วารสารพยาบาลตำรวจ
Journal of The Police Nurses

ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบที่เกิดจากวัคซีนโควิด 19 ชนิดเอ็มอาร์เอ็นเอ

MYOCARDITIS FROM THE mRNA COVID-19 VACCINE

พิมพรรณ ทรัพย์ขำ
Pimpan Sapkham
โรงพยาบาลดารารัศมี อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180
Dararassamee Hospital, Mae Rim, Chiang Mai, 50180, Thailand
Corresponding author E-mail: pimmcop@gmail.com

Received: *June 7, 2023* Revised: *December 4, 2023* Accepted: *December 21, 2023*

บทคัดย่อ

วัคซีนโควิด 19 ชนิด Messenger Ribonucleic acid หรือ mRNA เป็นวัคซีนที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย จึงแนะนำให้ใช้ในผู้ที่มีอายุ 12 ปีขึ้นไป โดยพบว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันการติดเชื้อโควิด 19 สูงกว่าร้อยละ 90 รวมทั้งช่วยลดความรุนแรงของการติดเชื้อ ลดอัตราการเสียชีวิต และป้องกันการติดเชื้อโควิด 19 ที่มีการกลายพันธุ์ แต่มีอาการไม่พึงประสงค์ คือ ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ ซึ่งปัจจุบันยังไม่ทราบสาเหตุของการเกิดที่แน่ชัด ส่วนใหญ่พบในเพศชายอายุน้อยกว่า 30 ปี สัมพันธ์กับการรับวัคซีน mRNA เข็มที่ 2 ระยะเวลาการเกิดโรคหลังจากฉีดวัคซีน 3 - 7 วัน อาการแสดงที่พบบ่อย คือ เจ็บหน้าอก เหนื่อยง่าย และใจสั่น รู้สึกเหมือนหัวใจเต้นแรงหรือเต้นเร็ว หากอาการรุนแรงจะทำให้เกิดภาวะหัวใจล้มเหลวหรือช็อคได้ การวินิจฉัยใช้การตรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของหัวใจ (Cardiac MRI) ตรวจความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) ค่าเอนไซม์หัวใจ (Cardiac enzyme) แม้ว่าวัคซีนโควิด 19 ชนิด mRNA จะมีความเสี่ยงในการเกิดอาการไม่พึงประสงค์ที่หัวใจ แต่อุบัติการณ์เกิดนั้นส่วนใหญ่มีอาการไม่รุนแรง เกือบทั้งหมดหายเป็นปกติได้ เมื่อเปรียบเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับจากวัคซีน จึงแนะนำให้มีการฉีดวัคซีน mRNA ในการป้องกันการติดเชื้อโควิด 19 แต่ในผู้ที่มีประวัติเป็นโรคกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบควรปรึกษาแพทย์ผู้รักษาเพื่อประเมินภาวะของโรคและพิจารณาความเสี่ยงก่อนเข้ารับการฉีดวัคซีนโควิด 19 ชนิด mRNA

คำสำคัญ : วัคซีนโควิด 19 ชนิด mRNA, กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ

Abstract

The Messenger Ribonucleic acid (mRNA) vaccine is the most effective type of vaccine against COVID-19 infection, demonstrating over 90% efficacy in preventing COVID-19 infection and reducing the severity and mortality of the disease. It is recommended for use in the population aged 12 years and older. The most concerning adverse event after mRNA vaccination is myocarditis.–Although

the mechanism of myocarditis after vaccination is still unknown, it is primarily observed in males younger than 30 years old, often related to the second dose of vaccine, and consistently occurring within 3 to 7 days. Common symptoms include chest pain, shortness of breath, and sensations of a fast, fluttering, or pounding heart. Adverse events are rare; however, heart failure and shock occur in severe cases. Cardiac MRI may show irregular EKG and Cardiac enzyme is abnormal. Most myocarditis cases are completely reversible. Compared with the advantages of mRNA vaccination against COVID-19 infection, it is recommended. However, individuals at a high risk of myocarditis should consult medical professionals to assess the risk-benefit ratio before vaccination.

Keywords: mRNA COVID-19 vaccine, myocarditis

บทนำ

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (SAR-Cov-2) หรือโรคโควิด 19 เป็นโรคอุบัติใหม่ที่สามารถติดต่อจากคนสู่คน ผ่านทางฝอยละอองจากจมูกหรือปากซึ่งขับออกมาเมื่อผู้ป่วยไอหรือจามแล้วได้รับเชื้อจากการหายใจเอาฝอยละอองเข้าไป หรือจากการไปเอามือสัมผัสพื้นผิวที่มีละอองเหล่านี้แล้วมาสัมผัสตามใบหน้าและเยื่อบุผิว

เริ่มต้นการระบาดจากเมืองอู่ฮั่น สาธารณรัฐประชาชนจีน เมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2562 และมีการแพร่ระบาดอย่างรวดเร็ว จนเมื่อวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2563 องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 2023) ได้ประกาศว่าโควิด 19 เป็นโรคที่มีการระบาดใหญ่ไปทั่วโลก (pandemic) อีกทั้งยังพบการกลายพันธุ์ทำให้เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อหลายสายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์อัลฟา เบตา เดลต้า แกมมา และโอไมครอน ตามลำดับ โดยสายพันธุ์เดลต้าเป็นสายพันธุ์ที่มีความสามารถในการจับเซลล์มนุษย์ได้ง่าย ติดได้ง่าย แพร่กระจายเชื้อได้ไวและลงปอดได้เร็ว ส่งผลให้สถานการณ์โควิด 19 ในประเทศไทยในช่วงเดือนเมษายน - ตุลาคม พ.ศ. 2564 มีจำนวนผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้น 1,883,161 ราย เสียชีวิตเพิ่มขึ้น 19,111 ราย คิดเป็นร้อยละ 1.01 (Thitichai & Taweewiyakarn, 2021) ส่งผลต่อประชาชนทั้งด้านสุขภาพ เศรษฐกิจและสังคม ในภายหลังพบการระบาดของสายพันธุ์โอไมครอน ซึ่งผู้ติดเชื้อส่วนใหญ่มีอาการไม่รุนแรง อัตราส่วนผู้ติดเชื้อต่อผู้เสียชีวิตต่ำกว่าสายพันธุ์เดลต้าถึง 4 เท่า ประกอบกับความครอบคลุมในการฉีดวัคซีนจากข้อมูลของกองควบคุมโรค (Department of Disease Control, 2023) ณ วันที่ 26 พฤศจิกายน พ.ศ. 2566 ได้ให้บริการฉีดวัคซีนแล้ว 144,951,341 เข็ม ครอบคลุมเข็ม 1 ร้อยละ 82.28 ครอบคลุมเข็ม 2 ร้อยละ 77.25 คณะกรรมการโรคติดต่อแห่งชาติจึงมีมติเห็นชอบให้ปรับการบริหารจัดการโรคโควิด 19 จากโรคระบาดใหญ่สู่โรคประจำถิ่น (endemic) ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2565 โดยใช้มาตรการสาธารณสุขที่มีเป้าหมายให้อัตราการติดเชื้ออยู่ในระดับที่สามารถรองรับได้และประชากรมีภูมิคุ้มกันมากขึ้น (Wongrachit, 2022)

วัคซีนโควิด 19

วัคซีนโควิด 19 คือเครื่องมือสำคัญที่กระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันต่อเชื้อโรคโดยการจำลองกระบวนการของร่างกายเวลาติดเชื้อ โดยใช้เชื้อโควิด 19 ที่ถูกทำให้หมดฤทธิ์ หรือใช้ส่วนของเชื้อไวรัส หรือ สารสังเคราะห์ ซึ่งไม่สามารถก่อโรคในร่างกายผู้รับวัคซีน สามารถแบ่งตามเทคโนโลยีการผลิตวัคซีนได้เป็น 4 ประเภท (Department of Disease Control, 2021) ได้แก่

1. วัคซีนชนิดเชื้อตาย (Inactivated vaccine) ได้แก่ วัคซีน CoronaVac ของบริษัท Sinovac Biotech และ วัคซีน COVILO (BBIBP-CorV) ของบริษัท Sinopharm ซึ่งผลิตโดยนำไวรัส

มาเลี้ยงขยายจำนวนและนำมาฆ่าด้วยสารเคมีหรือความร้อน เมื่อฉีดจะกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันต่อไวรัสเชื้อตายทุกส่วนเหมือนได้รับเชื้อไวรัสโดยตรง แต่ไม่ทำให้เกิดโรค

2. วัคซีนชนิดที่ใช้ไวรัสเป็นพาหะ (Recombinant viral vector vaccine) เป็นกลุ่มวัคซีนที่ใช้ไวรัสที่สามารถดัดแต่งพันธุกรรม เช่น Adenovirus มาเป็นไวรัสพาหะ แล้วนำสารพันธุกรรมที่กำกับการสร้างโปรตีนสไปค์ของไวรัส SAR-Cov-2 เข้าไปแทนส่วน E1gene เมื่อนำมาฉีดไวรัสพาหะจะเลียนแบบการติดเชื้อตามธรรมชาติ จึงกระตุ้นภูมิคุ้มกันให้สร้างแอนติบอดีต่อไวรัสโควิด 19 ตามสารพันธุกรรมที่ใส่เข้าไป วัคซีนที่ใช้แพร่หลายในปัจจุบันได้แก่ วัคซีน Astrazeneca (ChAdOx1-S) เป็น Chimpanzee adenovirus ผลิตโดยบริษัท Oxford-AstraZeneca, วัคซีน Convidicea (Ad5-nCov) เป็น Human adenovirus type 5 ผลิตโดยบริษัท CanSinoBio, วัคซีน Jassen (Ad26.COV2.S) เป็น Human adenovirus type 26 ผลิตโดยบริษัท Johnson and Johnson, วัคซีน Sputnik V (Gam-Covid-Vac) เป็น Human adenovirus type 5 และ 26 ผลิตโดยบริษัท Gamaleya

3. วัคซีนที่ผลิตจากโปรตีนส่วนหนึ่งของเชื้อ (Protein subunit vaccine) เป็นวัคซีนที่ผลิตโดยสร้างโปรตีนของเชื้อไวรัสแล้วนำมาผสมกับสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ทำให้ร่างกายสร้างแอนติบอดีต่อต้านโปรตีนสไปค์ของไวรัสโควิด 19 ได้แก่ วัคซีนที่ผลิตจาก Baculovirus โดยบริษัท Novavax

4. วัคซีนชนิดที่มีการใช้สารพันธุกรรม Messenger Ribonucleic Acid (mRNA vaccine) เป็นวัคซีนที่ใช้เทคโนโลยีในการสังเคราะห์สารพันธุกรรมที่เฉพาะเจาะจงกับเชื้อไวรัส เมื่อฉีดวัคซีนชนิดนี้เข้าสู่ร่างกาย จะทำให้ร่างกายผลิตโปรตีนตรงส่วนหนาม (spike protein) ของเชื้อไวรัส SAR-Cov-2 ซึ่งจะกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้สร้างแอนติบอดีขึ้นมาต่อต้านเชื้อ โดยวัคซีน mRNA ที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ วัคซีน Comirnaty (BNT162b2) ผลิตโดยบริษัทไฟเซอร์ไบโอเทค และวัคซีน Moderna (mRNA-1273) ผลิตโดยบริษัทโมเดอร์นา

วัคซีนแต่ละชนิดมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน ซึ่งวัคซีนที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน คือ วัคซีนชนิด mRNA เนื่องจากมีผลการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการป้องกันการติดเชื้อโควิด 19 มากกว่าร้อยละ 90 ช่วยลดความรุนแรงของการติดเชื้อ ลดอัตราเสียชีวิต และมีประสิทธิภาพป้องกันการติดเชื้อโควิด 19 ที่มีการกลายพันธุ์ แต่ภายหลังจากการฉีดวัคซีนแก่ประชาชนจำนวนมากทั่วโลก พบว่า มีรายงานการเกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ (Myocarditis) เป็นอาการไม่พึงประสงค์ที่มีโอกาสเกิดจากการฉีดวัคซีนดังกล่าว (Abdallah et al., 2023)

ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบที่เกิดหลังจากได้รับวัคซีนโควิด 19 ชนิดเอ็มอาร์เอ็นเอ

กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ (Myocarditis) เป็นภาวะที่เกิดการอักเสบที่กล้ามเนื้อหัวใจ ส่งผลให้ผู้ป่วยมีอาการเจ็บหน้าอก หายใจลำบาก และอาจทำให้หัวใจเต้นผิดจังหวะ ส่วนมากมักเกิดจากการติดเชื้อไวรัส แต่บางกรณีอาจเป็นผลกระทบจากการใช้ยาบางชนิด ปัญหาเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกัน หรือการอักเสบอื่น ๆ ในร่างกาย (Center for Disease Control and Prevention, 2023)

ปัจจุบันยังไม่ทราบกลไกการเกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบจากวัคซีน mRNA ที่ชัดเจน แต่คาดว่าอาจเกิดจากการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน โดยพบว่าโปรตีนตรงส่วนหนาม (spike protein) ของเชื้อไวรัสมีลักษณะคล้ายกับแอนติเจนบนกล้ามเนื้อหัวใจมนุษย์ ทำให้เมื่อได้รับวัคซีนกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันแล้วนอกจากจะไปจับและทำลายไวรัสแล้ว ยังอาจไปจับทำลายกล้ามเนื้อหัวใจร่วมด้วย

ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคของสหรัฐอเมริกา (Center for Disease Control

and Prevention, 2023) จึงได้กำหนดเกณฑ์การวินิจฉัยกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบที่เกิดหลังการฉีดวัคซีน mRNA โดยจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่ม confirmed myocarditis คือ ผู้ป่วยที่มีอาการทางหัวใจ เช่น เจ็บแน่นหน้าอก (Chest pain) หายใจหอบเหนื่อย (Dyspnea) เป็นลมหมดสติหรือใจสั่น หลังได้รับวัคซีน mRNA โดยไม่มีสาเหตุอื่น ๆ ร่วมกับผลการตรวจหนึ่งในสองข้อ คือ

(1) ผลการตรวจทางพยาธิของกล้ามเนื้อหัวใจ (Histopathology) ที่ยืนยันว่ามีกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ และ/หรือ

(2) มีหลักฐานว่ากล้ามเนื้อหัวใจถูกทำลาย (ค่า cardiac troponin ที่สูง) ร่วมกับ ผลการตรวจ cardiac MRI ที่สนับสนุนว่ามี myocarditis

2. กลุ่ม probable myocarditis คือ ผู้ป่วยที่มีอาการทางหัวใจ เช่น เจ็บแน่นหน้าอก หายใจหอบเหนื่อย เป็นลมหมดสติหรือใจสั่น หลังได้รับวัคซีน mRNA ร่วมกับผลการตรวจอีกหนึ่งในสี่ข้อคือ

(1) คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) ผิดปกติ

(2) ค่า cardiac troponin ที่สูง

(3) ผล echocardiography พบกล้ามเนื้อหัวใจบีบตัวลดลง หรือ มีผนังที่เคลื่อนไหวผิดปกติ

(4) cardiac MRI ที่พบว่ามี pericarditis, myocarditis หรือ myopericarditis

อุบัติการณ์เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบและเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบหลังจากได้รับวัคซีน mRNA

จากการศึกษาของ Straus et al. (2021) พบอุบัติการณ์ของภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบหลังได้รับวัคซีน mRNA 9.5 ครั้งจากการฉีดวัคซีนหนึ่งล้านเข็ม น้อยกว่าร้อยละ 1

ข้อมูลจากระบบรายงานเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์จากวัคซีนของสหรัฐอเมริกา (Vaccine Adverse Event Reporting System; VAERS) โดย Su (2021) เมื่อวันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2564 ซึ่งรวบรวมข้อมูลการการฉีดวัคซีนโควิด 19 ชนิด mRNA จำนวน 402,469,096 เข็ม พบการเกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบและเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบได้ทั้งจากวัคซีนของบริษัทไฟเซอร์ไบโอเทคและวัคซีนของบริษัทโมเดอร์นา โดยส่วนใหญ่พบอุบัติการณ์การเกิดหลังจากการฉีดวัคซีนชนิด mRNA เข็มที่ 2 (ตาราง 1) เมื่อพิจารณาจากเพศและอายุ พบอุบัติการณ์เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบและเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง โดยมีรายงานการเกิดสูงในกลุ่มเพศชายอายุน้อยกว่า 30 ปี (Ling et al., 2022) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเพศชายอายุน้อยกว่า 24 ปี (ตาราง 2) ที่ได้รับวัคซีนเข็มที่ 2 (Heidecker et al., 2022) และส่วนใหญ่มักจะแสดงอาการในวันที่ 7 วัน

ตาราง 1 อุบัติการณ์เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบและเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบหลังได้รับวัคซีนจำนวน 402 ล้านเข็ม

จำนวนเหตุการณ์ (ครั้ง)			
วัคซีน	Pfizer	Moderna	รวม
เข็ม 1	250	198	448
เข็ม 2	1,160	419	1,579
ไม่ระบุ	241	106	347
รวม	1,651	723	2,374

สำหรับการรักษาภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบจากวัคซีนยังไม่มีแนวทางที่ชัดเจน ผู้ป่วยส่วนใหญ่มักมีอาการไม่รุนแรง อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการรุนแรงได้ คณะผู้เชี่ยวชาญเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ภายหลังการได้รับวัคซีน พบว่า หลังการรักษาแบบประคับประคองด้วยการใช้ยาบางชนิด เช่น ยาในกลุ่มต้านการอักเสบที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ (Non-steroidal anti-inflammatory drugs: NSAIDs) ยาสเตียรอยด์ เช่น Prednisolone รวมถึงการให้ยา Colchicine ผู้ป่วยหายเป็นปกติได้เกือบทั้งหมด มีอาการแสดงและผลตรวจวินิจฉัย ทั้งผล

เลือดและการตรวจทางรังสีเข้าสู่ภาวะปกติในระยะเวลาอันสั้น (Expert panel on adverse events following vaccination Thai Cardiology Association under the Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control, 2021)

ตาราง 2 จำนวนเหตุการณ์เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบและเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบหลังได้รับวัคซีน

จำนวนเหตุการณ์ (ครั้งต่อวัคซีน 1 ล้านเข็ม)				
อายุ (ปี)	เพศชาย		เพศหญิง	
	เข็ม 1	เข็ม 2	เข็ม 1	เข็ม 2
12-15	4.2	39.9	.4	3.9
16-17	5.7	69.1	.0	7.9
18-24	8.4	75.3	.8	7.8
25-29	4.7	28.0	.6	5.9
30-39	2.8	11.9	1.1	1.1
40-49	.5	4.9	.3	2.5
50-64	.7	.9	.8	.9
65 ปีขึ้นไป	.3	.4	.1	.6

สรุป

วัคซีนโควิด 19 ชนิด mRNA เป็นวัคซีนที่มีประโยชน์เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันโรค ถึงแม้ว่าจะมีโอกาสเกิดอาการไม่พึงประสงค์จากภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ แต่เป็นอาการที่พบได้น้อยมากเพียง 9.5 ครั้ง จากการฉีดวัคซีนหนึ่งล้านเข็ม มักเกิดในเพศชายอายุน้อยกว่า 30 ปี หลังฉีดวัคซีนเข็มที่ 2 เพื่อความปลอดภัยจึงอาจแนะนำให้ผู้รับวัคซีนสังเกตอาการไม่พึงประสงค์เบื้องต้น ได้แก่ อาการเจ็บแน่นหน้าอก หายใจหอบเหนื่อย หรือ ใจสั่น ที่เกิดขึ้นภายใน 7 วันหลังได้รับวัคซีนโควิด 19 ชนิด mRNA

เอกสารอ้างอิง

Center for Disease Control and Prevention. (2023). *Myocarditis and pericarditis after mRNA COVID-19 vaccination.* Retrieved from https://www.CenterforDiseaseControlandPrevention.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/safety/myocarditis.html

Department of Disease Control. (2021). *Guidelines for COVID-19 vaccination in the outbreak situation in 2021 in Thailand, 1st revised edition*. Retrieved from https://tmc.or.th/covid19/download/pdf/covid-19-public-Vaccine-040664.pdf

Department of Disease Control. (2023). *Weekly COVID-19 patient situation within the country.* Retrieved from https://ddc.moph.go.th/covid19-dashboard/

Expert Panel on Adverse Events Following Vaccination Thai Cardiology Association under the Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control. (2021). *Myocarditis and pericarditis after mRNA vaccination.* Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. Retrieved from https://www.dropbox.com/s/cuxgk4348rwjnnz/Vaccine%20induced%20myocarditis_Jul29_2021_Final_v2.pdf?dl=0&fbclid=IwAR2xPffHZ-bGjBIOBBJfuA4vL5Yh0XYzAwJZkS3EHT2qrLakEM27bCOm2_Y

Heidecker, B., Dagan, N., Balicer, R., Eriksson, U., Rosano, G., Coats, A., . . . Lüscher, T. F. (2022). Myocarditis following COVID-19 vaccine: Incidence, presentation, diagnosis, pathophysiology, therapy, and outcomes put into perspective. A clinical consensus document supported by the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology (ESC) and the ESC Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *European Journal of Heart Failure*, *24*(11), 2000–2018. https://doi.org/10.1002/ejhf.2669

Ling, R. R., Ramanathan, K., Tan, F. L., Tai, B. C., Somani, J., Fisher, D., & MacLaren, G. (2022). Myopericarditis following COVID-19 vaccination and non-COVID-19 vaccination: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet, Respiratory Medicine, 10*(7), 679–688. https://doi.org/10.1016/S2213-2600(22)00059-5

Straus, W., Urdaneta, V., Esposito, D.B., Mansi, J. A., Rodriguez, C. S., Burton, P., & Vega, J. M. (2021). Myocarditis after mRNA-1273 vaccination: A population-based analysis of 151 million vaccine recipients worldwide. *Clinical Infectious Disease, 70*(3), e544-e552. https://doi.org/10.1093/cid/ciac446

Su, J. R. (2021). *Myopericarditis following COVID-19 vaccination: Updates from the vaccine adverse event reporting system (VAERS).* Retrieved from https://stacks.cdc.gov/view/cdc/109492

Thitichai, P., & Taweewiyakarn, P. (2021). *Report on the results of reviewing the COVID-19 disease situation and preventive control measures at the global level and in Thailand.* Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. Retrieved from http://www.thaincd.com/document/file/download/knowledge/COVID19.65.pdf

Wongrachit, K. (Ed.). (2022). *Endemic approach to COVID-19*. Strategy and Planning Division, Office of Permanent Secretary.

World Health Organization. (2023). *Coronavirus disease (COVID-19) pandemic.* Retrieved from https://www.WorldHealthOrganization.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019