาเวนเดอร์กับเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดที่เคลือบด้วย K2EDTA และได้รับการรับรองว่ามีระดับตะกั่วปนเปื้อนในหลอดเก็บเลือด < 0.25 มกค./ดล. โดยทำการเจาะเลือดจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 62 ตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดสีลาเวนเดอร์เท่ากับ 6.7 ± 0.97 มกค./ดล. และค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดที่มีตะกั่วปนเปื้อนน้อยมีค่าเท่ากับ 6.9 ± 0.97 มกค./ดล. ค่าเฉลี่ยทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ที่ 0.7 ± 0.18 มกค./ดล.

จากการวิจัยครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งหมด 22 ราย ดำเนินการเก็บเลือดจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์กับหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินพบว่า มี 2 ตัวอย่างที่มีความแตกต่างระหว่างระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดทั้ง 2 ชนิด เกินสองเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งเป็นข้อมูลที่ผิดปกติ โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดข้อมูลส่วนบุคคลของ 2 ตัวอย่างนี้พบว่าเป็นเพศชาย ปัจจุบันทำงานฝ่ายผลิตที่โรงงานหลอมแบตเตอรี่เก่าแห่งเดียวกันและในวันที่ผู้วิจัยเข้าไปเจาะเลือดตัวอย่างทั้งสองรายนี้เพิ่งเลิกงานจากการทำงานกะดึกและเมื่อตรวจสอบกับเจ้าหน้าที่อาชีวอนามัยและความปลอดภัยของโรงงานพบว่า ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานบริเวณฝ่ายผลิตมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงแรงงานกำหนดอาจเป็นเพราะสาเหตุนี้จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของตะกั่วตามร่างกายของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้ง 2 ราย ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณซอกมุมของข้อพับที่ใช้ในการเจาะเลือด ถึงแม้ว่าเจ้าหน้าที่จะเช็ดทำความสะอาดบริเวณที่เจาะเลือดด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์หมუნวน 8-10 ครั้ง ก่อนทำการเจาะเลือด ก็อาจไม่

พอเพียงทำให้ผิวหนังบริเวณข้อพับสะอาดปราศจากการปนเปื้อนของตะกั่ว เมื่อทำการเจาะเลือดแล้ว จึงเกิดการปนเปื้อนของตะกั่วบริเวณปลายเข็มเจาะเลือด และเมื่อแบ่งเลือดลงหลอดเก็บเลือดชนิดแรก ตะกั่วที่ปนเปื้อนที่ปลายเข็มเจาะเลือดอาจตกลงไปในเลือดมากกว่าหลอดเก็บเลือดชนิดที่สองทำให้ผลการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดแตกต่างกันเกินที่ยอมรับได้

จากงานวิจัยฉบับนี้ เมื่อพิจารณาผลการศึกษา ตัวอย่างเลือดทั้ง 22 ตัวอย่าง พบว่า ระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์สูงกว่าระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินจำนวน 7 ตัวอย่าง ในขณะที่ระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินสูงกว่าระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์จำนวน 15 ตัวอย่าง ซึ่งระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดแตกต่างกันในแต่ละบุคคลนั้นสาเหตุอาจเกิดจากการเช็ดทำความสะอาดบริเวณเจาะเลือดไม่เพียงพอ ทำให้เมื่อแบ่งเลือดลงหลอดเก็บเลือดชนิดแรกอาจทำให้เกิดการปนเปื้อน ส่งผลให้การวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดแตกต่างกันได้

ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้ คือ จำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่าที่ประมาณการไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อตัดข้อมูลที่ผิดปกติออก ส่งผลให้ type II error เพิ่มขึ้นและ power of test ลดลง ดังนั้นข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปคือ ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น ควรตรวจสอบการปนเปื้อนตะกั่วในหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดด้วยน้ำ Deionized (8) กรดอะซิติกเจือจาง (12) หรือกรดไนตริกเจือจาง (12) ก่อนนำมาใช้ในการวิจัย ควรมีการทำความสะอาดบริเวณข้อพับให้เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่งเลิกกะทำงานที่สัมผัสตะกั่ว

อาจจำเป็นต้องฟอกสบู่ก่อนเก็บตัวอย่าง (13) ควรมีการแบ่งเลือดตามลำดับหลอดเก็บเลือดที่ได้รับ การรับรองว่าไม่มีตะกั่วปนเปื้อนก่อนตามด้วยหลอดเก็บเลือดที่ใช้ทั่วไปเหมือนกันทุกราย ควรมีการเปลี่ยนเข็มเจาะเลือดก่อนแบ่งเลือดใส่ในหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิด ควรมีการศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์ (cost benefit) จากการใช้หลอดเก็บเลือดสีลาเวนเดอร์ ควรศึกษาจำแนกระดับตะกั่วในเลือดเป็นระดับสูง กลาง ต่ำ วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างหลอดเก็บเลือดทั้งสอง เพื่อได้ข้อมูลที่แม่นยำว่า หลอดเก็บเลือดสามารถใช้แทนกันได้ในทุกระดับ และควรมีการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดของกลุ่มที่ผิดปกติ ซ้ำอีกครั้ง

สรุป

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์และหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดสามารถใช้หลอดเก็บเลือดชนิดสีลาเวนเดอร์แทนหลอดเก็บเลือดชนิดสีน้ำเงินได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณพนักงานทุกท่านอย่างยิ่งที่สมัครใจเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Chaivatcharaporn K. Lead poisoning clinical presentations and treatment outcomes of battery manufacturing workers. Thai J Toxicol. 2016;31:25-8.
2. Muller C, Sampson RJ, Winter AS. Environmental inequality: the social causes and consequences of lead exposure. Annual Review

- of Sociology. 2018;44:263-82.
3. Decharat S. Lead exposure and hygiene in printing workers in Southern, Thailand. *Thai J Toxicol.* 2016;31:9-24.
 4. Weiss D, Lee D, Feldman R, Smith KE. Severe lead toxicity attributed to bullet fragments retained in soft tissue. *BMJ Case Rep.* 2017;2017:bcr2016217351.
 5. Thuppil V, Tannir S. Treating lead toxicity: possibilities beyond synthetic chelation. *JKIMSU.* 2013;2:4-31.
 6. Notification of Ministry of Industry. Industry product standards Guidelines for health examination according to chemical and physical risk factors from occupation in the workplace B.E.2555 [Internet]. 2012 [cited 2020 Nov 3]. Available from: <http://ohnde.buu.ac.th/upload/file/upload834de9acb47a0f7080d-876c7a7413d52.PDF>
 7. Department of Disease Control. Thai biological exposure indices: Thai BEIs [Internet]. 2014 [cited 2020 Nov 5]. Available from: <http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/hotissue/Thai%20BEIs/Thai%20BEIs.pdf>
 8. Wechpanich S, Thammarat P. A survey of metal concentration in blood collection tubes on toxicology assays. *BKK Med J.* 2017; 13:5-10.
 9. Nackowski SB. Trace metal contamination of evacuated blood collect tubes. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1977;38:503-8.
 10. The Centers for Disease Control and Prevention [Internet]. Guidelines for measuring lead in blood using point of care instruments. 2013 [cited 2020 Jan 2]. Available from: https://www.cdc.gov/nceh/lead/acclpp/20131024_pocguidelines_final.pdf
 11. Esernio-Jenssen, BushV, ParsonsPJ. Evaluation of vacutainer plus low lead tubes for blood lead and erythrocyte protoporphyrin testing. *Clin Chem.* 1999;45:148-50.
 12. Parson PJ, Chisolm JJ. The lead laboratory [Internet]. 1997 [cited 2020 Jun 15]. Available from: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.649.3963&rep=rep1&type=pdf>.
 13. Parsons PJ, Reilly AA, Esernio-Jenssen D. Screening children exposed to lead: an assessment of the capillary blood lead fingerstick test. *Clin Chem.* 1997;43:302-11.

Comparison of lead levels in blood collected by using general and special tubes

Poonkla U, Brohmwitak C, Wechapanich S and Yeekian C
Queen Savang Vadhana Memorial Hospital, Chonburi

Objectives The objective of this study was to compare the lead levels in blood samples from two types of collection tubes: general blood collection tubes (lavender top tubes) and special blood collection tubes (royal blue-top tubes).

Methods A total of 22 samples were harvested from lead-exposed workers in the eastern region of Thailand. General demographic data of the participants was gathered by questionnaires, after which approximately 7-8 milliliters of venous blood was taken and equally divided into the two types of tubes. The samples were then analyzed using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) to measure the lead levels.

Results The study found no statistically significant difference between the mean values of the lead level in the blood collected in the two types of tubes. The serial mean blood lead level of the general and special tubes were 33.74 ± 27.18 mcg/dL and 35.94 ± 28.77 mcg/dL, respectively. The difference in serial mean blood lead levels in the two types of tubes was 2.20 ± 6.39 mcg/dL ($p = 0.121$). Of the 22 blood samples, there were 2 samples in which lead levels in both types of collection tubes differed by more than two standard deviations and were considered outliers. When the two outliers were excluded and the data reanalyzed, the mean lead level in blood collected in general blood collection tubes and that collected in special blood collection tubes was 32.11 ± 27.67 mcg/dL and 32.61 ± 27.47 mcg/dL, respectively. The mean difference after excluding the outliers was only 0.50 ± 3.20 mcg/dl ($p = 0.494$).

Conclusions Lead levels in blood collected using the two types of collection tubes were not statistically different, indicating that the different types of blood collection tubes can be used interchangeably. *Chiang Mai Medical Journal* 2021;60(3):335-44. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.30

Keywords: blood collection tubes, Blood lead levels, Lead exposed workers

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละออง PM_{2.5} รายวันในอากาศกับการมารับการรักษาด้วยโรกระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือด ณ โรงพยาบาลราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี

สุทธิศักดิ์ เต็นดวงใจ,¹ พงศ์เทพ วิวรรณะเดช² และ วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี³

¹หน่วยอายุชีวเวชศาสตร์ กองตรวจโรคผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า, ²ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ³ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 2.5 ไมครอนลงมา (Particulate matter 2.5 micrometers or less in diameter : PM_{2.5}) รายวัน ในพื้นที่อำเภอเมืองราชบุรีกับการมารับการรักษาด้วยโรกระบบการหายใจ และระบบหัวใจและหลอดเลือด ที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรี

วิธีการ เป็นการศึกษาแบบอนุกรมเวลา โดยใช้ข้อมูลระดับมลพิษอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ ข้อมูลอุบัติเหตุจากกรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลเวชระเบียนของผู้ที่มาแผนกฉุกเฉิน ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม 2557 ถึง 30 เมษายน 2563 วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Generalized Linear Model

ผลการศึกษา ระดับ PM_{2.5} ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา (Particulate matter 10 micrometers or less in diameter : PM₁₀) ก๊าซโอโซน (O₃) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) มีค่าเฉลี่ยและสูงสุดรายวันเกินมาตรฐาน โดย PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันเกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษเฉลี่ยปีละ 37 ± 11 วัน และเกินมาตรฐานองค์การอนามัยโลกเฉลี่ยปีละ 137 ± 36 วัน ผู้ป่วยที่มาแผนกฉุกเฉินมีทั้งหมด 38,377 ครั้ง โดยเป็นโรกระบบการหายใจ 26,762 ครั้งและโรกระบบหัวใจและหลอดเลือด 16,345 ครั้ง และในภาพรวมระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันที่เพิ่มขึ้นทุก 10 มกค./ม³ สัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์ (incidence rate ratio : IRR) การมารับการรักษาด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น 1.06 เท่า (95% CI 1.01-1.11) ที่ 1 วันถัดไป โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น 1.04 เท่า (95% CI 1.02-1.07) ที่ 6 วันถัดไป และกลุ่มอายุ 0-14 ปี และกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไปที่มีโรคประจำตัวมีความสัมพันธ์ที่มากกว่าประชากรทั่วไป

สรุป ฝุ่นละออง PM_{2.5} รายวันในพื้นที่อำเภอเมืองราชบุรีมีระดับสูงเกินมาตรฐาน และมีความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรกระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือดที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยงสูง จึงมีข้อเสนอแนะว่า ควรมีมาตรการควบคุมแหล่งกำเนิด PM_{2.5} อย่างเคร่งครัดและต่อเนื่อง และในช่วงเวลาที่ระดับมลพิษอากาศสูงขึ้น หน่วยงานสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องควรสื่อสารความเสี่ยงและให้คำแนะนำกับประชาชนโดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยงสูงในการปฏิบัติตนเองเพื่อลดการสัมผัส PM_{2.5} และโรงพยาบาลควรเตรียมทรัพยากรเพื่อรองรับกับจำนวนผู้ป่วยที่อาจเพิ่มขึ้นด้วย **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(3): 345-58. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.31**

คำสำคัญ: ฝุ่นละออง PM_{2.5} หัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน หลอดเลือดสมองตีบ ปอดอักเสบ ไข้หวัดใหญ่ หอบหืดกำเริบ ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ: สุทธิศักดิ์ เต็นดวงใจ, พบ., หน่วยอายุชีวเวชศาสตร์ กองตรวจโรคผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400, ประเทศไทย
อีเมล: suttisak.lukesp@outlook.com



วันรับเรื่อง 5 กุมภาพันธ์ 2564, วันส่งแก้ไข 24 มีนาคม 2564, วันยอมรับการตีพิมพ์ 7 เมษายน 2564

บทนำ

มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและส่งผลต่อสุขภาพของประชากรทั่วโลก โดยในปี พ.ศ. 2559 เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรถึง 4.2 ล้านคนจากทั่วโลก (1) ซึ่งมีปัจจัยหลักคือ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ซึ่งองค์การอนามัยโลกระบุว่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ไม่มีระดับที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ (1) มีองค์ประกอบแตกต่างกันขึ้นกับแหล่งกำเนิดของแต่ละพื้นที่ โดยฝุ่นเข้าสู่ร่างกายผ่านการหายใจและแพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยของถุงลม (2) ไปยังอวัยวะต่าง ๆ ก่อให้เกิดโรคระบบการหายใจ (3-8) ระบบหัวใจและหลอดเลือด (3,9-11) และมะเร็งได้ (1,3) สำหรับประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2556-2561 มีระดับมลพิษที่เกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษคือ ก๊าซโอโซน (O_3) PM_{10} และ $PM_{2.5}$ (12-16) ซึ่งในปี พ.ศ. 2561 มี 14 จังหวัดในภาคกลางและภาคเหนือที่มีวันที่ดัชนีคุณภาพอากาศเกินมาตรฐานมากกว่า 30 วันต่อปี (16) จังหวัดราชบุรีเป็นหนึ่งในจังหวัดในภาคกลางที่มีปัญหามลพิษทางอากาศ รองจากกรุงเทพมหานครและสมุทรสาคร โดยมีระดับ $PM_{2.5}$ ในปี พ.ศ. 2557-2561 เกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ (50 มคก./ m^3 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง) เฉลี่ยปีละ 40 วัน (17-20) และมีแหล่งมลพิษทางอากาศที่สำคัญคือ การเผาชีวมวลและอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา อิฐ และไม้หิน เป็นต้น การที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ และจังหวัดราชบุรีมีระดับ $PM_{2.5}$ สูงกว่ามาตรฐาน จึงควรมีการศึกษาว่าระดับ $PM_{2.5}$ ในจังหวัดราชบุรีนั้นสัมพันธ์กับการเกิดโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือดอย่างไร โดยศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ รายวัน ในพื้นที่

อำเภอเมืองราชบุรีกับจำนวนผู้มารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ และระบบหัวใจและหลอดเลือด ที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี

วิธีการ

รูปแบบและประชากรที่ศึกษา

รูปแบบการศึกษาเป็นแบบอนุกรมเวลา (time-series study) โดยใช้ข้อมูลระดับมลพิษอากาศของอำเภอเมืองราชบุรี จากกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งมาจากสถานีตรวจวัดรหัส 24T ที่อยู่ในพื้นที่เทศบาลเมืองราชบุรี ตั้งอยู่ที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ต.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ราชบุรี ซึ่งห่างจากศาลากลางจังหวัดราชบุรี ประมาณ 570 เมตร ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดราชบุรีจากกรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลเวชระเบียนของผู้ที่มีภูมิลำเนาใน อ.เมือง จ.ราชบุรี ที่มารักษาที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรีด้วยโรคระบบการหายใจ (หอบหืดกำเริบ J45,46 ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ J44.1,44.9 ปอดอักเสบ J12-18,44.0 ไข้หวัดใหญ่ J09-11 ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน J00-06 โรคระบบการหายใจทั้งหมด J00-99) และโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด (กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน I21 หัวใจล้มเหลว I50 หลอดเลือดสมองตีบหรือแตก I60-64 โรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด I00-99 ตามการจัดจำแนกของระบบบัญชีจำแนกทางสถิติระหว่างประเทศของโรคและปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้อง ฉบับทบทวนครั้งที่ 10 หรือ the 10th revision of the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems : ICD-10) ในช่วงวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2563

การวิเคราะห์ข้อมูล

จำนวนผู้ป่วยที่มารักษาด้วยโรคกลุ่มระบบการหายใจและโรคกลุ่มระบบหัวใจและหลอดเลือดแสดงเป็นค่ามัธยฐานและพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ของจำนวนผู้ป่วยรายวันและจำนวนผู้ป่วยทั้งหมดแยกตามโรค ส่วนระดับมลพิษทางอากาศ ได้แก่ PM₁₀ PM_{2.5} O₃ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) และก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน และพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ของระดับมลพิษรายวันตลอดการศึกษา และจำนวนวันและสัดส่วนวันที่เกินค่ามาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและองค์การอนามัยโลกเฉลี่ยต่อปี และแสดงแผนภูมิค่าสูงสุดและต่ำสุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของระดับมลพิษต่อเดือนเทียบกับทั้งสองมาตรฐานสำหรับวันที่ไม่มีข้อมูลมลพิษอากาศจะรายงานเป็นจำนวนวันและร้อยละของข้อมูลทั้งหมดและไม่ถูกนำมาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละออง PM_{2.5} รายวัน และจำนวนผู้มารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ และระบบหัวใจและหลอดเลือด

$$\log(E[sick]) = \alpha + \beta_1(PM_{2.5}) + \beta_2(PM_{10-2.5}) + \beta_3(SO_2) + \beta_4(CO) + \beta_5(NO_2) + \beta_6(O_3) + \beta_6(RelativeHumidity) + \beta_7(Temperature) + \beta_8(AtmosphericPressure) + \beta_9(Rainfall) + \beta_{10}(WindSpeed) + \beta_{11}(Holiday) + \log(PopulationAtRisk)$$

โดย E_[Sick] คือจำนวนผู้ป่วยของแต่ละโรค และ log(population at risk) คือ offset parameter ซึ่งใช้จำนวนประชากรกลางปีของอำเภอเมืองราชบุรี ที่ได้มาจากคลังข้อมูลสุขภาพ (Health Data Center; HDC) ของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข จากนั้นประมาณอัตราส่วนอุบัติการณ์ (Incident rate ratio: IRR) การเกิดโรคแต่ละโรคเมื่อระดับ PM_{2.5} เพิ่มขึ้น 10 มคก./ม³

เลือด ที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรี ใช้โปรแกรม R รุ่น 4.0.3 (2020-10-10) และใช้ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยเริ่มจากคำนวณระดับ PM_{10-2.5} (เนื่องจากการวัดระดับ PM₁₀ จะรวมปริมาณ PM_{2.5} เข้าไปด้วย) จากสมการ PM_{10-2.5} = P₁₀ - PM_{2.5} แล้วรวมข้อมูลรายชั่วโมงเป็นรายวัน โดยแบบจำลองที่ 1 ใช้ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง และแบบจำลองที่ 2 ใช้ค่าสูงสุดรายวัน และใช้สถิติ generalized linear model โดยใช้การกระจายแบบปัวซองหรือแบบทวินามนิเสธ ตามการกระจายของจำนวนผู้ป่วยรายวันในแต่ละโรค จากนั้นวิเคราะห์แบบสองตัวแปรเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับมลพิษรายวันและอุบัตินิยมรายวัน กับจำนวนผู้ป่วยรายวันของแต่ละโรค แต่ละคู่โดยพิจารณา Lag time ที่ 0-7 วัน (8) โดย Lag time ที่มี p-value น้อยที่สุดจะเป็นตัวแทนของคุณ้ ๆ นั้น แล้ววิเคราะห์แบบหลายตัวแปรเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} รายวัน กับจำนวนผู้ป่วยรายวันในแต่ละโรค โดยควบคุมระดับมลพิษอากาศรายวันชนิดอื่น อุตุนิยมวิทยา รายวัน และวันหยุด โดยมีรูปแบบสมการดังนี้

เมื่อควบคุมตัวแปรอื่นได้ดังนี้

$$\text{Adjusted incident rate ratio} = e^{10 \times \beta_1}$$

จากนั้นวิเคราะห์กลุ่มย่อยโดยแบ่งตามเพศ กลุ่มอายุ (0-14 ปี, 15-64 ปี และ 65 ปีขึ้นไป) โรคประจำตัวในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป (โรคเบาหวาน E10-E14, โรคไขมันในเลือดสูง E780-E789, โรคความดันโลหิตสูง I10-I15 และโรคปอดเรื้อรัง J44-J46) และการสูบบุหรี่ โดยจำนวนประชากรที่ใช้ใน

offset parameter จะแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มย่อย โดยกลุ่มย่อยที่แบ่งตามเพศและกลุ่มอายุใช้ข้อมูลประชากรกลางปีอำเภอเมืองราชบุรี กลุ่มย่อยที่แบ่งตามการสูบบุหรี่ใช้การคำนวณจำนวนประชากรที่สูบบุหรี่จากสัดส่วนผู้สูบบุหรี่ที่มาแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรีในแต่ละปีกับจำนวนประชากรกลางปีของปีนั้น ๆ และกลุ่มย่อยที่แบ่งตามโรคประจำตัวในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป ใช้การคำนวณจำนวนประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไป ที่มีโรคประจำตัวจากสัดส่วนผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป ที่มีโรคประจำตัว 4 โรคที่มาแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรีในแต่ละปีกับจำนวนประชากรกลางปีอายุ 65 ปีขึ้นไปของปีนั้น ๆ

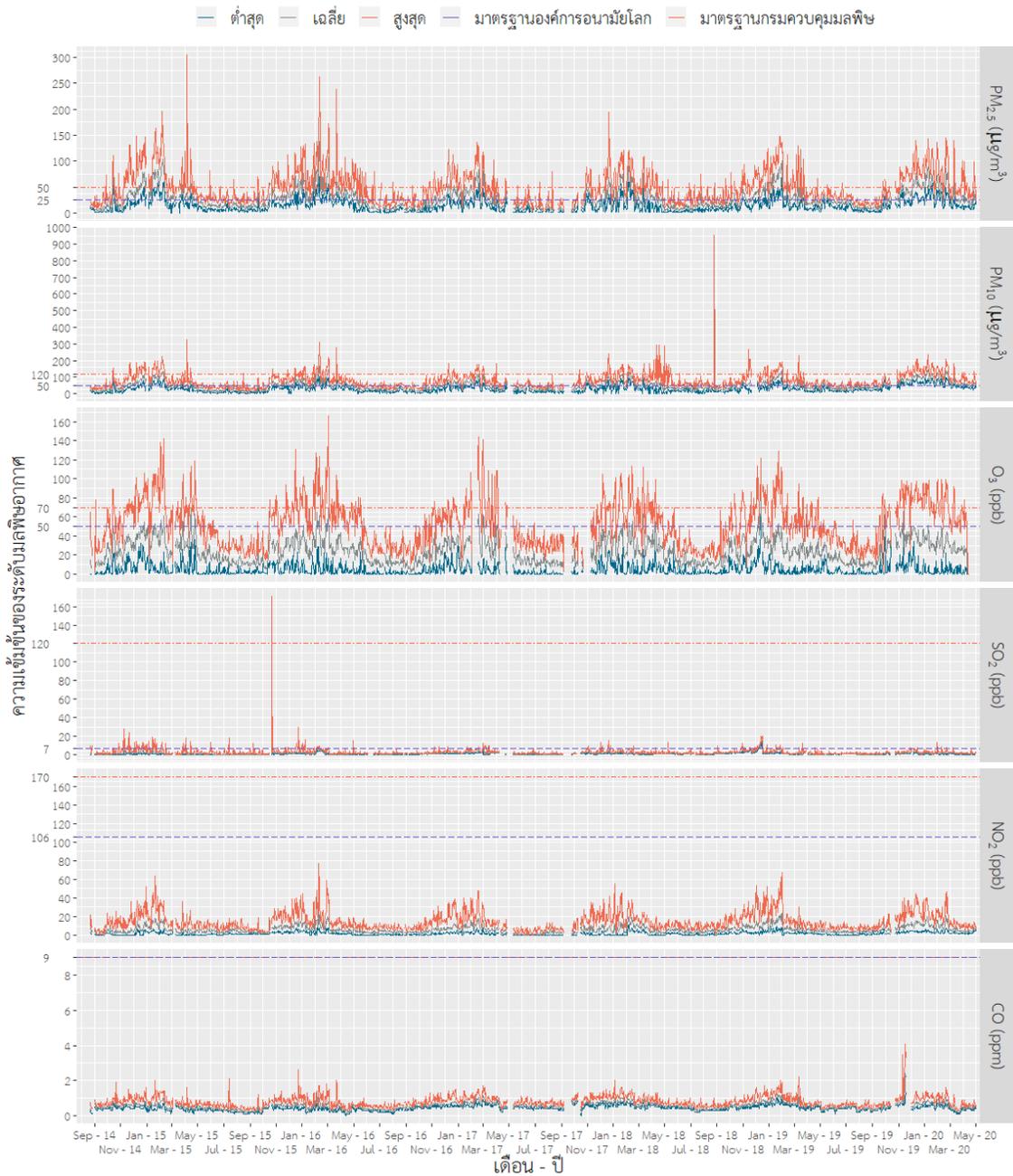
ผลการศึกษา

ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2563 มีข้อมูลระดับมลพิษอากาศของอ.เมือง จ.ราชบุรี รวม 2,099 วัน ซึ่งมีวันที่ไม่มีข้อมูลมลพิษอากาศดังนี้ $PM_{2.5}$ 112 วัน (ร้อยละ 5.34) PM_{10} 97 วัน (ร้อยละ 4.62) ก๊าซโอโซน 142 วัน (ร้อยละ 6.77) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 111 วัน (ร้อยละ 5.29) NO_2 84 วัน (ร้อยละ 4.00) และ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ 94 วัน (ร้อยละ 4.48) โดยพบว่า $PM_{2.5}$ PM_{10} ก๊าซโอโซน และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เฉลี่ยรายวันเกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและองค์การอนามัยโลกตามตารางที่ 1 ซึ่งมีระดับ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวัน 27.85 ± 22.40 มคก./ m^3 ระดับ PM_{10} เฉลี่ยรายวัน 48.5 ± 31.10 มคก./ m^3 ระดับก๊าซโอโซน เฉลี่ยรายวัน 24.23 ± 21.14 ppb และระดับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เฉลี่ยรายวัน 1.35 ± 1.99 ppb ส่วนก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ นั้นไม่เกินค่ามาตรฐานทั้งสองมาตรฐาน โดยแนวโน้มของ

ระดับมลพิษอากาศทั้งหมด แสดงตามแผนภูมิที่ 1 และมีผู้ป่วยที่มาแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรีด้วยโรคระบบการหายใจ และระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด 38,377 ครั้ง จากผู้ป่วย 22,161 คน แบ่งเป็นเพศชาย 11,230 คน (ร้อยละ 50.7) เป็นผู้สูบบุหรี่ 3,126 คน (ร้อยละ 14.11) เป็นกลุ่มอายุ 0-14 ปี 6,229 คน (ร้อยละ 28.1) กลุ่มอายุ 15-64 ปี 9,457 คน (ร้อยละ 42.5) และกลุ่มอายุมากกว่า 65 ปี 6,505 คน (ร้อยละ 29.3) ซึ่งในกลุ่มอายุมากกว่า 65 ปี มีโรคประจำตัวอย่างน้อยหนึ่งโรคจำนวน 5,604 คน (ร้อยละ 84.0) โดยเป็นโรคเบาหวาน 2,595 คน (ร้อยละ 46.3) ความดันโลหิตสูง 5,089 คน (ร้อยละ 90.8) ไขมันในเลือดสูง 4,296 คน (ร้อยละ 76.6) และโรคปอดเรื้อรัง 929 คน (ร้อยละ 16.6)

ผู้ป่วยที่มาแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรี แจกแจงจำนวนผู้ป่วยรายวันในแต่ละโรค ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งในภาพรวมมาด้วยกลุ่มโรคระบบการหายใจจำนวนทั้งหมด 26,762 ครั้ง โดยเป็นโรคทางเดินหายใจส่วนบนมากที่สุดจำนวน 10,204 ครั้ง โรคปอดอักเสบ 4,192 ครั้ง โรคหอบหืดกำเริบ 3,223 ครั้ง โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ 2,675 ครั้ง และโรคไข้หวัดใหญ่ 540 ครั้ง และกลุ่มโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมดจำนวน 16,345 ครั้ง โดยในจำนวนนี้เป็นโรคหลอดเลือดสมองตีบหรือแตกมากที่สุดจำนวน 2,499 ครั้ง โรคหัวใจล้มเหลว 2,277 ครั้ง และโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน 1,310 ครั้ง

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ กับอัตราส่วนอุบัติการณ์ (incidence rate ratio : IRR) ของการมารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลด้วยโรคแต่ละชนิดเมื่อควบคุมปัจจัยอื่นให้คล้ายกันทั้งในภาพรวมและกลุ่มย่อยที่แบ่งตามเพศ กลุ่มอายุ (0-14 ปี, 15-64 ปี และ 65 ปีขึ้นไป) โรคประจำตัวใน



แผนภูมิที่ 1. แนวโน้มของระดับมลพิษอากาศ วันที่ 1 สิงหาคม 2557 ถึง 30 เมษายน 2563

กลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป (โรคเบาหวาน, โรคไขข้อในเลือดสูง, โรคความดันโลหิตสูง และโรคปอดเรื้อรัง) และการสูบบุหรี่ ได้นำเสนอความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติตามตารางที่ 3 และสมการของความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติตามตารางที่ 1

และ 2 โดยในภาพรวม ระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 มคก./ม³ (แบบจำลอง 1) สัมพันธ์กับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น 1.06 เท่า (95% CI 1.01-1.11) ที่ 1 วันถัดไป โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น 1.04 เท่า (95% CI 1.02-1.07) ที่

ตารางที่ 1. จำนวนวันเฉลี่ยต่อปีและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ระดับมลพิษอากาศเฉลี่ยรายวันสูงเกินค่ามาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ (TPCD) และองค์การอนามัยโลก (WHO) และสถิติเชิงพรรณนาของระดับมลพิษอากาศวันที่ 1 สิงหาคม 2557 ถึง 30 เมษายน 2563

สารมลพิษ	TPCD	WHO	ค่าต่ำสุด	P ₂₅	ค่าเฉลี่ย±SD	มัธยฐาน	P ₇₅	ค่าสูงสุด
PM _{2.5}	11±37	137±36	1	12	27.85±22.40 มคก./ม ³	22	37	305
PM ₁₀	4±4	115±24	1	27	48.5±31.10 มคก./ม ³	41	63	954
O ₃	1±0	10±5	0	8	24.23±21.14 ppb	19	34	166
SO ₂	0	2±4	0	0	1.35±1.99 ppb	1	2	171
NO ₂	0	0	0	2	6.08±5.87 ppb	5	8	77
CO	0	0	0	0.4	0.56±0.23 ppm	0.5	0.7	4.1

*ค่ามาตรฐาน (TPCD, Thailand Pollution Control Department; WHO) PM_{2.5} 50 มคก./ม³ ต่อ 24 ชั่วโมง, 25 มคก./ม³ ต่อ 24 ชั่วโมง PM₁₀ 120 มคก./ม³ ต่อ 24 ชั่วโมง, 50 มคก./ม³ ต่อ 24 ชั่วโมง O₃ 70 ppb (140 มคก./ม³) ต่อ 8 ชั่วโมง, 50 ppb (100 มคก./ม³) ต่อ 8 ชั่วโมง SO₂ 120 ppb (300 มคก./ม³) ต่อ 24 ชั่วโมง, 7 ppb (20 มคก./ม³) ต่อ 24 ชั่วโมง NO₂ 170 ppb (320 มคก./ม³) ต่อ 1 ชั่วโมง, 106 ppb (200 มคก./ม³) ต่อ 24 ชั่วโมง CO 9 ppm ต่อ 8 ชั่วโมงทั้งสองมาตรฐาน

ตารางที่ 2. จำนวนครั้งของการมาแผนกฉุกเฉินทั้งหมด และ ค่ามัธยฐาน พิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (IQR) และจำนวนผู้ป่วยน้อยสุด-มากที่สุด รายวัน ในช่วงวันที่ 1 สิงหาคม 2557 ถึง 30 เมษายน 2563

โรค	จำนวนครั้งทั้งหมด	มัธยฐาน (IQR)	จำนวนผู้ป่วยรายวันน้อยสุด – มากสุด
หอบหืดกำเริบ	3,223	1 (2)	0-9
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	2,675	1 (2)	0-7
ปอดอักเสบ	4,192	2 (2)	0-11
ไข้หวัดใหญ่	540	0 (0)	0-7
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	10,204	4 (4)	0-23
ระบบการหายใจทั้งหมด	26,762	12 (7)	0-35
กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน	1,310	0 (1)	0-4
หัวใจล้มเหลว	2,277	1 (2)	0-7
หลอดเลือดในสมองตีบหรือแตก	2,499	1 (2)	0-6
ระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	16,345	8 (4)	0-22

6 วันถัดไป และระดับ PM_{2.5} สูงสุดรายวันที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 มคก./ม³ (แบบจำลอง 2) สัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้น 1.02 เท่า (95% CI 1.00-1.04) ที่วันเดียวกัน โรคติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น 1.02 เท่า (95% CI 1.01-1.03) ที่ 6 วันถัดไป และโรคระบบการหายใจทั้งหมดเพิ่มขึ้น 1.01 เท่า (95% CI 1.00-1.02) ที่ 3 วันถัดไป

อภิปรายผล

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกในพื้นที่ จ.ราชบุรี ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเป็นการศึกษาที่มีขนาดใหญ่พอสมควร เนื่องจากใช้ข้อมูลการมารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินทั้งหมดของโรงพยาบาล

ตารางที่ 3. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวัน (แบบจำลอง 1) และมากที่สุดรายวัน (แบบจำลอง 2) ที่เพิ่มขึ้น 10 มคก./ม³ กับการมาโรงพยาบาลด้วยโรคแต่ละชนิดในประชากรทั้งหมด

แบบจำลอง 1 : โรค	LAG	ADJ. IRR	95% CI	แบบจำลอง 2 : โรค	LAG	ADJ. IRR	95% CI
ภาพรวม				ภาพรวม			
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	1	1.06*	(1.01 - 1.11)	ปอดอักเสบ	7	1.02**	(1.005 - 1.04)
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	6	1.04***	(1.02 - 1.07)	ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	6	1.02***	(1.01 - 1.03)
เพศ : ชาย				เพศ : ชาย			
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	1	1.09**	(1.03 - 1.15)	การหายใจทั้งหมด	2	1.01*	(1.001 - 1.02)
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	7	1.03*	(1.002 - 1.06)	ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	6	1.02*	(1.002 - 1.03)
การหายใจทั้งหมด	2	1.02*	(1.003 - 1.04)	เพศ : หญิง			
เพศ : หญิง				ปอดอักเสบ			
ปอดอักเสบ	0	1.07*	(1.02 - 1.12)	สถานะการสูบบุหรี่ : สูบบุหรี่			
ใช้หวัดใหญ่	2	0.81**	(0.69 - 0.94)	ใช้หวัดใหญ่			
สถานะการสูบบุหรี่ : สูบบุหรี่				สถานะการสูบบุหรี่ : ไม่สูบบุหรี่			
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	0	1.07*	(1.01 - 1.13)	ปอดอักเสบ			
สถานะการสูบบุหรี่ : ไม่สูบบุหรี่				ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน			
การหายใจทั้งหมด	3	1.02*	(1.001 - 1.04)	การหายใจทั้งหมด			
กลุ่มอายุ : อายุ 0 – 14 ปี				กลุ่มอายุ : อายุ 0 – 14 ปี			
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	7	1.05***	(1.02 - 1.09)	ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน			
การหายใจทั้งหมด	7	1.06***	(1.03 - 1.09)	การหายใจทั้งหมด			
กลุ่มอายุ : อายุ 65 ปี ขึ้นไป				โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : เบาหวาน			
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	0	1.11***	(1.05 - 1.17)	ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ			
ปอดอักเสบ	1	1.07**	(1.02 - 1.11)	โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ความดันโลหิตสูง			
ใช้หวัดใหญ่	1	0.58*	(0.35 - 0.9)	ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ			
การหายใจทั้งหมด	1	1.04***	(1.02 - 1.07)	หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด			
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	6	1.03*	(1.00 - 1.05)	โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ไม่มีโรคทั้ง 4 โรค			
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : เบาหวาน				ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน			
ใช้หวัดใหญ่	2	0.40**	(0.19 - 0.75)	มีนัยสำคัญทางสถิติ * <i>p</i> ≤ 0.05; ** <i>p</i> ≤ 0.01; *** <i>p</i> ≤ 0.001			
เส้นเลือดในสมองตีบหรือแตก	4	0.82**	(0.73 - 0.93)	Lag หมายถึงจำนวนวันระหว่างวันที่ความสัมพันธ์ระดับ PM _{2.5}			
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	6	1.03*	(1.006 - 1.06)	รายวันสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์การมาแผนกฉุกเฉินด้วยโรคนั้น			
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ความดันโลหิตสูง				Adjusted IRR หมายถึงอัตราอุบัติการณ์ (IRR) เมื่อควบคุมปัจจัยอื่น			
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	0	1.10**	(1.04 - 1.18)	ให้คล้ายกันแล้ว (ระดับมลพิษรายวันชนิดอื่น อุตุณิยมวิทยารายวัน			
ปอดอักเสบ	0	1.06*	(1.001 - 1.13)	และวันหยุด)			
ระบบการหายใจทั้งหมด	1	1.03*	(1.00 - 1.07)				
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	6	1.03**	(1.01 - 1.05)				
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ไชมันในเลือดสูง							
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	2	1.07*	(1.001 - 1.13)				
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : โรคปอดเรื้อรัง							
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	0	1.08**	(1.02 - 1.14)				

ราชบุรีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ซึ่งเป็นปีแรกที่มีสถานีตรวจวัดระดับ $PM_{2.5}$ ในอากาศที่ จ.ราชบุรี และโรงพยาบาลราชบุรีเป็นโรงพยาบาลศูนย์ทำให้ไม่ต้องส่งต่อผู้ป่วยไปยังที่อื่น

ระดับมลพิษอากาศจากสถานีตรวจวัดในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดราชบุรี พบว่าระดับ $PM_{2.5}$ PM_{10} ก๊าซโอโซน และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สูงเกินค่าทั้งมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษและองค์การอนามัยโลก เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Chaicharn และคณะ (2019) (7,8) ที่ อ.เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ พบว่าระดับมลพิษอากาศใกล้เคียงกัน ทำให้เห็นว่าปัญหามลพิษอากาศไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะพื้นที่ภาคเหนือที่มักมีเรื่องหมอกควันเท่านั้น ในขณะที่ต่างประเทศ เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน นั้นมีระดับมลพิษอากาศสูงกว่าประเทศไทยและ จ.ราชบุรี โดยการศึกษาของ Xu และคณะ (2016) (21) ที่กรุงปักกิ่งและ Amsulu และคณะ (2019) (22) ที่กรุงปักกิ่งประเทศจีน เช่นกัน พบว่ามีระดับ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยตลอดการศึกษาที่ 102.1 ± 73.6 มคก./ m^3 และ 76.86 ± 66.38 มคก./ m^3 ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาของ Hung และคณะ (2019) (23) ที่รัฐจอร์เจีย ประเทศสหรัฐอเมริกา มีระดับ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวันอยู่ที่ 11.04 ± 5.00 มคก./ m^3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้ระดับมลพิษอากาศไม่เกินค่ามาตรฐานก็มีการศึกษาถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศเช่นเดียวกัน

การศึกษานี้มีผู้ป่วยมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือดที่แผนกฉุกเฉินรวม 38,377 ครั้ง ซึ่งมีจำนวนการมาแผนกฉุกเฉินมากกว่าการศึกษาของ Chaicharn และคณะ (2019) (7,8) ที่มีการมาแผนกฉุกเฉินรวม 3,009 ครั้ง แต่มีจำนวนการมาแผนกฉุกเฉินน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาในต่างประเทศ เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน โดยการศึกษาของ Am-

sulu และคณะ (2019) (22) มีการนอนโรงพยาบาลด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด 460,938 ครั้ง การศึกษาของ Xu และคณะ (2016) (21) มีการมารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลด้วยโรคระบบการหายใจ 92,464 ครั้ง หรือสหรัฐอเมริกา โดยการศึกษาของ Hung และคณะ (2019) (23) ศึกษาเฉพาะในผู้ป่วยเด็กที่มารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลจำนวน 310,552 ครั้ง ซึ่งการที่การศึกษานี้มีจำนวนการมาแผนกฉุกเฉินที่น้อยกว่าการศึกษาอื่นในต่างประเทศ อาจทำให้พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติได้ยากกว่า

ความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติส่วนใหญ่ที่พบได้จากแบบจำลอง 1 ที่ใช้ค่าเฉลี่ยรายวันของระดับมลพิษอากาศแต่ละชนิด มากกว่าแบบจำลอง 2 ที่ใช้ค่าสูงสุดรายวัน คาดว่าเกิดจากการที่ค่าเฉลี่ยระดับมลพิษอากาศรายวันเพิ่มมากขึ้น ระดับมลพิษอากาศรายชั่วโมงส่วนใหญ่ของวันนั้นจะสูงขึ้นตามไปด้วย แปลว่าประชาชนในพื้นที่มีโอกาสสัมผัสมลพิษอากาศมากขึ้น ในขณะที่ค่าสูงสุดรายวันระดับมลพิษอากาศรายวันอาจเพิ่มขึ้นจากระดับมลพิษอากาศรายชั่วโมงที่สูงเพียงชั่วโมงเดียว ซึ่งการสัมผัสมลพิษอากาศที่สูงเพียงชั่วโมงเดียวอาจไม่มากพอที่จะกระตุ้นให้เกิดหรือการกำเริบของโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือด

ในภาพรวมความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ พบว่าระดับ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวันที่เพิ่มขึ้น 10 มคก./ m^3 สัมพันธ์กับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น 1.06 เท่า (95% CI 1.01-1.11) ที่ 1 วันถัดไป สอดคล้องกับกับการศึกษาของ Li (2016) (4) และ Chaicharn และคณะ (2019) (7,8) ซึ่งมีระดับมลพิษอากาศใกล้เคียงกับอำเภอเมืองราชบุรี ส่วนระดับ $PM_{2.5}$ สูงสุดรายวันที่เพิ่มขึ้น 10 มคก./ m^3 สัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้น 1.02 เท่า (95%CI

1.00-1.04) ที่วันเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Croft (2019) ในรัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา (24) ในขณะที่การศึกษา Chaicharn และคณะ (2019) (8) ไม่พบความสัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบ นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันและสูงสุดรายวันที่เพิ่มขึ้นนั้นสัมพันธ์กับโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น 1.04 เท่า (95% CI 1.02-1.07) ที่ 6 วันถัดไป และ 1.02 เท่า (95% CI 1.01-1.03) ที่ 6 วันถัดไป ตามลำดับ ซึ่งก็สอดคล้องกับการศึกษาของ Croft (2019) (24) และ Xu (2016) (21) เช่นเดียวกัน

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นกับการมารับการรักษาด้วยโรกระบบหัวใจและหลอดเลือดนั้นไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์ที่ในภาพรวม ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Amsulu และคณะ (2019) (22) ที่กรุงปักกิ่ง ที่พบความสัมพันธ์กับทุกกลุ่มอายุ ซึ่งอาจเกิดจากการศึกษามีขนาดตัวอย่างที่ใหญ่กว่ามากและมีระดับมลพิษอากาศสูงกว่าดังที่กล่าวในข้างต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์แยกตามกลุ่มอายุพบว่ากลุ่มอายุ 65 ปี ขึ้นไปนั้นพบความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรกระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Amsulu และคณะ (2019) (22) ที่พบว่ากลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป มีขนาดความสัมพันธ์ที่มากกว่ากลุ่มอายุน้อยกว่า 65 ปี แสดงให้เห็นว่ากลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป เป็นกลุ่มเสี่ยงที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษอากาศ

การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์กลุ่มย่อยตามปัจจัยระดับบุคคลคือ แบ่งตามเพศ การสูบบุหรี่ และกลุ่มอายุ 0-14 ปี, 15-64 ปี, และ 65 ปีขึ้นไป และผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป แบ่งตามโรคประจำตัวเป็นโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันในเลือดสูง โรคปอดเรื้อรัง และกลุ่มที่ไม่มีโรคประจำ

ตัวทั้ง 4 โรค ซึ่งเมื่อแบ่งตามเพศพบว่า PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรกระบบการหายใจ โดยเพศชายพบความสัมพันธ์กับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น และโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น ขณะที่เพศหญิงพบความสัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้น ซึ่งการที่พบความสัมพันธ์ของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในเพศชายนั้นอาจเนื่องจากการศึกษานี้สัดส่วนการสูบบุหรี่ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง อย่างไรก็ตาม การพบความสัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบซึ่งเป็นโรกระบบการหายใจที่รุนแรงกว่าโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนในเพศหญิงที่มากกว่าเพศชายนั้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Xu และคณะ (2016) (21) ที่พบว่าเพศหญิงมีความเสี่ยงในการมารับการรักษาด้วยโรกระบบการหายใจที่แผนกฉุกเฉินมากกว่าเพศชาย โดยอธิบายว่าอาจเกิดจากลักษณะการสะสมของอนุภาคฝุ่น PM_{2.5} ที่แตกต่างกันระหว่างเพศ (21) ในขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นกับการมารับการรักษาด้วยโรกระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งในเพศหญิงและชาย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chaicharn และคณะ (2019) (8) ที่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวเช่นเดียวกัน แต่แตกต่างกับการศึกษาของ Amsulu และคณะ (2019) (22) ซึ่งพบความสัมพันธ์กับการนอนโรงพยาบาลด้วยโรกระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ ซึ่งคาดว่ากรณีที่พบความสัมพันธ์ในการศึกษานี้อาจเนื่องจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่น้อยกว่าและระดับมลพิษอากาศที่ต่ำกว่าการศึกษาของ Amsulu และคณะ (22) ดังกล่าวมาแล้ว

เมื่อแบ่งตามการสูบบุหรี่พบว่า ระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรกระบบการหายใจ โดยกลุ่มผู้สูบบุหรี่พบความสัมพันธ์กับ

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น ส่วนกลุ่มผู้ที่ไม่สูบบุหรี่พบความสัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้น โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น และโรคระบบการหายใจทั้งหมดเพิ่มขึ้น ซึ่งในกรณีของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบอาจเป็นผลจากการสูบบุหรี่ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง แต่การที่พบความสัมพันธ์ของโรคระบบการหายใจอื่นในกลุ่มผู้ไม่สูบบุหรี่มากกว่ากลุ่มที่สูบบุหรี่นั้น อาจเกิดจากผู้สูบบุหรี่ได้รับสารในควันบุหรี่ซึ่งก่อให้เกิดการอักเสบของทางเดินหายใจเรื้อรังอยู่แล้วทำให้ไม่เกิดการตอบสนองเมื่อระดับ $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเหมือนผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ (25) ส่วนการที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดในทั้งสองกลุ่มนั้น อาจเกิดจากจำนวนการมาโรงพยาบาลด้วยโรคดังกล่าวที่น้อยกว่าในการศึกษาอื่น

เมื่อแบ่งตามกลุ่มอายุพบว่าเฉพาะกลุ่มอายุ 0-14 ปี และกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป ระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ กล่าวคือ กลุ่มอายุ 0-14 ปี สัมพันธ์กับโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนและโรคระบบการหายใจทั้งหมดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องบางส่วนกับศึกษาของ Hung และคณะ (2019) ในรัฐจอร์เจีย (23) แต่การที่ไม่พบความสัมพันธ์กับโรคระบบการหายใจอื่นอาจเนื่องจากจำนวนผู้ป่วยที่น้อยตามที่กล่าวแล้วข้างต้น และในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป สัมพันธ์กับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น โรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้น และโรคระบบการหายใจทั้งหมดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Xu และคณะ (2016) (21) ซึ่งความสัมพันธ์ที่พบนั้นแสดงให้เห็นว่า กลุ่มอายุ 0-14 ปี และ 65 ปีขึ้นไป อาจเป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะเกิดโรคระบบการหายใจมากกว่ากลุ่มอายุ 15-64 ปี แต่การศึกษาของ Xu และคณะ (2016) (21) พบความสัมพันธ์ในทุกกลุ่มอายุ และกลุ่มอายุ

65 ปีขึ้นไป มีขนาดความสัมพันธ์มากกว่ากลุ่มอายุต่ำกว่า 65 ปี ซึ่งอาจเกิดจากระดับมลพิษอากาศของอำเภอเมืองราชบุรีมีระดับต่ำกว่าในประเทศจีน ทำให้พบความสัมพันธ์เฉพาะในกลุ่มที่เสี่ยงสูงเท่านั้น ส่วนกรณีของโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดนั้น พบความสัมพันธ์ในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไปเท่านั้น โดยพบว่าสัมพันธ์กับโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมดเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ากลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป อาจเป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะเกิดโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้แตกต่างจากการศึกษาของ Amsulu และคณะ (2019) (22) ที่พบความสัมพันธ์ในทุกกลุ่มอายุ ตามเหตุผลที่กล่าวในข้างต้น

เมื่อแบ่งตามโรคประจำตัว 4 โรค ในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป พบว่ากลุ่มที่มีโรคประจำตัว ระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ กล่าวคือ ผู้ที่เป็นโรคเบาหวานสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมดและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ โรคปอดอักเสบ โรคระบบการหายใจทั้งหมดและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด ผู้ที่เป็นโรคไขมันในเลือดสูงสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ ผู้ที่มีโรคปอดเรื้อรังสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ โรคระบบการหายใจทั้งหมด และโรคหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด และผู้ที่ไม่โรคประจำตัวทั้ง 4 โรคสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน ดังนั้นผู้ที่มี อายุ 65 ปีขึ้นไป ที่เป็นโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง หรือไขมันในเลือดสูง เป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะเกิดโรคระบบการหายใจ และระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบหัวใจและ

หลอดเลือด กล่าวคือ ผู้ที่เป็นโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูงสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรกระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมดเพิ่มขึ้น ในขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ในกลุ่มโรคไขมันในเลือดสูงและโรคปอดเรื้อรัง ดังนั้นผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป ที่เป็นโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง เป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะเกิดโรกระบบหัวใจและหลอดเลือด ทั้งนี้พบว่ากลุ่มที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงนั้นพบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งโรกระบบการหายใจและโรกระบบหัวใจและหลอดเลือดที่มากกว่ากลุ่มโรคอื่น ๆ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมของ Kobo และคณะ (2021) (26) ที่พบว่าทั้งความดันโลหิตสูงและไขมันในเลือดสูงสัมพันธ์กับโรคปอดและสมรรถภาพปอดที่ลดลง และโรคเบาหวานสัมพันธ์กับการเสียชีวิตที่มากขึ้นด้วยโรกระบบการหายใจซึ่งคาดว่าเกิดจากการบาดเจ็บของหลอดเลือดโดยจากการทดลองในหนูพบว่าโรคเบาหวานเพิ่มการอักเสบและการตายของเซลล์ในปอดของหนู และพบว่าผู้ที่เป็นความดันโลหิตสูงที่ได้รับ PM_{2.5} มีความแปรผันของอัตราการเต้นหัวใจ (heart rate variability) ลดลง และมาโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจล้มเหลวมากขึ้น ในขณะที่กลุ่มผู้ที่เป็นโรคเบาหวานนั้นมีการศึกษาน้อยกว่าแต่คาดว่าอาจเกิดจาก PM_{2.5} สามารถรบกวนการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจซึ่งทำงานได้แย่งจากระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงจากภาวะเบาหวานแล้ว

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นกับโรคไข้หวัดใหญ่นั้น ผลการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาของ Feng และคณะ (2016) (5) และ Croft และคณะ (2019) (24) ที่พบว่าระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคไข้หวัดใหญ่มากขึ้น โดยการศึกษานี้กลับพบว่า ในกลุ่มเพศหญิงและผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป ที่เป็นโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วย

โรคไข้หวัดใหญ่ลดลง ซึ่งสอดคล้องการศึกษาของ Wei และคณะ (27) ได้ศึกษาจากข้อมูลระบบสุขภาพ Medicare ของประเทศสหรัฐอเมริกา ก็พบความสัมพันธ์แบบผกผันนี้เช่นเดียวกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากจำนวนการวินิจฉัยโรคไข้หวัดใหญ่ที่น้อยที่อาจเกิดจากผู้ป่วยไปรักษาที่แผนกผู้ป่วยนอกและการวินิจฉัยโรคไข้หวัดใหญ่อาจไปอยู่ในกลุ่มโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเนื่องจากอาการอาจไม่รุนแรงและไม่ได้ส่งตรวจเชื้อทางห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม

ข้อจำกัดในการศึกษานี้ ได้แก่ ข้อมูลการรับสัมผัสสิ่งแวดล้อมคือ ระดับมลพิษอากาศรายวัน และข้อมูลอนุกรมวิธานรายวันอาจไม่ใช่สิ่งที่ผู้ป่วยแต่ละคนสัมผัสจริงในแต่ละวัน อัตราอุบัติเหตุที่ได้จึงไม่สามารถนำไปใช้บอกความเสี่ยงที่จะเกิดโรคนั้น ๆ ในระดับบุคคลได้ และจำนวนผู้ป่วยที่มาแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรีนั้นอาจจะน้อยกว่าจำนวนผู้ป่วยจริงหากอาการของโรคที่เป็นนั้นรุนแรงไม่มากพอผู้ป่วยอาจไม่มาโรงพยาบาลโดยเฉพาะกลุ่มโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน โรกระบบการหายใจทั้งหมด และโรกระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด ที่มีโรงพยาบาลเอกชนในอำเภอเมืองจังหวัดราชบุรีถึงแม้จะมีขนาดเล็กกว่าก็อาจจะมีผู้ป่วยบางส่วนไปรับการรักษาที่โรงพยาบาลเอกชน ซึ่งจะทำให้ไม่ได้ข้อมูลของผู้ป่วยกลุ่มนี้

สรุป

ผลการวิจัยพบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2557-2563 จำนวนวันที่ระดับ PM_{2.5} ของจังหวัดราชบุรีเกินทั้งค่ามาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและองค์การอนามัยโลกมีแนวโน้มสูงเพิ่มขึ้นนั้น ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญที่หน่วยงานเกี่ยวข้องภายในจังหวัดต้องควบคุมแหล่งกำเนิด PM_{2.5} อย่างเคร่งครัดและต่อเนื่อง และพบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} ในอำเภอ

เมืองราชบุรีกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือดที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรี โดยเฉพาะในประชากรกลุ่มเสี่ยงได้แก่ กลุ่มอายุ 0-14 ปี กลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป และกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไปที่มีโรคประจำตัว มีข้อเสนอแนะว่า ช่วงเวลาที่ระดับมลพิษอากาศสูงขึ้น หน่วยงานสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องควรสื่อสารความเสี่ยงให้ประชาชนทราบถึงสถานการณ์ระดับ PM_{2.5} เช่น การแจ้งระดับ PM_{2.5} รายวันว่าเป็นเท่าใดและจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพระดับใด เป็นต้น และให้คำแนะนำกับประชาชนโดยเฉพาะที่เป็นกลุ่มเสี่ยงสูงในการปฏิบัติตนเองเพื่อลดการสัมผัส PM_{2.5} เช่น หลีกเลี่ยงการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือสวมหน้ากากอนามัยหากจำเป็นต้องอยู่กลางแจ้ง และโรงพยาบาลควรมีการเตรียมทรัพยากรการรักษาพยาบาลเพื่อรองรับกับจำนวนผู้ป่วยที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

แหล่งทุนสนับสนุน

การศึกษาไม่ได้รับทุนจากหน่วยงานรัฐหรือเอกชนใด ๆ

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ไม่มี

เอกสารอ้างอิง

- World Health Organization. Ambient (outdoor) air pollution: World Health Organization; 2016 [cited 2020 Nov 11]. Available from: [https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
- Kim K-H, Kabir E, Kabir S. A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environ Int.* 2015;74:136-43.
- Feng S, Gao D, Liao F, Zhou F, Wang X. The health effects of ambient PM_{2.5} and potential mechanisms. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2016; 128:67-74.
- Li M-H, Fan L-C, Mao B, Yang J-W, Choi AMK, Cao W-J, et al. Short-term Exposure to Ambient Fine Particulate Matter Increases Hospitalizations and Mortality in COPD: A Systematic Review and Meta-analysis. *Chest.* 2016; 149:447-58.
- Feng C, Li J, Sun W, Zhang Y, Wang Q. Impact of ambient fine particulate matter (PM_{2.5}) exposure on the risk of influenza-like-illness: a time-series analysis in Beijing, China. *Environ Health.* 2016;15:17.
- Wiwatanadate P, Liwsrisakun C. Acute effects of air pollution on peak expiratory flow rates and symptoms among asthmatic patients in Chiang Mai, Thailand. *Int J Hyg Environ Health.* 2011;214:251-7.
- Pothirat C, Tosukhowong A, Chaiwong W, Liwsrisakun C, Inchai J. Effects of seasonal smog on asthma and COPD exacerbations requiring emergency visits in Chiang Mai, Thailand. *Asian Pac J Allergy Immunol.* 2016;34:284-9.
- Pothirat C, Chaiwong W, Liwsrisakun C, Bumroongkit C, Deesomchok A, Theerakittikul T, et al. Acute effects of air pollutants on daily mortality and hospitalizations due to cardiovascular and respiratory diseases. *J Thorac Dis.* 2019;11:3070-83.
- Wellenius GA, Schwartz J, Mittleman MA. Particulate air pollution and hospital admissions for congestive heart failure in seven united States Cities. *Am J Cardiol.* 2006;97:404-8.
- Zhao R, Chen S, Wang W, Huang J, Wang K, Liu L, et al. The impact of short-term exposure to air pollutants on the onset of out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2017;226:110-7.
- Fu P, Guo X, Cheung FMH, Yung KKL. The association between PM_{2.5} exposure and neurological disorders: A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ.* 2019;655: 1240-8.
- Air Quality and Noise Management Bureau. Report on the situation and management of air and noise pollution in Thailand, 2016: Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment; 2016

- [cited 2020 Nov 11]. Available from: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download_book.php?bookid=32.
13. Air Quality and Noise Management Bureau. Report on the situation and management of air and noise pollution in Thailand, 2015: Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment; 2015 [cited 2020 Nov 11]. Available from: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download_book.php?bookid=30.
 14. Air Quality and Noise Management Bureau. Report on the situation and management of air and noise pollution in Thailand, 2014: Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment; 2014 [cited 2020 Nov 11]. Available from: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download_book.php?bookid=29.
 15. Air Quality and Noise Management Bureau. Report on the situation and management of air and noise pollution in Thailand, 2017: Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment; 2017 [cited 2020 Nov 11]. Available from: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download_book.php?bookid=33.
 16. Air Quality and Noise Management Bureau. Report on the situation and management of air and noise pollution in Thailand, 2018: Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment; 2018 [cited 2020 Nov 11]. Available from: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download_book.php?bookid=34.
 17. Regional Environment Office 8th (Ratchaburi). Report on environmental situation, 2016; 2017 [cited 2020 Nov 11]. Available from: <http://www.reo08.mnre.go.th/th/information/more/421>.
 18. Regional Environment Office 8th (Ratchaburi). Report on environmental situation, 2015; 2016 [cited 2020 Nov 11]. Available from: <http://www.reo08.mnre.go.th/th/information/more/421>.
 19. Regional Environment Office 8th (Ratchaburi). Report on environmental situation, 2018; 2019 [cited 2020 Nov 11]. Available from: <http://www.reo08.mnre.go.th/th/information/more/421>.
 20. Regional Environment Office 8th (Ratchaburi). Report on environmental situation, 2017; 2018 [cited 2020 Nov 11]. Available from: <http://www.reo08.mnre.go.th/th/information/more/421>.
 21. Xu Q, Li X, Wang S, Wang C, Huang F, Gao Q, et al. Fine particulate air pollution and hospital emergency room visits for respiratory disease in urban areas in Beijing, China, in 2013. *PLoS One*. 2016;11:e0153099.
 22. Amsalu E, Wang T, Li H, Liu Y, Wang A, Liu X, et al. Acute effects of fine particulate matter (PM_{2.5}) on hospital admissions for cardiovascular disease in Beijing, China: a time-series study. *Environ Health*. 2019;18:70.
 23. Huang M, Ivey C, Hu Y, Holmes HA, Strickland MJ. Source apportionment of primary and secondary PM_{2.5}: Associations with pediatric respiratory disease emergency department visits in the U.S. State of Georgia. *Environ Int*. 2019;133:105167.
 24. Croft DP, Zhang W, Lin S, Thurston SW, Hopke PK, Masiol M, et al. The association between respiratory infection and air pollution in the setting of air quality policy and economic change. *Annals of the American Thoracic Society*. 2019;16:321-30.
 25. Kan H, London SJ, Chen G, Zhang Y, Song G, Zhao N, et al. Season, sex, age, and education as modifiers of the effects of outdoor air pollution on daily mortality in Shanghai, China: The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) Study. *Environ Health Perspect*. 2008;116:1183-8.
 26. Kobos L, Shannahan J. Particulate matter inhalation and the exacerbation of cardiopulmonary toxicity due to metabolic disease. *Exp Biol Med* [Internet]. 2021 [cited 2020 Nov 11]. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1535370220983275> [Epub ahead of print].
 27. Wei Y, Wang Y, Di Q, Choirat C, Wang Y, Koutarakis P, et al. Short term exposure to fine particulate matter and hospital admission risks and costs in the Medicare population: time stratified, case crossover study. *BMJ*. 2019; 367:l6258.

Correlation between the daily fine particulate matter (PM_{2.5}) level and the number of visits with respiratory and cardiovascular diseases at Ratchaburi hospital, Amphoe Mueang, Ratchaburi province

Denduangchai S¹, Wiwatanadate P² and Jiamjarasrangi W³

¹Division of Occupational Medicine, Department of Outpatient Service, Phramongkutklo Hospital,

²Department of Community Medicine, Faculty of Medicine Chiang Mai University, ³Department of Preventive and Social Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University

Objectives To study the association between daily PM_{2.5} levels in Ratchaburi District and daily emergency department (ED) visits at Ratchaburi Hospital due to respiratory and cardiovascular diseases.

Methods A time-series study was conducted using air pollution data from the Thai Pollution Control Department (Thai PCD), meteorological data from the Thai Meteorological Department and medical records of patients who visited the ED of Ratchaburi Hospital between 1 August 2014 and 30 April 2020. Analysis was done using a generalized linear model.

Results The daily average and maximum levels of particulate matter 2.5 micrometers or less in diameter (PM_{2.5}) and 10 micrometers or less in diameter (PM₁₀), ozone (O₃) and sulfur dioxide (SO₂) during the study period were higher than Thai PCD and World Health Organization (WHO) standards. The daily PM_{2.5} average level exceeded Thai PCD and WHO standards for an average of 137 ± 36 days and 137 ± 36 days per year, respectively. During that period, there were a total of 38,377 ER visits of which 26,762 and 16,345 visits were due to respiratory and cardiovascular diseases, respectively. A 10 µg/m³ increase in the daily PM_{2.5} level was statistically significantly associated with an increase in ER visits for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (Lag 1; IRR 1.06 95% CI 1.01-1.11) and upper respiratory tract infection (Lag 6; IRR 1.04 95%CI 1.02-1.07). Persons aged between 0-14 years and those 65 years or more with an underlying disease had a greater magnitude of association.

Conclusion Daily PM_{2.5} levels in Mueang District, Ratchaburi Province exceeding recommended standards was associated with increased ED visits for both respiratory and cardiovascular diseases, especially in the high-risk population. To reduce the incidence of disease, PM_{2.5} source control measures should be rigorously and regularly enforced. During periods of high levels of air pollution, public health agencies should communicate that risk and advise citizens, especially individuals at high-risk, on how to reduce their PM_{2.5} pollution exposure, and hospitals should prepare for an increase in the number of visits by sick individuals. **Chiang Mai Medical Journal 2021;60(3):345-58. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.31**

Keywords: particulate matter PM_{2.5}, acute coronary syndrome, acute ischemic stroke, pneumonia, influenza, acute asthmatic attack, chronic obstructive pulmonary disease with acute exacerbation

ภาคผนวก (supplement materials)

ตารางที่ 1. สมการที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันที่เพิ่มขึ้น 10 µg/m³ กับจำนวนการมารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินในแต่ละโรคที่ศึกษา

โรค	สมการ
ภาพรวม	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(Sick)) = -7.4954 + 0.006PM_{2.5, lag 1} + 0.0004PM_{10-2.5, lag 2} + 0.0043CO_{3, lag 1} - 0.0097SO_{2, lag 4} - 0.2022CO_{lag 0} - 0.0006NO_{2, lag 1} + 0.0217Windspeed_{lag 2} + 0.0003Humidity_{lag 0} - 0.0028Rain_{lag 0} - 0.0044Pressure_{lag 1} - 0.003Temp_{lag 1} + 0.0743Holiday + \log(Pop. at Risk)$
กำเริบ	
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 16.0576 + 0.0042PM_{2.5, lag 6} - 0.0041PM_{10-2.5, lag 7} - 0.0055O_{3, lag 7} - 0.0151SO_{2, lag 7} - 0.2506CO_{lag 7} + 0.0234NO_{2, lag 3} - 0.0164Windspeed_{lag 6} + 0.0072Humidity_{lag 7} + 0.0004Rain_{lag 6} - 0.0253Pressure_{lag 0} - 0.0541Temp_{lag 3} + 0.4102Holiday + \log(Pop. at Risk)$
เพศ : ชาย	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(Sick)) = -20.5603 + 0.0084PM_{2.5, lag 1} - 0.0038PM_{10-2.5, lag 1} + 0.0011O_{3, lag 1} - 0.001SO_{2, lag 5} - 0.2805CO_{lag 0} + 0.0042NO_{2, lag 1} + 0.0057Windspeed_{lag 3} - 0.0059Humidity_{lag 0} - 0.002Rain_{lag 0} + 0.0093Pressure_{lag 1} + 0.0066Temp_{lag 4} + 0.0926Holiday + \log(Pop. at Risk)$
กำเริบ	
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 6.6578 + 0.0028PM_{2.5, lag 7} - 0.0051PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0078O_{3, lag 4} - 0.018SO_{2, lag 7} - 0.3169CO_{lag 0} + 0.0279NO_{2, lag 3} - 0.018Windspeed_{lag 6} + 0.0036Humidity_{lag 7} - 0.0049Rain_{lag 1} - 0.0153Pressure_{lag 5} - 0.0618Temp_{lag 3} + 0.3871Holiday + \log(Pop. at Risk)$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = 2.1151 + 0.0022PM_{2.5, lag 2} - 0.0024PM_{10-2.5, lag 2} - 0.0059O_{3, lag 6} + 0.0004SO_{2, lag 3} - 0.1813CO_{lag 0} + 0.0154NO_{2, lag 3} + 0.0093Windspeed_{lag 2} - 0.0034Humidity_{lag 0} - 0.0037Rain_{lag 6} - 0.0101Pressure_{lag 3} - 0.0362Temp_{lag 3} + 0.1663Holiday + \log(Pop. at Risk)$
เพศ : หญิง	
ปอดอักเสบ	$\log(E(Sick)) = 28.6685 + 0.0064PM_{2.5, lag 0} + 0.0016PM_{10-2.5, lag 0} - 0.0056O_{3, lag 7} - 0.0095SO_{2, lag 2} - 0.4054CO_{lag 3} + 0.0022NO_{2, lag 0} + 0.0301Windspeed_{lag 3} + 0.0052Humidity_{lag 7} - 0.0002Rain_{lag 7} - 0.0389Pressure_{lag 0} - 0.042Temp_{lag 6} - 0.1139Holiday + \log(Pop. at Risk)$
ไข้หวัดใหญ่	$\log(E(Sick)) = -137.3118 - 0.0211PM_{2.5, lag 2} + 0.0362PM_{10-2.5, lag 0} - 0.0462O_{3, lag 6} - 0.3665SO_{2, lag 0} + 1.4099CO_{lag 5} + 0.0891NO_{2, lag 4} - 0.0627Windspeed_{lag 5} - 0.0165Humidity_{lag 0} - 0.0308Rain_{lag 7} + 0.1206Pressure_{lag 5} + 0.125Temp_{lag 0} - 0.183Holiday + \log(Pop. at Risk)$
สถานะการสูบบุหรี่ : สูบบุหรี่	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(Sick)) = -11.2597 + 0.0068PM_{2.5, lag 0} + 0.0054PM_{10-2.5, lag 7} - 0.0027O_{3, lag 0} + 0.0085SO_{2, lag 3} - 0.2821CO_{lag 0} + 0.0091NO_{2, lag 1} + 0.0316Windspeed_{lag 2} - 0.0048Humidity_{lag 0} - 0.0021Rain_{lag 0} + 0.0004Pressure_{lag 3} + 0.0085Temp_{lag 5} + 0.0726Holiday + \log(Pop. at Risk)$
กำเริบ	
สถานะการสูบบุหรี่ : ไม่สูบบุหรี่	
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = 8.2912 + 0.0019PM_{2.5, lag 3} - 0.0015PM_{10-2.5, lag 7} - 0.0039O_{3, lag 6} - 0.0165SO_{2, lag 7} - 0.16CO_{lag 7} + 0.0167NO_{2, lag 3} + 0.0026Windspeed_{lag 0} + 0.0048Humidity_{lag 7} - 0.0037Rain_{lag 4} - 0.0167Pressure_{lag 3} - 0.0455Temp_{lag 3} + 0.2075Holiday + \log(Pop. at Risk)$
กลุ่มอายุ : อายุ 0 – 14 ปี	
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 21.8298 + 0.0052PM_{2.5, lag 7} - 0.0071PM_{10-2.5, lag 7} - 0.0107O_{3, lag 7} - 0.0039SO_{2, lag 7} - 0.3312CO_{lag 0} + 0.026NO_{2, lag 3} - 0.0272Windspeed_{lag 6} + 0.0016Humidity_{lag 7} - 0.0034Rain_{lag 2} - 0.0288Pressure_{lag 7} - 0.0625Temp_{lag 3} + 0.3091Holiday + \log(Pop. at Risk)$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = 18.9501 + 0.0057PM_{2.5, lag 7} - 0.0038PM_{10-2.5, lag 7} - 0.0122O_{3, lag 7} - 0.0011SO_{2, lag 7} - 0.2502CO_{lag 7} + 0.0196NO_{2, lag 3} - 0.0129Windspeed_{lag 6} + 0.0046Humidity_{lag 7} - 0.0027Rain_{lag 7} - 0.0258Pressure_{lag 7} - 0.06Temp_{lag 3} + 0.2016Holiday + \log(Pop. at Risk)$
กลุ่มอายุ : อายุ 65 ปี ขึ้นไป	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(Sick)) = 7.2117 + 0.0102PM_{2.5, lag 0} - 0.0034PM_{10-2.5, lag 3} + 0.0069O_{3, lag 1} + 0.0017SO_{2, lag 5} - 0.4217CO_{lag 0} - 0.0246NO_{2, lag 1} + 0.0013Windspeed_{lag 2} - 0.0045Humidity_{lag 6} - 0.0031Rain_{lag 5} - 0.0159Pressure_{lag 1} - 0.0343Temp_{lag 1} + 0.1038Holiday + \log(Pop. at Risk)$
กำเริบ	
ปอดอักเสบ	$\log(E(Sick)) = -17.4224 + 0.0064PM_{2.5, lag 1} + 0.0014PM_{10-2.5, lag 0} - 0.0002O_{3, lag 4} + 0.0067SO_{2, lag 5} - 0.3569CO_{lag 1} - 0.0056NO_{2, lag 0} + 0.052Windspeed_{lag 3} - 0.0002Humidity_{lag 0} - 0.0032Rain_{lag 1} + 0.0076Pressure_{lag 4} - 0.0115Temp_{lag 3} - 0.0671Holiday + \log(Pop. at Risk)$
ไข้หวัดใหญ่	$\log(E(Sick)) = -178.9263 - 0.0551PM_{2.5, lag 1} + 0.0358PM_{10-2.5, lag 7} - 0.0192O_{3, lag 1} - 0.9722SO_{2, lag 0} + 1.4779CO_{lag 4} + 0.0063NO_{2, lag 6} - 0.043Windspeed_{lag 5} - 0.0833Humidity_{lag 0} - 0.0497Rain_{lag 4} + 0.177Pressure_{lag 4} - 0.2219Temp_{lag 1} - 0.5014Holiday + \log(Pop. at Risk)$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = -9.0694 + 0.0042PM_{2.5, lag 1} - 0.0023PM_{10-2.5, lag 3} + 0.0012O_{3, lag 3} + 0.0045SO_{2, lag 5} - 0.193CO_{lag 1} - 0.0021NO_{2, lag 3} + 0.013Windspeed_{lag 5} - 0.0026Humidity_{lag 3} + 0.0005Rain_{lag 4} + 0.0009Pressure_{lag 4} - 0.0179Temp_{lag 5} + 0.0858Holiday + \log(Pop. at Risk)$
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = -13.6635 + 0.0026PM_{2.5, lag 6} + 0.0002PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0016O_{3, lag 6} + 0.0115SO_{2, lag 5} - 0.1125CO_{lag 4} - 0.0016NO_{2, lag 4} + 0.002Windspeed_{lag 4} - 0.0012Humidity_{lag 3} - 0.0011Rain_{lag 6} + 0.0058Pressure_{lag 4} - 0.0185Temp_{lag 4} + 0.0927Holiday + \log(Pop. at Risk)$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : เบาหวาน	
ไข้หวัดใหญ่	$\log(E(Sick)) = -103.2443 - 0.0928PM_{2.5, lag 2} + 0.0024PM_{10-2.5, lag 7} + 0.0357O_{3, lag 0} - 0.6025SO_{2, lag 6} - 0.8673CO_{lag 1} + 0.0597NO_{2, lag 5} - 0.5722Windspeed_{lag 4} - 0.0875Humidity_{lag 7} - 0.3938Rain_{lag 5} + 0.108Pressure_{lag 7} - 0.3199Temp_{lag 6} - 0.9756Holiday + \log(Pop. at Risk)$
เส้นเลือดในสมองตีบหรือแตก	$\log(E(Sick)) = -26.7893 - 0.0193PM_{2.5, lag 4} + 0.0112PM_{10-2.5, lag 6} + 0.02O_{3, lag 4} - 0.0144SO_{2, lag 3} + 0.3004CO_{lag 3} - 0.0228NO_{2, lag 4} + 0.0127Windspeed_{lag 4} - 0.0061Humidity_{lag 4} - 0.0215Rain_{lag 5} + 0.0175Pressure_{lag 0} - 0.0383Temp_{lag 7} - 0.0781Holiday + \log(Pop. at Risk)$

โรค	สมการ
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	$\log(E(\text{Sick})) = -15.4595 + 0.0033\text{PM}_{2.5, \text{lag } 6} + 0.0014\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} - 0.0039\text{O}_3, \text{lag } 6 + 0.0316\text{SO}_2, \text{lag } 6 - 0.0138\text{CO}_{\text{lag } 3} - 0.0019\text{NO}_2, \text{lag } 3 + 0.017\text{Windspeed}_{\text{lag } 3} + 0.0012\text{Humidity}_{\text{lag } 0} - 0.0031\text{Rain}_{\text{lag } 3} + 0.0076\text{Pressure}_{\text{lag } 4} - 0.0199\text{Temp}_{\text{lag } 5} + 0.108\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ความดันโลหิตสูง	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(\text{Sick})) = -12.592 + 0.0099\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} - 0.0017\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 3} + 0.0046\text{O}_3, \text{lag } 1 + 0.0092\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.1383\text{CO}_{\text{lag } 3} - 0.0211\text{NO}_2, \text{lag } 1 + 0.0186\text{Windspeed}_{\text{lag } 2} + 0.0033\text{Humidity}_{\text{lag } 0} - 0.0026\text{Rain}_{\text{lag } 2} + 0.0022\text{Pressure}_{\text{lag } 1} - 0.0099\text{Temp}_{\text{lag } 1} + 0.0791\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
กำเริบ	$\log(E(\text{Sick})) = -12.1888 + 0.0062\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} - 0.0004\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 1} - 0.0008\text{O}_3, \text{lag } 2 + 0.0145\text{SO}_2, \text{lag } 6 - 0.3907\text{CO}_{\text{lag } 1} - 0.0078\text{NO}_2, \text{lag } 0 + 0.0449\text{Windspeed}_{\text{lag } 3} - 0.0017\text{Humidity}_{\text{lag } 0} - 0.002\text{Rain}_{\text{lag } 1} + 0.0033\text{Pressure}_{\text{lag } 4} - 0.0362\text{Temp}_{\text{lag } 3} - 0.0625\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
โรคอัมพาต	$\log(E(\text{Sick})) = -9.7727 + 0.0032\text{PM}_{2.5, \text{lag } 1} - 0.0026\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 3} - 0.0006\text{O}_3, \text{lag } 1 + 0.0034\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.1632\text{CO}_{\text{lag } 3} + 0.012\text{NO}_2, \text{lag } 3 + 0.0189\text{Windspeed}_{\text{lag } 3} - 0.0002\text{Humidity}_{\text{lag } 3} + 0\text{Rain}_{\text{lag } 4} + 0.0015\text{Pressure}_{\text{lag } 3} - 0.0226\text{Temp}_{\text{lag } 5} + 0.0663\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
ระบบการหายใจทั้งหมด	$\log(E(\text{Sick})) = -12.9352 + 0.0026\text{PM}_{2.5, \text{lag } 6} + 0.0003\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 6} + 0.0009\text{O}_3, \text{lag } 0 + 0.0112\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.1973\text{CO}_{\text{lag } 6} - 0.0021\text{NO}_2, \text{lag } 4 + 0.0001\text{Windspeed}_{\text{lag } 4} + 0.0011\text{Humidity}_{\text{lag } 0} - 0.0004\text{Rain}_{\text{lag } 5} + 0.0051\text{Pressure}_{\text{lag } 4} - 0.0196\text{Temp}_{\text{lag } 5} + 0.0826\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ไชมันในเลือดสูง	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(\text{Sick})) = -28.924 + 0.0064\text{PM}_{2.5, \text{lag } 2} - 0.0051\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} + 0.0019\text{O}_3, \text{lag } 1 - 0.068\text{SO}_2, \text{lag } 3 - 0.2961\text{CO}_{\text{lag } 4} + 0.0163\text{NO}_2, \text{lag } 7 + 0.056\text{Windspeed}_{\text{lag } 2} - 0.0009\text{Humidity}_{\text{lag } 0} - 0.0001\text{Rain}_{\text{lag } 2} + 0.0186\text{Pressure}_{\text{lag } 4} - 0.0086\text{Temp}_{\text{lag } 3} + 0.0267\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
กำเริบ	$\log(E(\text{Sick})) = 10.9789 + 0.0078\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} - 0.0002\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 3} + 0.005\text{O}_3, \text{lag } 1 + 0.0011\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.2525\text{CO}_{\text{lag } 0} - 0.0131\text{NO}_2, \text{lag } 1 + 0.0016\text{Windspeed}_{\text{lag } 2} - 0.0054\text{Humidity}_{\text{lag } 6} - 0.0034\text{Rain}_{\text{lag } 5} - 0.0178\text{Pressure}_{\text{lag } 4} - 0.0178\text{Temp}_{\text{lag } 1} + 0.1025\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$

E(Sick) จำนวนผู้ที่มาแผนกฉุกเฉิน, ค่าเฉลี่ยรายวันของ PM_{2.5} (µg/m³) PM₁₀ (µg/m³) O₃ (ppb) NO₂ (ppb) SO₂ (ppb) CO (ppm) Windspeed ความเร็วลม (knot) Humidity ความชื้นสัมพัทธ์ (% โดยมีค่า 0 – 100%) Rain ปริมาณน้ำฝน (mm) Pressure ความกดอากาศ (hPa) Temp อุณหภูมิ (C), และ Holiday เป็นวันหยุดหรือไม่ (1 วันหยุด 0 วันธรรมดา)

ตารางที่ 2. สมการที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} สูงสุดรายวันที่เพิ่มขึ้น 10 µg/m³ กับจำนวนการมารับการรักษาระดับที่แผนกฉุกเฉินในแต่ละโรคที่ศึกษา

โรค	LAG
ภาพรวม	
ปอดอักเสบ	$\log(E(Sick)) = 3.7554 + 0.0021PM_{2.5, lag 0} + 0.0019PM_{10-2.5, lag 0} - 0.003CO_{3, lag 7} - 0.0044SO_{2, lag 4} - 0.1289CO_{lag 5} - 0.0009NO_{2, lag 0} + 0.0306Windspeed_{lag 3} + 0Humidity_{lag 7} + 0.0005Rain_{lag 5} - 0.0234Pressure_{lag 3} - 0.0143Temp_{lag 0} - 0.1122Holiday + \log(Pop. at Risk)$
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 11.915 + 0.0019PM_{2.5, lag 6} - 0.0032PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0022CO_{3, lag 7} - 0.0082SO_{2, lag 7} - 0.0895CO_{lag 0} + 0.0069NO_{2, lag 1} - 0.0272Windspeed_{lag 6} + 0.0046Humidity_{lag 7} - 0.001Rain_{lag 6} - 0.0565Pressure_{lag 3} - 0.0209Temp_{lag 0} + 0.4101Holiday + \log(Pop. at Risk)$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = -1.8727 + 0.0009PM_{2.5, lag 3} - 0.0015PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0014O_{3, lag 7} - 0.0058SO_{2, lag 7} - 0.0519CO_{lag 2} + 0.0041NO_{2, lag 2} - 0.0081Windspeed_{lag 2} + 0.0019Humidity_{lag 7} - 0.0029Rain_{lag 4} - 0.0384Pressure_{lag 3} - 0.0066Temp_{lag 3} + 0.1939Holiday + \log(Pop. at Risk)$
เพศ : ชาย	
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 5.283 + 0.0017PM_{2.5, lag 6} - 0.0034PM_{10-2.5, lag 6} - 0.004O_{3, lag 2} - 0.0035SO_{2, lag 7} - 0.0969CO_{lag 0} + 0.0085NO_{2, lag 2} - 0.025Windspeed_{lag 6} + 0.0029Humidity_{lag 7} - 0.0045Rain_{lag 1} - 0.0552Pressure_{lag 3} - 0.0141Temp_{lag 5} + 0.3793Holiday + \log(Pop. at Risk)$
เพศ : หญิง	
ปอดอักเสบ	$\log(E(Sick)) = 22.7297 + 0.0036PM_{2.5, lag 0} - 0.0015PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0007O_{3, lag 6} - 0.0237SO_{2, lag 3} - 0.2327CO_{lag 4} + 0.0002NO_{2, lag 4} + 0.0245Windspeed_{lag 3} + 0.0071Humidity_{lag 7} - 0.0018Rain_{lag 7} - 0.0509Pressure_{lag 6} - 0.0329Temp_{lag 0} - 0.106Holiday + \log(Pop. at Risk)$
สถานะการสูบบุหรี่ : สูบบุหรี่	
ไข้หวัดใหญ่	$\log(E(Sick)) = -61.2165 + 0.0136PM_{2.5, lag 1} + 0.0097PM_{10-2.5, lag 7} - 0.0253O_{3, lag 3} - 0.1167SO_{2, lag 5} - 0.1946CO_{lag 4} - 0.0016NO_{2, lag 3} + 0.3298Windspeed_{lag 6} - 0.0119Humidity_{lag 6} - 0.0517Rain_{lag 7} - 0.0517 + 0.1853Pressure_{lag 7} + 0.0415Temp_{lag 1} - 0.3763Holiday + \log(Pop. at Risk)$
สถานะการสูบบุหรี่ : ไม่สูบบุหรี่	
ปอดอักเสบ	$\log(E(Sick)) = 7.1191 + 0.0024PM_{2.5, lag 0} - 0.0009PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0021O_{3, lag 7} + 0.0055SO_{2, lag 4} - 0.1731CO_{lag 5} - 0.0021NO_{2, lag 4} + 0.0364Windspeed_{lag 3} + 0.0026Humidity_{lag 7} + 0.0004Rain_{lag 5} - 0.03Pressure_{lag 3} - 0.0175Temp_{lag 0} - 0.1253Holiday + \log(Pop. at Risk)$
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 18.4203 + 0.0022PM_{2.5, lag 6} - 0.0029PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0023O_{3, lag 7} - 0.0089SO_{2, lag 7} - 0.1016CO_{lag 0} + 0.0075NO_{2, lag 1} - 0.0268Windspeed_{lag 6} + 0.0069Humidity_{lag 7} - 0.0038Rain_{lag 7} - 0.0607Pressure_{lag 2} - 0.0273Temp_{lag 0} + 0.4112Holiday + \log(Pop. at Risk)$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = 4.7558 + 0.0008PM_{2.5, lag 3} - 0.0019PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0015O_{3, lag 7} - 0.0045SO_{2, lag 7} + 0.0209CO_{lag 5} + 0.0037NO_{2, lag 2} - 0.0003Windspeed_{lag 0} + 0.0036Humidity_{lag 7} - 0.0034Rain_{lag 4} - 0.0425Pressure_{lag 3} - 0.0132Temp_{lag 3} + 0.2086Holiday + \log(Pop. at Risk)$
กลุ่มอายุ : อายุ 0 - 14 ปี	
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 13.4924 + 0.0018PM_{2.5, lag 7} - 0.003PM_{10-2.5, lag 0} - 0.0032CO_{3, lag 7} - 0.0067SO_{2, lag 7} - 0.1382CO_{lag 0} + 0.0053NO_{2, lag 0} - 0.04Windspeed_{lag 6} + 0.0014Humidity_{lag 7} - 0.0038Rain_{lag 2} - 0.0668Pressure_{lag 3} - 0.0204Temp_{lag 7} + 0.3Holiday + \log(Pop. at Risk)$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = 11.5271 + 0.002PM_{2.5, lag 7} - 0.0025PM_{10-2.5, lag 0} - 0.0043O_{3, lag 7} - 0.0045SO_{2, lag 7} - 0.0552CO_{lag 0} + 0.0024NO_{2, lag 0} - 0.0263Windspeed_{lag 6} + 0.0031Humidity_{lag 7} - 0.0034Rain_{lag 7} - 0.0671Pressure_{lag 3} - 0.0181Temp_{lag 7} + 0.1917Holiday + \log(Pop. at Risk)$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : เบาหวาน	
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	$\log(E(Sick)) = 2.3054 + 0.005PM_{2.5, lag 1} - 0.0101PM_{10-2.5, lag 0} + 0.0079O_{3, lag 6} + 0.0036SO_{2, lag 6} + 0.1994CO_{lag 0} - 0.0056NO_{2, lag 6} - 0.0792Windspeed_{lag 0} + 0.0016Humidity_{lag 6} + 0.0125Rain_{lag 7} - 0.0354Pressure_{lag 5} - 0.0121Temp_{lag 4} + 0.0164Holiday + \log(Pop. at Risk)$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ความดันโลหิตสูง	
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	$\log(E(Sick)) = 0.0799 + 0.003PM_{2.5, lag 0} + 0.0006PM_{10-2.5, lag 1} + 0.0033CO_{3, lag 1} + 0.0113SO_{2, lag 3} - 0.0191CO_{lag 4} + 0NO_{2, lag 1} + 0.0344Windspeed_{lag 2} + 0.0032Humidity_{lag 0} - 0.0008Rain_{lag 2} - 0.0058Pressure_{lag 1} - 0.0107Temp_{lag 1} + 0.0844Holiday + \log(Pop. at Risk)$
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = -11.5052 + 0.0012PM_{2.5, lag 6} - 0.0002PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0001O_{3, lag 0} - 0.0017SO_{2, lag 4} - 0.042CO_{lag 6} + 0.0014NO_{2, lag 1} + 0.0032Windspeed_{lag 4} + 0.0005Humidity_{lag 0} - 0.0002Rain_{lag 5} - 0.0188Pressure_{lag 5} + 0.0037Temp_{lag 4} + 0.0786Holiday + \log(Pop. at Risk)$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ไม่มีโรคทั้ง 4 โรค	
ติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = -169.0567 + 0.0134PM_{2.5, lag 0} - 0.0125PM_{10-2.5, lag 7} - 0.0189O_{3, lag 1} - 0.1333SO_{2, lag 0} + 0.2481CO_{lag 0} + 0.016NO_{2, lag 5} + 0.0694Windspeed_{lag 4} + 0.039Humidity_{lag 1} + 0.0134Rain_{lag 1} - 0.0495Pressure_{lag 2} + 0.1542Temp_{lag 3} + 0.5855Holiday + \log(Pop. at Risk)$

E(Sick) จำนวนผู้ที่มาแผนกฉุกเฉิน, ค่าสูงสุดรายวันของ PM_{2.5} (µg/m³) PM₁₀ (µg/m³) O₃ (ppb) NO₂ (ppb) SO₂ (ppb) CO (ppm), ค่าเฉลี่ยรายวันของ Windspeed ความเร็วลม (knot) Humidity ความชื้นสัมพัทธ์ (% โดยมีค่า 0 - 100%) Rain ปริมาณน้ำฝน (mm) Pressure ความกดอากาศ (hPa) Temp อุณหภูมิ (C), และ Holiday เป็นวันหยุดหรือไม่ (1 วันหยุด 0 วันธรรมดา)

ความชุกของปัญหาสุขภาพกายและระดับคุณภาพชีวิตทางสุขภาพของชาวนาในจังหวัดสุรินทร์ ประเทศไทย

อาภาศิริ แต่งประกอบ และ วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี

¹ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

วัตถุประสงค์ ประเทศไทยเป็นเมืองเกษตรกรรมที่ผลิตข้าวเพื่อบริโภคภายในและส่งออก ปัจจุบันมีการเร่งเพิ่มผลผลิตทำให้มีการใช้สารเคมีและเกิดผลกระทบต่อสุขภาพมากขึ้น เพื่อบรรเทาภาวะนี้ จึงมีการใช้เกษตรอินทรีย์มาเป็นทางเลือก วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความชุกของปัญหาสุขภาพและคุณภาพชีวิตทางสุขภาพระหว่างชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์และชาวนาที่ทำเกษตรเคมีในจังหวัดสุรินทร์

วิธีการ เป็นการศึกษาแบบ Cross-sectional Analytic Study ประกอบด้วยชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์ 364 ราย และชาวนาที่ทำเกษตรเคมี 345 ราย ที่ทำการปลูกข้าวในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์อย่างน้อย 1 ปี เก็บข้อมูลปัญหาสุขภาพช่วง 3 เดือนและ 1 ปีที่ผ่านมา และคุณภาพชีวิตทางสุขภาพด้วยแบบสอบถาม ทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Chi-square และ Binary logistic regression

ผลการศึกษา ช่วง 3 เดือนที่ผ่านมาพบอาการปวดกล้ามเนื้อมากที่สุดในชาวนาทั้งสองกลุ่ม ส่วนช่วง 1 ปีที่ผ่านมา พบอาการปวดศีรษะมากที่สุดในชาวนาทั้งสองกลุ่ม และเมื่อเปรียบเทียบลักษณะของการทำนากับปัญหาสุขภาพ พบว่าชาวนาที่ทำเกษตรเคมีมีความสัมพันธ์กับความชุกที่เพิ่มขึ้นของอาการท้องเสีย (adjusted OR=3.10, $p = 0.04$) และปวดกล้ามเนื้อ (adjusted OR=2.19, $p < 0.01$) มากกว่าชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชาวนาที่ทำเกษตรเคมีมีคุณภาพชีวิตทางสุขภาพดีกว่าชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป เพื่อบรรเทาผลกระทบทางสุขภาพจากการใช้สารเคมีในการปลูกข้าว ควรสนับสนุนการใช้เกษตรอินทรีย์อย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมดุลระหว่างผลดีต่อสุขภาพและระดับคุณภาพชีวิต **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(3):363-72. doi 10.12982/CMUMEDJ.2021.32**

คำสำคัญ: เกษตรอินทรีย์ ยาฆ่าแมลง ชาวนา ผลกระทบต่อสุขภาพ

บทนำ

ประเทศไทยถือเป็นประเทศเกษตรกรรม โดยในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ มีการประกอบอาชีพหลักเป็นอาชีพชาวนาถึงร้อยละ 62 (1,2) มีการผลิตข้าว

เพื่อการบริโภคทั้งในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศ (3,4) เนื่องจากเหตุผลทางด้านความต้องการของตลาดที่สูงขึ้นจึงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ: อาภาศิริ แต่งประกอบ, พบ., ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330, ประเทศไทย อีเมลล์: ahphasiri@gmail.com



วันรับเรื่อง 14 มกราคม 2564, **วันส่งแก้ไข** 9 กุมภาพันธ์ 2564, **วันยอมรับการตีพิมพ์** 11 มีนาคม 2564

รูปแบบการเกษตร เกิดการผลิตที่เน้นปริมาณและมีการใช้สารเคมีต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตมากขึ้น โดยมีแนวโน้มการนำเข้าวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตรเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 56 ในช่วงสิบปีที่ผ่านมา (5)

การเพิ่มปริมาณการใช้สารเคมีต่าง ๆ ในกระบวนการปลูกข้าว ส่งผลต่อระบบนิเวศน์จากการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม และยังส่งผลต่อผู้บริโภคโดยพบร้อยละ 73.9 ของข้าวสารที่ขายตามท้องตลาดมีการปนเปื้อนสารเคมีในข้าวเมทิลโบรไมล์ (6) นอกจากนี้ยังมีตัวเลขผู้เสียชีวิตจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในช่วง 3 ปี สูงถึง 1,715 ราย จำนวนผู้ป่วยเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาล 13,908 ราย ทำให้สูญเสียงบประมาณค่ารักษาพยาบาลทั้งสิ้น 62.81 ล้านบาท (7)

เกษตรอินทรีย์จึงเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากไม่มีสารเคมีตกค้างในพืชผัก ทำให้แร่ธาตุในดินอุดมสมบูรณ์ หลีกเลี่ยงวัฏจักรเกษตรที่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ต่าง ๆ (8) ซึ่งมีการศึกษาและให้ความสนใจผลของการทำเกษตรอินทรีย์ในต่างประเทศเป็นอย่างมาก แต่ในประเทศไทยยังพบการศึกษาเรื่องนี้ โดยเฉพาะผลกระทบต่อสุขภาพไม่มากนัก

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความชุกของปัญหาสุขภาพ 22 อาการ ในช่วง 3 เดือนและ 1 ปี และระดับคุณภาพชีวิตทางสุขภาพระหว่างชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์กับชาวนาที่ทำเกษตรเคมีในจังหวัดสุรินทร์

วิธีการ

การศึกษาคั้งนี้เป็นการศึกษาภาคตัดขวางเชิงวิเคราะห์ (cross-sectional analytic study) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ คือ ชาวนาที่มีการ

ปลูกข้าวในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์อย่างน้อย 1 ปี โดยแบ่งเป็น 1) ชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์ และ 2) ชาวนาที่ทำเกษตรเคมี คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Dupont (1998) (9, 10) กำหนดความชุกของการเกิดอาการทางสุขภาพในผู้สัมผัสยาฆ่าแมลงเป็นร้อยละ 24 และความชุกในผู้ไม่สัมผัสเป็นร้อยละ 15 (11) จากนั้นทำการเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 20.0 จึงได้ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเป็น 407 คน (อัตรา 1:1) ทำการสุ่มตัวอย่างโดยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multistage random sampling) เลือกตัวแทน 4 จาก 13 อำเภอตามสัดส่วนผู้ลงทะเบียนปลูกข้าวอินทรีย์ โดยกลุ่มชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์ได้รายชื่อจากการรวมตัวเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-80 คน ที่ลงทะเบียนกับศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ซึ่งเป็นหน่วยงานจากภาครัฐที่ดูแลเรื่องมาตรฐาน Organic Thailand ในจังหวัด ส่วนกลุ่มชาวนาที่ทำเกษตรเคมีได้รายชื่อจากผู้ลงทะเบียนกับเกษตรอำเภอ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามมีทั้งหมด 5 ส่วนดังนี้ 1) ข้อมูลส่วนบุคคล 2) ข้อมูลสุขภาพ 3) ข้อมูลการประกอบอาชีพ 4) ข้อมูลเกี่ยวกับการสัมผัสสารที่ใช้ในการทำนา 5) แบบประเมินคุณภาพชีวิตทางสุขภาพ WHO-QOL-BREF-THAI ทำการเก็บข้อมูลโดยทีมผู้ประสานงานจากศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ซึ่งจะต้องได้รับการฝึกฝนตามข้อกำหนดมาตรฐาน (protocol training) ที่ผู้วิจัยเป็นผู้จัดขึ้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาและใช้ลักษณะคำถามของแบบสอบถามไปในทิศทางเดียวกันทุกคน โดยทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างแบบตัวต่อตัว

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป STATA version 14.0 วิเคราะห์ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่และร้อยละ วิเคราะห์

สถิติเชิงอนุมานเพื่อเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ระหว่างประเภทการทำนากับการเกิดปัญหาสุขภาพและระดับคุณภาพชีวิตทางสุขภาพ โดย Chi-square หรือ Fisher’s exact และ Binary Logistic Regression ควบคุมปัจจัยรบกวน ได้แก่ โรคประจำตัว อายุ ระดับการศึกษา รายได้ และการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลอย่างเหมาะสม ที่ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05

ผลการศึกษา

จากการเก็บข้อมูลชานาที่ปลูกข้าวในจังหวัดสุรินทร์ ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 709 คน

โดยในกลุ่มชานาที่ทำเกษตรอินทรีย์ ได้ทำการสุ่มรายชื่อจากกลุ่มที่ลงทะเบียนไว้กับศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์แล้วเก็บข้อมูลของทุกรายในกลุ่มย่อยนั้นได้จำนวนทั้งหมด 430 คน สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ 364 คน คิดเป็นอัตราการเข้าร่วมร้อยละ 84.7 ส่วนในกลุ่มชานาที่ทำเกษตรเคมีทำการสุ่มรายชื่อเพื่อเก็บข้อมูลทั้งหมดจำนวน 407 คน สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ 345 คน คิดเป็นอัตราการเข้าร่วมร้อยละ 84.8

ข้อมูลด้านปัจจัยบุคคลเกี่ยวกับอายุและเพศของทั้งสองกลุ่มมีความใกล้เคียงกัน ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษา ความเพียงพอของรายได้ในครอบครัว และโรคประจำตัว มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลระหว่างชานาที่ทำเกษตรอินทรีย์และที่ทำเกษตรเคมี (n=709)

ตัวแปร	ทำเกษตรอินทรีย์ (n=364)		ทำเกษตรเคมี (n=345)		p-value
	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	
อายุ (ปี) [†]					0.93
Mean (SD)	46.6	(6.9)	46.7	(13.3)	
Min	33		24		
Max	60		81		
เพศ [†]					0.12
ชาย	269	(73.9)	272	(78.8)	
หญิง	95	(26.1)	73	(21.2)	
การศึกษา [†]					< 0.01*
ประถมหรือต่ำกว่า	190	(52.2)	81	(23.5)	
มัธยมหรือเทียบเท่า	160	(44.0)	264	(76.5)	
ปริญญาตรีขึ้นไป	14	(3.8)	0	(0)	
ความเพียงพอของรายได้ในครอบครัว [†]					< 0.01*
เพียงพอและมีเงินเก็บ	58	(15.9)	72	(20.9)	
เพียงพอแต่ไม่เหลือเก็บ	115	(31.6)	273	(79.1)	
ไม่เพียงพอและเป็นหนี้	161	(44.2)	0	(0)	
ปฏิเสธตอบคำถาม	30	(8.3)	0	(0)	
โรคประจำตัว [†]					< 0.01*
มี	29	(8.0)	44	(12.8)	
ไม่มี	335	(92.0)	301	(87.2)	

[†]Chi-square; ^{*}Unpaired t-test

ตารางที่ 2. การเปรียบเทียบข้อมูลด้านการเกิดปัญหาสุขภาพในช่วง 3 เดือนและ 1 ปีที่ผ่านมาของชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมี

ตัวแปร	ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา			ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา		
	อินทรีย์ (n=364)	เคมี (n=345)	p-value	อินทรีย์ (n=364)	เคมี (n=345)	p-value
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
อาการคันที่ผิวหนัง	0 (0.0)	24 (7.0)	< 0.01*	14 (3.9)	28 (8.1)	0.02*
ผิวหนังเป็นผื่นแดง	0 (0.0)	19 (5.5)	< 0.01*	14 (3.9)	27 (7.9)	0.02*
ผิวหนังเป็นลมพิษ	0 (0.0)	0 (0.0)	-	0 (0.0)	3 (0.9)	0.08
ผิวหนังแห้งแตก	0 (0.0)	1 (0.3)	0.30	0 (0.0)	16 (4.6)	< 0.01*
มีตุ่มน้ำใสและคัน	0 (0.0)	2 (0.6)	0.15	0 (0.0)	26 (7.5)	< 0.01*
มีใช้ต่ำ ๆ	0 (0.0)	1 (0.3)	0.30	0 (0.0)	2 (0.6)	0.15
ปวดตา	0 (0.0)	1 (0.3)	0.30	14 (3.9)	8 (2.3)	0.24
ระคายเคืองตา	14 (3.9)	11 (3.2)	0.64	28 (7.7)	16(4.6)	0.09
ปวดศีรษะ	14 (3.9)	14 (4.1)	0.89	86 (23.6)	104 (30.1)	0.05
วิงเวียน มึนงง	0 (0.0)	17 (4.9)	< 0.01*	73 (20.0)	86 (24.9)	0.12
แน่นจมูก คัดจมูก	7 (1.9)	3 (0.9)	0.23	42 (11.5)	56 (16.2)	0.07
ไอ/ ไอมีเสมหะ	0 (0.0)	0 (0.0)	-	0 (0.0)	9 (2.6)	< 0.01*
หายใจไม่อิ่ม	0 (0.0)	0 (0.0)	-	15 (4.1)	4 (1.2)	0.02*
แน่น/เจ็บหน้าอก	0 (0.0)	0 (0.0)	-	0 (0.0)	2 (0.6)	0.15
หายใจมีเสียงดังวี๊ด	0 (0.0)	1 (0.3)	0.30	0 (0.0)	0 (0.0)	-
เบื่ออาหาร	0 (0.0)	0 (0.0)	-	0 (0.0)	2 (0.6)	0.15
ท้องอืด	0 (0.0)	0 (0.0)	-	14 (3.9)	21 (6.1)	0.17
ท้องเสีย	3 (0.8)	0 (0.0)	0.09	15 (4.1)	21 (6.1)	0.23
ตัว/ตาเหลือง	0 (0.0)	0 (0.0)	-	0 (0.0)	0 (0.0)	-
แขน/ขาอ่อนแรง	0 (0.0)	3 (0.9)	0.08	0 (0.0)	0 (0.0)	-
ขาแขนขา ปลายมือ ปลายเท้า	0 (0.0)	2 (0.6)	0.15	0 (0.0)	3 (0.9)	0.08
ปวดกล้ามเนื้อ	12 (3.3)	15 (4.4)	0.47	59 (16.2)	70 (20.3)	0.16

ข้อมูลด้านการเกิดปัญหาสุขภาพแสดงให้เห็นว่า ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์พบอาการปวดกล้ามเนื้อมากที่สุด (ร้อยละ 3.3) รองลงมา ได้แก่ อาการระคายเคืองตาและปวดศีรษะ (ร้อยละ 3.9) ส่วนชาวนาที่ทำเกษตรเคมีพบอาการคันที่ผิวหนังมากที่สุด (ร้อยละ 7.0) รองลงมา ได้แก่ อาการผิวหนังเป็นผื่นแดง (ร้อยละ 5.5) และวิงเวียน มึนงง (ร้อยละ 4.9) ตามลำดับ ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา

พบว่าชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์มีอาการปวดศีรษะมากที่สุด (ร้อยละ 23.6) รองลงมาได้แก่ อาการวิงเวียนมึนงง (ร้อยละ 20.0) และปวดกล้ามเนื้อ (ร้อยละ 16.2) ส่วนชาวนาที่ทำเกษตรเคมีพบอาการปวดศีรษะมากที่สุด (ร้อยละ 30.1) รองลงมาได้แก่ อาการวิงเวียนมึนงง (ร้อยละ 24.9) และปวดกล้ามเนื้อ (ร้อยละ 20.3) ตามลำดับ และเมื่อทำการวิเคราะห์โดย Chi-square หรือ Fisher's exact

ตารางที่ 3. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทการทำนา (โดยเกษตรกรอินทรีย์เป็นกลุ่มอ้างอิง) กับการเกิดปัญหาสุขภาพในช่วง 3 เดือน และ 1 ปีที่ผ่านมา

ตัวแปร	ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา			ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา		
	Adjusted OR [†]			Adjusted OR [†]		
	OR	(95%CI)	p-value	OR	(95%CI)	p-value
อาการคันที่ผิวหนัง	-	-	-	2.11	(0.98-4.56)	0.06
ผิวหนังเป็นผื่นแดง	-	-	-	1.98	(0.92-4.26)	0.08
ผิวหนังเป็นลมพิษ [‡]	-	-	-	-	-	-
ผิวหนังแห้งแตก [‡]	-	-	-	-	-	-
มีตุ่มน้ำใสและคัน [‡]	-	-	-	-	-	-
มีไข้อุด ๆ [‡]	-	-	-	-	-	-
ปวดตา	-	-	-	1.16	(0.36-3.72)	0.80
ระคายเคืองตา	2.00	(0.43-9.33)	0.38	1.57	(0.50-4.88)	0.44
ปวดศีรษะ	3.89	(0.82-18.42)	0.09	1.05	(0.69-1.58)	0.82
วิงเวียน มึนงง	-	-	-	1.43	(0.92-2.23)	0.11
แน่นจมูก คัดจมูก	0.13	(0.01-2.07)	0.15	0.98	(0.58-1.66)	0.95
ไอ/ ไอมีเสมหะ [‡]	-	-	-	-	-	-
หายใจไม่อิ่ม	-	-	-	3.12	(0.19-52.12)	0.43
แน่น/เจ็บหน้าอก [‡]	-	-	-	-	-	-
หายใจมีเสียงดังวี๊ด [‡]	-	-	-	-	-	-
เบื่ออาหาร [‡]	-	-	-	-	-	-
ท้องอืด	-	-	-	1.30	(0.62-2.75)	0.48
ท้องเสีย	-	-	-	3.10	(1.24-7.78)	0.02*
ตัว/ตาเหลือง [‡]	-	-	-	-	-	-
แขน/ขาอ่อนแรง [‡]	-	-	-	-	-	-
ขาแขน ขา ปลายมือ ปลายเท้า [‡]	-	-	-	-	-	-
ปวดกล้ามเนื้อ	3.36	(1.09-10.38)	0.04*	2.19	(1.35-3.57)	< 0.01*

[†]ตัวแปรควบคุมประกอบด้วย โรคประจำตัว อายุ ระดับการศึกษา รายได้ และการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลอย่างเหมาะสม, [‡]ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้เนื่องจากขนาดกลุ่มตัวอย่างไม่เพียงพอ

พบว่าชานาทั้ง 2 กลุ่ม มีปัญหาทางสุขภาพในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 5 อาการ คือ อาการคันผิวหนัง ผิวหนังเป็นผื่นแดง วิงเวียนมึนงง ท้องเสีย และแขนขาอ่อนแรง ส่วนในช่วง 1 ปีที่ผ่านมาพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 6 อาการ คือ อาการคันผิวหนัง ผิวหนังเป็นผื่นแดง ผิวหนังแห้งและแตกเป็นแผล มีตุ่มน้ำใสและคัน ไอหรือไอมีเสมหะ และหายใจไม่อิ่ม ดังตารางที่ 2

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทการทำนากับการเกิดปัญหาสุขภาพ โดย Binary Logistic Regression ควบคุมปัจจัยทางด้าน โรคประจำตัว อายุ ระดับการศึกษา รายได้ และการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลอย่างเหมาะสม พบว่า การทำนาเกษตรเคมีมีความสัมพันธ์กับความชุกที่เพิ่มขึ้นของปัญหาสุขภาพในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ 1 อาการ ได้แก่ ปวดกล้ามเนื้อ (OR (95%CI): 3.36 (1.09-10.38), p-value 0.04)

และพบว่าการทำนาเกษตรเคมีมีความสัมพันธ์กับความชุกที่เพิ่มขึ้นของปัญหาสุขภาพในช่วง 1 ปีที่ผ่านมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ 2 อาการ ได้แก่ ท้องเสีย (OR (95%CI): 3.10 (1.24-7.78), p -value 0.02) และปวดกล้ามเนื้อ (OR (95%CI): 2.19 (1.35-3.57), $p < 0.01$) ดังตารางที่ 3

ข้อมูลด้านคุณภาพชีวิตแสดงให้เห็นว่าชาวนาทั้งสองกลุ่มนั้นส่วนใหญ่มีคุณภาพชีวิตระดับดี โดยคิดเป็นร้อยละ 67.9 ในชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์ และร้อยละ 99.4 ในชาวนาที่ทำเกษตรเคมี เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติ Chi-square พบว่าชาวนาทั้ง 2 กลุ่มมีระดับคุณภาพชีวิตแตกต่างกันมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4 และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทการทำนา กับระดับคุณภาพชีวิตด้วย Binary Logistic Regression ควบคุมปัจจัยด้าน โรคประจำตัว เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา และรายได้ พบว่าชาวนาที่ทำเกษตรเคมีมีความชุกของคุณภาพชีวิตทางสุขภาพระดับดีเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์ (OR (95%CI): 69.08 (16.50-289.17), $p < 0.01$) ดังตารางที่ 5

อภิปรายและสรุปผล

ในการศึกษาความชุกของปัญหาสุขภาพกาย และระดับคุณภาพชีวิตทางสุขภาพของชาวนาในจังหวัดสุรินทร์ ประเทศไทย พบว่า ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา กลุ่มชาวนาที่ทำเกษตรเคมีมีความชุกของการเกิดปัญหาสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์อยู่ 1 อาการ ได้แก่ ปวดกล้ามเนื้อ และในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา 2 อาการ ได้แก่ ท้องเสีย และปวดกล้ามเนื้อ ส่วนในเรื่องระดับคุณภาพชีวิตทางสุขภาพ พบว่า ชาวนาที่ทำเกษตรเคมีมีความชุกของคุณภาพชีวิตทางสุขภาพระดับดีสูงกว่าชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนี้

ชาวนาที่ทำเกษตรเคมีมีความชุกของการเกิดอาการท้องเสียสูงเป็น 3.06 เท่า เมื่อเทียบกับชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์ ($p = 0.02$) ซึ่งผลการศึกษานี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Hutter (2018) ที่ไม่พบความเสี่ยงต่อการเกิดอาการดังกล่าวเพิ่มขึ้น (11) แต่สอดคล้องกับการศึกษา Patriquin (2000) ที่พบว่าการทำเกษตรอินทรีย์สามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการท้องเสีย โดยเฉพาะจากเชื้อ *E.coli*

ตารางที่ 4. เปรียบเทียบข้อมูลด้านระดับคุณภาพชีวิตทางสุขภาพของชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมี

ตัวแปร	ทำเกษตรอินทรีย์ (n=364) จำนวน (ร้อยละ)	ทำเกษตรเคมี (n=345) จำนวน (ร้อยละ)	p -value
คุณภาพชีวิตดี	247 (67.9)	343 (99.4)	$< 0.01^*$
คุณภาพชีวิตปานกลาง	117 (32.1)	2 (0.6)	-
คุณภาพชีวิตไม่ดี	0 (0.0)	0 (0.0)	-

ตารางที่ 5. ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทการทำนา กับระดับคุณภาพชีวิตทางสุขภาพ

ตัวแปร	Crude OR			Adjusted OR [†]		
	OR	(95%CI)	p -value	OR	(95%CI)	p -value
คุณภาพชีวิตดี	81.24	(19.89-331.82)	< 0.01	69.08	(16.50-289.17)	$< 0.01^*$

[†]Adjusted OR ตัวแปรที่ควบคุม คือ โรคประจำตัว เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา และรายได้

0157 ซึ่งเป็นเชื้อประจำถิ่นในร่างกายมนุษย์ เนื่องจากเกษตรกรอินทรีย์ไม่มีการใช้ยาปฏิชีวนะ หรือ สารอื่น ๆ ที่ทำให้ pH ในร่างกายมนุษย์เปลี่ยนแปลงไป จนส่งผลกระทบต่อเชื้อประจำถิ่นนี้ (12) ความแตกต่างกันของผลการศึกษาเหล่านี้ อาจเกิดจากสารอินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการเพาะปลูกมีความแตกต่างกันในแต่ละประเทศ

โดยประเทศไทยนิยมใช้สารอินทรีย์ เช่น จุนสี หรือสมุนไพร เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้หอม ใบแคฝรั่ง (13) ในกระบวนการเกษตรอินทรีย์ แต่ในต่างประเทศมีการใช้สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่าง ๆ เช่น แอลลิซิน (allicin) ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์สกัด (14) การใช้สารอินทรีย์ที่แตกต่างกันนี้อาจทำให้เกิดผลทางด้านสุขภาพที่แตกต่างกัน

ชานาที่ทำเกษตรเคมีมีความชุกของการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อในช่วง 3 เดือน และ 1 ปีที่ผ่านมาสูงเป็น 3.36 และ 2.19 เท่าเมื่อเทียบกับชานาที่ทำเกษตรอินทรีย์ ($p = 0.04$ และ < 0.01) ซึ่งผลการศึกษาไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ นพนนท์ นานคงแนบ (2562) ที่พบว่า เกษตรกรที่ทำการเกษตรแบบอินทรีย์มีโอกาสเกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างได้มากกว่าเกษตรกรที่ทำการเกษตรแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะในบริเวณนิ้วมือ ข้อมือ มือ หลังส่วนบน สะโพก และข้อเท้า

โดยเป็นการศึกษาในกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกผัก ปลูกข้าว ปลูกอ้อย และพืชอื่น ๆ (15) ซึ่งผลที่แตกต่างกันอาจเกิดจากสภาพการทำงาน การใช้ อุปกรณ์การเกษตรที่ต่างกันระหว่างเกษตรกรที่ทำการปลูกข้าวหรือชานากับเกษตรกรที่ทำการปลูกพืชชนิดอื่น จึงทำให้กล้ามเนื้อเกิดความผิดปกติและกระดูกโครงร่างที่แตกต่างกัน

จากผลการศึกษาที่พบความชุกของการเกิดปัญหาสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 3 เดือนที่

ผ่านมา (1 อาการ) น้อยกว่าในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา (2 อาการ) อาจเกิดจากในช่วง 3 เดือนก่อนการเก็บข้อมูล คือเดือนมีนาคมจนถึงเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงที่ไม่ใช่ฤดูกาลทำนา ซึ่งปกติจะเริ่มกระบวนการทำนาตั้งแต่ประมาณเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนพฤศจิกายนของทุกปี (16) จึงทำให้พบอาการทางสุขภาพในช่วง 3 เดือนน้อยลง

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างประเภทการทำงานกับระดับคุณภาพชีวิตทางสุขภาพ พบว่าชานาที่ทำเกษตรเคมีมีความชุกของคุณภาพชีวิตทางสุขภาพระดับดีสูงเป็น 69.08 เท่าเมื่อเทียบกับชานาที่ทำเกษตรอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ซึ่งผลการศึกษาไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Esteban A. และคณะ ที่พบว่าเกษตรกรที่ทำฟาร์มอินทรีย์มีคุณภาพชีวิตและคุณภาพของงานดีกว่าเกษตรกรแบบดั้งเดิม (17) ทั้งนี้อาจเนื่องจากระดับคุณภาพชีวิตเป็นการประเมินให้ความเห็นในมุมมองของตัวเองเป็นหลักความจริงหรืออัตวิสัย (subjectivity) และแบบประเมินคุณภาพชีวิตที่ใช้ของแต่ละการศึกษามีความแตกต่างกัน จึงทำให้ผลการศึกษาที่ออกมาแสดงผลในทิศทางที่ต่างกัน

ข้อดีและข้อจำกัดของงานวิจัย

การศึกษานี้ถือเป็นการศึกษาแรก ๆ ในประเทศไทยที่ศึกษาความชุกและความสัมพันธ์ระหว่างการทำเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมีกับการเกิดปัญหาสุขภาพ โดยเน้นผู้ประกอบอาชีพชานา อีกทั้งยังได้มีการเก็บข้อมูลการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลและควบคุมตัวแปรนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างประเภทการทำงานกับการเกิดปัญหาสุขภาพ ข้อจำกัดของการศึกษา คือเนื่องจากการสอบถามปัญหาสุขภาพในช่วง 3

เดือน และ 1 ปีที่ผ่านมา จึงอาจเกิดปัญหา recall bias ได้ แต่ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขโดยเพิ่มการถามในผู้ที่ตอบว่าเคยมีอาการ ว่าอาการนั้นเป็นมากขึ้นเท่าเดิม หรือน้อยลงในระหว่างช่วงที่ทำนา เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างสามารถนึกถึงเหตุการณ์ได้แม่นยำขึ้น และเนื่องจากสถานการณ์การระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 (Covid-19) ทำให้การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างล่าช้ากว่ากำหนดการ จึงทำให้การสอบถามปัญหาสุขภาพในช่วง 3 เดือน ไม่ตรงในช่วงฤดูกาลทำนา แต่ยังสามารถใช้การสอบถามปัญหาสุขภาพช่วง 1 ปีที่ผ่านมา ซึ่งครอบคลุมช่วงฤดูการทำนาที่ผ่านมาได้ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มที่ดำเนินการโดยคณะผู้ประสานงานจากศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ จึงอาจทำให้เกิด interviewer bias ได้ แต่ผู้วิจัยพยายามแก้ไขโดยการจัดให้มี Protocol Training ก่อนการเก็บข้อมูล เพื่อให้เกิดมาตรฐานที่เท่าเทียมกันมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ากลุ่มชาวนาที่ทำเกษตรเคมีมีความชุกของการเกิดปัญหาสุขภาพแตกต่างจากกลุ่มชาวนาที่ทำเกษตรอินทรีย์ และยังพบที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาสุขภาพเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรสนับสนุนให้มีการใช้กระบวนการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์มากขึ้น โดยจะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะระดับคุณภาพชีวิตทางสุขภาพ ซึ่งควรทำการศึกษาและหาจุดปรับเปลี่ยนที่เกิดความเหมาะสมและสมดุลมากที่สุด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อยอด สามารถทำการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบไปข้างหน้า (Cohort study) เพื่อจะได้ระบุความเป็นเหตุเป็นผลของกลุ่มชาวนาทั้งสองกับการเกิดปัญหาสุขภาพ นอกจากนี้

ยังสามารถทำการศึกษาการเกิดปัญหาสุขภาพบางอย่าง เช่น ปวดกล้ามเนื้อ โดยควบคุมปัจจัยรบกวนอื่นเพิ่มเติม เช่น ดัชนีมวลกาย หรือศึกษาถึงท่าทางการทำงานของกลุ่มชาวนาทั้งสองเพิ่มเติมเพื่อให้ผลออกมาชัดเจนขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. National Statistical Office of Thailand. Statistics of the population aged 15 and over employed by industry and gender 2016 [cited 2019 Oct 22]. Available from: <http://surin.old.nso.go.th/>
2. Surin Provincial Statistical Office. Number of farmers growing all kinds of rice 2016 [cited 2019 Oct 22]. Available from: <http://surin.nso.go.th/>
3. Department of International Trade Promotion. Rice export target in 2019. [cited 2019 Oct 22]. Available from: <https://www.ditp.go.th/>
4. Thai Rice Exporters Association. Report on rice export situation Trends and directions for Thai rice exports in 2019. [cited 2019 Oct 22]. Available from: <http://www.thairiceexporters.or.th/>
5. Office of Agricultural Economics. Volume and Value of Agricultural Pesticide Imports 2008-2018 2019. [cited 2019 Oct 22]. Available from: www.oae.go.th/
6. Thailand Pesticide Alert Network. Results of the detection of residual methyl bromide in various brands of rice in the market [Internet] 2013. [cited 2019 Oct 24]. Available from: www.thaipan.org/data/434
7. National Health Security Office. Pest chemicals poisoning Thai people 2018. [cited 2019 Oct 22]. Available from: <https://www.nhso.go.th/>
8. National Organic Agriculture Development Board. National Organic Farming Development Strategy 2017-2021 2017. [cited 2019 Oct 22]. Available from: <http://planning.dld.go.th/th/images/stories/section-5/2560/strategy11.pdf>.

9. Dupont WD, Plummer WD, Jr. Power and sample size calculations for studies involving linear regression. *Control Clin Trials*. 1998;19: 589-601.
10. Dupont WD, Plummer WD, Jr. Power and sample size calculations. A review and computer program. *Control Clin Trials*. 1990;11:116-28
11. Hutter HP, Kundi M, Lemmerer K, Poteser M, Weitensfelder L, Wallner P, et al. Subjective symptoms of male workers linked to occupational pesticide exposure on coffee plantations in the Jarabacoa Region, Dominican Republic. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Sep 25;15:2099.
12. Patriquin DG. Reducing risks from *E. coli* 0157 on the Organic Farm. Canadian: Organic Growers (COG). 2000.
13. Ministry of Agriculture and Cooperatives: Rice Department. Organic rice production [cited 2019 Nov 14]. Available from: www.ricethailand.go.th
14. Esteban F ea. Natural Organic Compounds for Application in Organic Farming 2020.
15. Nankongnab N, Kongtip P, Tipayamongkhogul M, Bunngamchairat A, Sitthisak S, Woskie S. Difference in accidents, health symptoms, and ergonomic problems between conventional farmers using pesticides and organic farmers. *J Agromedicine*. 2020;25:158-65.
16. Siam Kubota Corporation. Rice cultivation calendar 2016 [cited 2020 Dec 14]. Available from: <https://www.kubotasolutions.com/solution/rice3>
17. Alvarez Esteban R, Rodríguez P, Hidalgo C, Palacios C, Revillas I, Aguirre Jiménez I, editors. Quality of live and quality of work life in organic versus conventional farmers. IV ISOFAR Scientific Conference 'Building Organic Bridges', Organic World Congress (2014), p 961 p-964 p; 2014: International Society of Organic Agriculture Research.

Prevalence of physical health problem and health-related quality of life among rice farmers in Surin province, Thailand

Tangprakob A and Jiamjarasrangsi W

Department of Preventive and Social Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok

Background Thailand is an agricultural country where rice is produced for domestic consumption as well as for export. The current acceleration of productivity has led to increased use of chemicals and their related subsequent effects on health. To ameliorate the situation health impact, organic farming has been attempted promoted as an alternative. The objective of this study, to compare the prevalence of certain selected health problems and quality of life between chemical and organic rice farmer groups in Surin Province, Thailand

Methods A cross-sectional analytic study of 345 chemical and 364 organic rice farmers was conducted in 2020, among farmers who had been planting rice in Surin Province for at least 1 year. Data about the target health complaints during the past 3-month and 1-year periods as well as current quality of life measures were collected using a set of interview questionnaires. Chi-square and binary logistic regression were used for inter-group comparison.

Results Over the previous 3-months, muscle pain was the most frequent symptom in both groups of farmers, while headache was the most frequent symptom for the past year in both groups. The prevalence of diarrhea (OR = 3.10, $p = 0.04$) and muscle strain (OR = 2.19, $p < 0.01$) was significantly higher among the chemical rice farmers than among the organic rice farmers. Quality of life, however, was significantly higher among the chemical rice farmers than the organic rice farmers.

Conclusions To ameliorate adverse health effect of chemicals used in rice farming, organic rice farming should be encouraged by considering the while concurrently seeking a balance between health and quality of life. [Chiang Mai Medical Journal 2021;60\(3\):363-72. doi 10.12982/CMUMEDJ.2021.32](#)

Keywords: organic farm, pesticides, farmers, health effects

การพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ในผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น

พยุหะ อินทองปาน, สิริรัตดา ปัญญาภาส, รุติมา พัฒนโพธิกุล, ปันณ์ภัต ธนอริยาไพศาล,
พัชรียา พันธุ์จัญ, ภัทรา สุตสาคร และ วัลลภ อัจสริยะสิงห์

สาขาวิชาจิตเวชศาสตร์เด็กและวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและทดสอบความมั่นคงและความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ในผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่นไทย

วิธีการ การทบทวนเอกสารงานวิจัย และการพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ในผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น ซึ่งประกอบด้วย 4 หัวข้อคำถาม คือ ด้านความสามารถในการปฏิบัติงาน พฤติกรรมเสี่ยง ปัญหาที่แสดง และจุดแข็งของบุคคล รวมทั้งสิ้น 15 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (item-objective congruence; IOC) นำแบบประเมินที่ได้รับการปรับปรุงทดลองใช้ในกลุ่มตัวอย่าง และหาค่าความสอดคล้องกันระหว่างผู้ประเมิน (rater agreement index: RAI) เปรียบเทียบกับแบบประเมินมาตรฐาน Children's Global Assessment Scale (CGAS) เพื่อหาค่าความมั่นคงและความเชื่อมั่น โดยผู้ประเมินมีทั้งสิ้น 10 คน ประกอบด้วยแพทย์ นักจิตวิทยา นักกิจกรรมบำบัด และมีผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 250 คน ซึ่งได้รับการรักษาในแผนกผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน และโรงพยาบาลกลางวัน สาขาวิชาจิตเวชศาสตร์เด็กและวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

ผลการศึกษา มีผู้เข้าร่วมงานวิจัย 250 คน และมี 243 คนที่มีข้อมูลครบมาวิเคราะห์ผล พบว่าร้อยละ 65.4 เป็นเพศชาย และมีอายุเฉลี่ยที่ 11.5 ปี โดยการวินิจฉัยที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ โรคสมาธิสั้น โรคซึมเศร้า และออทิสซึม แบบประเมินมีค่าความน่าเชื่อถือ โดยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) อยู่ที่ .825 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) เปรียบเทียบกับแบบประเมินมาตรฐาน CGAS อยู่ที่ .721

สรุป แบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่นมีค่าความมั่นคงและความเชื่อมั่นทั้งฉบับในเกณฑ์ดี แพทย์และสหวิชาชีพสามารถนำไปใช้ได้ เพื่อประเมิน ติดตามและวางแผนการรักษา **เชียงใหม่เวชสาร 2564; 60(3):373-82. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.33**

คำสำคัญ: แบบประเมิน ความสามารถในการทำหน้าที่ เด็กและวัยรุ่น ความเที่ยง ความเชื่อมั่น

บทนำ

ความสามารถในการทำหน้าที่ (function) เป็นหนึ่งในตัววัดปัญหาที่สำคัญในผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น เพราะเป็นสิ่งที่บ่งถึงอาการ ความรุนแรง และผลกระทบจากโรคทางจิตเวช ทั้งยังเป็นปัจจัยสำคัญในการวางแผนการรักษาและการติดตามผู้ป่วยทั้งในระยะสั้นและระยะยาว รวมไปถึงการวางแผนระบบให้บริการแก่ผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น (1,2)

โดยทั่วไปในการประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ แบ่งได้หลายด้าน เช่น อาการณ์ พฤติกรรมเสี่ยง ความสามารถในการปฏิบัติงานทั้งในและนอกบ้าน (3,4) การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น การใช้สารเสพติด ความต้องการต่อระบบบริการทางการแพทย์ (5) ความยืดหยุ่นและการยอมรับต่อตนเอง (6) เป็นต้น ในปัจจุบันมีเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ สำหรับเด็กในต่างประเทศหลายชุด เช่น Child and Adolescent Functional Assessment Scale (CAFAS), Child and Adolescent Needs and Strengths (CANS-MH), Child and Adolescent Level Of Care Utilization System (CALOCUS) (6), Children's Functional Assessment Rating Scale (CFARS), Mental Health Statistics Improvement Program (MHSIP) OHIO Scales และ CGAS (9) อย่างไรก็ตามเครื่องมือดังกล่าวถูกสร้างขึ้นตามบริบทของต่างประเทศ และยังไม่มีการแปลใช้เป็นภาษาไทย ขณะเดียวกันในประเทศไทย มีเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น เช่น Weiss Functional Impairment Rating Scale (WFIRS)-Thai version (10), Thai Quality of Life Instrument for Children (THQLC)-2 (11) ทั้งนี้พบว่ามีข้อจำกัดที่พบได้ เช่น ใช้ได้เฉพาะบางโรค

บางบริบทของหัวข้อประเมิน เน้นประเมินอาการและพฤติกรรมมากกว่าการติดตามความเสี่ยงและเสริมจุดแข็งของผู้ป่วย ขณะเดียวกันแบบประเมินส่วนใหญ่ สร้างขึ้นสำหรับเด็กและผู้ปกครองเป็นผู้ประเมิน ซึ่งพบว่าเครื่องมือที่ประเมินโดยบุคลากรทางการแพทย์จะมีค่า ความแม่นยำตรงและความเชื่อมั่นที่ดีกว่า (1)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแบบประเมินที่ใช้ประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่นในบริบทของประเทศไทย ที่มีหัวข้อครอบคลุมด้านความสามารถในการปฏิบัติงาน ติดตามพฤติกรรมเสี่ยง อาการแสดงนำ และส่งเสริมจุดแข็งของบุคคล และนำมาทดสอบหาค่าความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น โดยหวังผลที่จะสร้างแบบประเมินที่สามารถนำมาใช้ได้กับทุกโรค ในบริบททั้งแผนกผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอก อีกทั้งใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารระหว่างทีมสหวิชาชีพ เพื่อใช้ในการประเมินอาการ ติดตามและวางแผนการรักษา

วิธีการ

การศึกษานี้ดำเนินการในหน่วยตรวจผู้ป่วยนอกผู้ป่วยใน และโรงพยาบาลกลางวัน (day hospital) สาขาจิตเวชศาสตร์เด็กและวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล โดยได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล วันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2562 รหัสโครงการ 848/2561 (EC3) และได้รับการสนับสนุนจากทุนพัฒนาการวิจัย ประเภทที่ 1 คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ขั้นตอนการวิจัย ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างรายการประเมินความสามารถในการทำหน้าที่

การพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ฉบับร่าง เริ่มจากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับรูปแบบของแบบประเมินที่มีในปัจจุบันของทั้งไทยและต่างประเทศ จากนั้นนำมาปรับให้เหมาะสมกับบริบทที่สามารถใช้ได้กับทีมสหวิชาชีพ โดยกำหนดเป็น 4 รายการ การประเมิน คือ 1) ความสามารถในการปฏิบัติงาน (performances) ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้านคือ home performances, school attendance, activities of daily living 2) ด้านพฤติกรรมเสี่ยง (risk-taking behaviors) ซึ่งประกอบด้วย 4 ด้านคือ danger to self, danger to others, conduct behaviors, substance use 3) ด้านปัญหาที่แสดง (presenting symptoms) ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้านคือ depression, anxiety, psychotic symptoms, attention deficit/impulse control, oppositional behaviors และ 4) ด้านจุดแข็งของบุคคล (strength) ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน คือ family/care giver, interpersonal relationship, well-being รวมทั้งสิ้น 15 ข้อคำถาม การคิดคะแนน ให้ผู้ประเมินเลือกประเมินตามข้อที่สอดคล้องกับผู้ป่วย และถูกกำหนดเป็นคะแนนตั้งแต่ 0-3 โดย 0 คือ การที่ผู้ป่วยไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ในด้านนั้น ๆ ได้เลยหรือมีปัญหาที่แสดงอยู่ในระดับรุนแรง ในขณะที่ 3 คือ ผู้ป่วยสามารถปฏิบัติหน้าที่ในด้านนั้น ๆ ได้เองหรือไม่มีปัญหาที่แสดง โดยรายละเอียดของคำอธิบายเกณฑ์การประเมินจะแตกต่างกันไปในข้อคำถาม คะแนนเต็มของทั้งฉบับเท่ากับ 45 คะแนน

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ ในช่วงพัฒนาแบบประเมิน โดยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

การตรวจสอบเครื่องมือฉบับร่าง ได้ใช้การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย จิตแพทย์เด็กและวัยรุ่น จำนวน 2 ท่าน และนักจิตวิทยาคลินิกที่เชี่ยวชาญในการสร้างแบบประเมิน จำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบและหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ (index of item-objective congruence; IOC) ในแต่ละข้อคำถาม ปรับแก้ข้อคำถามที่มีค่า IOC น้อยกว่า 0.5 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ หรือตัดข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องออก พัฒนาแบบประเมินฉบับที่ผ่านความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปทดลองเก็บข้อมูลนำร่องกับกลุ่มตัวอย่าง

นำแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ที่ผ่านการปรับตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับผู้ป่วยจำนวน 2 ราย ทำการประเมินโดยผู้ประเมินที่ผ่านการอบรมมาแล้ว และหาค่าความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (rater agreement index; RAI) ทั้งสิ้น 10 คน และปรับแบบประเมินหลังจากทดลองใช้ จนค่าความสอดคล้องจะเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 80

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ โดยการหาค่าความเชื่อมั่นและความแม่นยำตรงของแบบประเมินฉบับสมบูรณ์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง อ้างอิงจากสถิติการรับบริการของผู้ป่วยใหม่ ที่แผนกผู้ป่วยนอก และผู้ป่วยใน สาขาจิตเวชเด็กและวัยรุ่น คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ประจำปี พ.ศ. 2560 รวมทั้งสิ้น 683 คน จึงพิจารณาใช้สูตรของ Taro Yamane เนื่องจากการศึกษานี้เป็นงานวิจัยที่มีขนาดประชากรจำนวนมาก และทราบจำนวนประชากรที่ศึกษา ดังแสดง

$$N = \frac{NZ^2}{4Ne^2 + Z^2}$$

กำหนด ค่า Z แทนค่าสถิติมาตรฐานใต้โค้งปกติที่แทนความคลาดเคลื่อนชนิด 2 ทิศทาง ไม่เกินร้อยละ 5 มีค่า 1.96 และค่า e แทนค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ มีค่า 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 246 คน เพื่อข้อมูลไม่ครบอีกร้อยละ 5 จะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 258 คน

คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบโควตา (quota sampling) ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน พ.ศ. 2563 แบ่งเป็น 2 ช่วงอายุ คือ 6-12 ปี และ 12-18 ปี โดยทยอยเก็บไปเรื่อยๆจนครบจำนวน

เกณฑ์การคัดเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่าง (inclusion criteria) ได้แก่ ผู้ป่วยอายุ 6-18 ปี ที่เข้ารับการรักษาที่แผนกผู้ป่วยนอกและแผนกผู้ป่วยในสาขาจิตเวชศาสตร์จิตเวชเด็กและวัยรุ่น คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล และได้รับการดูแลรักษาจากทีมสหวิชาชีพมาต่อเนื่องนานเกิน 1 เดือน

การเก็บข้อมูลจะนำแบบประเมินที่ปรับปรุงแล้วไปเก็บข้อมูลจริง โดยผู้ป่วย 1 ราย จะมีผู้ทำแบบประเมิน 1 คน ทำแบบประเมิน 2 ชุด คือ แบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ในผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น และแบบประเมิน Children's Global Assessment Scale (CGAS) (8) ผู้ประเมินประกอบด้วยแพทย์ทั้งสิ้น 5 คน และทีมสหวิชาชีพ คือ นักจิตวิทยาคลินิก 4 คน และนักกิจกรรมบำบัด 1 คน และต้องเป็นดูแลผู้ป่วยเป็นเวลาอย่างน้อย 1 เดือน ทั้งนี้ผู้ประเมินจะเป็นผู้กรอกข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย ได้แก่ เพศ อายุ การวินิจฉัยหลัก (principle diagnosis) การวินิจฉัยโรคร่วม (comorbidity) การวินิจฉัยอื่น (other diagnosis) ซึ่งอ้างอิงจากแนวทางมาตรฐานการให้รหัสโรค ฉบับ 2017

(Standard Coding Guidelines Version Edition 2017) (12) ระยะเวลาที่รักษาและบริบทในการรักษา

สถิติที่ใช้

ผู้วิจัยทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) และความแม่นยำตรง (validity) ของแบบประเมินฉบับสมบูรณ์

ทดสอบความเชื่อมั่น จากการหาความสอดคล้องภายใน (internal consistency) จากค่า Cronbach's alpha coefficient และความแม่นยำตรง โดยการหาความแม่นยำตรงเชิงเหมือน (convergent validity) จากค่า Pearson's Correlation

ผลการศึกษา

ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสิ้น 250 คน และได้แบบสอบถามคืนจากผู้ประเมินจำนวน 243 ฉบับ โดยแบ่งเป็นกลุ่มอายุ 6-12 ปี มีจำนวน 146 คน และกลุ่มอายุ 12-18 ปี มีจำนวน 97 คน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยที่แผนกผู้ป่วยนอก คิดเป็นร้อยละ 97.9 ได้รับการรักษามาแล้วที่ระยะเวลา 24.19 เดือน เพศชาย อายุเฉลี่ย 11.5 ปี การวินิจฉัยหลักที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ สมาธิสั้น ซึมเศร้า และออทิสซึม มีโรคร่วมที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ สมาธิสั้น และภาวะบกพร่องทางภาษา การวินิจฉัยอื่นที่พบมากที่สุด คือ ปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปกครอง-เด็ก ในขณะที่ผู้ประเมินส่วนใหญ่เป็นแพทย์ คิดเป็นร้อยละ 71.6 (รายละเอียดดังตารางที่ 1)

ในแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่นมีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบประเมินทั้งฉบับ อยู่ที่ 38.55 คะแนน จากคะแนนเต็ม 45 คะแนน (SD 4.959, range

ตารางที่ 1. ข้อมูลพื้นฐานของประชากรที่ศึกษา (n=243)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	159 (65.4)
หญิง	84 (34.6)
อายุ (ปี)	
6-12	146 (60.1)
12-18	97 (39.9)
การวินิจฉัยหลัก	
ซึมเศร้า	153 (63)
สมาธิสั้น	49 (0.2)
ออทิสซึม	9 (23.7)
ภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้	6 (2.5)
วิตกกังวล	4 (1.6)
โรคติดต่อต้าน	3 (1.2)
โรคย้ำคิดย้ำทำ	3 (1.2)
โรคไบโพลาร์	3 (1.2)
ภาวะปกติเมื่อมีความเครียด	3 (1.2)
อื่น ๆ	14 (4.2)
การวินิจฉัยอื่น	
ปัญหาความสัมพันธ์ระหว่าง ผู้ปกครองและเด็ก	27 (11.1)
โรคอ้วน	4 (1.6)
ภาวะพี่น้องอิจฉากัน	2 (0.8)
ภาวะครอบครัวหย่าร้าง	2 (0.8)
ภาวะไม่ยอมไปโรงเรียน	2 (0.8)
ไม่ระบุ	204 (84.0)
การวินิจฉัยโรคร่วม	
ภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้	41 (16.9)
สมาธิสั้น	10 (4.1)
ภาวะบกพร่องทางภาษา	6 (2.5)
ไม่ระบุ	131 (53.9)
ระยะเวลาที่รักษา (เดือน)	
(เฉลี่ย 24.19, range 1-164, SD 26.2)	
1-6	67 (27.6)
6-12	46 (18.9)
12-24	53 (21.8)
มากกว่า 24	77 (31.7)

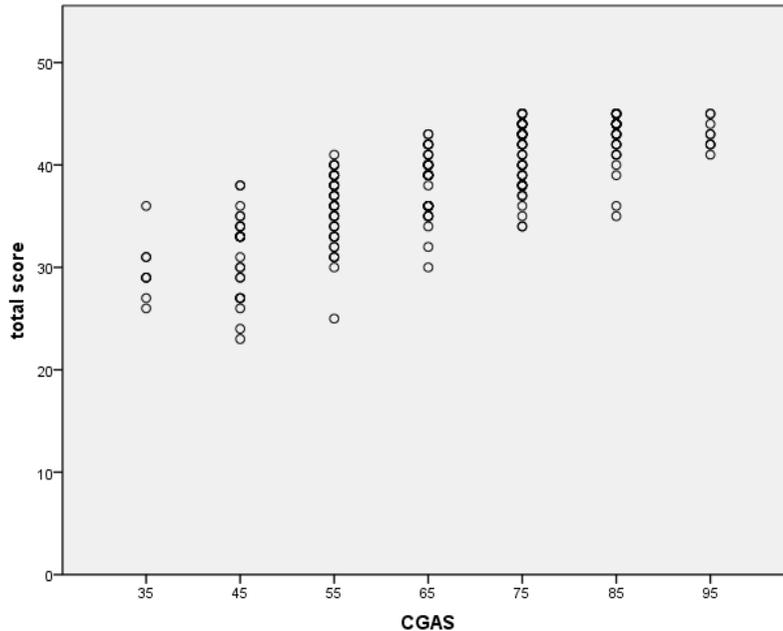
ตารางที่ 1. ข้อมูลพื้นฐานของประชากรที่ศึกษา (n=243)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (ร้อยละ)
บริบทในการรักษา	
แผนกผู้ป่วยนอก	238 (97.9)
โรงพยาบาลกลางวัน	4 (1.6)
แผนกผู้ป่วยใน	1 (0.4)
ผู้ประเมิน	
แพทย์	174 (71.6)
นักจิตวิทยา	54 (22.2)
นักกิจกรรมบำบัด	15 (6.2)

23-45) ขณะที่แบบประเมิน CGAS มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งฉบับอยู่ที่ 67.2 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (SD 14.5, range 35-85)

ในช่วงการพัฒนาแบบประเมิน พบว่าแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น มีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ที่มากกว่า 0.5 ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์คิดเป็นร้อยละ 73 ทั้งนี้มีการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในข้อสุดท้ายเรื่อง well-being และหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ รอบสอง โดยมีค่าที่มากกว่า 0.5 คิดเป็นร้อยละ 100 และค่าความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (RAI) เท่ากับ 0.871 ซึ่งแสดงว่ามีค่าความตรงเชิงเนื้อหา ค่อนข้างดี

จากการวิเคราะห์ความแม่นยำตรงของแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่นทั้งฉบับ เปรียบเทียบกับแบบประเมินมาตรฐาน CGAS โดยการหาความแม่นยำตรงเชิงเหมือน พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดี โดย Pearson's correlation มีค่าเท่ากับ 0.781 ($p = 0$) (รายละเอียดดังรูปที่ 1)



รูปที่ 1. ค่าสหสัมพันธ์ Pearson's correlation ของแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่นทั้งฉบับเปรียบเทียบกับแบบประเมินมาตรฐาน CGAS

จากการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (reliability) โดยหาค่าความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ของแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่นทั้งฉบับรวม 15 ข้อคำถาม มีค่า Cronbach's alpha coefficient เท่ากับ 0.825 และจากการวิเคราะห์รายข้อคำถาม พบว่ามีค่า corrected item-total correlation มากกว่า 0.3 รวมทั้งสิ้น 12 ข้อคำถาม ซึ่งแสดงว่าร้อยละ 80 ของข้อคำถามเป็นคำถามที่เหมาะสมในการนำมาประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น (รายละเอียดดังตารางที่ 2)

วิจารณ์

จากการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแบบประเมินที่มีผู้ประเมินเป็นสาขาวิชาชีพ แบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็ก

และวัยรุ่น มีค่าความแม่นยำตรงอยู่ในระดับดี เช่นเดียวกับแบบประเมิน CANS-MH ที่มี convergent validity เท่ากับ 0.617 และมีค่าความแม่นยำตรงที่สูงกว่าในแบบประเมิน CALOCUS ซึ่งอยู่ที่ 0.11-0.527 นอกจากนี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกับ CAFAS ที่มีค่า Cronbach's alpha reliability 0.63-0.787 CGAS ที่มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.84 CANS-MH ที่มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.75-0.847 และ CGAF ที่มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.83-0.917

การศึกษาครั้งนี้มีจุดเด่นคือ เป็นการพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น ที่สามารถใช้ได้ทั้งแพทย์และทีมสหวิชาชีพ ในบริบทของประเทศไทย ซึ่งยังไม่เคยมีมาก่อน ทั้งมีค่าความแม่นยำและความเชื่อมั่นของแบบประเมินทั้งฉบับอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถนำไปใช้ในการประเมิน ติดตามและวางแผนการรักษา ในผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น

ตารางที่ 2. ค่าความสอดคล้องภายใน (internal consistency) Cronbach’s alpha ของแบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น

ด้านที่ประเมิน	รายละเอียดข้อคำถาม	Cronbach’s alpha if item deleted	Corrected item-total correlation
ด้านความสามารถในการปฏิบัติงาน (performances)	1. Home performance	.802	.614
	2. School attendance	.816	.450
	3. Activities of daily living	.813	.480
พฤติกรรมเสี่ยง (risky behaviors)	1. Danger to self	.823	.312
	2. Danger to others	.815	.444
	3. Conduct behaviors	.823	.324
	4. Substance use	.830	.000
ปัญหาที่แสดง (presenting symptoms)	1. Depression	.820	.381
	2. Anxiety	.818	.396
	3. Psychotic symptoms	.826	.212
	4. Attention deficit/Impulse control	.831	.249
	5. Oppositional behaviors	.802	.625
จุดแข็งของบุคคล (strength)	1. Family/care giver	.803	.607
	2. Interpersonal relationship	.804	.594
	3. Coping	.793	.716
ทั้งหมด	รวม 15 ข้อ	.825	

ทั้งนี้ มีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ เนื่องจากช่วงที่เก็บข้อมูล อยู่ในช่วงเดือนมกราคม-กันยายน พ.ศ. 2563 ซึ่งมีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในประเทศไทย ทำให้การรักษาแบบกลุ่มที่ day hospital ต้องหยุดไปชั่วคราว มีการเลื่อนนัดผู้ป่วยที่เข้ารับบริการ ที่แผนกจิตเวชเด็กและวัยรุ่น รวมถึงการลดจำนวนผู้ป่วยในหอผู้ป่วยใน ทำให้กลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษาไม่ได้กระจายมากพอใน 3 บริบท และอาจไม่ได้แสดงถึงโรคทางจิตเวชอื่น ๆ ที่พบในผู้ป่วยเด็กและวัยรุ่น เช่น โรควิตกกังวล ภาวะบกพร่องทางสติปัญญา ปัญหาด้านอารมณ์อื่น ๆ โรคย้ำคิดย้ำทำ เป็นต้น อีกทั้งพบว่าส่วนใหญ่ของผู้ประเมินเป็นแพทย์ เนื่องมาจากภาระงานและเกณฑ์

การคัดเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ต้องได้รับการรักษาจากทีมสหวิชาชีพอย่างน้อย 1 เดือน ซึ่งต้องได้รับการตรวจประเมินจากแพทย์มาก่อน รวมทั้งมีผู้ป่วยบางกลุ่มที่เข้ารับการรักษาต่อเนื่องและอาการคงที่ ทำให้การรับบริการ โดยเฉพาะที่แผนกผู้ป่วยนอก จะเป็นการพบแพทย์เป็นส่วนใหญ่

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการปรับเปลี่ยนประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ยังคงมี 3 ข้อคำถามที่มีค่า corrected item-total correlation น้อยกว่า 0.3 คือ ข้อ substance use, psychotic symptoms และ attention deficit/Impulse control เนื่องจากผลการประเมินในหัวข้อ

ดังกล่าวมีความหลากหลายค่อนข้างน้อยในกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้การคงไว้ของ 3 ข้อคำถาม ไม่ได้ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของแบบประเมินทั้งฉบับ และโดยทั่วไป ในการประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น ควรมีหัวข้ออาการแสดงที่พบบ่อยและความเสี่ยงการใช้สารเสพติด ดังนั้นการตัดทิ้ง 3 ข้อออก จะส่งผลให้ประเมินไม่ครบถ้วน ในส่วนของการคิดคะแนนในแบบประเมินเป็นการวัดผลรายครั้ง ไม่มีจุดตัด (cutoff point) ที่จะใช้บอกถึงคุณลักษณะ รวมถึงระดับความบกพร่องในหน้าที่ (functional impairment) ผู้ใช้แบบประเมินควรตระหนักถึงข้อจำกัดนี้

อีกทั้งการศึกษาครั้งนี้เป็นงานวิจัยนำร่อง ซึ่งเน้นการพัฒนาและปรับปรุงรายการประเมิน เกณฑ์การประเมินให้มีความน่าเชื่อถือ จึงเน้นใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ convergent validity และ internal consistency เท่านั้น ในการศึกษาขั้นต่อไป การวิเคราะห์ทางสถิติอื่น ๆ เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ ค่าความแม่นยำตรงตามเนื้อหา ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินของแบบประเมินฉบับสมบูรณ์ (interrater reliability) ค่าความคงที่ของแบบประเมิน การหาค่า test-retest reliability เป็นต้น จะช่วยให้เครื่องมือนำไปขยายผลได้มากขึ้น

สรุป

ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือในการประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่นประกอบด้วย 4 หัวข้อคำถาม คือ ด้านความสามารถในการปฏิบัติงาน พฤติกรรมเสี่ยง ปัญหาที่แสดง และจุดแข็งของบุคคล รวมทั้งสิ้น 15 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า แบบประเมินความสามารถในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยจิตเวชเด็กและวัยรุ่น มีค่าความแม่นยำและความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ดี เป็นประโยชน์

สำหรับแพทย์และสาขาวิชาชีพในการประเมิน ติดตามและช่วยวางแผนการรักษา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศ.นพ.ชาญวิทย์ พรนภดล อาจารย์ประจำสาขาจิตเวชศาสตร์เด็กและวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล รศ.พญ.สุพร อภินันทเวช และ รศ.ดร.สุชีรา ภัทรายุตวรรัตน อาจารย์พิเศษสาขาจิตวิทยาคลินิก ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในช่วงพัฒนาแบบประเมิน คุณณราทิพย์ สงวนพานิช นักสถิติประจำภาควิชาจิตเวชศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษาด้านสถิติ เจ้าหน้าที่ของหน่วยตรวจโรคจิตเวชเด็กและวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเป็นอย่างดี งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

เอกสารอ้างอิง

1. Lyons JS, Griffin E, Fazio M, Lyons MB. Child and adolescent needs and strengths: an information integration tool for children and adolescents with mental health challenges (CANS-MH). Chicago: Buddin Praed Foundation; 1999.
2. American psychological association [Internet]. Washington DC: Understanding psychological testing and assessment; c2018 [cited 2018 Oct 28]. Available from: <https://www.apa.org/helpcenter/assessment.aspx>
3. Hodges K. Child and Adolescent Functional Assessment Scale. In: Maruish ME, editor. The use of psychological testing for treatment planning and outcomes assessment. New Jersey: Lawrence Erlbaum; 2004. p. 405-9.

4. Hodges K. CAFAS manual for training coordinators, clinical administrators, and data managers. Ann Arbor, Michigan: Author; 2003.
5. Ward JC, Dow MG, Saunders TL, Halls SC, Penne KF, Musante KA, et al. Children's Functional Assessment Rating Scale [Internet]. Florida: c2018 [cited 2018 Oct 28]. Available from: <http://outcomes.fmhi.usf.edu/cfars.cfm>
6. Thurston Mason Behavioral Health Organization. Information for providers: CALOCUS instrument [Internet]. Washington; c2018 [cited 2018 Oct 28]. Available from: <http://tmbho.org/wp-content/uploads/2016/06/CALOCUS.Instrument.pdf>
7. Rosie D. Summaries of functional assessment instruments for child and adolescent outcomes [Internet]. Massachusetts; c2007-08 [cited 2018 Oct 28]. Available from: <http://www.rosied.org/DocumentHandler.ashx?DocId=6525>
8. Shaffer D, Gould MS, Brasic J, Ambrosini P, Fisher P, Bird H, et al. A Children's Global Assessment Scale (CGAS). Archives of General Psychiatry. 1983;40:1228-31.
9. Pornnoppadol C, Piyasilp V, Jittorn J, Chanpen S. The Development of Screening Scales for attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in Thai Children and adolescents age of 3-18 years. Journal of the Psychiatric Association of Thailand. 2014;59:335-54.
10. Punyapas S, Pornnoppadol C, Boon-Yasidhi, Likhitkiatkrachorn P. Reliability and Validity of Weiss Functional Impairment Rating Scale (WFIRS) – Thai version in Children and Adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. Journal of the Psychiatric Association of Thailand 2015;60:111-126.
11. Punpanich W, Boon-Yasidhi V, Chokephai-bulkit K, Prasitsuebsai W, Chantbuddhiwet U, Leowsrisook P, et al. Health-related quality of life of Thai children with HIV infection: a comparison of the Thai Quality of Life in Children (ThQLC) with the Pediatric Quality of Life Inventory version 4.0 (PedsQL 4.0) Generic Core Scales. Qual life Res. 2010;19:1509-16.
12. Ministry of Public Health; Strategy and Planning Division; Office of the Permanent Secretary (Thailand). Standard Coding Guidelines Version Edition 2017: General guidelines. Bangkok; 2017. p. 8-12.

The development of Children's and Adolescents' Functional Assessment Rating Scale

Inthongpan P, Punyapas S, Pattanapotikul T, Thana-ariyapaisan P, Punjui P, Sudsakorn P and Atsariyasing W

Division of Child and Adolescent Psychiatry, Department of Psychiatry, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok

Objectives To develop and test the validity and reliability of a functional assessment rating scale for use with children and adolescents with mental illness in Thailand.

Methods Documents and studies related to functional rating scales both in Thailand and other countries were reviewed and used in developing a clinician-rated functional assessment rating scale. The scale consists of 15 items in 4 functional domains: performance, risky behaviors, presenting symptoms and strengths. The draft questionnaire was evaluated for content validity by three experts using the index of item-objective congruence (IOC). The rater agreement index (RAI) was calculated. Patients of the outpatient, inpatient and day hospital units of the Division of Child and Adolescent Psychiatry at Siriraj Hospital, Bangkok were recruited into this study. The 10 clinicians who rated the patients included physicians, psychologists and occupational therapists. The standardized Children's Global Assessment Scale (CGAS) was used as a comparator for convergent validity. Cronbach's alpha was used to measure reliability and the Pearson correlation was used to measure validity.

Results The study identified 250 eligible patients, 243 of whom were included in the analysis. Most of the participants were male (65.4%) and the mean age of the group was 11.5 years. The three most frequent principle diagnoses were attention-deficit/hyperactivity disorder (63%), depression (20.2%) and autistic spectrum disorder (3.7%). The Cronbach's alpha coefficient for the functional assessment rating scale was 0.825 and the Pearson correlation coefficient between the newly developed scale and CGAS was statistically significant ($r = 0.781$).

Conclusions The Children's and Adolescents' Functional Assessment Rating Scales demonstrated good validity and reliability. This instrument is appropriate for use by clinicians in evaluating, following up and developing treatment plans for patients. **Chiang Mai Medical Journal 2021; 60(3):373-82. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.33**

Keywords: Questionnaire Function Children and Adolescents Validity Reliability

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลของผู้ดูแลผู้สูงอายุติดเตียงในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

ปญญิสรา อินไทย, พิชชา เครือแปง, ญาณิ โชคสมงาม และ นลินี ยิ่งชาญกุล

ภาควิชาเวชศาสตร์ครอบครัว คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์ ศึกษาความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลของผู้ดูแลผู้สูงอายุติดเตียงในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

วิธีการ ศึกษาแบบตัดขวางโดยใช้แบบสอบถามในผู้ดูแลผู้สูงอายุติดเตียงในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ เก็บข้อมูลระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของผู้ดูแลและผู้สูงอายุติดเตียง แบบประเมิน Zarit Burden Interview (ZBI) แบบประเมิน Pittsburg Sleep Quality Index (PSQI) และแบบประเมิน Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9) วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลโดยใช้การวิเคราะห์ Multivariable logistic regression

ผลการศึกษา ผู้ดูแลและผู้สูงอายุติดเตียงทั้งหมดจำนวน 136 คู่ ผู้ดูแลมีความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลร้อยละ 80.15 จากผู้ดูแลทั้งหมด แบ่งเป็นระดับน้อยถึงปานกลาง ร้อยละ 38.24 ระดับปานกลางถึงรุนแรงร้อยละ 38.97 ระดับรุนแรงร้อยละ 2.94 ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล 34.65 ± 15.51 คะแนน ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ คุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดี สัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลมากขึ้น 8.87 เท่า (95%CI = 1.32 - 59.52, $p=0.02$) และอีกปัจจัยที่เข้าใกล้การมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ การที่ผู้ป่วยที่ติดเตียงด้วยสาเหตุจากโรคทางระบบประสาทและสมอง สัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลมากขึ้น 5.21 เท่า (95%CI = 0.94 - 28.78, $p = 0.05$)

สรุป ความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลผู้สูงอายุติดเตียงเป็นภาวะที่พบได้บ่อย และสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดีของผู้ดูแล โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุที่ติดเตียงจากโรคทางระบบประสาทและสมอง ดังนั้น จึงควรให้ความสำคัญในการคัดกรองความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลและคุณภาพการนอนหลับของผู้ดูแลในการดูแลผู้สูงอายุกลุ่มนี้ **เชียงใหม่เวชสาร 2564; 60(3):383-94. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.34**

คำสำคัญ: ความรู้สึกเป็นภาระ คุณภาพการนอนหลับ ผู้ดูแล ผู้สูงอายุ ติดเตียง โรคทางระบบประสาทและสมอง

บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 10 หรือมีประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไปมากกว่า

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ: นลินี ยิ่งชาญกุล, พบ., ภาควิชาเวชศาสตร์ครอบครัว คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เชียงใหม่ 50200, ประเทศไทย
อีเมล: nalineey@hotmail.com

วันรับเรื่อง 16 พฤศจิกายน 2563, **วันส่งแก้ไข** 3 มีนาคม 2564, **วันยอมรับการตีพิมพ์** 22 เมษายน 2564



ร้อยละ 7 ของประชากรทั้งหมดถือว่าประเทศนั้นได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (1) สำหรับประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุและมีแนวโน้มสัดส่วนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากสถิติการสำรวจประชากรผู้สูงอายุ ณ วันที่ 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 ระบุว่า มีผู้สูงอายุร้อยละ 16.06 ของจำนวนประชากรทั่วประเทศ และคาดว่าในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยจะเข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ คือ มีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปสูงถึงร้อยละ 20 (2) สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนประชากรผู้สูงอายุร้อยละ 17.96 มากเป็นอันดับ 3 ของประเทศไทย (3) รองจากกรุงเทพมหานครและนครราชสีมา (2) ในจำนวนนี้มีกลุ่มติดสังคม ร้อยละ 91.7 กลุ่มติดบ้าน ร้อยละ 7.02 และติดเตียง ร้อยละ 1.14 พื้นที่อำเภอสันป่าตองเป็นพื้นที่ที่มีความชุกผู้สูงอายุติดเตียงมากที่สุด ในจังหวัดเชียงใหม่ถึงร้อยละ 1.65 (3) การเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุส่งผลกระทบต่อทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม การเงิน และปัญหาสุขภาพจากความเสื่อมของอวัยวะต่าง ๆ จากสถิติพบว่าผู้สูงอายุที่อายุมากกว่า 65 ปี มีภาวะพิการและทุพพลภาพจากโรคต่าง ๆ ร้อยละ 20.1 เช่น สมองเสื่อม โรคหลอดเลือดสมอง โรคกระดูกและข้อ หรือสาเหตุอื่น ๆ (4,5) โดยร้อยละ 1.5 ของผู้สูงอายุเหล่านี้อยู่ในภาวะติดเตียง ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองในการทำกิจวัตรประจำวันได้ (2) ต้องพึ่งพาผู้ดูแลเพื่อช่วยเหลือในการป้องกันภาวะแทรกซ้อนจากการติดเตียง (6,7)

ผู้ดูแล หมายถึง บุคคลที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือทางด้านกิจกรรมต่าง ๆ ให้แก่ผู้ป่วย อาจเป็นสมาชิกในครอบครัว หรือไม่ใช่คนในครอบครัวก็ได้ (8-10) สำหรับประเทศไทยพบว่าผู้ดูแลหลักส่วนใหญ่เป็นสมาชิกในครอบครัวหรือมีความผูกพันทางเครือญาติกับผู้ป่วย (11) บทบาทหน้าที่ของผู้ดูแลในระยะยาวสามารถส่งผลกระทบต่อผู้ดูแลได้ บางครั้งนำมาซึ่งความทุกข์ อ่อนเพลีย เครียด วิตก

กังวล และภาวะซึมเศร้า ซึ่งเรียกว่าความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล (caregiver burden) (9, 12-16) หากไม่ได้รับการจัดการอาจทำให้ผู้ดูแลหมดไฟที่จะดูแลผู้ป่วยต่อไป (caregiver burnout) ส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลลดลง หรือถูกละเลยได้ (15,16) การศึกษาความชุกของความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลผู้สูงอายุทั่วไปในประเทศไทยพบได้ถึงร้อยละ 48 แต่การศึกษาในต่างประเทศพบความชุกของความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลผู้สูงอายุสูงถึงร้อยละ 84.6 (17) และเพิ่มมากขึ้นในผู้สูงอายุที่อยู่ในสภาวะต้องการการพึ่งพามาก (12,18)

โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลผู้สูงอายุจากการศึกษาก่อนหน้านี้ พบมีหลายปัจจัย เช่น ผู้สูงอายุที่ป่วยอยู่ในสภาวะพึ่งพามาก ผู้ดูแลเป็นเพศหญิง ดูแลผู้ป่วยมาเป็นระยะเวลานาน ใช้เวลาดูแลผู้ป่วยหลายชั่วโมงต่อวัน ดูแลผู้ป่วยเพียงคนเดียวโดยไม่มีคนมาช่วยสับเปลี่ยนสัมพันธภาพระหว่างผู้ดูแลและผู้ป่วยที่ไม่ดี สภาวะทางเศรษฐกิจไม่ดี ต้องรับผิดชอบดูแลผู้ป่วยเวลากลางคืน ขาดการช่วยเหลือทางสังคม มีภาวะซึมเศร้าวิตกกังวล ปัจจัยเหล่านี้จะสัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในดูแลที่มากขึ้น (12,14,16) นอกจากนี้ปัญหาการนอนหลับของผู้ดูแลผู้สูงอายุเป็นอีกปัญหาที่พบได้บ่อย มีการศึกษาพบว่าผู้ดูแลผู้สูงอายุที่เป็นสมองเสื่อมอัลไซเมอร์มีปัญหาคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดี มีจำนวนชั่วโมงการนอนหลับน้อย ประสิทธิภาพการนอนหลับไม่ดี ตื่นบ่อย และมีระยะเวลาก่อนหลับที่นานขึ้น (18-21) การนอนหลับไม่ดีนี้ยังเป็นความเสี่ยงต่อการเกิดผลลัพธ์ที่ไม่ดีต่อสุขภาพ เช่น น้ำตาลในเลือดสูงขึ้น น้ำหนักขึ้น โรคทางระบบหลอดเลือด ความสามารถตัดสินใจ การรับรู้และสมาธิลดลง บางรายมีปัญหาซึมเศร้าและวิตกกังวลร่วมด้วย (14,19) ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตทั้งผู้ป่วยและผู้ดูแล (22,23) ในต่าง

ประเทศมีการศึกษาที่พบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลและคุณภาพการนอนหลับของผู้ดูแล โดยผู้ดูแลที่มีความรู้สึกเป็นภาระมากขึ้น จะพบคุณภาพการนอนหลับที่แย่ลง (13, 24-26)

จากการทบทวนวรรณกรรมในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยเรื่องคุณภาพการนอนหลับกับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลของผู้ดูแลผู้สูงอายุติดเตียง ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงสนใจและเล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาปัญหาดังกล่าว โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ต้องการศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลของผู้ดูแลผู้สูงอายุติดเตียง เพื่อป้องกันการเกิดความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ดูแลและผู้สูงอายุติดเตียงได้ต่อไป

วิธีการ

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) ซึ่งผ่านการการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ (เลขที่โครงการวิจัย 019/2562) ทำการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563

กลุ่มประชากร

กลุ่มประชากรคือ ผู้ดูแลหลักของผู้สูงอายุติดเตียง ในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยผู้สูงอายุติดเตียง มีอายุ ≥ 60 ปี และมีคะแนนการดำเนินกิจวัตรประจำวัน (Activity Daily Living; ADL) 0-4 โดยมี

เกณฑ์การคัดเข้า ได้แก่ ผู้ดูแลมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป อ่านออกเขียนได้ และยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ ผู้ดูแลผู้สูงอายุที่กำลังรักษาตัวในโรงพยาบาล ผู้ดูแลที่มีปัญหาทางจิตเวชที่กำเริบ หรือมีปัญหาเรื่องการสื่อสาร ไม่สามารถตอบแบบสอบถามได้

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง คำนวณโดยใช้สูตร Infinite population proportion ใช้ค่าความชุกของความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลของผู้ดูแลในผู้ป่วยสูงอายุ เท่ากับร้อยละ 48 (12) ค่าระดับความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.1 กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้อย่างน้อย 96 คน

เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล

แบบสอบถาม มีทั้งหมด 5 ส่วนคือ 1) แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของผู้ดูแล 2) แบบสอบถามข้อมูลผู้สูงอายุติดเตียง 3) แบบสอบถามประเมินคุณภาพการนอนหลับฉบับภาษาไทย (Pittsburgh sleep quality index; PSQI) มีข้อคำถาม 9 ข้อ คะแนนเต็ม 21 คะแนน การแปลผล คะแนนรวม > 5 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพการนอนหลับโดยรวมไม่ดี (27) 4) แบบประเมินความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล (Zarit Burden Interview; ZBI) ฉบับภาษาไทย มีข้อคำถามจำนวน 22 ข้อ คะแนนเต็ม 88 คะแนน โดยคะแนน 0-20 คะแนน หมายถึงไม่มีภาระในการดูแล คะแนน > 20 คะแนน หมายถึงมีภาระในการดูแล แบ่งได้เป็น 21-40 คะแนน หมายถึงเป็นภาระน้อยถึงปานกลาง 41-60 คะแนน หมายถึง เป็นภาระปานกลางถึงรุนแรง 61-88 คะแนน หมายถึงเป็นภาระรุนแรง (28) และ 5) แบบวัดประเมินความซึมเศร้า (Patient Health Questionnaire-9; PHQ-9) (29) มีข้อคำถามจำนวน 9 ข้อ คะแนนเต็ม 27 คะแนน โดยผู้ที่มีคะแนนรวม ≥ 9 ถือว่ามีภาวะซึมเศร้า

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Stata version 16.0 นำเสนอข้อมูลทั่วไปด้วยสถิติเชิงพรรณนาด้วยค่าความถี่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำเสนอความแตกต่างของข้อมูลสองกลุ่มโดยใช้ Independent t-test, Pearson's chi-squared test และ Fisher's exact test กำหนดให้ค่า $p < 0.05$ ถือเป็นค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปัจจัยที่มีความแตกต่างกันในสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะนำไปคำนวณค่าขนาดอิทธิพลที่ส่งผลกระทบต่อการมีความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล โดยใช้ multivariable logistic regression analysis

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของผู้ดูแลและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลผู้สูงอายุติดเตียง

ผู้ดูแลทั้งหมดจำนวน 136 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 72.79 อายุของผู้ดูแลเฉลี่ย 50.67 ± 8.63 ปี มีสถานภาพสมรสร้อยละ 79.85 ประกอบอาชีพร้อยละ 79.85 โดยมีครึ่งหนึ่งทำอาชีพรับจ้าง ผู้ดูแลมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน $6,005.60 \pm 4,785.67$ บาท มีโรคประจำตัวร้อยละ 19.12 ความสัมพันธ์กับผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นบุตรหลานร้อยละ 84.56 ดังแสดงในตารางที่ 1

ผู้ดูแลมีระยะเวลาดูแลเฉลี่ยตั้งแต่เริ่มดูแลผู้ป่วย 2.40 ± 2.15 ปี จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วยต่อวัน 10.47 ± 4.09 ชั่วโมง อาศัยกับผู้ป่วยในเวลากลางคืนร้อยละ 94.81 มีผู้ดูแลที่ไม่มีคนพลัดเปลี่ยนร้อยละ 58.52 และได้รับการสนับสนุนทางการเงินจากบุคคลอื่นในครอบครัวร้อยละ 86.67 พบความชุกของผู้ดูแลที่มีความรู้สึกเป็นภาระร้อยละ 80.15 แบ่งเป็นระดับน้อยถึงปานกลางร้อยละ

38.24 ระดับปานกลางถึงรุนแรงร้อยละ 38.97 ระดับรุนแรงร้อยละ 2.94 และไม่พบความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลร้อยละ 19.85 ค่าเฉลี่ยคะแนน ZBI score 34.65 ± 15.51 ความชุกของผู้ดูแลที่มีคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดีร้อยละ 93.28 ค่าเฉลี่ยคะแนน PSQI score 8.02 ± 1.84 คะแนน ผู้ดูแลมีภาวะซึมเศร้าร้อยละ 17.04 ค่าเฉลี่ยคะแนน PHQ-9 score อยู่ที่ 6.07 ± 3.11 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 2

ผู้สูงอายุติดเตียงจำนวน 136 คน เป็นเพศหญิงร้อยละ 58.82 อายุเฉลี่ย 73.97 ± 8.46 ปี ค่าเฉลี่ยคะแนนการดำเนินกิจวัตรประจำวัน 2.98 ± 1.15 ระยะเวลาเฉลี่ยที่นอนติดเตียง 2.41 ± 2.25 ปี โรคที่เป็นสาเหตุของการนอนติดเตียงส่วนใหญ่คือ อัมพฤกษ์/อัมพาตร้อยละ 78.52 อุบัติเหตุทางศีรษะร้อยละ 22.96 ไม่พบผู้ป่วยสูงอายุติดเตียงจากโรคมะเร็ง ผู้ป่วยมีประวัติเคยนอนโรงพยาบาลภายใน 3 เดือน ร้อยละ 32.35 ผู้ป่วยที่ต้องได้รับการทำหัตถการในแต่ละวัน มีการพลิกตัว ร้อยละ 95.59 ทำแผล ร้อยละ 22.06 การดูแลสายสวนปัสสาวะ ร้อยละ 12.50 และให้อาหารทางสายยางร้อยละ 10.29 ดังแสดงในตารางที่ 3

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล

ปัจจัยด้านผู้ดูแลที่มีความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลแตกต่างกับผู้ดูแลที่ไม่มีความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ผู้ดูแลที่มีระดับการศึกษาสูงสุดที่สูงกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสัมพันธ์เป็นบุตรหลานของผู้ป่วย ผู้ดูแลที่มีผู้อื่นอยู่ได้ความดูแล มีจำนวนชั่วโมงที่ดูแลผู้ป่วยต่อวันที่น้อย อาศัยกับผู้ป่วยเวลากลางคืน ได้รับความช่วยเหลือทางการเงินจากบุคคลอื่นในครอบครัว มีภาวะซึมเศร้า และผู้ดูแลมีคุณภาพการ

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบข้อมูลทั่วไปของผู้ดูแลและความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ) N=136	ความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล		p-value
		ไม่มี (ZBI ≤ 20)	มี (ZBI > 20)	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
เพศหญิง	99 (72.79)	23 (85.19)	76 (69.72)	0.10 ^b
อายุ (ปี), mean ± SD (missing=1)	50.67±8.63	51.92±10.31	50.35±8.19	0.40 ^a
ดัชนีมวลกาย (กก./ม ²), mean ± SD (missing=3)	21.91±2.27	22.59±2.55	21.74±2.17	0.08 ^a
สถานภาพ (missing=2)				
โสด/หย่าร้าง/หม้าย	27 (20.15)	7 (25.93)	20 (18.69)	0.40 ^b
สมรส	107 (79.85)	20 (74.07)	87 (81.31)	
ระดับการศึกษา (missing=1)				
ไม่ได้เรียนหนังสือ - มัธยมศึกษาตอนต้น	78 (57.78)	21 (77.78)	57 (52.78)	0.02 ^b
มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือสูงกว่า	57 (42.22)	6 (22.22)	51 (47.22)	
มีอาชีพประจำร่วมนอกจากดูแลผู้ป่วย (missing=2)	107 (79.85)	19 (73.08)	88 (81.48)	0.38 ^b
รายได้ของผู้ดูแลต่อเดือน (บาท), mean ± SD (missing=2)	6,005.60 ± 4,785.67	6,711.53 ± 4,764.81	5,835.64 ± 4,794.19	0.40 ^a
รายได้ครัวเรือนต่อเดือน (บาท), mean ± SD (missing=3)	16,203.01 ± 5,387.29	15,760.00 ± 6,689.73	16,306.56 ± 5,070.28	0.65 ^a
รายจ่ายที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วยต่อเดือน (บาท), mean ± SD (missing=4)	3,102.27 ± 827.36	2,940.00 ± 931.84	3,140.18 ± 801.07	0.28 ^a
มีโรคประจำตัว	26 (19.12)	4 (14.81)	22 (20.18)	0.52 ^b
ความสัมพันธ์กับผู้ป่วย				
สามี/ภรรยา	17 (12.50)	5 (18.52)	12 (11.01)	< 0.01 ^c
บุตร/หลาน	115 (84.56)	18 (66.67)	97 (88.99)	
ญาติอื่น ๆ	4 (2.94)	4 (14.81)	0 (0)	

^aIndependent t-test, ^bPearson's chi-squared test, ^cFisher's exact test

นอนหลับที่ไม่ดี ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ปัจจัยด้านผู้ป่วยที่ทำให้ผู้ดูแลมีความแตกต่างของความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ผู้ป่วยที่อายุน้อย ผู้ป่วยที่ติดเตียงจากสาเหตุโรคทางระบบประสาทและสมอง มีประวัตินอนโรงพยาบาลในระยะเวลา 3 เดือน ผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัวอื่นร่วมด้วย และผู้ป่วยที่ต้องได้รับการทำหัตถการ ได้แก่ การให้อาหารทางสายยาง

และการพลิกตัว ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเลือกตัวแปรเข้าสู่ตัวแบบวิเคราะห์ multivariable logistic regression ด้วยวิธี backward elimination พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มี 1 ปัจจัย คือ คุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดี ผู้ดูแลที่มีคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดีมีความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลมากกว่าผู้ดูแลที่มีคุณภาพการนอนหลับที่ดี 8.87 เท่า ($p = 0.02$)

ตารางที่ 2. เปรียบเทียบปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้านผู้ดูแลและความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ) N=136	ความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล		p-value
		ไม่มี (ZBI ≤ 20) (n=27)	มี (ZBI > 20) (n=109)	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
ระยะเวลาที่เริ่มดูแลผู้ป่วยเฉลี่ย (ปี), mean ± SD	2.40±2.15	2.21±3.01	2.44±1.89	0.62 ^a
จำนวนชั่วโมงที่ดูแลผู้ป่วยต่อวัน, mean ± SD (missing=3)	10.47±4.09	12.61±6.38	9.96±3.14	< 0.01 ^a
การอาศัยกับผู้ป่วยในเวลากลางคืน (missing=1)	128 (94.81)	21 (80.77)	107 (98.17)	< 0.01 ^b
ไม่มีคนช่วยผลักดันเปลี่ยนการดูแล (missing=1)	79 (58.52)	14 (53.85)	65 (59.63)	0.59 ^b
มีผู้อื่นที่อยู่ได้ความดูแล (missing=2)	50 (37.31)	5 (19.23)	45 (41.67)	0.03 ^b
ได้รับความช่วยเหลือทางการเงินจากบุคคลอื่นใน ครอบครัว (missing=1)	117 (86.67)	18 (69.23)	99 (90.83)	< 0.01 ^b
คะแนนคุณภาพการนอนหลับเฉลี่ย (PSQI), mean ± SD (missing=2)	8.02±1.84	6.11±1.92	8.46±1.52	< 0.01 ^a
คุณภาพการนอนหลับไม่ดี (PSQI > 5)	125 (93.28)	19 (73.08)	106 (98.15)	< 0.01 ^b
คะแนนภาวะซึมเศร้าในผู้ดูแลเฉลี่ย (PHQ-9), mean ± SD (missing=1)	6.07 ±3.11	3.14±2.21	6.80±2.87	< 0.01 ^a
มีภาวะซึมเศร้า (PHQ-9 ≥9)	23 (17.04)	0 (0.00)	23 (21.30)	< 0.01 ^b
คะแนนความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลเฉลี่ย (ZBI score), mean ± SD	34.65±15.51	9.70±1.19	40.83±0.94	< 0.01 ^a

^aIndependent t-test, ^bPearson's chi-squared test

นอกจากนี้ ยังมีอีกปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความ
รู้สึกเป็นภาระในการดูแล แต่ไม่พบมีนัยสำคัญทาง
สถิติ คือ การที่ผู้ป่วยติดเตียงจากสาเหตุโรคทาง
ระบบประสาทและสมอง ผู้ดูแลผู้ป่วยกลุ่มโรคนี้อ
เกิดความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลมากกว่า 5.21
เท่าเมื่อเทียบกับผู้ดูแลผู้ป่วยที่ไม่มีโรคทางระบบ
ประสาทและสมอง ($p = 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

อภิปรายผล

จากการศึกษาเรื่องความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์
กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลของผู้ดูแลผู้สูง
อายุติดเตียงในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

พบว่าผู้ดูแลมีความชุกของความรู้สึกเป็นภาระร้อยละ
80.15 ค่าเฉลี่ยคะแนน ZBI 34.65 ± 15.51 คะแนน
อยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง ความชุกที่สูงและค่า
เฉลี่ยคะแนน ZBI คล้ายคลึงกับการศึกษาที่ผ่านมา
ที่กล่าวถึงอุบัติการณ์การเกิดความรู้สึกเป็นภาระใน
การดูแลที่สูงในผู้ดูแลผู้สูงอายุ หลายการศึกษาพบ
ว่าผู้ดูแลพบความผิดปกติทางจิตใจ การแยกตัวทาง
สังคม มีความเครียดส่วนตัวและความเครียดใน
ครอบครัวเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากความตึงเครียดของ
บทบาทการดูแลผู้สูงอายุ (17,30)

จากงานวิจัยชิ้นนี้ พบว่าคุณภาพการนอนหลับที่
ไม่ดีของผู้ดูแลสัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระใน
การดูแลผู้สูงอายุติดเตียง พบความชุกของผู้ดูแลที่

ตารางที่ 3. เปรียบเทียบปัจจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านผู้ป่วยและความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ) N=136	ความรู้สึกเป็นภาระในการดูแล		p-value
		ไม่มี (ZBI ≤ 20) (n=27)	มี (ZBI > 20) (n=109)	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
เพศหญิง	80 (58.82)	15 (55.56)	65 (59.63)	0.70 ^b
อายุ (ปี), mean ± SD	73.98 ± 8.46	77.29 ± 10.62	73.15 ± 7.67	0.02 ^a
สถานภาพ				
โสด/หย่าร้าง/หม้าย	63 (46.32)	13 (48.15)	50 (45.87)	0.83 ^b
สมรส	73 (53.68)	14 (51.85)	59 (54.13)	
ความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน (ADL) mean ± SD	2.98 ± 1.15	2.77 ± 1.31	3.03 ± 1.10	0.29 ^a
ระยะเวลาที่เจ็บป่วยนอนติดเตียงเฉลี่ย (ปี), mean ± SD	2.41 ± 2.25	2.14 ± 3.03	2.48 ± 2.01	0.47 ^a
โรคที่เป็นสาเหตุของการนอนติดเตียง (ผู้ป่วย 1 ราย มีโรคที่เป็นสาเหตุได้หลายโรค) (missing=1)				
Neurological disorder (อัมพฤกษ์/อัมพาต, อุบัติเหตุทางศีรษะ, สมองเสื่อม/อัลไซเมอร์)	123 (91.11)	21 (77.78)	102 (94.44)	< 0.01 ^b
ผู้ป่วยที่มีประวัตินอนโรงพยาบาลในระยะเวลา 3 เดือน	44 (32.35)	4 (14.81)	40 (36.70)	0.03 ^b
โรคประจำตัวอื่นของผู้ป่วย (ความดันโลหิตสูง เบาหวาน พิษสุราเรื้อรัง ถุงลมโป่งพอง ติดเชื้อเอชไอวี ไขมันในเลือดสูง)				
ไม่มี	54 (39.71)	16 (59.26)	38 (34.86)	0.02 ^b
มี	82 (60.29)	11 (40.74)	71 (65.14)	
หัตถการที่ต้องทำในแต่ละวัน				
การให้อาหารทางสายยาง	14 (10.29)	0 (0.00)	14 (12.84)	0.04 ^b
การพลิกตัว	130 (95.59)	23 (85.19)	107 (98.17)	0.01 ^c
การดูดเสมหะผ่านทางหลอดลมคอ	1 (0.74)	0 (0.00)	1 (0.92%)	1.00 ^c
การดูแลสายสวนปัสสาวะ/สวนปัสสาวะเป็นครั้งคราว	17 (12.50)	2 (7.41)	15 (13.76)	0.37 ^b
การทำแผล	30 (22.06)	6 (22.22)	24 (22.02)	0.98 ^b

^aIndependent t-test, ^bPearson’s chi-squared test, ^cFisher’s exact test

มีคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดีถึงร้อยละ 93.38 ผู้ดูแลเหล่านี้จะมีความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลมากขึ้นถึง 8.87 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ดูแลที่มีคุณภาพการนอนหลับที่ดี เปรียบเทียบกับข้อมูลการศึกษาก่อนหน้านี้ในผู้ดูแลผู้ป่วยสูงอายุโรคสมองเสื่อมทุก

ระยะพบว่าผู้ดูแลร้อยละ 50-74 พบมีปัญหานอนไม่หลับ (18-20,31,32) เนื่องมาจากชนิดและความรุนแรงของโรคสมองเสื่อมที่แตกต่างกันส่งผลกระทบต่อการนอนหลับของผู้ดูแลที่แตกต่างกัน ทั้งการถูกรบกวนจากพฤติกรรมผู้ป่วยในตอนกลางคืน

ตารางที่ 4. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลของผู้ดูแลผู้สูงอายุติดเตียงโดยวิธี multivariable logistic regression analysis

ปัจจัย	OR (95%CI)	p-value
ปัจจัยด้านผู้ดูแล adjusted โดย อายุและเพศผู้ดูแล		
การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย-ปริญญาเอก	4.00 (0.90-17.80)	0.07
ชั่วโมงในการดูแลผู้ป่วยต่อวัน	0.94 (0.84-1.05)	0.30
การดูแลผู้ป่วยในเวลากลางคืน	6.21 (0.66-58.43)	0.11
มีผู้อื่นอยู่ได้ความดูแล	1.30 (0.36-4.75)	0.69
ได้รับความช่วยเหลือทางการเงินจากบุคคลอื่น	0.42 (0.10-1.83)	0.25
คุณภาพการนอนหลับไม่ดี	8.87 (1.32-59.52)	0.02*
ปัจจัยด้านผู้ป่วย adjusted โดย เพศผู้ป่วย		
ผู้ป่วยที่มีอายุมาก	0.96 (0.50-3.64)	0.28
ผู้ป่วยที่ติดเตียงจากสาเหตุโรคทางสมอง	5.21 (0.94-28.78)	0.05
ประวัติการนอนโรงพยาบาลภายใน 3 เดือน	2.60 (0.91-7.42)	0.07
ผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัวอย่างอื่นร่วม	1.64 (0.60-4.50)	0.33
ผู้ป่วยที่ต้องการพลิกตัว	4.11 (0.61-27.86)	0.15

*มีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

(19) หรือภาระงานจากการดูแลผู้ป่วยติดเตียงที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ผู้ดูแลต้องช่วยเหลือในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้ผู้ดูแลผู้ป่วยติดเตียงมีคุณภาพการนอนที่ไม่ดีมากกว่าผู้ดูแลผู้ป่วยทั่วไป สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่าผู้ป่วยสูงอายุที่มีความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวันต่ำ ผู้ดูแลจะมีความเครียด วิตกกังวล และมีความรู้สึกเป็นภาระมากขึ้น ส่งผลให้ผู้ดูแลเกิดปัญหาการนอนตามมา (15, 33-35) มีการศึกษาพบว่าผู้ดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อมมีค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลระดับปานกลางถึงรุนแรงและคะแนนเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับคะแนนความผิดปกติของการนอนหลับที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (25,26) เช่นเดียวกับงานวิจัยในผู้ดูแลผู้ป่วยโรคพาร์กินสันก็พบว่าคะแนนความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลที่เพิ่มขึ้นจะสัมพันธ์กับคุณภาพนอนหลับที่แย่งเช่นกัน (24)

นอกจากเรื่องการนอนหลับ การศึกษานี้ยังพบว่าผู้ดูแลผู้ป่วยที่ติดเตียงจากโรคทางระบบประสาทและสมองเกิดความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลเพิ่มขึ้น 5.21 เท่าเมื่อเทียบกับผู้ดูแลผู้ป่วยที่ไม่มีโรคทางระบบประสาทและสมองแต่ไม่พบการมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้ดูแลผู้สูงอายุที่ติดเตียงจากสาเหตุโรคทางระบบประสาทและสมองมีความรู้สึกเป็นภาระร้อยละ 94.44 โดยมีค่าความชุกใกล้เคียงกับการศึกษาความรู้สึกเป็นภาระในผู้ดูแลจากการศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่าผู้ดูแลผู้สูงอายุโรคสมองเสื่อมและโรคหลอดเลือดสมองมีความชุกของความรู้สึกเป็นภาระร้อยละ 90.3 และร้อยละ 87.5 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยคะแนน ZBI 37.60 ± 15.44 และ 38.18 ± 14.57 คะแนน ตามลำดับ (36,37) ความชุกของการเกิดความรู้สึกเป็นภาระของผู้ดูแลผู้สูงอายุที่ติดเตียงจากโรคทางระบบประสาทและสมองจึงมากกว่าการดูแลผู้สูงอายุทั่วไป (12) เนื่องจาก

ผู้ป่วยที่มีปัญหาทางระบบประสาทและสมองมีการรับรู้ต่ำจากการทำงานของสมองเสื่อมถอยลง ผู้ดูแลต้องมีภาระในการดูแลมากขึ้น เช่น การพลิกตัว การให้อาหารทางสายยาง นอกจากนี้ผู้ป่วยบางรายยังมีความผิดปกติทางพฤติกรรม อารมณ์และจิตใจ ทำให้ผู้ดูแลต้องดูแลเอาใจใส่มากขึ้นจึงมีความเสี่ยงที่จะเกิดความรู้สึกเป็นภาระมากกว่าผู้ดูแลผู้ป่วยที่ติดเตียงจากความพิการทางร่างกายเพียงอย่างเดียว (38,39)

การศึกษานี้มีข้อเด่นคือ 1) เป็นการศึกษารูสึกเป็นภาระในการดูแลและคุณภาพการนอนหลับของผู้ดูแลผู้สูงอายุติดเตียงซึ่งในประเทศไทยยังมีข้อมูลจำกัด 2) สํารวจข้อมูลในชุมชนชนบทภาคเหนือของประเทศไทยโดยได้ข้อมูลจากผู้ดูแลผู้สูงอายุติดเตียงโดยตรง อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัด ได้แก่ 1) เป็นการศึกษเป็นแบบภาคตัดขวางไม่สามารถระบุความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างปัจจัยต่าง ๆ และความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลได้ 2) อาจมีอคติจากการตอบแบบสอบถามจากความทรงจำหรือความเข้าใจข้อคำถามคลาดเคลื่อนของผู้ตอบ 3) การศึกษาทำในบริบทของอำเภอสันป่าตองซึ่งอาจแตกต่างไปจากชุมชนอื่น ดังนั้นผลความสัมพันธ์นี้อาจไม่สามารถนำไปใช้ได้กับบริบทอื่นได้ การศึกษาในอนาคตควรเพิ่มการศึกษาในพื้นที่ที่มีวัฒนธรรมและบริบทที่แตกต่างกันไป

สรุป

ความรู้สึกเป็นภาระในการดูแลผู้สูงอายุติดเตียงพบได้บ่อยและสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดีของผู้ดูแล โดยเฉพาะผู้ดูแลผู้สูงอายุติดเตียงจากสาเหตุโรคทางระบบประสาทและสมอง ดังนั้น ควรให้ความสำคัญในการคัดกรองความรู้สึกเป็นภาระและคุณภาพการนอนหลับของผู้ดูแลผู้สูงอายุกลุ่มนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Department of older person of Thailand. Document personnel Thai 2015. [cited 2021 Jan 5]. Available from: http://www.dop.go.th/download/knowledge/knowledge_th_20160106135752_1.pdf
2. Department of older person of Thailand. Older statistics. 2020. [cited 2021 Jan 5]. Available from: <http://www.dop.go.th/en/knownow/2/67>.
3. Chiang Mai Provincial Public Health Office. Provincial government report form. 2016. [cited 2021 Jan 5]. Available from: https://www.chiangmaihealth.go.th/cmpho_web/document/160801147005483435.doc
4. Yoshida D, Ninomiya T, Doi Y, Hata J, Fukuhara M, Ikeda F, et al. Prevalence and causes of functional disability in an elderly general population of Japanese: the Hisayama study. *J Epidemiol.* 2012;22:222-9.
5. Agüero-Torres H, Fratiglioni L, Guo Z, Viitanen M, von Strauss E, Winblad B. Dementia is the major cause of functional dependence in the elderly: 3-year follow-up data from a population-based study. *Am J Public Health.* 1998;88:1452-6.
6. Lui SK, Nguyen MH. Elderly stroke rehabilitation: overcoming the complications and its associated challenges. *Curr Gerontol Geriatr Res.* 2018;2018:9853837.
7. Martins AS, Rezende NA, Torres HO. Occurrence of complications and survival rates in elderly with neurological disorders undergoing enteral nutrition therapy. *Rev Assoc Med Bras.* 2012;58:691-7.
8. Reinhard SC, Given B, Petlick NH, Bemis A. Supporting family caregivers in providing care. In: Hughes RG, editor. Patient safety and quality: an evidence-based handbook for nurses. Rockville: Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2008. p. 341-404.
9. Schulz R, Tompkin CA. Informal caregivers in the United States: prevalence, caregiver characteristics, and ability to provide care. The role of human factors in home health care: National Academies Press (US); 2010.
10. Schulz R, Eden J, National Academies of Sciences E, Medicine. Family caregiving roles and

- impacts. Families caring for an aging America: National Academies Press (US); 2016.
11. Rittiar K. Concept of family caregiving (Part I) [cited 2021 Jan 22]. Available from: <https://www.gotoknow.org/posts/121180>.
 12. Limpawattana P, Theeranut A, Chindaprasirt J, Sawanyawisuth K, Pimporm J. Caregivers burden of older adults with chronic illnesses in the community: a cross-sectional study. *J Community Health*. 2013;38:40-5.
 13. Simón MA, Bueno AM, Otero P, Blanco V, Vázquez FL. Caregiver burden and sleep quality in dependent people's family caregivers. *J Clin Med*. 2019;8(7):1072.
 14. Joling KJ, van Marwijk HW, Veldhuijzen AE, van der Horst HE, Scheltens P, Smit F, et al. The two-year incidence of depression and anxiety disorders in spousal caregivers of persons with dementia: who is at the greatest risk?. *Am J Geriatr Psychiatry*. 2015;23:293-303.
 15. Ogunlana MO, Dada OO, Oyewo OS, Odole AC, Ogunsan MO. Quality of life and burden of informal caregivers of stroke survivors. *Hong Kong Physiotherapy Journal*. 2014;32:6-12.
 16. Roth DL, Perkins M, Wadley VG, Temple EM, Haley WE. Family caregiving and emotional strain: associations with quality of life in a large national sample of middle-aged and older adults. *Qual Life Res*. 2009;18:679-88.
 17. Loureiro LdSN, Fernandes MdGM, Marques S, Nobrega MMLd, Rodrigues RAP. Burden in family caregivers of the elderly: prevalence and association with characteristics of the elderly and the caregivers. *Rev Esc Enferm USP*. 2013;47:1129-36.
 18. Peng HL, Chang YP. Sleep disturbance in family caregivers of individuals with dementia: a review of the literature. *Perspect Psychiatr Care*. 2013;49:135-46.
 19. Liu S, Li C, Shi Z, Wang X, Zhou Y, Liu S, et al. Caregiver burden and prevalence of depression, anxiety and sleep disturbances in Alzheimer's disease caregivers in China. *J Clin Nurs*. 2017;26:1291-300.
 20. Peng HL, Lorenz RA, Chang YP. Factors associated with sleep in family caregivers of individuals with dementia. *Perspect Psychiatr Care*. 2018;55:95-102.
 21. Rowe MA, McCrae CS, Campbell JM, Benito AP, Cheng J. Sleep pattern differences between older adult dementia caregivers and older adult noncaregivers using objective and subjective measures. *J Clin Sleep Med*. 2008;4:362-9.
 22. Lee DR, Thomas AJ. Sleep in dementia and caregiving—assessment and treatment implications: a review. *Int Psychogeriatr*. 2011;23:190-201.
 23. Institute of Medicine Committee on Sleep M, Research. The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health. In: Colten HR, Altevogt BM, editors. *Sleep disorders and sleep deprivation: an unmet public health problem*. Washington (DC): National Academies Press; 2006. p. 151-4.
 24. Happe S, Berger K, Investigators FS. The association between caregiver burden and sleep disturbances in partners of patients with Parkinson's disease. *Age Ageing*. 2002;31:349-54.
 25. Okuda S, Tetsuka J, Takahashi K, Toda Y, Kubo T, Tokita S. Association between sleep disturbance in Alzheimer's disease patients and burden on and health status of their caregivers. *J Neurol*. 2019;266:1490-500.
 26. McKibbin CL, Ancoli-Israel S, Dimsdale J, Archuleta C, von Kanel R, Mills P, et al. Sleep in spousal caregivers of people with Alzheimer's disease. *Sleep*. 2005;28:1245-50.
 27. Buysse DJ, Reynolds III CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res*. 1989;28:193-213.
 28. Toonsiri C, Sunsern R, Lawang W. Development of the burden interview for caregivers of patients with chronic illness. *J Nurs Educ*. 2011;4:62-75.
 29. Lotrakul M, Sumrithe S, Saipanish R. Reliability and validity of the Thai version of the PHQ-9. *BMC Psychiatry*. 2008;8:1-7.
 30. Fernandes MdGM, Garcia TR. Tension attributes of the family caregiver of frail older

- adults. *Rev Esc Enferm USP*. 2009;43:818-24.
31. Kim SS, Oh KM, Richards K. Sleep disturbance, nocturnal agitation behaviors, and medical comorbidity in older adults with dementia: relationship to reported caregiver burden. *Res Gerontol Nurs*. 2014;7:206-14.
 32. McCurry SM, Logsdon RG, Teri L, Vitiello MV. Sleep disturbances in caregivers of persons with dementia: contributing factors and treatment implications. *Sleep Med Rev*. 2007;11:143-53.
 33. Bhattacharjee M, Vairale J, Gawali K, Dalal PM. Factors affecting burden on caregivers of stroke survivors: Population-based study in Mumbai (India). *Ann Indian Acad Neurol*. 2012;15:113-9.
 34. Bekdemir A, Ilhan N. Predictors of caregiver burden in caregivers of bedridden patients. *J Nurs Res*. 2019;27:e24.
 35. Li H, Zhang H, Huang H, Wang Y, Huang H. Caring burden and associated factors of care providers for senile dementia patients in an urban-rural fringe of Fuzhou City, China. *Aging Clin Exp Res*. 2012;24:707-13.
 36. Karlikaya G, Yukse G, Varlibas F, Tireli H. Caregiver burden in dementia: A study in the Turkish population. *The Internet Journal of Neurology*. 2005;4:12-26.
 37. Hanh PT, Jullamate P, Piphatvanitcha N. Factors related to caregiver burden among family caregivers of older adults with stroke in Hai duong, Vietnam. *The Southern College Network Journal of Nursing and Public Health*. 2017;4:45-62.
 38. Sittironnarit G. Behavioral and psychological symptoms of dementia (BPSD): concept and treatment. *J Psychiatr Assoc Thailand*. 2011;56:499-62.
 39. Razali R, Ahmad F, Rahman FN, Midin M, Sidi H. Burden of care among caregivers of patients with Parkinson disease: a cross-sectional study. *Clin Neurol Neurosurg*. 2011;113:639-43.

Prevalence and factors associated with caregiver burden in caregivers of elderly dependents in San Pa Tong District, Chiang Mai

Inthai P, Khruempaeng P, Choksomngam Y and Yingchankul N

Department of Family Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai

Objectives To study the prevalence of and factors associated with caregiver burden in caregivers of elderly dependents.

Methods A cross-sectional study was conducted using questionnaires to collect data from caregivers of elderly dependents [age \geq 60] in San Pa Tong District, Chiang Mai, Thailand between February-July 2020. The questionnaires included general demographic data of the caregivers and their elderly dependents plus the Zarit Burden Inventory (ZBI), the Pittsburg Sleep Quality Index (PSQI) and the Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9). Multivariable logistic regression analysis was used to examine the association between factors and caregiver burden.

Results A total of 136 pairs of caregivers and their dependent elderly patients were included in the study. The prevalence of caregiver burden was 80.15%, divided into low to moderate (38.24%), moderate to severe (38.97%) and severe (2.94%). The Mean ZBI score was 34.65 ± 15.51 . There was a statistically significant association between poor sleep quality of the caregivers and caregiver burden. Caregivers with poor sleep quality were 8.87 times more likely to have caregiver burden than caregivers with good sleep quality (95%CI = 1.32 - 59.52, $p = 0.02$). In addition, caretakers of patients whose dependence was due to neurological disease were 5.21 times more likely to have caregiver burden than those of patients without neurological disease. The difference approached statistical significance (95%CI = 0.94 - 28.78, $p = 0.05$).

Conclusions Caregiver burden in caregivers of dependent elderly patients is common and is significantly associated with poor sleep quality in caregivers, particularly where the cause of dependence is neurological. Screening for caregiver burden and sleep quality should be performed for caregivers of elderly dependents. **Chiang Mai Medical Journal 2021;60(3):383-94. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.34**

Keywords: caregiver, burden, sleep quality, elderly, dependent, neurological disease

การแพร่ระบาดแบบวงกว้างของโรคโควิด-19 โดย Covid-19 superspreader

รุ่งตะวัน ศรีบุรี

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

โรคโควิด-19 เกิดจากการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 พบมีรายงานครั้งแรกในเดือนธันวาคม ปี ค.ศ. 2019 ปัจจุบันพบมีรายงานการระบาดของโรคนี้ในหลายประเทศทั่วโลกและไม่มีที่ท่าว่าจะยุติลง ผู้ติดเชื้อที่เรียกว่า Covid-19 superspreader คือ บุคคลที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 แล้วสามารถแพร่เชื้อให้กับคนได้อีกเป็นจำนวนมากและทำให้ โรคโควิด-19 เกิดการระบาดเป็นวงกว้าง พบว่าเมื่อมีกลุ่มคนรวมตัวกันทำกิจกรรมร่วมกันในช่วงเวลาหนึ่งในสถานที่ที่มีการถ่ายเทอากาศที่ไม่ดีจะเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการระบาดของโรคโควิด-19 แบบวงกว้าง ดังนั้นการหลีกเลี่ยงปัจจัยเหล่านี้รวมถึงการสืบหาคนที่เป็ superspreader ของโรคจะช่วยยับยั้งการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ได้ [เชียงใหม่เวชสาร 2564; 60\(3\):395-406. doi 10.12982/CMUMEDJ.2021.35](#)

คำสำคัญ: โรคโควิด-19 การระบาดแบบเป็นวงกว้าง

บทนำ

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโรคโควิด-19 (Covid-19) เกิดจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (1) หรือเชื้อไวรัสโควิด-19 คำว่า Covid-19 ย่อมาจาก coronavirus disease starting in 2019 ซึ่งถูกตั้งชื่อโรคนี้หลังพบมีการระบาด โดยองค์การอนามัยโรคในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 (1,2) และในวันเดียวกันนี้ คณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยอนุกรมวิธานของไวรัส (International Committee on Taxonomy of Viruses: ICTV) ได้ประกาศชื่อที่เป็นทางการของเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคโควิด-19 ว่าเป็น “เชื้อไวรัสโคโรนาโรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงชนิดที่สอง” (Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2)

หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “เชื้อไวรัส SARS-CoV-2” ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบลำดับเบสของสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสโควิด-19 กับเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์อื่น และพบว่าเชื้อไวรัสโควิด-19 มีความใกล้เคียงกับเชื้อไวรัส SARS ที่เคยมีการระบาดมาก่อนหน้านี้สูงถึงร้อยละ 79 (1-3)

เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 พบรายงานการระบาดครั้งแรกในเดือนธันวาคม ปี ค.ศ. 2019 ในเมืองอู่ฮั่น ประเทศจีน (1,2) จากนั้นเชื้อได้มีการแพร่ระบาดไปมากกว่า 200 ประเทศทั่วโลก ตั้งแต่มีการระบาดจนถึงปัจจุบัน (ข้อมูลเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564) พบมีผู้ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ไปแล้วมากกว่า 120 ล้านคนทั่วโลก และมีผู้เสียชีวิตจากการติดเชื้อมากถึง 2 ล้านคน (4) โดยในประเทศไทยพบมีผู้ติดเชื้อ

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ: รุ่งตะวัน ศรีบุรี, PhD, ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200, ประเทศไทย
อีเมล: rsriburi@gmail.com



วันรับเรื่อง 2 ธันวาคม 2563, **วันส่งแก้ไข** 1 กุมภาพันธ์ 2564, **วันยอมรับการตีพิมพ์** 1 มิถุนายน 2564

แล้วมากกว่า 26,000 คน ในจำนวนนี้มีผู้เสียชีวิตจำนวน 88 ราย (4)

เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จัดอยู่ในกลุ่มโคโรนาไวรัส (coronavirus) มีสารพันธุกรรมเป็นชนิดอาร์เอ็นเอจำนวน 1 เส้น ถูกห่อหุ้มด้วยโปรตีนแคปซิด (capsid) และมีเปลือกหุ้มชั้นนอกเป็นเยื่อไขมันที่มีโปรตีนเรียกว่า “สไปค์ (spike)” ยื่นออกมาลักษณะเป็นปุ่ม ใช้จับกับตัวรับบนผิวเซลล์เจ้าบ้าน (host) ที่เรียกว่า ACE2 receptor (Angiotensin-converting enzyme 2 receptor) เพื่อเข้าไปเพิ่มจำนวนในเซลล์ และทำให้เกิดการติดเชื้อ (2,5,6) โดยตัวรับ ACE2 receptor สามารถพบบนผิวเซลล์หลายชนิดในร่างกายมนุษย์ รวมถึงเซลล์ในระบบทางเดินหายใจ (5,6) การยับยั้งการจับของโปรตีนสไปค์กับตัวรับบนผิวเซลล์จะช่วยยับยั้งการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีความพยายามในการพัฒนาและออกแบบวัคซีนป้องกันการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่สามารถกระตุ้นร่างกายให้สร้างภูมิคุ้มกันชนิดแอนติบอดีที่สามารถจับกับโปรตีนสไปค์ของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 เพื่อยับยั้งการเข้าสู่เซลล์ของเชื้อไวรัส (7)

การติดต่อของโรคโควิด-19

โรคโควิด-19 เป็นโรคที่ติดต่อจากคนสู่คน (2,8) ผ่านทางการหายใจเอาเชื้อที่ปะปนอยู่ในอากาศเข้ามาในร่างกาย เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่เป็นสาเหตุของโรคโควิด-19 จะพบอยู่ในละอองฝอยของทางเดินหายใจที่เกิดจากการพูด ไอ หรือจาม ซึ่งเชื้อจะปะปนออกมากับน้ำมูกหรือน้ำลายของผู้ที่ติดเชื้อ (6) โดยทั่วไปการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 มักพบในกรณีที่มีการสัมผัสใกล้ชิดกับผู้ติดเชื้อในระยะ 6 ฟุตหรือ 1 เมตร (9) นอกจากติดต่อทางการหายใจแล้ว เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ยังพบแพร่กระจายผ่านทางสัมผัสกับพื้นผิวหรือสิ่งของที่มีน้ำมูก น้ำลายที่ปนเปื้อนด้วย

เชื้อไวรัส แล้วมาสัมผัสกับปาก จมูก หรือตาได้อีกด้วย (6,10) และยังมีการศึกษาพบว่าผู้ที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 บางรายสามารถแพร่เชื้อออกมาได้ทางอุจจาระ ซึ่งอาจทำให้เกิดการติดต่อผ่านทางกรกินน้ำหรืออาหารที่ปนเปื้อนอุจจาระนั้นได้ (Fecal-oral route) (11) ระยะเวลานับจากการติดเชื้อจนถึงแสดงอาการ (ระยะฟักตัว) ของโรคโควิด-19 คือ 1-14 วัน โดยผู้ที่ติดเชื้อส่วนใหญ่จะเริ่มมีอาการภายใน 14 วัน นับตั้งแต่ได้รับเชื้อ เมื่อเข้าสู่ร่างกาย เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จะเพิ่มจำนวนในทางเดินหายใจส่วนบนและในปอด ทำให้ผู้ที่ติดเชื้อสามารถแพร่เชื้อออกมาในทางเดินหายใจได้ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการแพร่เชื้อ (6)

อาการของโรคโควิด-19

ภายหลังการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ผู้ติดเชื้ออาจไม่แสดงอาการของโรค ในผู้ที่แสดงอาการจะมีอาการเช่นเดียวกับผู้ป่วยโรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ โดยอาการที่พบจะมีตั้งแต่ระดับความรุนแรงน้อยไปถึงรุนแรงมากจนถึงขั้นเสียชีวิตได้ ผู้ป่วยส่วนใหญ่จะมีอาการไข้ ไอ อ่อนเพลีย (1,2) ร่วมกับการสูญเสียการรับรสและกลิ่น (12) ในรายที่มีอาการรุนแรงจะพบมีอาการหายใจถี่และหายใจลำบากร่วมด้วย (2) ในกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการรุนแรงมาก อาจพบภาวะแทรกซ้อน เช่น ปอดบวม ปอดอักเสบ ไตวาย ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เสียชีวิต แต่พบไม่บ่อยนัก (1,2,13)

การป้องกันและการรักษาโรคโควิด-19

เพื่อเป็นการป้องกันและยับยั้งการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ได้มีความพยายามในการพัฒนาวัคซีนที่จะใช้ในการป้องกันการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 โดยในปัจจุบันมีวัคซีนที่ได้รับการพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพในการ

ป้องกันโรคโควิด-19 ในคนในระยะสาม (phase III) แล้ว 13 บริษัท (14) พบว่ามีวัคซีนอย่างน้อยจาก 3 บริษัทที่มีประสิทธิภาพป้องกันการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในคนได้มากกว่าร้อยละ 90 ได้แก่ วัคซีนของบริษัทไบโอเอ็นเทค (Pfizer-BioNTech) บริษัทโมเดอร์นา (Moderna) และสถาบันวิจัยกามาเลียยา (The Gamaleya Research Institute of Epidemiology and Microbiology) (14) โดยในช่วงต้นปี พ.ศ. 2564 หลายประเทศได้อนุมัติโครงการฉีดวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 ให้ประชากรในประเทศ และมีรายงานการศึกษาผลการฉีดวัคซีน BNT162b2 mRNA ของบริษัทไบโอเอ็นเทคในประชากรของประเทศอิสราเอลพบว่า วัคซีน BNT162b2 mRNA มีประสิทธิภาพป้องกันการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ได้ร้อยละ 92 ในผู้ที่ได้รับวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 ครบ 2 โดส และยังสามารถลดอัตราการป่วย ลดอัตราการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล และลดการเกิดอาการรุนแรงของโรคได้สูงถึงร้อยละ 90 อีกด้วย (15) อย่างไรก็ตาม ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปว่าในผู้ที่ได้รับวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 เมื่อมีการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จะสามารถแพร่เชื้อให้กับผู้อื่นได้อีกหรือไม่ และยังคงต้องมีการศึกษาและติดตามผลของวัคซีนอีกหลายด้าน เช่น ความสามารถในการกระตุ้นร่างกายให้สร้างภูมิคุ้มกันสำหรับการป้องกันโรคในระยะยาว ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นภายหลังการได้รับวัคซีนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว รวมถึงยังต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงคุณสมบัติของวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 ให้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากวัคซีนที่มีการพัฒนาขึ้นในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดในการใช้งานหลายด้าน เช่น ไม่ทนต่ออุณหภูมิที่สูง ต้องเก็บและขนส่งในอุณหภูมิที่เย็น ทำให้อาจยังไม่สามารถนำไปใช้อย่างแพร่หลายได้ (14)

สำหรับการรักษาโรคโควิด-19 ในปัจจุบันยังไม่มียาต้านไวรัสที่จำเพาะต่อเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนให้ใช้รักษาโรคโควิด-19 แต่ได้มีความพยายามในการค้นหาที่อาจปรับวัตถุประสงค์การใช้เดิมมาเพื่อใช้ในการรักษาโรคโควิด-19 (2,5) โดยตัวอย่างยาที่มีการนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 เช่น ยา remdesivir ซึ่งเป็นยาที่ใช้ในการรักษาการติดเชื้อไวรัสอีโบลา (2,5) พบว่ายา remdesivir มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเพิ่มจำนวนเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 (13) และเมื่อใช้ในการรักษาผู้ป่วยโรคโควิด-19 พบว่ายานี้ทำให้ผู้ป่วยโรคโควิด-19 ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมีระยะเวลาในการฟื้นตัว (recovery time) เร็วกว่าผู้ที่ป่วยได้รับยาหลอก (placebo) (16) โดยองค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration: FDA) ได้รับรองให้ยา remdesivir เป็นยาที่สามารถใช้ในกรณีฉุกเฉินได้สำหรับผู้ป่วยโรคโควิด-19 ที่มีอาการรุนแรงที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล (13) นอกเหนือจากยา remdesivir แล้ว ในปัจจุบันยังมียาอีกอย่างน้อย 300 ชนิด ที่อยู่ในระหว่างการทดสอบประสิทธิภาพทางคลินิกในการรักษาการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 (13)

ในขณะที่ยาต้านไวรัสที่จำเพาะต่อเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 รวมถึงวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 ยังอยู่ในระหว่างการศึกษาและพัฒนาเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด การป้องกันการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่ดีที่สุดที่ทุกคนสามารถปฏิบัติได้ในขณะนี้ คือ การรักษาระยะห่างอย่างน้อย 1 เมตร (physical distancing) (17) การสวมหน้ากากอนามัยเมื่ออยู่ในที่สาธารณะ (17,18) และการล้างมือด้วยสบู่หรือแอลกอฮอล์เจลเป็นประจำ (19) จะช่วยป้องกันการติดเชื้อและลดการแพร่กระจายเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ได้

Superspreader คืออะไร?

ในการติดเชื้อจุลชีพโดยทั่วไป คนส่วนใหญ่ที่ติดเชื้อจะไม่แพร่เชื้อหรือสามารถแพร่เชื้อให้กับผู้อื่นได้เพียงไม่กี่ราย อย่างไรก็ตาม พบว่ามีผู้ติดเชื้อส่วนน้อยจำนวนหนึ่งที่สามารถแพร่เชื้อให้ผู้อื่นได้จำนวนมาก ทำให้เกิดการระบาดของเชื้อเป็นวงกว้าง (superspreading) โดยคนกลุ่มนี้จะถูกเรียกว่า “superspreader” โดยผู้ที่เป็ superspreader อาจแสดงอาการหรือไม่แสดงอาการของโรคก็ได้ (20)

คำว่า superspreader นี้มีบันทึกในประวัติศาสตร์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2443 (ค.ศ. 1900) โดยหญิงชาวไอริชชื่อ แมรี มัลลอน (Mary Mallon) อาชีพเป็นแม่ครัว ทำอาหารให้กับบ้านผู้มีฐานะในรัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา เธอติดเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella typhi* ที่เป็นสาเหตุของโรคไทฟอยด์โดยไม่แสดงอาการของโรค พบว่าแมรีสามารถแพร่เชื้อให้กับผู้อื่นได้ถึง 51 ราย ผ่านทางอาหารที่เธอเป็นผู้เตรียม ในจำนวนนี้มีผู้เสียชีวิตจากการติดเชื้อ 3 ราย และในตอนนั้นมีผู้ติดเชื้อ *Salmonella typhi* ในนิวยอร์กสูงถึง 3,000 ราย ซึ่งคาดว่า แมรี มัลลอน อาจเป็นต้นเหตุของการระบาดนี้ เธอถูกขานนามให้เป็น “ไทฟอยด์แมรี” (Typhoid Mary) เนื่องจากเป็นผู้ทำให้โรคไทฟอยด์เกิดการระบาดขึ้นในนิวยอร์ก (21) นอกจากการติดเชื้อ *Salmonella typhi* แล้ว superspreader ยังพบได้ในการติดเชื้ออื่น ๆ อีก เช่น การติดเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* การติดเชื้อ measles virus การติดเชื้อไวรัสโอบล่า และการติดเชื้อไวรัส SARS เป็นต้น (20)

โดยคนทั่วไปรู้จักกับคำว่า superspreader มากขึ้นในปี พ.ศ. 2546 เมื่อครั้งที่มีการระบาดใหญ่ของโรค SARS โดยในตอนนั้นนักระบาดวิทยาได้ให้คำนิยามของ superspreader ของโรค SARS ว่าเป็น คนที่ติดเชื้อไวรัส SARS แล้วทำให้เชื้อเกิดการแพร่ระบาดไปยังผู้อื่นอีกอย่างน้อย 8 ราย (22)

ในทางระบาดวิทยา คำว่า superspreader เป็นคำที่ใช้เรียกบุคคลที่ติดเชื้อและทำให้มีการแพร่ระบาดของเชื้อจากคนสู่คนในอัตราที่สูงมากผิดปกติ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิด “การระบาดของโรคแบบวงกว้างในกลุ่มประชากร (superspreading)” ดังนั้น superspreader คือ คนที่มีความสามารถในการแพร่เชื้อไปยังบุคคลอื่นจำนวนมาก ในการติดเชื้อโดยทั่วไป คนหนึ่งคนจะแพร่เชื้อไปยังคนอื่น ๆ ได้เฉลี่ยประมาณ 2 ราย แต่สำหรับคนที่เป็ superspreader อาจสามารถแพร่เชื้อได้มากกว่าค่าเฉลี่ยหลายเท่า โดยอาจแพร่เชื้อได้มากถึง 70 ราย (23)

ตัวอย่างการแพร่ระบาดแบบวงกว้าง (superspreading) ของโรคโควิด-19 ที่เกิดจาก Covid-19 superspreader

การเกิด superspreading ของโรคโควิด-19 สามารถพบได้ในหลายสถานที่ โดยเฉพาะสถานที่ที่มีคนมารวมตัวกันเป็นจำนวนมากและมีปฏิสัมพันธ์กันแบบใกล้ชิด โดยในปี พ.ศ. 2563 มีรายงานการเกิดการแพร่ระบาดแบบวงกว้างของโรคโควิด-19 ในหลายสถานที่ทั่วโลก เช่น ในเมืองบอสตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อปลายเดือนกุมภาพันธ์ บริษัทยาไบโอเจน (Biogen) ได้จัดการประชุมประจำปีขึ้น ในตอนนั้นสหรัฐมีผู้ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 เพียง 14 ราย แต่หนึ่งในผู้ประชุมจากประมาณ 175 ราย มีการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ภายหลังการประชุมได้เป็นจุดเริ่มต้นการระบาดของเชื้อเกิดขึ้น พบว่ามีผู้ที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 อย่างน้อย 100 ราย ซึ่งเป็นผู้เข้าร่วมประชุมหรือผู้ที่มีการติดต่อใกล้ชิดกับผู้เข้าร่วมประชุม ทำให้การประชุมครั้งนั้นกลายเป็นเหตุการณ์ที่มีการแพร่ระบาดแบบวงกว้างของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 โดยเชื้อได้มีการระบาดข้ามจากรัฐแมสซาชูเซตส์ไปยังรัฐอื่น ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกาอีกหลายรัฐ (24)

Covid-19 superspreader ยังพบในกลุ่มนักร้องประสานเสียงที่มีการฝึกซ้อมร้องเพลงประสานเสียงร่วมกัน เช่น ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 พบมีกลุ่มนักร้องประสานเสียงติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จำนวน 52 ราย ในเมือง Skagit County รัฐวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา การสอบสวนโรคกลับเพื่อสืบหาบุคคลที่เป็นต้นตอการแพร่เชื้อ (backward contact tracing) พบว่ามีสมาชิก 1 ราย จาก 61 ราย ที่มีอาการไม่สบายในวันที่มาซ้อมร้องเพลง ซึ่งในวันนั้นได้ฝึกซ้อมและทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกันเป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง (25)

การเกิด superspreading ของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ยังพบได้ในงานเลี้ยงสังสรรค์ที่มีผู้มาร่วมงานเป็นจำนวนมาก เช่น ในงานแต่งงานที่จัดขึ้นในประเทศจอร์แดนเมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างของการพบ Covid-19 superspreader ในงานนั้นบิดาของเจ้าสาวพบมีการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 และได้เป็น superspreader ที่ทำให้เกิดการติดต่อของเชื้อไปยังผู้ร่วมงาน 76 รายจาก 360 ราย ในกรณีนี้มีผู้เสียชีวิต 1 ราย (23)

ในทวีปเอเชีย ตัวอย่าง superspreader ที่เป็นข่าวใหญ่ เช่น หญิงอายุ 61 ปีที่เมืองแทกกู ประเทศเกาหลีใต้ ป่วยเป็นโรคโควิด-19 คนที่ 31 ของประเทศ วันที่ 9-16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 เธอได้ไปร่วมพิธีทางศาสนาและร่วมร้องเพลงในโบสถ์ 4 แห่ง โดยโบสถ์มีคนมาร่วมพิธีเป็นจำนวนมาก ทำให้หญิงผู้นี้แพร่เชื้อให้กับคนที่มาร่วมพิธีมากกว่า 40 ราย และทำให้เชื้อมีการกระจายจนมีผู้ติดเชื้อสูงถึง 4,000 ราย (26)

ในประเทศไทย มีรายงานเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 แพร่ระบาดแบบวงกว้างครั้งแรกในวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2563 ในสนามมวยลุมพินี โดยพบมีผู้เข้าไปชมการชกมวยในวันนั้นติดเชื้อมากกว่า 80 ราย แต่ยังไม่ได้มีการสอบสวนว่าใครเป็นผู้แพร่เชื้อจนทำให้เกิดการระบาดนี้ (4) หลังการระบาดครั้งนั้น ประเทศไทยพบมีการระบาดแบบวงกว้างของเชื้อไวรัส SARS-

CoV-2 เกิดขึ้นอีกครั้งในวันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2563 ที่ตลาดกลางกุ้ง จังหวัดสมุทรสาคร โดยผู้ติดเชื้อรายแรกเป็นผู้ที่มีอาชีพค้าขายในตลาดกลางกุ้งแห่งนี้ ซึ่งไม่มีประวัติการเดินทางไปต่างประเทศ (4) และเพียงสามวันหลังพบผู้ติดเชื้อรายแรกนี้ จำนวนผู้ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในจังหวัดสมุทรสาคร มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นเกือบ 700 ราย โดยตั้งแต่เริ่มพบมีการระบาดของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 พบมีผู้ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในจังหวัดสมุทรสาครแล้วมากกว่า 16,000 ราย (4) และจากการตรวจหาเชื้อแบบเชิงรุกคาดว่าจะยังพบจำนวนผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการระบาดของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในประเทศไทยระลอกที่สองนี้พบมีการกระจายของเชื้อจากตลาดกลางกุ้ง จังหวัดสมุทรสาครไปในหลายจังหวัดทั่วประเทศ อย่างน้อย 45 จังหวัดที่พบผู้ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 มีประวัติเชื่อมโยงกับตลาดกลางกุ้ง จังหวัดสมุทรสาคร (4) นอกจากจังหวัดสมุทรสาครแล้ว ยังพบมีการระบาดแบบวงกว้างของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 เกิดขึ้นในอีกหลายจังหวัด เช่น จังหวัดระยอง ชลบุรี และกรุงเทพมหานคร (4) เป็นต้น โดยพบมีผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากในระยะเวลานับรวดเร็วหลังจากมีการตรวจพบผู้ติดเชื้อคนแรกในแต่ละจังหวัดที่กล่าวมา และเชื้อยังมีการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วทำให้พบมีผู้ติดเชื้อมากกว่า 50 รายต่อวัน (4) พบว่าการแพร่ระบาดแบบวงกว้างของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ระลอกที่สองนี้เกิดในสถานที่ที่ผู้คนเป็นจำนวนมากรวมตัวเพื่อทำกิจกรรมร่วมกันเช่น ตลาดสด โรงงานงานเลี้ยงสังสรรค์ หรือสถานที่เล่นการพนัน เป็นต้น (4) จะเห็นได้ว่า ตั้งแต่พบมีการระบาดของโรคโควิด-19 รายงานเกี่ยวกับการเกิดการแพร่ระบาดแบบวงกว้าง หรือ superspreading ของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 สามารถพบได้ในหลายสถานที่ทั่วโลก

ใครคือ Covid-19 superspreader

เป็นการยากที่จะบอกว่าผู้ใดเป็น superspreader ของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 เนื่องจากผู้ที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ทั่วไปรวมถึงผู้ที่ เป็น superspreader อาจจะไม่แสดงหรือแสดงอาการของโรคก็ได้ (20) นอกจากนี้ ในการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 สามารถตรวจพบเชื้อไวรัสในทางเดินหายใจของผู้ที่ติดเชื้อได้ในระดับที่สูงในช่วง 1 ถึง 3 วันก่อนที่ผู้ที่ติดเชื้อจะแสดงอาการ ทำให้ผู้ที่ติดเชื้อแต่ยังไม่แสดงอาการนี้ สามารถแพร่เชื้อให้กับผู้อื่นได้ (27) ดังนั้น ปัญหาที่สำคัญของการเกิดการแพร่เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในกลุ่มคนจึงเกิดจากการมีผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการ แต่สามารถแพร่เชื้อให้กับผู้อื่นได้ เนื่องจากผู้ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่แสดงอาการชัดเจนมักมีแนวโน้มที่จะแยกตัวเองจากผู้อื่นและเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล (28) ในขณะที่คนที่ติดเชื้อแต่ไม่แสดงอาการหรือมีอาการเพียงเล็กน้อยหรือไม่รุนแรงมักจะไม่ระวังตัวเองและยังใช้ชีวิตตามปกติในสังคม ด้วยเหตุนี้เองทำให้ผู้ที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 บางรายที่ไม่แสดงอาการรุนแรงอาจเกิดเป็น superspreader ของการแพร่เชื้อ และมีบทบาททำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 คงอยู่เป็นเวลานาน (28)

เหตุใด Covid-19 superspreader ถึงแพร่เชื้อให้กับผู้อื่นได้มากกว่าปกติ

ในการติดเชื้อจุลชีพ ผู้ที่ติดเชื้อทุกคนมีโอกาสเท่ากันที่จะแพร่เชื้อให้กับผู้อื่น (29) อย่างไรก็ตาม ในโรคติดเชื้อส่วนใหญ่พบว่า ผู้ติดเชื้อเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่จะแพร่เชื้อให้กับผู้อื่น และผู้ติดเชื้อบางรายอาจมีความสามารถในการแพร่เชื้อให้กับผู้อื่นได้สูงมาก ซึ่งจะทำให้เกิดการติดเชื้อในคนได้เป็นจำนวนมาก ในการศึกษาการระบาดของโรค นักระบาดวิทยาจะใช้ค่า basic reproduction rate (R_0) หรือค่าเฉลี่ยที่ผู้ป่วย 1

รายจะแพร่เชื้อให้ผู้อื่นในกลุ่มประชากรในระหว่างที่มีการระบาดของเชื้อหรือโรคนั้น ๆ เป็นสิ่งที่จะบ่งบอกว่าโรคนั้นจะมีการแพร่ระบาดได้รวดเร็วเพียงใด (30) โดยค่า R_0 จะเป็นจำนวนผู้ที่ติดเชื้อโดยเฉลี่ยที่เกิดจากผู้ติดเชื้อคนแรก ยกตัวอย่างเช่น ถ้าค่า $R_0 = 2$ หมายถึง จำนวนคนที่เจอผู้ติดเชื้อจะเพิ่มขึ้นสองเท่าจากผู้ติดเชื้อหนึ่งราย เริ่มจากผู้ติดเชื้อ 1 ราย จะสามารถแพร่เชื้อให้ผู้อื่นได้อีก 2 ราย จากนั้นจะแพร่ให้ผู้อื่นได้อีกเป็น 4 ราย เช่นนี้ไปเรื่อย ๆ โดยองค์การอนามัยโลกได้คำนวณค่า R_0 ของโรคโควิด-19 อยู่ที่ประมาณ 2-2.5 (31) ซึ่งหมายความว่าผู้ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 หนึ่งรายสามารถแพร่เชื้อให้กับผู้อื่นได้ 2-3 ราย แต่ความเป็นจริงไม่เป็นเช่นนั้น มีโอกาสเป็นไปได้ว่าผู้ที่ติดเชื้อคนแรกอาจแพร่เชื้อให้กับผู้อื่น 4 ราย และผู้ติดเชื้อ 2 ใน 4 รายนั้นอาจจะไม่มีการแพร่เชื้อให้ผู้อื่น ในขณะที่ผู้ติดเชื้ออีก 1 รายอาจแพร่เชื้อให้ผู้อื่น 3 ราย และผู้ที่ติดเชื้ออีก 1 รายอาจทำให้มีผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้น 24 ราย ซึ่งผู้ที่ติดเชื้อใหม่อาจทำให้มีการติดเชื้อรายใหม่ต่อหรือไม่ก็ได้ การใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์เกี่ยวกับความสามารถในการแพร่เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในฮ่องกง พบว่าร้อยละ 80 ของการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ระลอกใหม่เกิดจากการแพร่เชื้อจากผู้ติดเชื้อในครั้งแรกเพียงร้อยละ 19 เท่านั้น (32) ทำให้นักระบาดวิทยาเชื่อว่าในการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 มีผู้ที่ติดเชื้อเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่จะทำให้เกิดการติดต่อของเชื้อไปยังผู้อื่น

ปกติการแพร่เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 เกิดขึ้นจากสารคัดหลั่งของทางเดินหายใจที่ปล่อยออกมาในลักษณะละอองฝอยขนาดใหญ่ (droplet) ที่กระจายออกจากผู้ป่วยไปเพียง 1-2 เมตร แล้วตกสู่พื้นดิน (9) เป็นเหตุให้ผู้ป่วย 1 ราย ทำให้เกิดการติดเชื้อในคนใกล้ชิดได้อย่างมาก 2-3 รายเท่านั้น แต่ในกรณีของการเกิด Covid-19 superspreading โดย Covid-19

superspreader ทั้งในรายผู้ป่วยที่ร้องเพลงเสียงดัง ร่วมกับผู้อื่นในโบสถ์ (26) หรือแพนมวยเวทีลุมพินีที่ ตะโกนส่งเสียงดังเชียร์มวย (4) เป็นลักษณะพิเศษที่ อาจทำให้มีการปล่อยสารคัดหลั่งของทางเดินหายใจ ออกมาเป็นละอองฝอยขนาดเล็ก (aerosol) ที่สามารถ แพร่กระจายไปในอากาศได้ไกล (33) เมื่อเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 มีการล่องลอยอยู่ในอากาศก็มีโอกาส ทำให้คนที่อยู่ห่างออกไปนับสิบบเมตรก็ยังสามารถ หายใจเอาเชื้อที่ลอยอยู่ในอากาศนี้เข้าสู่ปอดและติด เชื้อได้ จึงเป็นสาเหตุทำให้คนมากกว่า 50 ราย ที่อยู่ใน สถานที่เดียวกันติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ได้ใน วันเดียวกัน (4,25,26) ปัจจุบันมีหลักฐานยืนยันแล้ว ว่าเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 สามารถแพร่กระจายใน อากาศแบบละอองฝอยขนาดเล็กได้ (9)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิด Covid-19 super-spreading

การเกิดการระบาดเป็นวงกว้างของโรคโควิด-19 มักพบในสถานที่ที่มีคนมารวมตัวทำกิจกรรมและอยู่ ใกล้ชิดร่วมกันเป็นเวลานาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัย สำคัญที่ทำให้โรคเกิดการแพร่ระบาด

1. **สถานที่** การรายงานการเกิดการแพร่ระบาด แบบเป็นวงกว้างของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 มักพบ ในสถานที่ที่มีการระบายอากาศไม่ดี หรือเป็นสถานที่ ปิดที่มีการระบายอากาศหรือการไหลเวียนอากาศที่ ไม่ดี เช่น ในตลาดสด (4) ห้องประชุมที่จัดในโรงแรม หรืออาคารปิด (24,25) สนามมวย (4) โบสถ์ (26) หรือห้องจัดเลี้ยงต่าง ๆ (23) เป็นต้น

2. **จำนวนคน กิจกรรมที่ทำร่วมกัน เวลาที่ใช้ ในการอยู่ร่วมกัน และการไม่สวมหน้ากากอนามัย**

นอกเหนือจากสถานที่แล้ว ปริมาณคนที่อยู่ใน สถานที่นั้น รวมถึงกิจกรรมที่ทำร่วมกันและเวลาที่ใช้

ร่วมกันในสถานที่นั้น ๆ ก็เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ การระบาดของโรคโควิด-19 และการเกิด Covid-19 super-spreading

การเกิด Covid-19 super-spreading มักพบใน สถานที่ที่มีคนรวมกันอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อมีกลุ่ม คนมาอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากในสถานที่หนึ่งจะ เพิ่มความเสี่ยงที่เชื้อจะแพร่ให้กับคนในกลุ่มนั้นได้ มาก โดยเฉพาะเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่ติดต่อ ทางทางหายใจ โดยพบว่าถ้าบุคคลมีการสัมผัสใกล้ชิด กับผู้ที่ติดเชื้ในระยะน้อยกว่า 6 ฟุต จะเพิ่มโอกาส ทำให้เกิดการติดเชื้อในคนจำนวนมากในเวลาเดียวกัน (9) การที่มีกลุ่มคนมารวมกันมากยังเพิ่มโอกาสที่จะมี ผู้ติดเชื้อที่เป็น Covid-19 superspreader อยู่ในคน กลุ่มนั้นเช่นกัน

ทั้งนี้กิจกรรมที่กลุ่มคนทำร่วมกันในสถานที่นั้น ๆ ก็มีความสำคัญต่อการเกิด Covid-19 super-spreading โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมที่ทำให้เกิดการกระจาย ของสารคัดหลั่งของทางเดินหายใจ เช่น การพูดคุย เสียงดัง การตะโกน (4) การร้องเพลง (25,26) กิจกรรม เหล่านี้ทำให้เกิดละอองฝอยขนาดเล็กของสารคัดหลั่ง ของทางเดินหายใจฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ ซึ่งเป็นทาง ติดต่อกับที่สำคัญของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 (9,20) โดย ละอองฝอยขนาดเล็กของสารคัดหลั่งของทางเดิน หายใจนี้จะมีขนาดเล็กกว่า 5 ไมโครเมตร ในขณะที่ ละอองฝอยขนาดใหญ่ที่เกิดจากการไอหรือจามจะมี ขนาดใหญ่กว่า 10 ไมโครเมตร (34) ทำให้เมื่อหายใจ เข้าสู่ร่างกาย ละอองฝอยขนาดเล็กของสารคัดหลั่ง ของทางเดินหายใจจะมีโอกาสลงลึกไปถึงปอด ทำให้ เชื้อไวรัสที่ปนเปื้อนอยู่ในละอองฝอยเหล่านี้เกิดการ ติดเชื้อที่เนื้อเยื่อปอดและทำให้เกิดอาการของโรคที่ รุนแรงตามมา (13,35) นอกจากนี้ละอองฝอยขนาดเล็กของสารคัดหลั่งของทางเดินหายใจยังสามารถ แพร่กระจายไปในอากาศได้ไกลกว่าละอองฝอยขนาด

ใหญ่ที่เกิดจากการไอหรือจามอีกด้วย (33) และถ้าในสถานที่นั้นมีผู้ติดเชื้อที่เป็น Covid-19 superspreader อยู่ในกลุ่มคนที่มารวมตัวทำกิจกรรมกัน ก็จะมีโอกาสที่ผู้ติดเชื้อที่เป็น Covid-19 superspreader จะแพร่เชื้อออกมาทางสารคัดหลั่งของทางเดินหายใจที่เป็นละอองฝอยนี้ ทำให้เชื้อสามารถติดต่อไปยังผู้อื่นผ่านทางหายใจหรือการสัมผัสกับสิ่งที่ปนเปื้อนสารคัดหลั่งนั้นได้

นอกจากนี้ เวลาที่ใช้ในการอยู่ร่วมกันในสถานที่นั้น ๆ ของกลุ่มคนที่มารวมตัวกันก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเกิด Covid-19 superspreading ยิ่งกลุ่มคนที่มารวมตัวกันมีการใช้เวลาอยู่ร่วมกันเป็นเวลานานก็จะยิ่งเพิ่มโอกาสที่เชื้อไวรัสจะมีการแพร่กระจายในสถานที่นั้น ๆ และทำให้เกิดการติดเชื้อในกลุ่มคนนั้นได้มาก (25) โดยทางศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคของสหรัฐอเมริกา (Centers for Disease Control: CDC) ได้กำหนดเวลาที่ผู้อยู่ใกล้ชิดกับคนที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จะมีความเสี่ยงในการได้รับเชื้อคือ การใช้เวลาร่วมกันอย่างน้อย 15 นาที (36)

การไม่สวมหน้ากากอนามัยเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 แพร่กระจายในสถานที่ต่าง ๆ และเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อที่พบในสถานที่นั้น มีการศึกษาพบว่า การสวมหน้ากากอนามัยจะช่วยลดการแพร่เชื้อและลดการติดเชื้อได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการไม่สวมหน้ากากอนามัย (17,18)

จะเห็นได้ว่าหากทำการสอบสวนกลับไปเกี่ยวกับการระบาดที่เกิดขึ้นเป็นวงกว้างของโรคโควิด-19 จากบุคคลที่เป็น Covid-19 superspreader ที่เคยมีการรายงานมาก่อนหน้านี้ จะพบว่า การเกิดการระบาดเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องกันกับปัจจัยที่กล่าวมา ไม่ว่าจะเป็นการรวมตัวกันอยู่ในสถานที่ที่มีการระบายอากาศไม่ดีหรือสถานที่ปิดและการทำกิจกรรมที่ทำให้เกิดการกระจายของสารคัดหลั่งของทางเดินหายใจร่วมกันเป็นเวลานาน รวมถึงการไม่สวมหน้ากากอนามัยขณะอยู่ในสถานที่นั้น ทั้งในตลาดสด ใน

การประชุมสัมมนา การซ้อมร้องเพลง การสังสรรค์ต่าง ๆ รวมถึงการเชียร์มวยในสนามมวย ล้วนแล้วแต่ส่งเสริมให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ทั้งสิ้น รวมถึงเพิ่มโอกาสให้คนที่เป็ Covid-19 superspreader สามารถแพร่กระจายเชื้อให้กับผู้อื่นได้มากยิ่งขึ้นไปด้วย

นอกจากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมา การกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัสก็อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการระบาดเป็นวงกว้างของโรคโควิด-19 ตัวอย่างเช่น เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่มีการกลายพันธุ์ของกรดอะมิโนตำแหน่ง 614 ของโปรตีนสไปค์จากกรดแอสปาร์ติก (aspartic acid, D) เป็นไกลซีน (glycine, G) (D614G) ที่พบมีการระบาดไปทั่วโลกอย่างรวดเร็วจนเกิดการแทนที่เชื้อไวรัสต้นต่อที่ไม่มีการกลายพันธุ์ (37) หรือเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 กลายพันธุ์ชนิด B.1.1.7 ซึ่งพบการระบาดครั้งแรกเดือนพฤศจิกายน ปี ค.ศ. 2020 ในประเทศอังกฤษ และในปัจจุบันพบมีการแพร่ระบาดของเชื้อนี้ไปแล้วมากกว่า 80 ประเทศทั่วโลก การศึกษาโดยใช้โมเดลเชิงไดนามิกส์และโมเดลทางสถิติในการคาดการณ์พบว่าเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 กลายพันธุ์ชนิด B.1.1.7 มีค่า reproductive number สูงกว่าเชื้อกลายพันธุ์อื่นและมีความสามารถในการติดต่อและการแพร่ระบาดสูงกว่าเชื้อกลายพันธุ์อื่น (38)

บทสรุป

การหยุด superspreader เป็นกุญแจสำคัญในการยับยั้งการระบาดของเชื้อ ในขณะที่หลายประเทศเริ่มลดมาตรการในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ลง เริ่มให้ประชาชนใช้ชีวิตตามปกติ ทำให้มีโอกาสที่คนจะมาอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่เพิ่มขึ้นอีกครั้ง การลดโอกาสที่จะทำให้เกิด

เหตุการณ์ที่มีการแพร่กระจายของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 แบบเป็นวงกว้าง (superspreading event) เป็นความท้าทายของแต่ละประเทศที่จะมีการบริหารจัดการกับสถานการณ์นี้ ในการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 พบว่าเพียงส่วนน้อยเท่านั้นของผู้ที่ติดเชื้อที่เป็นสาเหตุสำคัญของการระบาดของเชื้อ ดังนั้นการป้องกันการติดต่อจากผู้ที่ติดเชื้อมันน่าจะช่วยในการควบคุมโรคได้ กุญแจสำคัญคือการกำจัดสภาวะที่จะทำให้เกิด superspreading โดยกระทรวงสาธารณสุข แรงงาน และสวัสดิการ (Ministry of Health, Labour and Welfare) ของประเทศญี่ปุ่นได้แนะนำให้ประชาชนหลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่ระบาด ที่เรียกว่า 3 C คือ 1) ไม่อยู่ในสถานที่ที่เป็นพื้นที่ปิดและมีการระบายอากาศที่ไม่ดี (closed spaces with poor ventilation) 2) หลีกเลี่ยงที่ชุมชนที่มีคนอยู่เป็นจำนวนมาก (crowded spaces) และ 3) หลีกเลี่ยงการอยู่ใกล้ชิดกับผู้อื่น (close-contact) (39) เพื่อลดโอกาสที่จะทำให้เกิดการแพร่เชื้อและการรับเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่จะนำไปสู่การระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ในกลุ่มประชากรอีกครั้ง ทั้งนี้การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสไม่ได้เกิดจากความสามารถของเชื้อในการแพร่ระบาดเท่านั้น แต่กลุ่มคนในสังคมก็มีบทบาทในการแพร่ระบาดของเชื้อเช่นกัน ซึ่งการรักษาระยะห่าง (17) การสวมหน้ากากอนามัยเมื่ออยู่ในที่สาธารณะ (17,18) และการล้างมือด้วยสบู่หรือแอลกอฮอล์เจลเป็นประจำ (19) จะช่วยป้องกันการติดเชื้อและลดการแพร่กระจายของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ได้

นอกจากนี้เมื่อพบมีผู้ที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 เป็นจำนวนมากในเวลาเดียวกัน การสอบสวนโรคโดยการติดตามหาว่าการติดเชื้อเกิดขึ้นจากที่ใด และมีใครอยู่ในที่นั้น ๆ บ้าง (backward contact tracing) และทำการตรวจและกักตัวได้ จะช่วยบอกแหล่งการแพร่ระบาด และช่วยในการป้องกันการเกิดขึ้นใหม่ใน

อนาคต (36) การใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์เกี่ยวกับผลของการทำ contact tracing พบว่าการทำ contact tracing ร่วมกับการแยกผู้ติดเชื้อออกจากผู้อื่นจะช่วยลดการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ลงได้มากถึงร้อยละ 50 (40)

ดังนั้น การคาดการณ์ และการแยกแยะหรือวินิจฉัย (identify) ผู้ที่เป็น superpreader จัดเป็นความท้าทายทางการแพทย์และการสาธารณสุข ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการจัดการโรคและการเตรียมการสำหรับแผนการรับมือการระบาดครั้งใหม่

เอกสารอ้างอิง

1. Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Yang B, Song J, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.* 2020; 382:727-33.
2. Guo YR, Cao QD, Hong ZS, Tan YY, Chen SD, Jin HJ, et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak - an update on the status. *Mil Med Res.* 2020;7:11.
3. Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses. The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nat Microbiol.* 2020;5:536-44.
4. Department of Disease Control, Ministry of Public Health. Corona Virus Disease (COVID-19) [Internet]. 22 February 2021 [cited 13 March 2021]. Available from: <https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/index.php>
5. De P, Chakraborty I, Karna B, Mazumder N. Brief review on repurposed drugs and vaccines for possible treatment of COVID-19. *Eur J Pharmacol.* 2021;898:173977.
6. Zuo YY, Uspal WE, Wei T. Airborne transmission of COVID-19: aerosol dispersion, lung deposition, and virus-receptor interactions. *ACS Nano.* 2020;14:16502-24.

7. Dai L, Gao GF. Viral targets for vaccines against COVID-19. *Nat Rev Immunol.* 2021;21:73–82.
8. Chan JF, Yuan S, Kok KH, To KK, Chu H, Yang J, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet.* 2020;395:514-23.
9. Jayaweera M, Perera H, Gunawardana B, Manatunge J. Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy. *Environ Res.* 2020;188:109819.
10. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med.* 2020;382:1564-7.
11. Arslan M, Xu B, Gamal El-Din M. Transmission of SARS-CoV-2 via fecal-oral and aerosols-borne routes: environmental dynamics and implications for wastewater management in under-privileged societies. *Sci Total Environ.* 2020;743:140709-15.
12. Wong DKC, Gendeh HS, Thong HK, Lum SG, Gendeh BS, Saim A, et al. A review of smell and taste dysfunction in COVID-19 patients. *Med J Malaysia.* 2020;75:574-81.
13. Hu B, Guo H, Zhou P, Shi ZL. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nat Rev Microbiol.* 2021;19:141-54.
14. Kyriakidis NC, López-Cortés A, González EV, Grimaldos AB, Prado EO. SARS-CoV-2 vaccines strategies: a comprehensive review of phase 3 candidates. *NPJ Vaccines.* 2021;6:28.
15. Dagan N, Barda N, Kepten E, Miron O, Perchik S, Katz MA, et al. BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine in a nationwide mass vaccination setting. *N Engl J Med.* 2021;384:1412-23.
16. Beigel JH, Tomashek KM, Dodd LE, Mehta AK, Zingman BS, Kalil AC, et al. Remdesivir for the treatment of Covid-19 - final report. *N Engl J Med.* 2020;383:1813-26.
17. Bo Y, Guo C, Lin C, Zeng Y, Li HB, Zhang Y, et al. Effectiveness of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 transmission in 190 countries from 23 January to 13 April 2020. *Int J Infect Dis.* 2021;102:247-53
18. Ueki H, Furusawa Y, Iwatsuki-Horimoto K, Imai M, Kabata H, Nishimura H, et al. Effectiveness of face masks in preventing airborne transmission of SARS-CoV-2. *mSphere.* 2020;5:e00637-20.
19. Araghi F, Tabary M, Gheisari M, Abdollahimajd F, Dadkhahfar S. Hand hygiene among health care workers during COVID-19 pandemic: challenges and recommendations. *Dermatitis.* 2020;31:233-7.
20. Stein RA. Super-spreaders in infectious diseases. *Int J Infect Dis.* 2011;15:e510-3.
21. Marineli F, Tsoucalas G, Karamanou M, Androutsos G. Mary Mallon (1869-1938) and the history of typhoid fever. *Ann Gastroenterol.* 2013;26:132-4.
22. Shen Z, Ning F, Zhou W, He X, Lin C, Chin DP, et al. Superspreading SARS events, Beijing, 2003. *Emerg Infect Dis.* 2004;10:256-60.
23. Yusef D, Hayajneh W, Awad S, Momany S, Khasawneh B, Samrah S, et al. Large outbreak of coronavirus disease among wedding attendees, Jordan. *Emerg Infect Dis.* 2020;26:2165-7.
24. Lemieux JE, Siddle KJ, Shaw BM, Loreth C, Schaffner SF, Gladden-Young A, et al. Phylogenetic analysis of SARS-CoV-2 in Boston highlights the impact of superspreading events. *Science.* 2021;371:eabe3261.
25. Hamner L, Dubbel P, Capron I, Ross A, Jordan A, Lee J, et al. High SARS-CoV-2 attack rate following exposure at a choir practice - Skagit County, Washington, March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020;69:606-10.
26. Shim E, Tariq A, Choi W, Lee Y, Chowell G. Transmission potential and severity of COVID-19 in South Korea. *Int J Infect Dis.* 2020;93:339-44.
27. Rothe C, Schunk M, Sothmann P, Bretzel G,

- Froeschl G, Wallrauch C, et al. Transmission of 2019-nCoV infection from an asymptomatic contact in Germany. *N Engl J Med.* 2020;382:970-1.
28. Majra D, Benson J, Pitts J, Stebbing J. SARS-CoV-2 (COVID-19) superspreader events. *J Infect.* 2021;82:36-40.
29. Rodríguez DJ, Torres-Sorando L. Models of infectious diseases in spatially heterogeneous environments. *Bull Math Biol.* 2001;63:547-71.
30. Delamater PL, Street EJ, Leslie TF, Yang YT, Jacobsen KH. Complexity of the basic reproduction number (R0). *Emerg Infect Dis.* 2019;25:1-4.
31. Petrosillo N, Viceconte G, Ergonul O, Ippolito G, Petersen E. COVID-19, SARS and MERS: are they closely related? *Clin Microbiol Infect.* 2020;26:729-34.
32. Adam DC, Wu P, Wong JY, Lau EHY, Tsang TK, Cauchemez S, et al. Clustering and super-spreading potential of SARS-CoV-2 infections in Hong Kong. *Nat Med.* 2020;26:1714-9.
33. Tellier R, Li Y, Cowling BJ, Tang JW. Recognition of aerosol transmission of infectious agents: a commentary. *BMC Infect Dis.* 2019;19:101.
34. Correia G, Rodrigues L, Gameiro da Silva M, Gonçalves T. Airborne route and bad use of ventilation systems as non-negligible factors in SARS-CoV-2 transmission. *Med Hypotheses.* 2020;141:109781.
35. Thomas RJ. Particle size and pathogenicity in the respiratory tract. *Virulence.* 2013;4:847-58.
36. Ryan BJ, Coppola D, Williams J, Swienton R. COVID-19 contact tracing solutions for mass gatherings. *Disaster Med Public Health Prep.* 2020:1-7.
37. Hou YJ, Chiba S, Halfmann P, Ehre C, Kuroda M, Dinnon KH 3rd, et al. SARS-CoV-2 D614G variant exhibits efficient replication ex vivo and transmission in vivo. *Science.* 2020;370:1464-8.
38. Davies NG, Abbott S, Barnard RC, Jarvis CI, Kucharski AJ, Munday JD et al. Estimated transmissibility and impact of SARS-CoV-2 lineage B.1.1.7 in England. *Science.* 2021:eabg3055.
39. Furuse Y, Sando E, Tsuchiya N, Miyahara R, Yasuda I, Ko YK, et al. Clusters of coronavirus disease in communities, Japan, January–April 2020. *Emerg Infect Dis.* 2020;26:2176-9.
40. Kucharski AJ, Klepac P, Conlan AJK, Kissler SM, Tang ML, Fry H, et al. Effectiveness of isolation, testing, contact tracing, and physical distancing on reducing transmission of SARS-CoV-2 in different settings: a mathematical modelling study. *Lancet Infect Dis.* 2020;20:1151-60.

Superspreading of Covid-19 by Covid-19 Superspreaders

Sriburi R

Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

Covid-19 is an infectious disease caused by the SAR-CoV-2 virus. Covid-19 has become a major public health problem worldwide since its first identification in December 2019. A Covid-19 superspreader is a SAR-CoV-2-infected individual who transmits the virus to a large number of people, an event known as superspreading. Covid-19 superspreading usually occurs when a large group of people wearing no masks gather in indoor spaces with poor ventilation for a prolonged period of time. By using backward contract tracing to identify the Covid-19 superspreader and interrupting superspreading events, it would be possible to significantly reduce viral transmission and slow the Covid-19 outbreak. **Chiang**

Mai Medical Journal 2021;60(3):395-406. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.35

Keywords: Covid-19, superspreading, superspreader

