



# รหัสเลือด เพื่อสุขภาพ

The Healthspan

Blood Blueprint

เข้าใจเซลล์

เปลี่ยนอนาคตสุขภาพ

พศ.ดร.กมลมาลย์ วิรัตน์เศรษฐสิน



# รหัสเลือด เพื่อสุขภาพ

The Healthspan

Blood Blueprint

เข้าใจเซลล์

เปลี่ยนอนาคตสุขภาพ

ผศ.ดร.กมลมาลย์ วิรัตน์เศรษฐสิน



ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

กมลมาลย์ วรรณเศรษฐสิน.

รหัสเลือดเพื่อสุขภาพ.-- กรุงเทพฯ : [ม.ป.พ.], 2569.

106 หน้า.

1. โลหิตวิทยา. I. ชื่อเรื่อง.

616.15

ISBN 978-616-636-819-2

จัดพิมพ์โดย กมลมาลย์ วรรณเศรษฐสิน

## คำนำ

แนวคิดรหัสเลือดเพื่อสุขภาพ(The Healthspan Blood Blueprint) มองเลือดเป็น ‘คลังข้อมูลชีวภาพ’(Biological Archive) ที่บันทึกและสะท้อนการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพตลอดช่วงชีวิต และเป็น ‘รหัสสุขภาพ’(Health Code) ที่ถ่ายทอดภาษาของร่างกายผ่านตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ(Blood Biomarkers) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการทำงานร่วมกันของเซลล์ อวัยวะ และระบบชีววิทยาทั่วทั้งร่างกาย

การเปลี่ยนแปลงของตัวบ่งชี้ทางชีวภาพเหล่านี้สะท้อนการสื่อสารและการทำงานที่เชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายระหว่างเซลล์และอวัยวะทุกระบบ ตั้งแต่การรักษาสมดุลของร่างกาย(Homeostasis) การเผาผลาญพลังงาน การอักเสบ ความเครียดออกซิเดชัน การทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน สมดุลของฮอร์โมน การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม การซ่อมแซมเซลล์ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามวัย เลือดจึงเปรียบเสมือนสื่อกลางที่เชื่อมโยงกระบวนการทางชีววิทยาของการดำรงไว้ซึ่งสุขภาพ การสูญเสียสมดุลของร่างกาย และการเปลี่ยนแปลงที่นำไปสู่ความเสี่ยงหรือโรคได้อย่างเป็นระบบ

เป้าหมายของหนังสือเล่มนี้ไม่ใช่มุ่งเพียงการอธิบายผลตรวจเลือด แต่ใช้เลือดเป็นหน้าต่างสู่ความเข้าใจการทำงานของเซลล์ เพื่อยืดช่วงชีวิตที่มีสุขภาพดี(Healthspan) และเป็นจุดเริ่มต้นการเรียนรู้ทำความเข้าใจกลไกพื้นฐานการรักษาสมดุลของร่างกายผ่านการทำงานที่ประสานกันของเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบชีววิทยาต่างๆ เพื่อสร้างมุมมองแบบองค์รวม ของสุขภาพ โดยเชื่อมโยงตัวบ่งชี้ทางชีวภาพกับกลไกที่กำหนดภาวะสุขภาพในแต่ละช่วงชีวิต และชี้ให้เห็นว่าการรักษาสมดุลของระบบเหล่านี้เป็นรากฐานสำคัญของการส่งเสริมช่วงชีวิตที่มีสุขภาพดี

กมลมาลย์ วิรัตน์เศรษฐสิน

กรกฎาคม 2569

## สารบัญ

|                                                             | หน้า |
|-------------------------------------------------------------|------|
| บทนำ                                                        | 1    |
| ตัวชี้วัดสุขภาพเลือด (Blood Health Biomarkers)              | 4    |
| ระบบหมู่เลือด ABO                                           | 4    |
| ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count)              | 13   |
| เม็ดเลือดขาว                                                | 13   |
| เม็ดเลือดแดง                                                | 17   |
| เกล็ดเลือด                                                  | 19   |
| สาระเพิ่มเติม                                               | 21   |
| ตัวชี้วัดสมดุลของร่างกาย (Homeostasis Biomarkers)           | 33   |
| สมดุล Electrolytes                                          | 33   |
| สมดุลการเผาผลาญน้ำตาล                                       | 36   |
| สมดุลคอเลสเตอรอล                                            | 38   |
| สมดุลการอักเสบเรื้อรัง (Inflammatory Homeostasis)           | 41   |
| ตัวบ่งชี้การอักเสบ                                          | 43   |
| วงจรการอักเสบ-การฟื้นฟู                                     | 51   |
| สมดุลการต้านอนุมูลอิสระ (REDOX Homeostasis)                 | 54   |
| สมดุลของร่างกาย                                             | 54   |
| ภาวะออกซิเดชันเกินสมดุล                                     | 56   |
| การตรวจวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระและสารบ่งชี้การทำลายเซลล์ | 59   |
| สารต้านอนุมูลอิสระ                                          | 60   |
| สารบ่งชี้การทำลายเซลล์                                      | 63   |
| ปัจจัยทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพ                   | 64   |
| ปัจจัยพันธุกรรมต่อสุขภาพ(Genetic Determinants of Health)    | 64   |
| Apolipoprotein E4(ApoE4) ยีนเสี่ยงต่อ Alzheimer             | 64   |
| ยีนด้อยบนโครโมโซมร่างกาย : ธาลัสซีเมีย                      | 67   |

## สารบัญ

|                                                            | หน้า |
|------------------------------------------------------------|------|
| ยีนด้อยบนโครโมโซมเพศ X : ฮีโมฟีเลีย                        | 72   |
| สารพิษและสิ่งแวดล้อม(Environmental Determinants of Health) | 77   |
| สารเคมีกำจัดศัตรูพืช                                       | 77   |
| โลหะหนัก                                                   | 78   |
| สารกัมมันตรังสี                                            | 80   |
| มลพิษทางอากาศ                                              | 83   |
| ระดับไมโครพลาสติก: การสัมผัสจากสิ่งแวดล้อมที่ต้องติดตาม    | 86   |
| บทส่งท้าย                                                  | 90   |
| บรรณานุกรม                                                 | 93   |

## บทนำ



Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity (WHO, 1948)

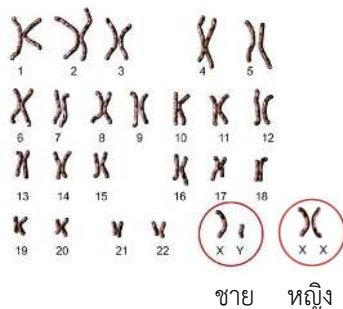
## เซลล์ร่างกายและความเสื่อม

โครโมโซมภายในเป็นหน่วยพันธุกรรม(Gene) มีองค์ประกอบสำคัญคือ DNA ซึ่งเป็นกรดนิวคลีอิก(Deoxyribonucleic acid) ต่อกันเป็นเส้นโมเลกุลย่อยคล้ายบันไดเวียนเป็นเกลียวคู่(Nucleotide) แต่ละคู่จะควบคุมลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมเพียงลักษณะเดียว ซึ่งยีนแต่ละตัวทำหน้าที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมเพียงลักษณะเดียว(genetic character) จากคนรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง(generation)

ร่างกายประกอบด้วยเซลล์ ในนิวเคลียสของเซลล์มีโครโมโซมควบคุมการทำงานของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ แบ่งเป็น

โครโมโซมร่างกาย(Autosome) 22 คู่

โครโมโซมเพศ(Sex Chromosome) 1 คู่



ชาย หญิง

<https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/63126/-scibio-sci>

กระบวนการเสื่อมเริ่มต้นในหน่วยที่เล็กที่สุดคือเซลล์ ซึ่งมีการแบ่งเซลล์(Cell Division) เกิดขึ้นตลอดเวลาและต่อเนื่องเพื่อการเจริญเติบโต ทดแทนเซลล์ที่เสื่อมสภาพและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ กลไกดังกล่าวจะลดลง/บกพร่องเมื่ออายุมากขึ้น ซึ่งโรคจำนวนมากมักจะเกิดจากการบกพร่องของการซ่อมแซมดีเอ็นเอ(DNA Repairs) เมื่อจีโนมถูกทำลายเซลล์จะเสื่อมและตายในที่สุด

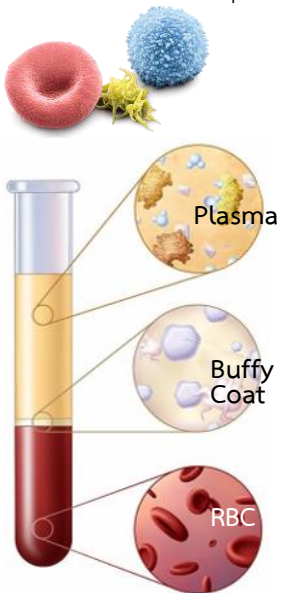
## เลือดที่สมดุล: รากฐานของสุขภาพระยะยาว

สุขภาพที่ดีไม่ได้ขึ้นอยู่กับการไม่มีโรคเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับความสามารถของร่างกายในการรักษาสสมดุลภายใน(Homeostasis) อย่างต่อเนื่อง

โดยเฉพาะระบบเลือดที่ทำหน้าที่ลำเลียงออกซิเจน สารอาหาร ฮอรโมน ภูมิคุ้มกัน และของเสียไปทั่วร่างกาย เลือดจึงเปรียบเสมือนกระจกสะท้อนสภาวะสุขภาพของทุกอวัยวะ

จากเทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบัน การตรวจเลือดประเมินภาวะสุขภาพและบอกภาวะเสื่อมของเซลล์(Degenerative status) ซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดโรคในอนาคต เพื่อเป็นแนวทางในการปรับพฤติกรรม เปลี่ยนชีวิต(Change Your Behavior–Change Your Life)(Marlett, 2014) ให้ห่างไกลความเสี่ยงต่อโรคนั้น นั่นคือหากทุกคนมีแผนที่ชีวิต ทราบเส้นทางที่กำลังเดินว่าจะพบกับสิ่งใดเพื่อจะได้หลีกเลี่ยงเส้นทางที่อันตรายและเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับสิ่งที่ต้องเผชิญเพื่อการดูแลร่างกายจนถึงในระดับเซลล์ให้มีสุขภาพสมบูรณ์สูงสุด(Optimal Health) เมื่อเซลล์สมบูรณ์ เนื้อเยื่อสมบูรณ์ อวัยวะสมบูรณ์ ร่างกายสมบูรณ์ การเสื่อมชราจะช้าลง

#### การวิเคราะห์สภาวะเชิงชีวเคมี(Biochemical Assessment)



|                     |                 |             |
|---------------------|-----------------|-------------|
| น้ำตาล              | 70–110          | มก./ดล.     |
| โคเลสเตอรอล         | 150–200         | มก./ดล.     |
| ไตรกลีเซอไรด์       | 40 – 150        | มก./ดล.     |
| โปรตีน              | 5 – 20          | มก./ดล.     |
| เอนไซม์ตับ          | 5 – 40          | IU/ล.       |
| กรดยูริก            | 2 – 8           | มก./ดล.     |
| เกล็ดเลือด          | 150,000–400,000 | ล้าน/ลบ.มม. |
| เม็ดเลือดขาว        | 5,000–10,000    | ลบ.มม.      |
| เม็ดเลือดแดง        | 45 – 5.0        | ล้าน/ลบ.มม. |
| ฮีโมโกลบิน          | 12.5 – 13.5     | กรัม %      |
| ปริมาตรเฉลี่ย       | 80 – 95         | cuμ         |
| ความผันแปรเม็ดเลือด | ≤ 14            | %           |





ผลตรวจเลือดเป็นเพียงชุดตัวเลข ที่ใช้วินิจฉัยโรคเท่านั้นจริงหรือ

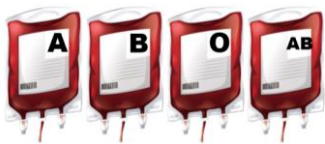
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในเลือด กำลังบอกอะไรเกี่ยวกับการทำงานของเซลล์ อวัยวะ และระบบชีววิทยาภายในร่างกาย และจะใช้ข้อมูลเหล่านี้เพื่อทำความเข้าใจกลไกพื้นฐานของสุขภาพได้อย่างไร

การวิเคราะห์ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ เลือดเป็นมากกว่าผลตรวจ เลือดเก็บสัญญาณ(signals) และตัวบ่งชี้(biomarkers) ที่สะท้อนผลของกลไกการทำงานของร่างกาย การประเมินสุขภาพเชิงชีวเคมีใช้ผลเลือดเป็นแผนที่สุขภาพ (Health Blueprint) ในการประเมินการทำงานของระบบต่างๆภายในร่างกาย ค้นหาความผิดปกติที่ยังไม่แสดงอาการ และตรวจหาสัญญาณเริ่มต้นของความเสื่อมระดับเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะ ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดสุขภาพเลือด(Blood Health Biomarkers) ภาวะสมดุลของร่างกาย(Homeostasis) ภาวะการอักเสบ(Inflammation) ความเครียดออกซิเดชัน(Oxidative Stress) และปัจจัยทางพันธุกรรม ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง(NCDs)



ตัวชี้วัดสุขภาพเลือด  
Blood Health Biomarkers

ระบบหมู่เลือด ABO



หน่วยพันธุกรรม (ABO gene) ที่ควบคุมระบบหมู่เลือด ABO มีอัลลีลหลัก 3 ชนิด ได้แก่  $I^A$ ,  $I^B$  และ  $i$  โดยอัลลีล  $I^A$  ควบคุมการสร้างแอนติเจน A บนผิวเม็ดเลือดแดง อัลลีล  $I^B$  ควบคุมการสร้างแอนติเจน B ส่วนอัลลีล  $i$  ไม่สร้างเอนไซม์ที่ทำให้เกิดแอนติเจน A หรือ B จึงแสดงเป็นหมู่เลือด O (Daniels, 2021)

$I^A$  และ  $I^B$  เป็นอัลลีลเด่น(dominant alleles)

เมื่ออยู่ร่วมกัน ( $I^A I^B$ ) จะแสดงออกร่วมเด่น(Codominance) เป็นหมู่เลือด AB  
 $i$  เป็นอัลลีลด้อย(recessive allele)

เมื่อจับคู่กับ  $i$  อีกตัว ( $ii$ ) จะแสดงเป็นหมู่เลือด O

เมื่อจับคู่กับ  $I^A$ ,  $I^B$  จะถูกอัลลีลเด่นกลบ แสดงเป็นหมู่เลือด A ( $I^A i$ ), B ( $I^B i$ )

ลักษณะสำคัญของระบบหมู่เลือด ABO และความเข้ากันได้ในการให้-รับเลือด(Red Blood Cell Transfusion Compatibility)

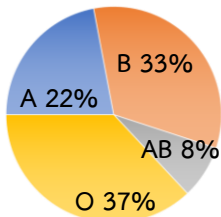
| หมู่เลือดระบบ ABO                                                                         |          |                        |                            | ความเข้ากันได้ของการให้-รับเลือด |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------|
| Phenotype                                                                                 | Genotype | Antigen <sup>RBC</sup> | Antibody <sup>Plasma</sup> | ให้เลือด                         | รับเลือด |
|  A 22% | AA, AO   | A                      | Anti-B                     | A, AB                            | A, O     |
|  B 33% | BB, BO   | B                      | Anti-A                     | B, AB                            | B, O     |
|  AB 8% | AB       | A และ B                | no                         | AB                               | ทุกกรุ๊ป |
|  O 37% | OO       | no                     | Anti-A & B                 | ทุกกรุ๊ป                         | O        |

หมายเหตุ Phenotype      ลักษณะหมู่เลือดที่ปรากฏและตรวจพบได้ทางห้องปฏิบัติการ  
Genotype                      รหัสพันธุกรรมที่ได้รับถ่ายทอดมาจากพ่อแม่

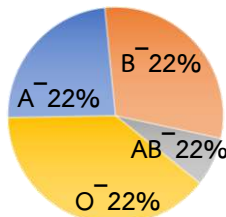
หมู่เลือดระบบ Rh

คนไทย Rh ลบ 3 : 1,000 (0.3%) = 198,000 คน (~2 แสน คน)

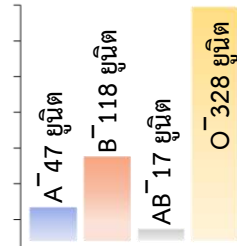
ยุโรป/อเมริกา 15 : 1,000 (1.5%)



หมู่เลือดระบบ ABO



ผู้บริจาคโลหิตหมู่พิเศษ  
มีเพียง 6,388 คน ทั่วประเทศ



ความต้องการ(ยูนิต)

ชมรมผู้บริจาคโลหิตหมู่พิเศษ (Rh negative Club) จัดตั้งขึ้นเมื่อ 26 พฤษภาคม 2532 ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ขอเชิญชวนบริจาคโลหิตหมู่พิเศษอย่างต่อเนื่องทุก 3 เดือน เพื่อให้มีโลหิตสำรองเพียงพอต่อการใช้รักษาชีวิตผู้ป่วยได้อย่างทัน่วงที

ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย. (ม.ป.ป.).

การให้/รับเลือดในระบบ ABO Blood Group System พิจารณา Antigen บนผิวเม็ดเลือดแดง และ Antibody ใน Plasma เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มของเม็ดเลือดแดง(Hemolytic Transfusion Reaction)

พ่อหมู่เลือด A × แม่หมู่เลือด B

AA × BB

AB

AB

AA × BO

AB

AO

AB

A

AO × BB

AB

BO

AB

B

AO × BO

AB

AO

BO

OO

AB

A

B

O