

วัคซีนโควิด-19

สิทธิชัย ตันติภาสวสิน ท.บ.*, ภัทริรา ตันติภาสวสิน ท.บ.**

บทคัดย่อ

โรคระบาดโควิด-19 เกิดจากเชื้อก่อโรคไวรัสโคโรนา SARS-CoV-2: Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 มาตรการเร่งด่วนที่นำมาใช้ในระยะเวลาแรกของการระบาดของโรคโควิด-19 คือการลดการแพร่กระจายของเชื้อผ่านการสร้างสุขภาวะ สุขอนามัยที่ดี ด้วยการล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ การสวมหน้ากากอนามัย การเว้นระยะห่างทางสังคม ทำการสอบสวนโรค สืบค้น แยกตัว กักตัวผู้ติดเชื้อ หรือผู้มีความเสี่ยงในการสัมผัสเชื้อสูง แต่มาตรการดังกล่าว สามารถใช้ได้ในระยะเวลาล้นๆ เพียงเท่านั้น เพราะมาตรการดังกล่าวส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมอย่างรุนแรง ในระยะยาว วัคซีนโควิดคือคำตอบ วัคซีนจะสอนให้ร่างกายเตรียมพร้อมที่จะจัดการกับเชื้อโรค SARS-CoV-2 การพัฒนาวัคซีนเป็นขบวนการที่ซับซ้อนและต้องใช้เวลานาน ต้องทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และในสัตว์ทดลองก่อนทำการทดสอบวัคซีนในมนุษย์ เพื่อตรวจหาว่าวัคซีนมีความปลอดภัย อีกทั้งต้องมีปริมาณการผลิตที่มากพอและทันเวลาที่ ณ วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2563 มีอย่างน้อย 85 วัคซีนที่กำลังถูกพัฒนาในห้องปฏิบัติการ หรือทดสอบในสัตว์ มี 83 วัคซีนที่กำลังอยู่ในขั้นตอนการทดสอบในมนุษย์ (Phase I 44 วัคซีน Phase II 20 วัคซีน และ Phase III 19 วัคซีน) มี 6 วัคซีนที่อนุญาตให้ใช้แต่มีเงื่อนไข (Early or Limited Approval) หนึ่งในนั้นคือวัคซีนที่ถูกพัฒนา โดย Oxford-AstraZeneca มีเพียงวัคซีนของบริษัทยา 3 บริษัท คือ Pfizer-BioNTech Moderna และ Sinopharm ที่ผ่านการรับรอง องค์การอนามัยโลกร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ นักธุรกิจ และองค์กรหลายองค์กรทั่วโลก ร่วมกันทำการศึกษาพัฒนาวัคซีนโควิด-19 ที่มีชื่อว่า COVAX (led by WHO, GAVI and CEPI) เพื่อเพิ่มโอกาสการเข้าถึงของคนทุกคน ในทุกประเทศในโลก องค์การอนามัยโลก คาดการณ์ว่าประเทศกำลังพัฒนาน่าจะเข้าถึงวัคซีนได้ในอีก 2 ปีข้างหน้า

คำสำคัญ : วัคซีนโควิด-19, โควิด-19, วัคซีน

COVID-19 Vaccines

Sittichai Tantipasawasin D.D.S.*, Pattira Tantipasawasin D.D.S.**

Abstract

COVID-19 pandemic is a viral infection from SARS-CoV-2: Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus-2. The vast majority of people are still vulnerable to coronavirus. The early emergency policies to prevent the spreading of COVID-19 and let's stay safe by taking some simple precautions, such as physical distancing, wearing a mask, avoiding crowds, and cleaning your hands. It's only the current restrictions that are preventing more people from dying but it has a serious effect to social and economics worldwide. Having a vaccine is the exit strategy. COVID-19 Vaccine is a vaccine intended to provide acquired immunity against COVID-19. A vaccine would teach our bodies

* ทันตแพทย์เชี่ยวชาญ ศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล
โรงพยาบาลชลบุรี

** ทันตแพทย์ชำนาญการพิเศษ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

* Dentist, Expert Level, Oral and Maxillofacial Surgery,
Chonburi Hospital

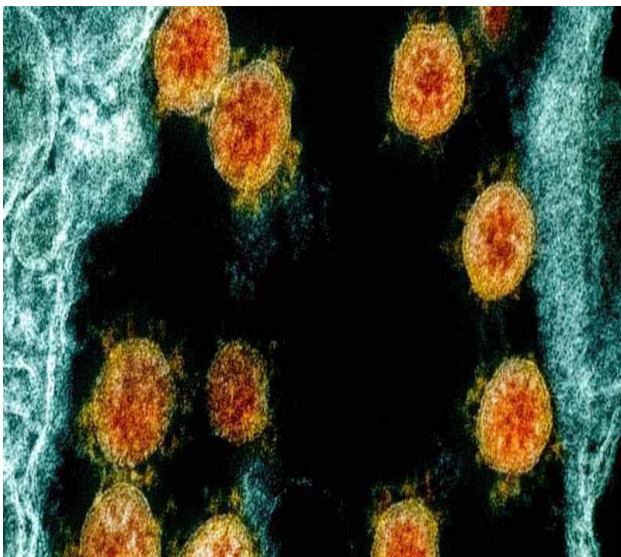
** Dentist, Senior Professional Level, Faculty of Medicine,
Burapha University

to fight the infection. There are currently more than 85 COVID-19 vaccine candidates in trial. WHO is working in collaboration with scientists, business and global health organizations through the ACT (Accelerator to speed up the pandemic response). When a safe and effective vaccine is found, COVAX (led by WHO, GAVI and CEPI) will facilitate the equitable access and distribution of these vaccine to protect people in all countries.

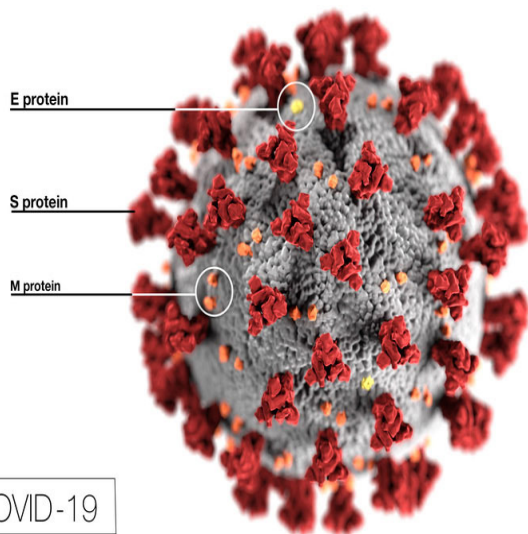
Keywords : COVID-19 Vaccine, COVID-19, Vaccine

บทนำ

โรคระบาดโควิด-19 เกิดจากเชื้อก่อโรคไวรัสโคโรนา มีชื่อชั่วคราวที่ใช้ในตอนแรกคือ 2019-nCoV ชื่อที่เป็นทางการในปัจจุบันคือ SARS-CoV-2: Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2



รูปที่ 1a รูปเชื้อไวรัส SARS-CoV-2: Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2

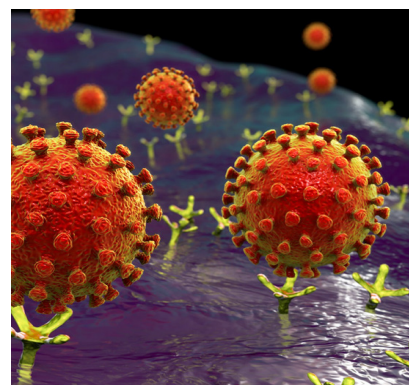


COVID-19

รูปที่ 1b แสดงกลุ่มโปรตีนบนผิวของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2

การศึกษารหัสพันธุกรรมและการเรียงลำดับของรหัส พบว่าเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 มีจำนวน 29,903 นิวคลีโอไทด์ จัดอยู่ในจีนัส Betacoronavirus ซับจีนัส Sarbecovirus ต้นตอของเชื้อมาจากค้างคาว ที่เกิดการกลายพันธุ์ แล้วกระจายมาสู่คนหรือแพร่กระจายผ่านสัตว์ที่เป็นตัวกลาง (intermediate host) ก่อนแพร่มาสู่คน มีการศึกษาอื่นของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในตัวลีน (หรือตัวนึ่ง) พบว่ามีรหัสพันธุกรรมเหมือนกันถึงร้อยละ 99 จึงทำให้เชื่อได้ว่าตัวลีนอาจเป็นสัตว์ตัวกลางก่อนแพร่มาสู่คน

โครงสร้างของเชื้อ SARS-COV-2 ประกอบด้วยสาย RNA ล้อมรอบด้วยกลุ่มของโปรตีน ได้แก่ โปรตีน S (Spike) โปรตีน M (Membrane) โปรตีน E (Envelop) โปรตีน N (Nucleocapsid) โดยโปรตีน S จะทำหน้าที่ยึดเกาะกับ receptor ของเซลล์ ในมนุษย์ receptor เซลล์ คือ Angiotensin Converting Enzyme 2 (ACE2) ซึ่งพบมากบริเวณทางเดินหายใจและปอด ดังนั้นการติดโรคโควิด-19 จึงเริ่มเกิดขึ้นที่เซลล์เยื่อบุผิวของหลอดลม (ciliary epithelial cell of bronchi) หรือปอด โดยเมื่อเชื้อ SARS-CoV-2 เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ เชื้อจะใช้ผิวเซลล์ของไวรัสจับกับ angiotensin converting enzyme II ของเซลล์เยื่อบุหลอดลม เชื้อไวรัสเข้าไปแบ่งตัวและเจริญเติบโตในเซลล์ผ่านกระบวนการ endocytosis ระยะฟักตัวเฉลี่ย 5 วัน (2-14 วัน) ก่อนที่เชื้อไวรัสจะออกมานอกเซลล์ และแพร่ไปเซลล์ข้างเคียง การที่เชื้อเพิ่มจำนวนมากขึ้นและแพร่ไปในเซลล์ข้างเคียงหลาย ๆ รอบ เซลล์เยื่อบุหลอดลมและเนื้อปอดจะถูกทำลาย ร้อยละ 80 ของผู้ติดเชื้อแสดงอาการทางระบบทางเดินหายใจเป็นหลัก



รูปที่ 1c เชื้อ SARS-CoV-2 ยึดเกาะกับ ACE2 receptor ที่เซลล์เยื่อบุผิวของหลอดลม

มีอาการไอ หายใจลำบาก มีไข้ ในรายที่มีอาการรุนแรง จะพบภาวะปอดอักเสบ อันอาจนำไปสู่การเกิดภาวะการหายใจล้มเหลวเฉียบพลัน อาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตในที่สุด การติดเชื้อในผู้ป่วยบางรายโดยเฉพาะผู้ป่วยอายุน้อย ในระยะแรกเริ่มอาจแสดงอาการท้องเสีย รับคลื่นได้ลดลงหรือไม่ได้คลื่น การรบกวนลดลงหรือเปลี่ยนไป

ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เชื้อ SARS-CoV-2 มีชีวิตบนผิวโลหะ ไม้ กระดาษ ได้นาน 4-5 วัน แต่สามารถมีชีวิตอยู่บนผิวพลาสติกได้นานถึง 9 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เชื้อจะอยู่ได้นาน ไม่เกิน 1 วัน

มาตรการเร่งด่วนที่นำมาใช้ในระยะเวลาของการระบาดของโรคโควิด-19 คือการลดการแพร่กระจายของเชื้อ SARS-CoV-2 ผ่านการสวมหน้ากากอนามัย สุขอนามัยที่ดี ด้วยการล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ การสวมหน้ากากอนามัย การเว้นระยะห่างทางสังคม ทำการสอบสวนโรค สืบค้น แยกตัว กักตัว ผู้ติดเชื้อ หรือผู้มีความเสี่ยงในการสัมผัสเชื้อสูง ตามมาตรการการกักตัวที่ ศบค. (ศูนย์บริหารสถานการณ์ระบาดของโรคโควิด-19) กำหนด ตลอดจนให้การรักษา ซึ่งประเทศไทยได้รับการยกย่องจากองค์การอนามัยโลกให้เป็นอันดับ 1 โลกของประเทศในการป้องกันการระบาด และฟื้นตัวจากโรคโควิด-19

แม้มาตรการข้างต้นประเทศไทยจะทำได้ดีและมีประสิทธิภาพ สามารถลดการแพร่กระจายเชื้อของโรคโควิด-19 สามารถควบคุมจำนวนผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตได้อย่างเป็นที่น่าพอใจ แต่มาตรการดังกล่าวสามารถใช้ได้ในระยะเวลาสั้นๆ เพียงเท่านั้น เพราะมาตรการดังกล่าวส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างรุนแรง

วันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2563 เกิดเหตุการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ระลอกสองในประเทศไทย จากการลักลอบเข้าประเทศของคนไทยที่อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย จากการลักลอบขนย้ายแรงงาน ผิดกฎหมายชาวพม่า ณ ตลาดกลางกุ้ง จังหวัดสมุทรสาคร ณ วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2563 การระบาดแพร่กระจายไป 51 จังหวัด มีผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้นในประเทศ 2,614 ราย เป็นผู้ติดเชื้อในประเทศ 1,025 ราย เป็นผู้ติดเชื้อที่มาจากกรณีการคัดกรองแรงงานต่างด้าว 1,392 ราย รวมมีผู้ติดเชื้อสะสมทั้งสิ้น 6,884 คน มีผู้รักษาหายแล้วทั้งสิ้น 4,240 คน มีรายงานผู้เสียชีวิตเพิ่มขึ้น 2 ราย มีผู้เสียชีวิตสะสมรวมทั้งสิ้น 61 ราย ทั่วโลกมีผู้ติดโรคโควิด-19 สะสมรวมทั้งสิ้น 82.8 ล้านคน มีผู้เสียชีวิต 1.81 ล้านราย

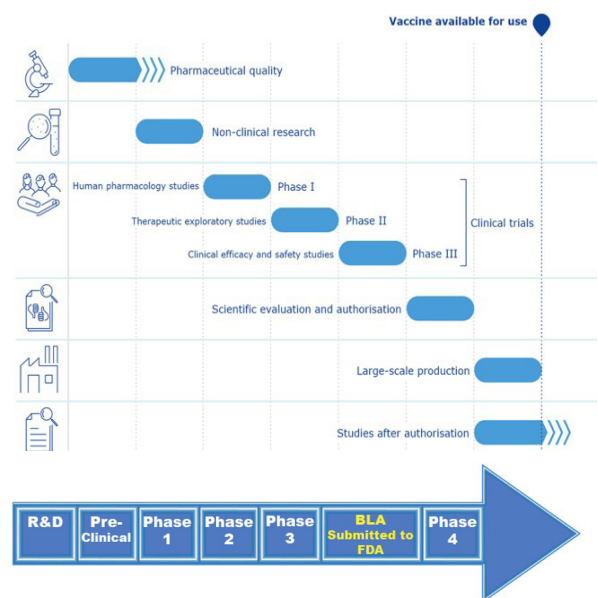
ในระยะยาววัคซีนโควิด-19 คือคำตอบ วัคซีนจะสอนให้ร่างกายของคนเราต่อสู้กับเชื้อ SARS-CoV-2 ตัวเชื้อโรค หรือส่วนประกอบของตัวเชื้อจัดเป็นแอนติเจน (antigen) เป็นปัจจัยสำคัญที่นำมาผลิตเป็นวัคซีน วัคซีนจะกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน (immune system) ของร่างกายของคนเราให้รู้จัก และเตรียมพร้อมที่จะจัดการกับเชื้อโรค เมื่อมีการสัมผัสเชื้อโรคภายหลังเชื้อโรคจะถูกร่างกายกำจัดอย่างรวดเร็ว จนทำให้ไม่เกิดการ

ติดเชื้อตามมา หรือแม้เกิดการติดเชื้ออาการแสดงก็ไม่รุนแรงจนทำให้ถึงแก่ชีวิต ทำให้อัตราการเสียชีวิตจากโรคระบาดโควิด-19 ลดลง แต่อย่างไรก็ตามวัคซีนที่ถูกนำมาใช้กับคนที่ไม่เคยสัมผัสเชื้อโรคมักก่อนอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ได้เช่นกัน

การผลิตวัคซีนเพื่อป้องกันโรคมักมีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ที่ต้องรีบเร่งพัฒนาให้ใช้ได้โดยมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัยทั้งในระยะสั้นและระยะยาว อีกทั้งต้องมีปริมาณการผลิตที่มากพอ และทันถ่วงที เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 และจำนวนประชากรเสี่ยง ทั้งหมดในโลก

การผลิตวัคซีนแบบดั้งเดิม (classical vaccines) จะนำเชื้อโรคมารักษาให้หมดความสามารถในการก่อให้เกิดโรค แต่ยังสามารถในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้สร้างแอนติบอดี (antibody) ที่พร้อมจะกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันและกำจัดเชื้อโรคดังกล่าวที่สัมผัสตามมาภายหลังอย่างรวดเร็ว

การพัฒนาวัคซีนเป็นขบวนการที่ซับซ้อนและต้องใช้เวลานาน โดยปกติทั่วไปจะใช้เวลา 12-15 ปี ต้องทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และในสัตว์ทดลองก่อนทำการทดสอบวัคซีนในมนุษย์ เพื่อตรวจหาว่าวัคซีนมีความปลอดภัย และมีความสามารถในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายให้สร้าง แอนติบอดีได้หรือไม่ แม้จะทราบว่ามีกระบวนการสร้างแอนติบอดีให้เกิดขึ้นได้ ก็ยังมีความจำเป็นต้องทดสอบในสัตว์ทดลองต่อไปให้ทราบว่า แอนติบอดีที่ถูกระตุ้นให้สร้างขึ้นนั้นมีความสามารถในการป้องกันการเกิดโรคในอัตราเท่าไร ถ้าได้ผลเป็นที่น่าพอใจก็จะเข้าสู่การทดสอบในมนุษย์ Phase 1, 2, และ 3 ต่อไป



รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนในการพัฒนาวัคซีน

ขั้นตอนในการพัฒนาวัคซีน

Preclinical Research or Preclinical Testing :

ขั้นตอนแรกของการพัฒนาวัคซีนเป็นการศึกษาทดสอบในห้องปฏิบัติการ นักวิจัยจะต้องเลือกว่าจะใช้วิธีการใดในการผลิตวัคซีน วัคซีนที่ถูกพัฒนาขึ้นใหม่จะนำมาทดสอบประสิทธิภาพ และความปลอดภัยกับเซลล์ของมนุษย์ ถ้าพบว่าวัคซีนที่ผลิตขึ้นมีผลในการป้องกันการติดเชื้อได้ และไม่ทำให้เซลล์มนุษย์ตายมากเกินไป ก็จะนำไปทดสอบในสัตว์ เพื่อตรวจหาว่าวัคซีนมีผลในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันหรือไม่ ความยากในขั้นตอนนี้ คือการหาสัตว์ที่จะมาทำการทดสอบซึ่งต้องมีการติดเชื้อและการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายใกล้เคียงกับมนุษย์ ส่วนมากจะใช้หนู เนื่องจากหนูซึ่งมีพันธุกรรมใกล้เคียงกับมนุษย์ถึงร้อยละ 85 ค่าใช้จ่ายในการศึกษาน้อย และมีประเด็นทางจริยธรรมน้อย สำหรับกรณีเชื้อ SARS-CoV-2 หนูแสดงอาการของระบบทางเดินหายใจน้อย และกำจัดเชื้อไวรัสได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากหนูไม่มี ACE2 receptor จึงมีความจำเป็นต้องต่อสายพันธุกรรม ACE2 receptor ของมนุษย์ให้กับหนูทดลอง ทำให้มีความยุ่งยากเพิ่มมากขึ้น หรือเปลี่ยนมาเลือกใช้ตัว ferret หรือลิงเป็นสัตว์ทดลองแทน ซึ่งก็จะทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น ขั้นตอนวิจัยก่อนคลินิกในภาวะปกติใช้ระยะเวลา 1.5-2.5 ปี น้อยกว่าร้อยละ 20 ของวัคซีนที่กำลังพัฒนาขึ้นที่สามารถถูกนำไปทดสอบในมนุษย์ต่อไป

Phase 1 Safty Trials :

เป็นเฟสแรกทำการทดสอบในมนุษย์ นักวิจัยจะทำการทดสอบวัคซีนในอาสาสมัครที่สุขภาพแข็งแรง กลุ่มเล็ก ๆ 10-100 คน โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อทดสอบความปลอดภัยของวัคซีนว่ามีเพียงพอที่จะทำการวิจัยทดสอบขั้นต่อไปหรือไม่ และหาขนาดของวัคซีนที่เหมาะสม เป้าหมายรองเพื่อตรวจหาว่าวัคซีนมีความสามารถในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายหรือไม่

Phase 2 Expanded Trials :

นักวิจัยจะทำการทดสอบวัคซีนในอาสาสมัครกลุ่มที่ใหญ่ขึ้น ประมาณ 100-1,000 คน โดยมีเป้าหมายหลักที่จะหาทั้งประสิทธิภาพของวัคซีน และอาการไม่พึงประสงค์ อาการข้างเคียงที่เกิดขึ้น มีการแบ่งกลุ่มทดสอบเป็นกลุ่มๆ เช่นกลุ่มเด็ก กลุ่มผู้ใหญ่ กลุ่มผู้สูงอายุ เพื่อตรวจหาว่าวัคซีนให้ผลที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มหรือไม่ อย่างไร

Phase 3 Efficacy Trials :

นักวิจัยจะทำการทดสอบวัคซีนในอาสาสมัครกลุ่มที่ใหญ่ขึ้น ประมาณ 1,000-100,000 คน เพื่อตรวจหาว่าในกลุ่มทดสอบที่ได้รับวัคซีน เกิดการติดเชื้อจำนวนเท่าใด แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหรือไม่ อย่างไร หรืออีกนัยยะหนึ่งสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพในการป้องกันการติดเชื้อ (efficacy rate) ของวัคซีนที่กำลังพัฒนาได้

ในเฟสสอง และเฟสสาม ต้องทำการทดสอบวัคซีนในทั้ง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ใหญ่ กลุ่มเด็ก และกลุ่มผู้สูงอายุ การที่ในเฟส 3 ต้องมีการทดสอบวัคซีนในอาสาสมัครกลุ่มใหญ่ก็เพื่อค้นหาภาวะแทรกซ้อน ที่อาจเกิดขึ้นแม้จะมีอุบัติการณ์การเกิดขึ้นได้ยาก ที่ไม่สามารถตรวจพบหรือพบได้น้อยมากในการทดสอบเฟสที่ 2 และจำเป็นต้องติดตามกลุ่มอาสาสมัครยาวนานหลายเดือน ถึงหลายปี ก่อนที่จะได้รับการรับรอง และอนุญาตให้ใช้เป็นวัคซีนสำหรับคนทั่วไป

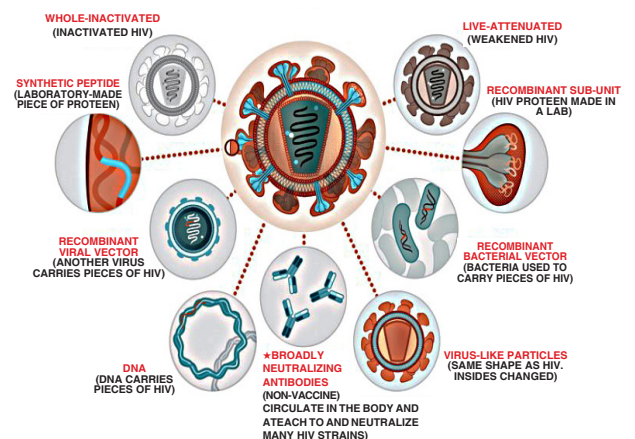
Early or Limited Approval :

ในบางประเทศ เช่นประเทศอังกฤษ อนุญาตให้ใช้วัคซีนได้อย่างมีข้อจำกัด ในภาวะฉุกเฉิน ในขณะที่การพัฒนาวัคซีน อยู่ใน Phase ที่ 3 โดยพิจารณาจากข้อมูลหลักฐานเบื้องต้นที่แสดงความปลอดภัยและความมีประสิทธิภาพของวัคซีนที่กำลังพัฒนา

Approval : คณะผู้กำกับทำการทบทวน ตรวจสอบ ผลการศึกษา โดยละเอียด ตลอดจนแผนการผลิตวัคซีน และให้การรับรองวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้การพัฒนาวัคซีนรวดเร็วยิ่งขึ้น ในขณะที่อยู่ในช่วงระบาดของโรคเช่นปัจจุบันที่กำลังมีการระบาดของโรคโควิด-19 การพัฒนาวัคซีนหลายตัวอาจรวม Phase 1 และ Phase 2 เข้าด้วยกัน เรียก “Combined Phase”

ถ้าคณะตรวจสอบ ตรวจพบอาการไม่พึงประสงค์ร้ายแรงเกิดขึ้นอาจสั่งพัก (Paused) หรือสั่งระงับ (Abandoned) โครงการได้

Strategies for vaccine development



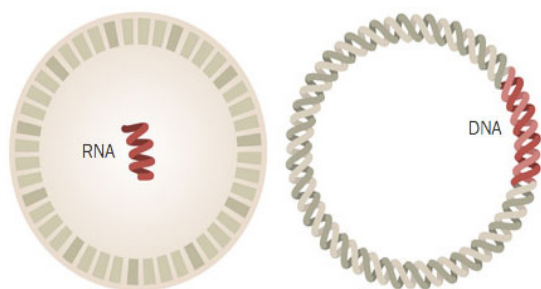
รูปที่ 3 แสดงกลยุทธ์ที่ใช้ในการผลิตวัคซีน

ชนิดของวัคซีน (Type of vaccines)

1. Genetic vaccines
 - วัคซีนที่ถูกผลิตขึ้นโดยใช้ยีน (gene) ของเชื้อเพื่อกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ
 - 1.1 RNA vaccines
 - 1.2 DNA vaccines

Genetic Vaccines

Vaccines that deliver one or more of the coronavirus's own genes into our cells to provoke an immune response.



รูปที่ 4 Genetic vaccines ใช้ RNA หรือ DNA ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย

1.1 RNA vaccines: mRNA (encoding Ribonucleic Acid)

วัคซีนที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ mRNA ของเชื้อ SARS-CoV-2 เพื่อกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย จากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีระดับโมเลกุล (molecular technology) และพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) ทำให้นักพันธุศาสตร์สามารถค้นพบสายพันธุกรรมของเชื้อ SARS-CoV-2 ในระยะเวลาเพียงหนึ่งเดือน ซึ่งสายพันธุกรรมนี้มีผลต่อการพัฒนาวัคซีนที่กำลังทดสอบกันอยู่ในหลายบริษัท

หลายวัคซีนถูกพัฒนาด้วยวิธีการใหม่ อาศัย RNA สังเคราะห์ โดยไม่ต้องอาศัยยีนของเชื้อ SARS-CoV-2 จากตัวเชื้อเองที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อในห้องทดลอง จนถึงปัจจุบันยังไม่มีวัคซีนใดเลยที่ได้รับการรับรองจากการพัฒนาโดยวิธีการ RNA สังเคราะห์นี้ วัคซีนตัวแรกที่ถูกทดสอบใน เฟส 1 ที่เรียก mRNA-1273 ใน Seattle ไม่ผ่านขั้นตอนการทดสอบในสัตว์ทดลอง โดยอ้างเหตุผลที่ว่าวัคซีนที่ทดสอบผลิตโดยอาศัย RNA ที่สังเคราะห์ขึ้น ไม่ได้ใช้ส่วนประกอบใดจาก SARS-CoV-2 ที่ก่อโรค

บริษัทที่พัฒนาวัคซีนโดยใช้ RNA ได้แก่ บริษัท Moderna บริษัท Pfizer-BioNTech

Table I. RNA candidate vaccines approved by WHO as of April 2020

Candidate vaccine	Producer
LNP-encapsulated mRNA	Moderna/NIAID
LNP-encapsulated mRNA encoding BRD	Fudan University/Shanghai JiaoTong University/RNACure Biopharma
LNP-encapsulated mRNA cocktail encoding vLP	Fudan University/Shanghai JiaoTong University
Replicating Defective SARS-COV-2 derived RNAS	University/RNA Cure Piopharma
Liposome-encapsulated mRNA	Centro Ncional Biotecnologia (CNB-CSIC),Spain
mRNA	University of Tokye/Daiicha-Sankyo
mRNA	China CDC/Tongji University/Stermina
mRNA	Arcturus/Duke-NUS
mRNA	BioNTech/Fosun Pharma/Pfizer
saRNA	Imperial College London
mRNA	Curevac

ตารางที่ 1 แสดงวัคซีนที่ถูกพัฒนาโดยใช้ RNA ที่ได้รับการรับรองให้ศึกษาโดย WHO ณ เดือนเมษายน 2563

1.2 DNA vaccines เป็นวิธีการพัฒนาวัคซีนล่าสุดที่เคยถูกนำมาใช้ในการผลิตวัคซีน ผ่านกระบวนการ การ recombinant DNA โดยเทคโนโลยีปรับแต่งพันธุกรรม (genetic modification technology) DNA วัคซีน เป็น plasmid สามารถกระตุ้น

การสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายทั้ง humoral และ cellular การผลิตวัคซีน DNA ทำได้ง่าย สามารถผลิตจำนวนมากๆได้ มีความเสถียร ไม่จำเป็นต้องเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น ภูมิคุ้มกันที่ถูกระตุ้นขึ้นสามารถคงอยู่ในร่างกายเป็นระยะเวลาชานาน

Table II. DNA candidate vaccines approved by WHO as of April 2020

Candidate vaccine	Producer
DNA plasmid vaccine Electroporation device	Inovio Pharmaceuticals
DNA plasmid vaccine DNA with electroporation	Zyudus Cadila Karolinska Institute/Cobra Biologics (OPENCORONA Project)
DNA plasmid vaccine DNA Plasmid DNA, Needle Free Delivery	Osaka University/AnGes/Takara Bio Takis/Applied DNA Sciences/Ewivax Immunomic Therapeutics, Inc./ EpiVax, INC./PharmaJet, I

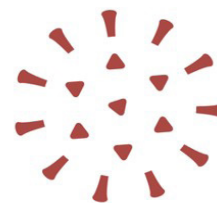
ตารางที่ 2 แสดงวัคซีนที่ถูกพัฒนาโดย DNA ที่ได้รับการรับรองให้ศึกษาโดย WHO ณ เดือนเมษายน 2563

2. Protein subunit (Protein-base vaccines)

เป็นวัคซีนที่มีส่วนประกอบของเชื้อไวรัสที่ได้มาจากการเพาะเลี้ยงเชื้อ ส่วนมากเป็น surface fragment โดยไม่มี ยีนหรือสารพันธุกรรมร่วมอยู่ด้วย โปรตีน subunit มีความเป็นแอนติเจนสูง ทำให้มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายสูง ทำให้ปริมาณวัคซีนที่ใช้กระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายใช้ในปริมาณน้อยลง ส่งผลให้เกิดอาการข้างเคียงลดลง

Protein-Based Vaccines

Vaccines that contain coronavirus proteins but no genetic material. Some vaccines contain whole proteins, and some contain fragments of them. Some pack many of these molecules on nanoparticles.



รูปที่ 5 แสดง Protein subunit (Protein-base vaccines) ที่นำมาใช้กระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย

Table III. Protein subunit candidate vaccines approved by WHO as of April 2020

Candidate vaccine	Producer
Casid-like Particle AdaptVac Drosophila S2 insect cell expression system VLPs ExpreS2ion	(PREVENT-nCoV consortium) ExpreS2ion
Drosophila S2 insect cell expression system VLPs Peptide antigens formulated in lipid nanoparticle formulation S protein	IMV Inc WRAIR/USAMRILD

Candidate vaccine	Producer
S protein + Adjuvant VLP recombinant protein + adjuvant	National Institute of Infectious Disease, Japan Osaka University/BIKEN/National Institutes of Biomedical Innovation, Japan
Native-like trimeric subunit Spike protein vaccine Microneedle arrays S1 Subunit Peptide Adjuvanted protein subunit(RBD) Peptide	Clover Biopharmaceutical Inc./ GSK/Dynavax University of Pittsburgh Vaxil Bio Biological E Ltd Flow Pharma Inc
S protein Li-Key peptide	AJ Vaccines Generex/EpiVax

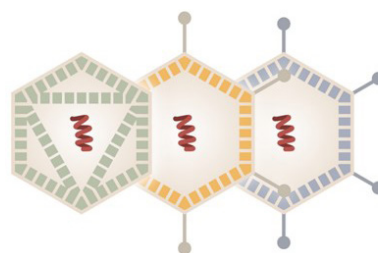
ตารางที่ 3 แสดงวัคซีนที่ถูกพัฒนาโดย Protein subunit ที่ได้รับการรับรองให้ศึกษาโดย WHO ณ เดือนเมษายน 2563

3. Viral vectors (replicative and non-replicative)

วัคซีนที่พัฒนาจาก Viral vector คือการฝากแอนติเจนของไวรัสที่ต้องการจะกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายไปกับยีน (genome) ของไวรัสอีกชนิดหนึ่ง โดยอาศัยเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมตัดต่อยีน ไวรัสวัคซีนส่วนใหญ่ก่อนหน้าผลิตโดยการใช่วิธีการนี้ บริษัท Oxford-AstraZeneca และวัคซีน Sputnik V ของรัสเซีย ใช้ Viral vector ในการพัฒนาวัคซีนสำหรับเชื้อ SARS-CoV-2 การผลิต วัคซีนด้วยกระบวนการนี้สามารถผลิตวัคซีนได้ในปริมาณมาก ๆ แต่ข้อด้อยของวิธีการนี้ คือมีความเป็ยเบนของค่าความบริสุทธิ์ (purify) สูง ดังนั้นจำเป็นต้องตรวจสอบความ purity ของวัคซีน และประสิทธิภาพการทำงานของวัคซีน

Viral Vector Vaccines

Vaccines that contain viruses engineered to carry coronavirus genes. Some viral vector vaccines enter cells and cause them to make viral proteins. Other viral vectors slowly replicate, carrying coronavirus proteins on their surface.



รูปที่ 6 แสดง Viral vector ที่นำมาใช้กระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยการฝากยีนของไวรัส ที่ต้องการจะกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย ไปกับยีน (genome) ของไวรัสอีกชนิดหนึ่ง

Table IV. Replicating viral vector vaccines approved by WHO as of 11 April 2020

Candidate vaccine	Producer
Measles Vector	Zydus Cadila
Measles Vector	Institute Pasteur/Themis/University of Pittsburgh Center for Vaccine Research
Horsepox vector expressing S protein	Tonix Pharma/Southern Research
Live viral vectored vaccine based on attenuated influenza virus backbone (intranasal)	BiOCAD and IEM
Influenza vector expressing RBD	University of Hong Kong
VSV vector expressing S protein	IAVI/Batavia

ตารางที่ 4 แสดงวัคซีนที่ถูกพัฒนาโดย Replicating Viral vector ที่ได้รับการรับรองให้ศึกษาโดย WHO ณ เดือนเมษายน 2563

Table V. Non-replicating viral vector candidate vaccines approved

Candidate vaccine	Producer
Adenovirus type 5 vector (Ad5-nCoV)	CanSino Biological Inc/Beijing Institute of Biotechnology
ChAdOx1	Advent-IRBM, Pomezia - Italy, and Jenner Institute of the University of Oxford
MVA encoded VLP	GeoVax/Bravo Vax
Ad26 (alone or with MVA boost)	Janssen Pharmaceutical Companies DZIF-German Center for Infection Research
Adenovirus Based NasoVAX expressing SARS2-CoV Spike protein	Altimmune
Ad5 S (GREVAX™ platform)	Greffex
Oral vaccine platform	Vaxart
MVA expressing structural proteins	Centro Nacional Biotecnologia (CNB-CSIC), Spain

ตารางที่ 5 แสดงวัคซีนที่ถูกพัฒนาโดย Non-replicating Viral vector ที่ได้รับการรับรองให้ศึกษาโดย WHO ณ เดือนเมษายน 2563

4. Virus-Like Particles (VLPs)

อนุภาคเสมือนไวรัส (virus-like particle) เป็นนวัตกรรมในการผลิตวัคซีนที่อาศัยเทคโนโลยี พันธุวิศวกรรมระดับโมเลกุล recombinant protein สร้างอนุภาคเสมือนไวรัสที่

สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายได้ สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันได้ทั้ง humoral และหรือ cellular การผลิตวัคซีนด้วยวิธีกรรมวิธีนี้มีหลายขั้นตอน อาศัยการ fermentation ของเซลล์ E.coli และการ purification ของ plasmids

Table VI. VLP(virus like particle) Candidates vaccines approved

Candidate vaccine	Producer
Virus-like particle, based on RBD displayed on virus-like particles	Saiba GmbH
Plant-derived VLP	Medicago Inc.
ADDomer™ multiepitope display	Imophoron Ltd and Bristol University's Max Planck Centre

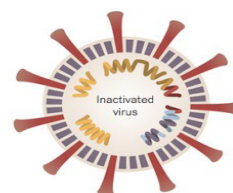
ตารางที่ 6 แสดงวัคซีนที่ถูกพัฒนาโดยอนุภาคเสมือนไวรัส ที่ได้รับการรับรองให้ศึกษาโดย WHO ณ เดือนเมษายน 2563

5. Inactivated virus.

การพัฒนาวัคซีนอีกวิธีหนึ่งโดยนำเอาเชื้อไวรัสมาทำให้หมดความสามารถในการก่อโรค โดยผ่านกระบวนการทางเคมีหรือฟิสิกส์ แต่ยังคงมีความสามารถในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย วิธีกรรมวิธีนี้ถูกนำไปใช้พัฒนาโควิด-19 วัคซีนของบริษัท Sinopharm และ Sinovac วัคซีนชนิดนี้มีความเสถียรสูง สามารถเก็บแ่งได้ เวลาใช้ต้องทำให้อยู่ในรูปของเหลว โดยการละลายในตัวทำละลาย แต่มีประสิทธิภาพต่ำ จำเป็นต้องมีการฉีดกระตุ้นซ้ำเป็นระยะ ๆ

Inactivated or Attenuated Coronavirus Vaccines

Vaccines created from weakened coronaviruses or coronaviruses that have been killed with chemicals.



รูปที่ 7 แสดง Inactivated virus ที่ถูกนำมาใช้กระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายในการพัฒนาวัคซีน

Table VII. Inactivated virus candidate vaccines approved by WHO

Candidate vaccine	Producer
Inactivated+alum	Sinovac
Inactivated	Beijing Institute of Biological Products/ Wuhan Institute of Biological Products
TBD	Osaka University/BIKEN/NIBIOHN

ตารางที่ 7 แสดงวัคซีนที่ถูกพัฒนาโดย Inactivated or attenuated virus ที่ได้รับการรับรอง ให้ศึกษาโดย WHO ณ เดือนเมษายน 2563

6. Live attenuated virus

เป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้ในการผลิตวัคซีนเป็นวิธีการแรก โดยทำการเพาะเลี้ยงเชื้อไวรัสภายใต้สภาพไม่เหมาะสม จนทำให้ ความรุนแรงในการก่อโรคลดลง ในขณะที่ยังมีความสามารถในการ

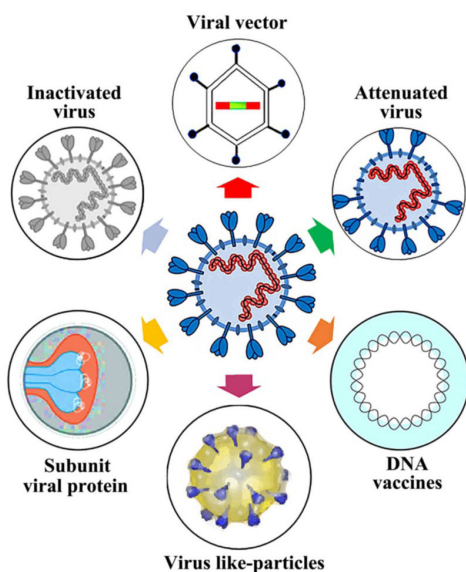
กระตุ้น การสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย วัคซีนที่ผลิตโดยกรรมวิธี นี้มีประสิทธิภาพสูง แต่มีข้อเสียที่สำคัญคือ ถ้าไวรัสเกิดการกลายพันธุ์ ความรุนแรงในการก่อโรคอาจกลับมา วัคซีนที่ผลิตโดยวิธี การนี้จึงห้ามใช้ในผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง กันบกพร่อง

Table VIII. Live attenuated virus candidate vaccines

Candidate vaccine	Producer
Deoptimized live attenuated vaccines	Codagenix/Serum Institute of india

ตารางที่ 8 แสดงวัคซีนที่ถูกพัฒนาโดย Live attenuated virus ที่ได้รับการรับรองให้ศึกษาโดย WHO ณ เดือนเมษายน 2563

วัคซีนที่ถูกผลิตขึ้นจากเชื้อ SARS-CoV-2 (COVID-19) โดยวิธีที่เรียกว่า “Live attenuated virus” ทำให้ความรุนแรงของไวรัสลดลงจนไม่มีความสามารถในการก่อโรค เป็นวัคซีนที่มีความประสิทธิภาพ ในการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายได้ดีที่สุด



รูปที่ 8 รูปสรุปกลวิธีที่ใช้ในการพัฒนาวัคซีนโควิด-19

เมื่อเทียบกับการผลิตวัคซีนทุกวิธีที่ใช้อยู่ วัคซีนชนิดนี้อาจก่อให้เกิดโรคได้ถ้าไวรัสเกิดการกลายพันธุ์ วัคซีนที่ผลิตด้วยวิธี inactivated virus วิธีนี้ใช้ชิ้นส่วนของไวรัส (viral fragment) หรือจากการสังเคราะห์เปปไทด์ (synthetic peptides) มีความสามารถในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย สัมพัทธ์เทียบแล้วน้อยกว่า

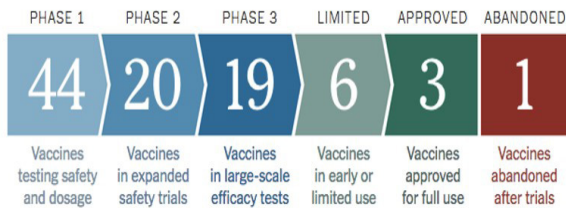
ณ วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2563 มีอย่างน้อย 85 วัคซีนที่กำลังถูกพัฒนาในห้องปฏิบัติการ หรือทดสอบในสัตว์ มี 83 วัคซีนที่กำลังอยู่ในขั้นตอนการทดสอบในมนุษย์ (Phase I 44 วัคซีน Phase II 20 วัคซีน และ Phase III 19 วัคซีน) มี 6 วัคซีนที่อนุญาตให้ใช้แต่มีเงื่อนไข (Early or Limited Approval) หนึ่งในนั้นคือวัคซีนที่ถูกพัฒนาโดย Oxford-AstraZeneca มีเพียงวัคซีนของบริษัทฯ 3 บริษัท คือ Pfizer-BioNTech Moderna และ Sinopharm ที่ผ่านการรับรอง

21 ธันวาคม 2563 สหภาพยุโรปรับรองวัคซีนที่ถูกพัฒนาโดยบริษัท Pfizer-BioNTech แต่ในประเทศสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้วัคซีนของบริษัท Pfizer เฉพาะกับประชากร และเจ้าหน้าที่ของรัฐที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยง

23 ธันวาคม 2563 ประเทศแคนาดารับรองวัคซีนของบริษัท Moderna

30 ธันวาคม 2563 ประเทศจีนรับรองวัคซีนของบริษัท Sinopharm ซึ่งทางบริษัทประกาศว่า วัคซีนมีประสิทธิภาพร้อยละ 79

30 ธันวาคม 2563 ประเทศอังกฤษอนุญาตให้วัคซีนที่ ถูกพัฒนาโดย Oxford-AstraZeneca สามารถใช้ได้ แต่เฉพาะ ในกรณีฉุกเฉินเท่านั้น



รูปที่ 9 แสดงจำนวนของวัคซีนที่อยู่ในแต่ละขั้นตอนการพัฒนา วัคซีนโควิด-19 ณ 30 ธันวาคม 2563

Leading vaccines

Developer	Type	Phase	Status
Pfizer-BioNTech	mRNA	2 3	Approved in Canada, other countries. Emergency use in U.S., other countries.
Moderna	mRNA	3	Approved in Canada. Emergency use in U.S.
Gamaleya	Adenovirus	3	Early use in Russia. Emergency use in Belarus, Argentina.
Oxford-AstraZeneca	Adenovirus	2 3	Emergency use in Britain.
CanSino	Adenovirus	3	Limited use in China.
Johnson & Johnson	Adenovirus	3	
Vector Institute	Protein	3	Early use in Russia.
Novavax	Protein	3	
Sinopharm	Inactivated	3	Approved in China, U.A.E., Bahrain.
Sinovac	Inactivated	3	Limited use in China.
Sinopharm-Wuhan	Inactivated	3	Limited use in China, U.A.E.

รูปที่ 10 แสดงบริษัทที่พัฒนาวัคซีน ชนิดของวัคซีน และระดับขั้น ของการพัฒนาวัคซีนโควิด-19 ณ 30 ธันวาคม 2563

วัคซีนโควิด-19 ตัวแรกที่ถูกประกาศความสำเร็จ ถูกพัฒนา โดยบริษัท Pfizer-BioNTech ประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถ ป้องกันการติดเชื้อได้สูงถึงร้อยละ 95 ประกาศในวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 วัคซีนชนิดนี้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยเทคโนโลยี ใหม่ เรียกว่า RNA วัคซีน

PHASE 2 PHASE 3 COMBINED PHASES
 APPROVED IN SEVERAL COUNTRIES EMERGENCY USE IN U.S., ELSEWHERE



VACCINE NAME: **Comirnaty** (also known as **tozinameran** or **BNT162b2**)
 EFFICACY: **95%**
 DOSE: **2 doses, 3 weeks apart**
 TYPE: **Muscle injection**
 STORAGE: **Freezer storage only at -94°F (-70°C)**

โดยใช้พันธุกรรมของเชื้อ SARS-CoV-2 ทอนสั้น ๆ เป็นแอนติเจน ไปกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายให้เข้ามากำจัด และเกิดการ จดจำ การฉีดวัคซีนชนิดนี้ต้องฉีด 2 ครั้ง ห่างกัน 3 สัปดาห์ มีความปลอดภัย วัคซีนต้องเก็บรักษา ไว้ที่อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส ประเทศอังกฤษเป็นประเทศแรกที่รับรองให้ใช้ในมนุษย์ได้ ทักวัน ต่อมา นาง Margaret Keenan วัย 90 ปี ในเมืองโคเวนทรี ได้ รับการฉีดวัคซีนโควิด-19 เป็นคนแรก

วัคซีนโควิด-19 ตัวที่ 2 ที่ถูกพัฒนาของบริษัท Moderna เป็น RNA วัคซีนเช่นเดียวกับวัคซีน ของบริษัท Pfizer-BioNTech ทางบริษัทประกาศว่า โมเดอร์นาวัคซีนสามารถป้องกันการ ติดโรคโควิด-19 ได้ร้อยละ 94.5 การฉีดวัคซีนต้องฉีด 2 ครั้ง ห่างกัน 4 สัปดาห์ โมเดอร์นาวัคซีนเก็บได้ง่ายกว่า วัคซีนของ Pfizer-BioNTech สามารถเก็บในตู้เย็นได้ 30 วัน และถ้าเก็บไว้ ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นานถึง 6 เดือน

PHASE 3
 APPROVED IN CANADA EMERGENCY USE IN U.S.



VACCINE NAME: **mRNA-1273**
 EFFICACY: **94.5%**
 DOSE: **2 doses, 4 weeks apart**
 TYPE: **Muscle injection**
 STORAGE: **30 days with refrigeration, 6 months at -4°F (-20°C)**

วัคซีนโควิด-19 ที่ถูกพัฒนาโดย Oxford-AstraZeneca ได้รับการรับรองให้ใช้ได้ในประเทศอังกฤษ แบบมีข้อจำกัด เมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ.2563 รายงานแจ้งว่าสามารถป้องกันไม่เกิดอาการของโรคโควิด-19 ได้ร้อยละ 70 ทางบริษัทเชื่อว่าถ้าทำการปรับขนาดของวัคซีนที่ฉีดใหม่ ประสิทธิภาพอาจเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 90 การฉีดวัคซีนต้องฉีด 2 ครั้ง ห่างกัน 4 สัปดาห์ การเก็บรักษาและขนส่งทำได้ง่ายเนื่องจากไม่ต้องเก็บรักษาวัคซีนในที่ๆมีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ สามารถเก็บในตู้เย็นได้นาน 6 เดือน

PHASE 2 PHASE 3 COMBINED PHASES EMERGENCY USE IN BRITAIN



VACCINE NAME: AZD1222 (also known as Covishield in India)

EFFICACY: Up to 90%

DOSE: 2 doses, 4 weeks apart

TYPE: Muscle injection

STORAGE: Stable in refrigerator for at least 6 months

วัคซีน CoronaVac / Sinovac ซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างพัฒนาโดย Wuhan Institute of Biological Product and Sinopharm ของประเทศจีน ยังไม่มีการประกาศประสิทธิภาพอย่างเป็นทางการ เชื่อว่ามีประสิทธิภาพมากกว่าร้อยละ 50 โดยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ 2 ครั้ง ห่างกัน 2 สัปดาห์ สามารถเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น มีข่าวการทดสอบวัคซีนซินโนแวค ที่ประเทศบราซิล พบอุบัติการณ์ข้างเคียงที่รุนแรงจนต้องหยุดการทดสอบ

PHASE 3 LIMITED USE IN CHINA



VACCINE NAME: CoronaVac (formerly PiCoVacc)

EFFICACY: Over 50 percent

DOSE: 2 doses, 2 weeks apart

TYPE: Muscle injection

STORAGE: Refrigerated

PHASE 3 EARLY USE IN RUSSIA, ELSEWHERE



VACCINE NAME: Sputnik V (formerly Gam-Covid-Vac)

EFFICACY: 91.4%

DOSE: 2 doses, 3 weeks apart

TYPE: Muscle injection

STORAGE: Freezer storage. Developing an alternative formulation that can be refrigerated.

องค์การอนามัยโลกร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ นักธุรกิจ และองค์กรหลาย ๆ องค์กรทั่วโลก ร่วมกัน ทำการศึกษาพัฒนาวัคซีนโควิด-19 ที่มีชื่อว่า COVAX (led by WHO, GAVI and CEPI) เพื่อเพิ่ม โอกาสการเข้าถึงของคนทุกคน ในทุกประเทศ ในโลก องค์การอนามัยโลกคาดการณ์ว่าประเทศกำลัง พัฒนา น่าจะเข้าถึงวัคซีนได้ในอีก 2 ปีข้างหน้า

สำหรับประเทศไทย รัฐบาลได้สั่งจองวัคซีนล่วงหน้ากับ บริษัท AstraZeneca's เป็นจำนวน 26 ล้านโดส สำหรับคนไทย 13 ล้านคน

บริษัท Siam Bioscience ของประเทศไทย ได้ทำข้อตกลงร่วมผลิตวัคซีนโควิด-19 กับบริษัท AstraZeneca ของ ประเทศเยอรมัน หลังจากได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิตวัคซีนจาก บริษัท AstraZeneca คาดว่าจะประมาณกลาง ปี พ.ศ. 2564 บริษัท Siam Bioscience คาดว่า จะมีความสามารถในการผลิตวัคซีนได้ 15 ล้านโดสต่อเดือน

สถาบันการแพทย์ของประเทศไทยหลายแห่ง อาทิ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ต่างก็กำลัง พยายามพัฒนาวัคซีนโควิด-19 ด้วยเช่นกัน เพื่อสามารถผลิต วัคซีนไว้ใช้เองในประเทศ ตลอดจนประเทศเพื่อนบ้าน และ นานาประเทศ คาดว่าจะสามารถทดสอบในมนุษย์ได้ประมาณ ปลาย ปี พ.ศ. 2564

เอกสารอ้างอิง

- 1 Calina D, Docea AO, Petrakis D, Egorov AM, Ishmukhametov AA, Gabibov AG, et al. Towards effective COVID-19 vaccines: updates, perspectives and challenged (Review). IJMM 2020;46: 3-16.

2. James Gallagher, Covid vaccine update: When will others be ready?, BBC News
3. Carl Zimmer, Jonathan Corum, Sui-Lee Wee, Coronavirus Vaccine Tracker, update Dec. 30, 2020
4. ศาสตราจารย์เกียรติคุณนายแพทย์อมร ลีลารัตน์มี นายกแพทยสมาคมแห่งประเทศไทยฯ เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับโรคติดต่อ COVID-19 จากเชื้อไวรัส SARS-CoV-2, tmc 2020, p.1-10
5. แถลงการณ์ศูนย์บริหารสถานการณ์ฉุกเฉินโรคระบาดโควิด-19, ศูนย์ข้อมูล COVID-19, ประจำวันที่ 31 ธันวาคม 2563