



นักสัจจนหน้ากระตาส
ผู้แสวงหาความรู้และภูมิปัญญาบรรณาการนักอ่าน



การแพทย์แห่งโลกอนาคต:
 เมื่อนวัตกรรมทำให้เราอายุยืน ยุคสมัยใหม่ของชีวิตที่ยืนยาว
THE FUTURE OF MEDICINE
How We Will Enjoy Longer, Healthier Lives
 เจมส์ เทมเพอร์ตัน เขียน
 ภก.กิตติชาติ บุญยะภักดิ์ แปล
 ราคา 265 บาท

Copyright © James Temperton, 2021
 First published as The Future of Medicine (WIRED guides): How We Will Enjoy Longer, Healthier Lives in 2021 by Cornerstone Digital, an imprint of Cornerstone.
 Cornerstone is part of the Penguin Random House group of companies.

No part of this book may be used or reproduced in any manner
 for the purpose of training artificial intelligence technologies or systems.
 This work is reserved from text and data mining (Article 4(3) Directive (EU) 2019/790).

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ
National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

เทมเพอร์ตัน, เจมส์.
 การแพทย์แห่งโลกอนาคต = The Future of Medicine.-- กรุงเทพฯ : ยิปซี กรุ๊ป, 2569.
 168 หน้า.
 1. การแพทย์. I. กิตติชาติ บุญยะภักดิ์, ผู้แปล. II. ชื่อเรื่อง.
 610
 ISBN 978-616-301-849-6

บรรณาธิการบริหาร	: คชาวุฒิ เกนุย์
บรรณาธิการอาวุโส	: สุรัชย์ พิงษ์ภูมิ
บรรณาธิการเล่ม	: สนิมภา เศรษฐพิศาล
หัวหน้ากองบรรณาธิการ	: ชยพฤกษ์ กองจันทร์
กองบรรณาธิการ	: คณิดา สุตราม พรณิกา ครุโสภา พิมพ์กานต์ เดชประสิทธิ์ศักดิ์
พิสูจน์อักษร	: วันวิสา เขตตรง
รูปเล่ม	: เปมิกา ตันติทวีโชค
ออกแบบปก	: กิตติพล สรีคานนท์
ผู้อำนวยรายการตลาด	: นุชนันท์ ทักสินนัฒนัต
ผู้จัดการฝ่ายการตลาด	: ชิตพล จันสด
ผู้จัดการทั่วไป	: เวชพงษ์ รัตนมาลี
พิมพ์ที่	: บริษัท วิชั่น พรินเทรส จำกัด โทร. 0 2147 3175-6
จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย	: บริษัท ยิปซี กรุ๊ป จำกัด เลขที่ 37/145 รามคำแหง 98 แขวง/เขตสะพานสูง กรุงเทพฯ 10240 โทร. 0 2728 0939 โทรสาร 0 2728 0939 ต่อ 108 www.gypsygroup.net www.facebook.com/gypsygroup.co.ltd Line ID : @gypzy

สนใจสั่งซื้อหนังสือจำนวนมากเพื่อสนับสนุนทางการศึกษา สำนักพิมพ์ตราคาพิเศษ ติดต่อ โทร. 0 2728 0939



การแพทย์แห่งโลกอนาคต:

เมื่อนวัตกรรมทำให้เราอายุยืน
ยุคสมัยใหม่ของชีวิตที่ยืนยาว



THE FUTURE OF MEDICINE

How We Will Enjoy Longer,
Healthier Lives

เจมส์ เทมเพอร์ตัน เขียน
ภก.กิตติชาติ บุณยะภักดี แปล



คำนำสำนักพิมพ์

ผู้อ่านเคยสงสัยไหมว่า... ทำไมเวลาป่วย เราถึงได้รับยาชุดเดียวกับคนอื่น ทั้งที่ร่างกาย พันธุกรรม และวิถีชีวิตของแต่ละคนต่างกันอย่างสิ้นเชิง?

อนาคตการแพทย์ โดย เจมส์ เทมเพอร์ตัน จะพาผู้อ่านไปสำรวจโลกที่การรักษาแบบ ‘มาตรฐานเดียวสำหรับทุกคน’ กำลังจะกลายเป็นอดีต และแทนที่ด้วยการแพทย์ยุคใหม่ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลระดับพันธุกรรม เซลล์ และข้อมูลสุขภาพที่ถูกรวบรวมตลอดชีวิตของเรา ซึ่งอาจเปลี่ยนชีวิตเราให้ยืนยาวและแข็งแรงขึ้น

หนังสือเล่มนี้ไม่ได้เล่าเรื่องด้วยภาษาวិทยาศาสตร์ที่เข้าใจยาก แต่เลือกสื่อสารผ่านเรื่องราวของผู้คนจริงๆ ตั้งแต่ครอบครัวที่กำลังต่อสู้กับโรคร้าย ไปจนถึงนักวิจัยที่พยายามผลักดันขอบเขตของวงการแพทย์ให้ไกลกว่าที่มนุษย์เคยจินตนาการ

หนึ่งในเรื่องราวที่น่าจดจำที่สุดคือเรื่องของ ‘มิล่า’ เด็กหญิงที่ป่วยด้วยโรคพันธุกรรมหายาก และกลายเป็นมนุษย์คนแรกที่ได้รับยาซึ่ง ‘ถูกออกแบบมาเพื่อเธอเพียงคนเดียว’ เรื่องของมิล่าแสดงให้เห็นว่า ‘การแพทย์แม่นยำ’ หรือที่เรียกกันว่า *Precision Medicine* ไม่ใช่แนวคิดในนิยายวิทยาศาสตร์ที่เป็นเรื่องไกลตัวอีกต่อไป แต่กำลังเกิดขึ้นจริงแล้วในโลกปัจจุบัน





นอกจากนี้ เเทมเพอร์ตันยังพาผู้อ่านมองไปข้างหน้าถึงวันที่สมาร์ตวอตช์ แหวนอัจฉริยะ หรืออุปกรณ์สวมใส่ต่างๆ อาจไม่ใช่แค่เครื่องติดตามการออกกำลังกายอีกต่อไป แต่กลายเป็นระบบเฝ้าระวังสุขภาพส่วนบุคคลที่สามารถตรวจจับความผิดปกติของร่างกายได้ก่อนที่จะเริ่มรู้ว่าป่วยเสียอีก

แต่สิ่งที่น่าสนใจที่สุดของหนังสือเล่มนี้ อาจไม่ใช่เทคโนโลยีล้ำสมัย หากแต่เป็นคำถามสำคัญที่ผู้เขียนฝากไว้กับผู้อ่าน เมื่อมนุษย์เข้าใจร่างกายตัวเองมากขึ้น เราพร้อมรับมือกับผลลัพธ์ที่จะตามมาแล้วหรือยัง? หากวันหนึ่งเรารู้ความเสี่ยงของโรคตั้งแต่เกิด หรือสามารถชะลอความชราได้จริง โลกของเราจะเปลี่ยนไปอย่างไร?

หนังสือเล่มนี้ไม่ได้ให้คำตอบสำเร็จรูป แต่มันกำลังเปิดประตูสู่มุมมองใหม่ที่ว่า อนาคตของการแพทย์ไม่ใช่แค่เรื่องในห้องแล็บและเทคโนโลยี หรืออุตสาหกรรมยาเท่านั้น แต่คือเรื่องของมนุษย์ทุกคน ที่จะได้มีโอกาส ‘เข้าใจร่างกายตัวเอง’ ลึกซึ้งถึงระดับเซลล์ มากกว่าที่เคยเป็นมาตลอดประวัติศาสตร์มนุษยชาติ

สำนักพิมพ์หวังว่าหนังสือเล่มนี้จะทำให้อนาคตของการแพทย์ ไม่ใช่เรื่องไกลตัวอีกต่อไป

กองบรรณาธิการยิปซี





คำนำผู้แปล

ผมได้ยินคำว่า การแพทย์แม่นยำ มานานมากตั้งแต่ครั้งที่ยังเป็นนิสิต ซึ่งถ้ามันเกิดขึ้นได้จริงก็ย่อมมอบประโยชน์ให้กับผู้ป่วยได้อย่างมหาศาล และผมคิดว่าอนาคตนั้นจะมาถึงในอีกไม่ช้านาน หนังสือเล่มนี้จะพาเราไปทำความเข้าใจโรคภัยต่างๆ ที่มนุษยชาติต้องต่อสู้และพยายามเอาชนะมาโดยตลอด มอบมุมมองถึงการแพทย์ในอนาคตที่กำลังรอเราอยู่เบื้องหน้า (หรืออาจมาถึงในแบบที่เราไม่รู้ตัว) ตั้งแต่การผลิตยาเฉพาะผู้ป่วยเพียงรายเดียวสำหรับโรคทางพันธุกรรมที่เราได้ยาก การเก็บข้อมูลทางชีวภาพแบบละเอียดเพื่อการวินิจฉัยด้วยอัลกอริทึม การใช้แมชชีนเลิร์นนิงเพื่อหาหนทางการพัฒนายาแบบใหม่ๆ เรื่องการจัดการกับโรคมะเร็งด้วยยามุ่งเป้า หรือการรักษาโรคทางจิตเวชที่วงการแพทย์เฝ้าฝันถึงมาตลอด รวมถึงพาไปสำรวจหัวข้อสุดคลาสสิกอย่างมนุษย์จะเป็นอมตะได้หรือไม่?



ผมหวังว่าหนังสือ *The Future of Medicine* ฉบับแปล
ไทยเล่มนี้จะสามารถมอบทั้งความสนุก ประโยชน์ ความเข้าใจ
และความหวังให้กับผู้อ่านได้ไม่มากนักน้อย

ภก.กิตติชาติ บุญยะภักดิ์



สารบัญ

บทนำ: อนาคตของคุณ	11
1 คำมั่นถึงการแพทย์แม่นยำ: การรักษาที่ออกแบบมาเพื่อคุณ	21
2 อนาคตของการวินิจฉัย: จากการตรวจโรค...สู่การอ่านรหัสชีวิต	43
3 ไซปรีสนาร่างกาย ถอดความหมาย ที่ละเซลล์ สู่คำตอบใหม่ของการรักษา	65
4 เมื่อภูมิคุ้มกันกลายเป็นนักล่ามะเร็ง	85
5 ไชกลไกสมอง ปฏิวัติการรักษาจิตเวช	105
6 อวสานความชรา?	125
อภิธานศัพท์	144
ดัชนี	163



บทนำ อนาคตของคุณ

จำนวนของสิ่งใดมีมากกว่ากัน ระหว่างจำนวนกาแล็กซีในเอกภพที่สังเกตได้ หรือจำนวนเซลล์ในร่างกายของคุณ? คำตอบอาจจะทำให้คุณประหลาดใจ การประมาณการที่ดีที่สุดเกี่ยวกับจำนวนเซลล์ในร่างกายของมนุษย์นั้นอิงจากค่าเฉลี่ยของมนุษย์อายุ 30 ปี ที่มีน้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม ส่วนสูงราว 170 เซนติเมตรและมีพื้นที่ผิวร่างกาย 1.85 ตารางเมตร ร่างกายมนุษย์โดยเฉลี่ยนี้ยังเต็มไปด้วยตัวแปรมากมาย เซลล์แต่ละชนิดมีขนาดแตกต่างกันและมีความหนาแน่นแปรผันไปตามตำแหน่งที่มันอยู่ เมื่อนำตัวแปรเหล่านี้มาพิจารณาพร้อมด้วยและนับคำนวณออกมาทั้งหมดก็จะได้ตัวเลขที่มหัศจรรย์ นั่นคือ 3.72×10^{13} เซลล์ หรือ 37.2 ล้านล้านเซลล์



ในการคำนวณจำนวนกาแล็กซีในเอกภพที่สามารถสังเกตได้ ทำได้โดยนับกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลไปยังพื้นที่เล็กๆ บนท้องฟ้าแล้วนับจำนวนกาแล็กซีที่ปรากฏ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่บ้าง เนื่องจากมันไม่ได้คำนึงถึงการพุ่งชนและการรวมตัวกันของกาแล็กซีตามกาลเวลา และยังคงข้ามกาแล็กซีที่เราไม่อาจมองเห็นได้ด้วย แต่ตัวเลขประมาณการที่ดีที่สุดเท่าที่มี ชี้ว่ามีกาแล็กซีอยู่ระหว่างหนึ่งแสนล้าน ถึงสองแสนล้านกาแล็กซีในเอกภพที่สังเกตได้ ซึ่งเมื่อนำจำนวนเซลล์ 37.2 ล้านล้านเซลล์มาเปรียบเทียบกับกาแล็กซีสองแสนล้านกาแล็กซี ตัวเลขนั้นแตกต่างกันจนเทียบไม่ได้ จำนวนของเซลล์ในร่างกายมนุษย์มีมากกว่าจำนวนกาแล็กซีในเอกภพถึง 37 ล้านล้าน หากคุณยังจินตนาการความแตกต่างของตัวเลขระดับล้านล้านไม่ออก ลองนึกภาพว่าในแต่ละหนึ่งล้านล้านนั้นประกอบขึ้นจากสิ่งของจำนวน 'หนึ่งพันล้าน' กองรวมกันถึง 1,000 ครั้งเลยทีเดียว

ร่างกายมนุษย์นั้นซับซ้อนจนยากเกินกว่าที่จะทำความเข้าใจได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงไม่ใช่เรื่องน่าแปลกใจที่วงการแพทย์สมัยใหม่ใช้เวลาตลอดสองศตวรรษในการค่อยๆ ไขความลับของมัน วัคซีนตัวแรกสำหรับป้องกันโรคไข้ทรพิษถูกค้นพบในปี 1796 ขณะที่ทฤษฎีเซลล์ (Cell theory) แนวคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบขึ้นจากเซลล์ ถูกเสนอขึ้นในปี 1839 ในเวลานั้น อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด (Life expectancy at birth) ของผู้ชายในอังกฤษและเวลส์อยู่ที่ 40.2 ปี ส่วนผู้หญิงอยู่ที่ 42.2





ปี ทว่าปัจจุบัน ตัวเลขดังกล่าวเพิ่มขึ้นเป็น 79 ปีสำหรับผู้ชาย และ 82.8 ปีสำหรับผู้หญิง ซึ่งภายในสิ้นศตวรรษนี้ อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วมากที่สุดของโลกอาจทะลุ 100 ปี ในการที่จะไปให้ถึงตัวเลขนั้นหรือกระทั่งไปถึงอายุขัยที่ยืนยาวยิ่งกว่านั้น เราต้องก้าวเข้าสู่ยุคสมัยใหม่ของการดูแลสุขภาพ ยุคที่แพทย์มีหน้าที่ดูแลสุขภาพ ไม่ใช่การมุ่งรักษาโรคที่เกิดขึ้น แนวคิดการรักษาแบบครอบจักรวาล (One-size-fits-all) จะถูกแทนที่ด้วยแนวทางการรักษาแบบเฉพาะบุคคล (One-size-fits-one) นี่คือนวัตกรรมที่ผู้คนจะมีชีวิตยืนยาวขึ้นไปพร้อมกับสุขภาพที่ดีกว่าเดิม และอนาคตนี้จะขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ข้อมูลมหาศาลเหลือคณานับ

ในปัจจุบันข้อมูลในการดูแลสุขภาพส่วนใหญ่จะอ้างอิงจากค่าเฉลี่ยของประชากร นั่นคือเหตุผลว่าทำไมในสหราชอาณาจักร ผู้หญิงที่อายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไปจะได้รับคำแนะนำให้ตรวจหามะเร็งเต้านมทุกๆ สามปี ในขณะที่สหรัฐฯ แนะนำให้ผู้หญิงที่มีอายุระหว่าง 50 ถึง 74 ปีเข้ารับการตรวจแมมโมแกรม (Mammogram) ทุกๆ สองปี การตรวจคัดกรองนี้เป็นการอาศัยการคาดการณ์จากข้อมูลของประชากรจำนวนมาก แต่จะเกิดอะไรขึ้นหากเราสามารถรู้ได้ตั้งแต่แรกเกิดว่า ผู้ใดมีแนวโน้มจะป่วยเป็นโรคบางชนิดสูงกว่าคนอื่น? และจะเป็นอย่างไรถ้าหากในอนาคต แพทย์สามารถติดตามร่างกายของเราได้ตลอดชั่วชีวิตโดยอาศัยข้อมูลที่มีความละเอียดสูง และเฉพาะเจาะจงของแต่ละบุคคล แทนที่จะพึ่งพาค่าเฉลี่ย





กว้างๆ จากกลุ่มประชากรโดยรวม? ในอีกหลายทศวรรษข้างหน้า เวชระเบียนของเราจะไม่ใช่ว่าเพียงชุดข้อมูลที่ถูกจัดเก็บ กระจัดกระจายตลอดช่วงชีวิตอีกต่อไป แต่จะให้ภาพรวมที่สมบูรณ์ของตัวตนของเรา ซึ่งสร้างขึ้นจากชุดข้อมูลที่ถูกรวบรวมอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต กระบวนการนี้จะเริ่มต้นขึ้นตั้งแต่ก่อนเกิด เมื่อมีการถอดรหัสจีโนมขณะที่เรายังเป็นทารกในครรภ์ ข้อมูลทางพันธุกรรมจะติดตัวเราไปตลอดชีวิต และเมื่อเวลาผ่านไปข้อมูลจีโนมจะถูกนำมาผสมผสานเข้ากับข้อมูลทางชีวภาพอื่นๆ เพื่อสร้างความเข้าใจที่รอบด้านว่าอะไรคือปัจจัยที่ทำให้เราสุขภาพดี และอะไรคือสาเหตุที่ทำให้เราเจ็บป่วย ข้อมูลสุขภาพส่วนบุคคลจะรวมข้อมูลเกี่ยวกับเซลล์ต่างๆ ในร่างกายของเราและทำความเข้าใจถึงการทำงานของมันอย่างลึกซึ้ง ซึ่งเมื่อนำชุดข้อมูลทั้งหมดมารวมกัน ก็จะช่วยแพทย์สามารถตัดสินใจบนฐานข้อมูลที่ครบถ้วนและดำเนินมาตรการป้องกันโรคได้ล่วงหน้า

คุณคงเคยได้ยินเกี่ยวกับโครงการจีโนมมนุษย์ (Human Genome Project) ซึ่งถือเป็นโครงการต้นแบบอันทะเยอทะยานและเป็นเพชรยอดมงกุฎของวงการวิทยาศาสตร์ โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์ในปี 2003 โดยประสบความสำเร็จในการถอดรหัสและระบุหน่วยทางเคมีทั้งหมดสามพันล้านหน่วยที่ประกอบขึ้นเป็นคำสั่งทางพันธุกรรมของเรา หากปรับตามอัตราเงินเฟ้อ โครงการที่เริ่มขึ้นในปี 1990 นี้ต้องใช้เงินทุนสูงถึง 5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ทว่าในปัจจุบัน คุณสามารถถอดรหัส





จีโนมของตัวเองได้ในราคาต่ำกว่า 200 ดอลลาร์ ศาสตร์ด้านจีโนมิกส์มีศักยภาพที่จะพลิกโฉมวงการดูแลสุขภาพ โดยในปี 2018 นักวิจัยในสหราชอาณาจักรได้ทำให้เราเห็นภาพศักยภาพนั้นผ่านการถอดรหัสจีโนมของผู้ป่วยในระบบบริการสุขภาพแห่งชาติ (NHS) จำนวน 100,000 ราย ซึ่งผู้เข้าร่วมโครงการได้ให้ความยินยอมในการเชื่อมโยงข้อมูลจีโนมเข้ากับข้อมูลอาการเจ็บป่วยและประวัติการรักษา เพื่อแบ่งปันให้กับทีมนักวิจัยต่อไป เป้าหมายของโครงการนี้คือเพื่อทำความเข้าใจสาเหตุทางพันธุกรรมของโรคหายาก โรคมะเร็ง และโรคติดเชื้อให้ดียิ่งขึ้น ข้อมูลทางพันธุกรรมอันล้ำค่านี้ได้กลายเป็นเครื่องมือทรงพลังสำหรับการวิจัยและการวินิจฉัยโรค โดยมีแผนที่จะเพิ่มข้อมูลของผู้ป่วยอีกหลายแสนรายในอนาคตข้างหน้า เพื่อช่วยให้เข้าใจวิธีรักษาและป้องกันโรคได้ดียิ่งขึ้น และข้อมูลทางพันธุกรรมเป็นเพียงแค่จุดเริ่มต้นเท่านั้น เพราะมันจะถูกนำไปผสมรวมกับข้อมูลความละเอียดสูงจากทุกแง่มุมของร่างกาย ซึ่งรวบรวมมาจากอุปกรณ์สวมใส่ต่างๆ ที่สามารถตรวจจับสัญญาณของโรคได้ก่อนที่จะแสดงอาการ ไปจนถึงการทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic tests) ที่เจาะลึกถึงความผิดปกติที่เล็กน้อยที่สุดได้

ข้อมูลจำนวนมหาศาลที่หลั่งไหลรากับน้ำป่านี้มีศักยภาพที่จะพลิกโฉมอุตสาหกรรมเภสัชภัณฑ์ นำทางไปสู่การพัฒนายารูปแบบใหม่ โดยช่วยป้อนข้อมูลในการสร้างวิธีรักษาเพื่อรับมือกับโรคต่างๆ ที่ในปัจจุบันถูกมองว่ายากเกิน





กว่าจะฝากความหวังในการพัฒนาฯ หรือที่ร้ายกว่านั้นคือ ถูกมองว่าไม่คุ้มค่าที่จะลงแรงเงินในหลายกรณี องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพร้อมแล้ว แต่หน่วยงานกำกับดูแลและบริษัทเภสัชกรรมยังคงก้าวตามไม่ทัน การทดลองทางคลินิกในปัจจุบันได้ทำให้เห็นแล้วว่าเราสามารถรับมือกับโรคอย่างมะเร็งได้อย่างไร ในขณะที่ห้องปฏิบัติการวิจัยทั่วโลกต่างมุ่งเน้นไปที่การรวบรวมและประมวลผลข้อมูลที่มีความละเอียดสูงขึ้นเรื่อยๆ เพื่อขุดรากถอนโคนต้นตอของโรค ทั้งโรคหายากและโรคที่พบได้ทั่วไป การก้าวไปสู่การดูแลสุขภาพที่แม่นยำและเฉพาะบุคคลมากขึ้นอย่างจริงจังแต่รอบคอบจะปลดล็อกประโยชน์มหาศาล ทว่าในบางกรณี บรรดาผู้หลงตัวเองและมหาเศรษฐีข้ามฝั่งกลับจินตนาการไปถึงอนาคตอีกแบบราวกับนวนิยายวิทยาศาสตร์ โลกที่โรคทุกชนิดถูกรักษาจนหายขาดและมนุษย์สามารถเอาชนะความตายได้สำเร็จ

แต่ไม่ใช่เรื่องราวของความทะเยอทะยานเกินขอบเขตหรือความอหังการ มันคือเรื่องราวของหัวใจที่แตกสลาย ความเสียสละ และการดิ้นรนเพื่อเอาชีวิตรอดท่ามกลางอุปสรรคมากมาย เรื่องราวของอนาคตด้านการดูแลสุขภาพกำลังถูกเขียนขึ้นโดยบรรดาผู้บุกเบิกในปัจจุบัน มันเป็นเรื่องราวที่จะบอกเล่าว่า วันหนึ่งเราทุกคนจะใช้ชีวิต เต็มโตจนแก่ชรา และจบชีวิตลงอย่างไร ผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานอยู่แนวหน้าของวงการแพทย์ต่างเห็นพ้องกันว่า การเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งจำเป็นและสามารถทำให้สำเร็จได้ ทว่าพวกเขายังเห็นตรงกัน





อีกว่า การเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นไปได้จริงและจะเกิดขึ้นในไม่ช้า ในบางกรณี เช่น การใช้เซลล์บำบัดเพื่อรักษาโรคมะเร็ง การเปลี่ยนแปลงนั้นกำลังดำเนินอยู่แล้ว มีการวางระเบียบข้อบังคับรองรับ และบริษัทเภสัชกรรมก็สามารถคิดค้นวิธีขับเคลื่อนความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ให้กลายเป็นธุรกิจที่ขยายผลและทำกำไรได้ซึ่งมีศักยภาพที่จะช่วยชีวิตผู้คนได้นับล้านคน ทว่าความท้าทายที่คล้ายคลึงกัน ทั้งในด้านกฎระเบียบ การขยายขนาดธุรกิจ และการทำกำไร ยังคงเป็นโจทย์ที่ต้องดีให้แตกในสาขาอื่นๆ เช่น จิตเวชศาสตร์ระดับโมเลกุล (Molecular psychiatry) และการยืดอายุขัย (longevity) แต่ถึงอย่างนั้น การเปลี่ยนแปลงก็กำลังจะมาถึงในไม่ช้า เทคโนโลยีคลื่นลูกถัดไปจะไม่เข้ามาแทนที่บุคลากรทางการแพทย์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน แต่จะเข้ามาช่วยเสริมประสิทธิภาพการทำงานของพวกเขามากกว่า การไปพบแพทย์ตามปกติในอนาคตจะเชื่อมต่อกับคลังข้อมูลผู้ป่วยแบบนิรนามขนาดใหญ่ในระดับโลก เพื่อช่วยในการตัดสินใจด้านการวินิจฉัยและการรักษาได้อย่างแม่นยำ ในปัจจุบัน ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ได้ถูกนำมาใช้งานในวงกว้างโดยบริษัทสตาร์ทอัปด้านเทคโนโลยีชีวภาพแล้ว และมันจะกลายเป็นพันธมิตรที่สำคัญอย่างยิ่ง หากเราหวังจะวิเคราะห์และทำความเข้าใจข้อมูลจำนวนมหาศาลระดับเอกซะไบต์ (Exabyte) ที่รวบรวมมาจากผู้ป่วยหลายพันล้านคนทั่วโลก ตั้งแต่ศาสตร์ด้านจีโนมิกส์ไปจนถึงการวินิจฉัยโรคในระดับโมเลกุล และการค้นพบยาโดยใช้พลังของปัญญา

