

หลักการวัดความยืนยาวของชีวิตด้วยวิธีการคำนวณอายุคาดเฉลี่ย และอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ

Principle of measuring longevity using the calculative method of life expectancy and health-adjusted life expectancy

อลงกต ประสานศรี*

Alongkot Prasansri*

*Corresponding author: Email: alongkot.pr@hotmail.com

(Received: July 18, 2022; Revised: August 23, 2022; Accepted: September 2, 2022)

บทคัดย่อ

อายุคาดเฉลี่ยและอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ เป็นดัชนีชี้วัดความยืนยาวของชีวิตประชากรที่ครอบคลุมทั้งการตาย การเจ็บป่วยและความพิการ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายแนวคิดและวิธีการวัดความยืนยาวของชีวิตทั้ง 2 วิธี รวมถึงประโยชน์และแนวทางการนำไปใช้ อายุคาดเฉลี่ย คือ อายุโดยเฉลี่ยของประชากรที่คาดว่าจะมีชีวิตอยู่ ซึ่งคำนวณได้จากตารางชีพที่ประกอบด้วยฟังก์ชันต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ผลลัพธ์สุดท้ายของตารางชีพ คือ อายุคาดเฉลี่ย อายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ คือ อายุโดยเฉลี่ยของประชากรที่คาดว่าจะมีชีวิตอยู่อย่างมีสุขภาพหรือสุขภาพที่สมบูรณ์ เป็นการวัดสถานะสุขภาพของประชากรที่พัฒนาโดยองค์การอนามัยโลก โดยครอบคลุมทั้งการตายและการเจ็บป่วย ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่ปรับอายุคาดเฉลี่ยที่คำนวณได้ตามตารางชีพให้เป็นอายุคาดเฉลี่ยที่มีชีวิตอยู่ตามสถานะสุขภาพระดับต่าง ๆ ในแต่ละช่วงชีวิต ดัชนีชี้วัดทั้ง 2 วิธีนี้มีประโยชน์ในการนำไปใช้เชิงนโยบายสุขภาพหลายด้านทั้งการควบคุมโรค การรักษาพยาบาล และการพัฒนาคุณภาพชีวิต เช่น วัดการเปลี่ยนแปลงของสถานะสุขภาพของประชากร ประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการควบคุมและป้องกันโรค และใช้เรียงลำดับความสำคัญของยุทธศาสตร์ในการวางแผนนโยบายทางสุขภาพและการให้บริการสาธารณสุข เป็นต้น

คำสำคัญ: การวัดความยืนยาวของชีวิต, อายุคาดเฉลี่ย, ตารางชีพ, อายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ

Abstract

Life expectancy and health-adjusted life expectancy are population longevity indexes covering mortality, illness, and disability. This article aims to explain the concepts and methods of measuring the longevity of both indexes, as well as their benefits and implementation. Life expectancy is the average age that the population is expected to live, which is calculated from the life table that consists of various functions that are related to each other. The result of the life table is life expectancy. Health-adjusted life expectancy is the average age of the population expected to be healthy or in good health. It is a measurement of the health status of the population developed by the World Health Organization. It covers both death and illness, a measure that adjusts the life expectancy calculated by using the life table, which is adjusted to life expectancy at various levels of health in each stage of life. Both indicators are useful in many aspects, such as health policy application, disease control, medical treatment, and improving the quality of life. For example, it is useful for measuring the change in the health status of a population, evaluating the effectiveness and efficiency of disease control and prevention, for prioritizing the strategies in health policy planning and health care services.

Keywords: Measuring longevity, Life expectancy, Life table, Health-adjusted life expectancy



1. บทนำ

เนื่องจากการแพทย์และสาธารณสุขในโลกปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น ส่งผลให้ประชาชนมีสุขภาพอนามัยและความเป็นอยู่ที่ดีและมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น รวมถึงเทคโนโลยีด้านการแพทย์ที่ทันสมัยทำให้อัตราการตายของเด็กแรกเกิดลดน้อยลง ทำให้ประชากรในหลายประเทศมีอัตราการตายลดลง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของประชากร ซึ่งสะท้อนให้เห็นในรูปแบบของทั่วโลกมีจำนวนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นและการเป็นสังคมของผู้สูงอายุ จากข้อมูลอายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด (Life expectancy at birth) ทั่วโลกในปี พ.ศ. 2543 เท่ากับ 66.8 ปี (เพศชาย 64.4 ปี และเพศหญิง 69.3 ปี) และในปี พ.ศ. 2562 อายุคาดเฉลี่ยของคนทั่วโลกเพิ่มขึ้นเป็น 73.3 ปี (เพศชาย 70.8 ปี และเพศหญิง 75.9 ปี)⁽¹⁾ สำหรับประเทศไทยพบว่า อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดในปี พ.ศ. 2543 เพศชาย เท่ากับ 68.5 ปี และเพศหญิง เท่ากับ 75.8 ปี และในปี พ.ศ. 2563 เพศชายเพิ่มขึ้นเป็น 73.3 ปี และเพศหญิงเพิ่มขึ้นเป็น 80.1 ปี⁽²⁾ ซึ่งแสดงถึงความยืนยาวของชีวิตที่เพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามหากประชากรอายุยืนยาวขึ้นแต่ต้องอยู่กับความบกพร่องทางสุขภาพไม่จำเป็นการบาดเจ็บหรือพิการเพิ่มมากขึ้น ความยืนยาวนั้นก็ไม่ใช่สะท้อนการมีสุขภาพที่ดีขึ้นของประชาชน ดังนั้นการวัดความยืนยาวของชีวิตจึงไม่ควรพิจารณาจากอายุคาดเฉลี่ยแรกเกิดเพียงอย่างเดียว แต่ต้องพิจารณาตัวชี้วัดใหม่ที่นำสถานะสุขภาพมาพิจารณาด้วย ตัวชี้วัดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เพื่อประเมินความยืนยาวของชีวิตที่มีสุขภาพสมบูรณ์ คือ อายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ (Health-Adjusted Life Expectancy: HALE) ซึ่งสะท้อนอายุคาดเฉลี่ยที่มีชีวิตอยู่อย่างมีสุขภาพ กล่าวคือ หากประชากรมีสุขภาพที่สมบูรณ์แข็งแรงตั้งแต่เกิดจนกระทั่งเสียชีวิต อายุคาดเฉลี่ยแรกเกิดและอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพจะเท่ากัน แต่ในความเป็นจริงแล้วนั้นร่างกายของมนุษย์ย่อมมีความเสื่อมถอยโดยธรรมชาติ ซึ่งก่อนที่จะเสียชีวิตทุกคนต้องมีชีวิตอยู่กับความไม่สมบูรณ์ของร่างกาย มีความเจ็บป่วยด้วยโรคต่าง ๆ หรือความพิการ จึงทำให้อายุคาดเฉลี่ยแรกเกิดและอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพมีความแตกต่างกัน ซึ่งหากมีความแตกต่างกันมากเพียงใด นั้นหมายความว่าจำนวนปีที่ประชากรต้องอยู่กับความเจ็บป่วยหรือความพิการจะยิ่งมากขึ้นด้วย ดังนั้นอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพจะจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะประเทศที่ก้าวเข้าสู่สังคมสูงอายุ เพราะถึงแม้ผู้สูงอายุมีจำนวนมากขึ้น แต่หากผู้สูงอายุเหล่านี้ไม่สามารถอยู่อย่างมีสุขภาพที่ดีได้ การมีอายุยืนยาวมากขึ้นจึงอาจไม่เป็นผลดีนัก อายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพจะเป็นการปรับอายุคาดเฉลี่ยที่คำนวณได้ตามตาราง

ชีพให้เป็นอายุคาดเฉลี่ยที่มีชีวิตอยู่ตามระดับสถานะสุขภาพในแต่ละช่วงชีวิต ปัจจุบันประเทศไทยได้นำเอาอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพมาเป็นเป้าหมายการพัฒนาสุขภาพของประเทศ ดังที่ปรากฏในแผนยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี และแผนปฏิรูปประเทศไทย (ด้านสาธารณสุข) พ.ศ. 2560-2579 ได้กำหนดเป้าหมายในทศวรรษหน้าว่าคนไทยจะมีอายุคาดเฉลี่ยแรกเกิด ไม่น้อยกว่า 80 ปี และอายุคาดเฉลี่ยของการมีสุขภาพดี ไม่น้อยกว่า 72 ปี⁽³⁾

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนหลักการและวิธีการวัดความยืนยาวของชีวิตทั้ง 2 วิธี คือ อายุคาดเฉลี่ยและอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ และอธิบายถึงประโยชน์และแนวทางการนำไปใช้เชิงนโยบายสุขภาพ และเผยแพร่เป็นหลักการและแนวทางในการศึกษาความยืนยาวของชีวิตประชากรไทยที่สามารถระบุการเปลี่ยนแปลงของสถานะสุขภาพของประชากร ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวางแผนนโยบายทางสุขภาพของประเทศไทยต่อไปในอนาคต

2. วิธีการรวบรวมข้อมูล

บทความวิชาการเรื่องนี้ได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เครื่องชี้วัดการะโรค การวัดสถานะสุขภาพ การวัดความยืนยาวของชีวิต อายุคาดเฉลี่ย การสร้างตารางชีพ และอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ จากเอกสารหนังสือ คู่มือ รายงาน บทความวิชาการ บทความวิจัย และฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ

3. ผลการศึกษา

3.1 อายุคาดเฉลี่ย และตารางชีพ⁽⁴⁻⁷⁾

อายุคาดเฉลี่ย (Life Expectancy: LE) หมายถึง อายุโดยเฉลี่ยของประชากรที่คาดว่าจะมีชีวิตอยู่ ถือเป็นเครื่องชี้วัดความยืนยาวของชีวิตของประชากร คำนวณได้จากตารางชีพ (Life Table) ซึ่งตารางชีพ คือ ตารางสถิติที่สร้างขึ้นเพื่อวัดภาวะการรอดชีพหรือการมีชีวิตอยู่ของประชากร โดยอาศัยข้อมูลการตายของประชากรในการคิดคำนวณ โอกาสที่จะตายหรือมีชีวิตอยู่จัดเป็นเครื่องมือที่ให้รายละเอียดของการตายที่สมบูรณ์ที่สุด เนื่องจากไม่ถูกรบกวนโดยโครงสร้างอายุและเพศของประชากร ดังนั้นจึงสามารถนำดัชนีที่ได้จากตารางชีพของประชากรต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกันได้ ตารางชีพพื้นฐานประกอบด้วยฟังก์ชันที่อยู่ในคอลัมน์ต่าง ๆ ฟังก์ชันเหล่านี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เมื่อรู้ค่าคอลัมน์หนึ่งเราก็สามารถใช้ค่าที่รู้ใน

คอลัมน์นั้นคำนวณค่าคอลัมน์อื่น ๆ ต่อไปได้ และผลลัพธ์สุดท้ายของตารางชีพ คือ “อายุคาดเฉลี่ย”

ประเภทของตารางชีพ^(5, 7)

ตารางชีพเป็นเครื่องมือทางประชากรศาสตร์ที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายทั้งในด้านประชากรศาสตร์และด้านสาธารณสุข สามารถใช้คำนวณค่าอายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดและอายุคาดเฉลี่ยที่อายุต่าง ๆ ได้ ตารางชีพมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ ตารางชีพรุ่นอายุ และตารางชีพช่วงเวลา

ตารางชีพรุ่นอายุ (Cohort life table) หรืออาจเรียกว่า ตารางชีพชั่วอายุคน (Generation life table) ตารางชีพรุ่นอายุเป็นตารางชีพที่บันทึกประสบการณ์การตายที่แท้จริงของแต่ละบุคคลในคนกลุ่มหนึ่ง ตั้งแต่เริ่มต้นมีการเกิดของสมาชิกคนแรกจนกระทั่งสมาชิกคนสุดท้ายเสียชีวิต การสร้างตารางรุ่นอายุต้องใช้เวลาติดตามคนเหล่านี้เป็น

เวลานาน นั่นคือ จนกว่าสมาชิกเหล่านี้เสียชีวิตหมดทุกคน จึงมีข้อจำกัดและทำให้การสร้างตารางชีพประเภทนี้ไม่เป็นที่น่าสนใจ ดังแสดงในรูปที่ 1

ตารางชีพช่วงเวลา (Period life table) หรือเรียกว่า ตารางชีพปัจจุบัน (Current life table) ตารางชีพช่วงเวลาเป็นตารางชีพที่สร้างมาจากแบบแผนการตายที่เกิดขึ้นในหนึ่งปีหรือในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยกำหนดให้ประชากรแต่ละอายุมีแบบแผนการตายเหมือนกับแบบแผนการตายที่เกิดขึ้นในปีนั้นหรือช่วงเวลานั้น ประชากรกลุ่มนี้นับเป็นประชากรสมมติ (Synthetic cohort) เนื่องจากตารางชีพช่วงเวลาให้ประสบการณ์การตายและการรอดชีพของประชากรสมมติในช่วงระยะเวลาหนึ่งปี ไม่ต้องติดตามเป็นระยะเวลานาน จึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์การตายมากกว่าตารางชีพรุ่นอายุ ดังแสดงในรูปที่ 2

Year of Birth	Male						Year of Birth	Female					
	0	30	60	65	70	100		0	30	60	65	70	100
1900	51.52	39.32	16.34	13.46	10.98	1.97	1900	58.28	45.75	21.58	18.03	14.72	2.25
1901	52.88	39.49	16.39	13.53	11.03	1.96	1901	59.71	46.03	21.71	18.16	14.82	2.24
1902	53.34	39.65	16.43	13.60	11.10	1.93	1902	60.28	46.32	21.83	18.28	14.90	2.22
1903	53.86	39.80	16.49	13.66	11.17	1.92	1903	60.94	46.60	21.95	18.38	14.98	2.20
1904	53.84	39.95	16.56	13.74	11.23	1.91	1904	61.08	46.86	22.06	18.46	15.04	2.19
1905	53.96	40.11	16.63	13.81	11.29	1.90	1905	61.30	47.09	22.15	18.52	15.09	2.18
1906	54.16	40.27	16.72	13.89	11.34	1.89	1906	61.57	47.30	22.21	18.57	15.11	2.18
1907	54.87	40.44	16.81	13.97	11.38	1.89	1907	62.27	47.48	22.27	18.61	15.12	2.18
1908	55.46	40.60	16.90	14.05	11.43	1.89	1908	62.89	47.64	22.31	18.65	15.13	2.18
1909	56.07	40.76	17.01	14.14	11.49	1.90	1909	63.51	47.77	22.35	18.68	15.14	2.19
1910	56.19	40.91	17.12	14.23	11.54	1.90	1910	63.71	47.88	22.39	18.69	15.14	2.19
1911	57.45	41.07	17.24	14.31	11.61	1.91	1911	64.92	47.99	22.41	18.70	15.14	2.20
1912	57.76	41.24	17.35	14.40	11.67	1.92	1912	65.28	48.09	22.44	18.70	15.15	2.21
1913	57.95	41.42	17.48	14.49	11.74	1.93	1913	65.51	48.20	22.46	18.71	15.15	2.22
1914	58.65	41.61	17.62	14.59	11.82	1.94	1914	66.14	48.31	22.49	18.72	15.15	2.24
1915	58.99	41.82	17.76	14.69	11.90	1.95	1915	66.52	48.42	22.51	18.72	15.16	2.25
1916	59.18	42.05	17.89	14.80	11.99	1.96	1916	66.69	48.53	22.54	18.74	15.17	2.26
1917	59.32	42.26	18.03	14.90	12.07	1.98	1917	66.75	48.63	22.57	18.76	15.19	2.28
1918	59.93	42.46	18.17	15.00	12.15	1.99	1918	67.45	48.74	22.61	18.78	15.21	2.29
1919	61.40	42.65	18.30	15.10	12.24	2.00	1919	68.80	48.84	22.64	18.80	15.23	2.30

รูปที่ 1 ตัวอย่างตารางชีพรุ่นอายุ

ที่มา: Life tables for the United States social security area, 1900-2100⁽⁸⁾



Age	Death probability (male)	Number of lives (male)	Life expectancy (male)	Death probability (female)	Number of lives (female)	Life expectancy (female)
75	0.040010	61,612	10.62	0.027709	73,679	12.55
76	0.043987	59,147	10.04	0.030659	71,638	11.90
77	0.048359	56,545	9.48	0.033861	69,441	11.26
78	0.053140	53,811	8.94	0.037311	67,090	10.63
79	0.058434	50,951	8.41	0.041132	64,587	10.03
80	0.064457	47,974	7.90	0.045561	61,930	9.43
81	0.071259	44,882	7.41	0.050698	59,109	8.86
82	0.078741	41,683	6.94	0.056486	56,112	8.31
83	0.086923	38,401	6.49	0.062971	52,942	7.77
84	0.095935	35,063	6.06	0.070259	49,608	7.26
85	0.105937	31,699	5.65	0.078471	46,123	6.77
86	0.117063	28,341	5.26	0.087713	42,504	6.31
87	0.129407	25,024	4.89	0.098064	38,776	5.87
88	0.143015	21,785	4.55	0.109578	34,973	5.45
89	0.157889	18,670	4.22	0.122283	31,141	5.06
90	0.174013	15,722	3.92	0.136190	27,333	4.69

รูปที่ 2 ตัวอย่างตารางชีพช่วงเวลา

ที่มา: Life expectancy, of individuals aged 75–90 years in the United States in 2007⁽⁹⁾

นอกจากตารางชีพรุ่นอายุและตารางชีพช่วงเวลา แล้ว เราอาจแบ่งตารางชีพตามกลุ่มอายุที่นำเสนอเป็น ตารางชีพสมบูรณ์ (Complete life table) และตารางชีพอ่อน (Abridged life table) โดยตารางชีพสมบูรณ์เป็นการ นำเสนอการตายของประชากรที่อายุรายปี เช่น อายุ 0,1,2,3,... เรื่อยไปจนถึง 85 ปีขึ้นไป ส่วนตารางชีพอ่อน เป็นการนำเสนอการตายของประชากรเป็นกลุ่มอายุ ที่นิยม คือ กลุ่มอายุ 5 ปี ยกเว้น 2 กลุ่มแรกเท่านั้นที่เสนอเป็น 0 และ 1-4 ปี เช่น 0,1-4, 5-9, 10-14,... เรื่อยไปจนถึง 85 ปีขึ้นไป

ฟังก์ชันต่าง ๆ ในตารางชีพ⁽⁷⁾

สัญลักษณ์ ฟังก์ชัน

-	อายุ หรือ ช่วงอายุ
n_x	จำนวนความกว้างของกลุ่มอายุ
nP_x	จำนวนประชากรรายอายุ
nD_x	จำนวนตายรายอายุ
nM_x	อัตราตายรายอายุ
a_x	สัดส่วนจำนวนปีเฉลี่ยที่คนที่ จะตายใน กลุ่มอายุนั้นจะมีชีวิตอยู่
nq_x	ความน่าจะเป็นของการตาย
np_x	ความน่าจะเป็นของการมีชีวิตอยู่
l_x	จำนวนคนที่มีชีวิตอยู่เมื่อเริ่มต้นอายุนั้น
nd_x	จำนวนตายในแต่ละอายุ
nL_x	จำนวนคนที่มีชีวิตอยู่ในช่วงอายุนั้น
T_x	จำนวนปีคนที่มีชีวิตอยู่ทั้งหมดตั้งแต่อายุนั้นจนกระทั่งตาย
e_x	อายุคาดเฉลี่ย

3.2 การคำนวณตารางชีพ^(6, 7, 10-12)

การคำนวณตารางชีพ มี 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณอัตราตายรายอายุของ ประชากร (nM_x)

ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น คือ จำนวนประชากร และ จำนวนตาย ซึ่งข้อมูลทั้งสองต้องจำแนกตามกลุ่มอายุ

$$nM_x = D_x / P_x$$

เมื่อ D_x คือ จำนวนตายของประชากรอายุ x ปี

P_x คือ จำนวนประชากรกลางปีที่มียอายุ x ปี

ขั้นตอนที่ 2 การแปลงค่าอัตราตายรายอายุของ ประชากรให้เป็นความน่าจะเป็นของการตาย (nq_x)

$$nq_x = n_x * M_x / 1 + [(1-a_x) * n_x * M_x]$$

เมื่อ n_x คือ จำนวนความกว้างในแต่ละกลุ่มอายุ

a_{n_x} คือ Separation factors เป็นสัดส่วนของจำนวนปีเฉลี่ยที่คนที่ จะตายในแต่ละกลุ่มอายุมีชีวิตอยู่ ข้อเสนอแนะให้ ใช้ค่า Separation factors ดังนี้

กลุ่มอายุ 0 ปี เท่ากับ 0.3

กลุ่มอายุ 1-4 ปี เท่ากับ 0.4

กลุ่มอายุ 5 ปีขึ้นไป เท่ากับ 0.5

โดยค่าความน่าจะเป็นของการตาย (nq_x) ในกลุ่ม อายุสุดท้ายซึ่งเป็นกลุ่มอายุเปิด ค่า nq_x จะมีค่าเป็น 1 เนื่องจากประชากรในกลุ่มอายุสุดท้ายนี้ทุกคนต้องตายหมด ไปในที่สุด ดังนั้นโอกาสที่จะตายจึงต้องเท่ากับ 1 เสมอ

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณจำนวนคนเมื่อเริ่มต้นแต่ละอายุ (l_x) และจำนวนตายในแต่ละอายุ (nd_x)

จำนวนคนเมื่อเริ่มต้นแต่ละอายุ (l_x) ได้มาจากการคำนวณความน่าจะเป็นของการมีชีวิตอยู่ของกลุ่มอายุ $x-1$ คูณจำนวนความน่าจะเป็นของการมีชีวิตอยู่ของกลุ่มอายุ $x-1$ และ

กำหนดให้จำนวนคนเมื่อเริ่มต้นของกลุ่มอายุ 0 ปี หรือ l_0 เท่ากับ 100,000

$$l_x = p_{x-1} * l_{x-1}$$

เมื่อ p_x คือ จำนวนน่าจะเป็นของการมีชีวิตอยู่

$$\text{ซึ่ง } p_x = 1 - q_x$$

จำนวนตายในแต่ละอายุ ($n d_x$) จะได้จากการคูณอายุความน่าจะเป็นของการตายด้วยจำนวนคนเมื่อเริ่มต้น

$$n d_x = n q_x * l_x$$

สำหรับกลุ่มอายุสุดท้ายจำนวนคนตายจะเท่ากับจำนวนคนเมื่อเริ่มต้น เนื่องจากทุกคนจะต้องตายไปจนหมด ในที่สุด ความน่าจะเป็นของการตายในกลุ่มอายุสุดท้ายจึงเท่ากับ 1 เสมอ

ขั้นตอนที่ 4 การคำนวณจำนวนปีคนที่มีชีวิตอยู่ในแต่ละอายุ ($n L_x$)

เป็นการเปลี่ยนจากหน่วยนับที่เป็นคนให้เป็นหน่วยของปีที่มีชีวิตอยู่ หรือเป็นการเปลี่ยนจำนวนคนที่มีชีวิตให้กลายเป็นจำนวนปีที่มีชีวิตในช่วงอายุหรือช่วงเวลานั้น

$$L_x = n_x * (l_{x+1} + a_x * d_x)$$

ในกลุ่มอายุสุดท้ายทุกคนจะตายหมด ดังนั้น d_x จะเท่ากับ ค่า l_x ของอายุสุดท้าย

ขั้นตอนที่ 5 การคำนวณจำนวนปีคนทั้งหมดที่มีชีวิตอยู่ต่อไปหลังจากอายุ x ปี (T_x)

ขั้นตอนนี้จะคำนวณจำนวนปีคนทั้งหมดที่มีชีวิตอยู่ต่อไปหลังจากอายุ x ปี เป็นการรวมจำนวนปีคนในแต่ละกลุ่มอายุตั้งแต่อายุ x ปี เป็นต้นไป จนถึงอายุสุดท้าย การรวมปีคนตั้งแต่อายุ x ปีขึ้นไปจนถึงอายุสุดท้ายในตารางชีพจะใช้วิธีการคำนวณโดยการรวมตั้งแต่อายุสุดท้าย ซึ่งอยู่ในตำแหน่งล่างสุดของตารางชีพบวกย้อนขึ้นทีละชั้น

$$T_x = T_{x+1} + L_x$$

สำหรับค่า T_x ที่อายุสุดท้ายจะเท่ากับค่า L_x ของอายุสุดท้าย

ตารางที่ 1 ตารางชีพย่อของประชากรไทยที่ได้จากการคำนวณ

Age	n_x	$n P_x$	$n D_x$	$n M_x$	a_x	$n q_x$	$n p_x$	l_x	$n d_x$	$n L_x$	T_x	e_x
0	1	701,947	6,690	0.00953	0.3	0.00947	0.99053	100000	947	99337	74.87	74.87
1 - 4	4	3,113,447	2,468	0.00079	0.4	0.00316	0.99684	99053	313	395461	7387746	74.58
5 - 9	5	4,019,089	1,479	0.00037	0.5	0.00184	0.99816	98740	182	493245	6992285	70.82
10 - 14	5	4,100,277	1,976	0.00048	0.5	0.00241	0.99759	98558	237	492198	6499040	65.94
15 - 19	5	4,817,081	5,315	0.00110	0.5	0.00550	0.99450	98321	541	490253	6006842	61.09
20 - 24	5	4,835,449	6,080	0.00126	0.5	0.00627	0.99373	97780	613	487369	5516589	56.42
25 - 29	5	4,675,450	7,166	0.00153	0.5	0.00763	0.99237	97167	742	483982	5029220	51.76
30 - 34	5	5,176,921	10,553	0.00204	0.5	0.01014	0.98986	96426	978	479683	4545238	47.14
35 - 39	5	5,330,804	15,217	0.00285	0.5	0.01417	0.98583	95448	1353	473857	4065555	42.59

ขั้นตอนที่ 6 การคำนวณอายุคาดเฉลี่ย (e_x)

เป็นการนำจำนวนปีคนที่คาดว่าจะมีชีวิตเหลืออยู่ต่อไปจนกระทั่งทุกคนตายไปทั้งหมดมาหารเฉลี่ยด้วยจำนวนคนที่มีชีวิตเมื่อเริ่มต้นอายุนั้นในแต่ละอายุ

$$e_x = T_x / l_x$$

เมื่อนำข้อมูลจำนวนประชากรไทย พ.ศ.2562⁽¹³⁾ และจำนวนการตายรายอายุ พ.ศ.2562⁽¹⁴⁾ มาคำนวณตามขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนแล้วจะได้ตารางชีพดังตารางที่ 1

3.3. อายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ (5, 15, 16)

อายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ หมายถึง อายุโดยเฉลี่ยของประชากรที่คาดว่าจะมีชีวิตอยู่อย่างมีสุขภาพหรือสุขภาพที่สมบูรณ์ ถือเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่ม health expectancies เป็นการวัดสถานะสุขภาพของประชากรที่พัฒนาโดยองค์การอนามัยโลก โดยครอบคลุมทั้งการตายและป่วย HALE เป็นตัวชี้วัดที่ปรับอายุคาดเฉลี่ยที่คำนวณได้ตามตารางชีพให้เป็นอายุเฉลี่ยที่มีชีวิตอยู่ตามสถานะสุขภาพระดับต่าง ๆ ในแต่ละช่วงชีวิต ซึ่งมีการให้น้ำหนักของสถานะสุขภาพเท่ากับ 1 หรือ สุขภาพสมบูรณ์ที่สุดไปจนถึง 0 ซึ่งหมายถึงการตาย โดยประวัติความเป็นมาของ HALE เริ่มจาก ค.ศ. 1964 Sanders⁽¹⁷⁾ เป็นผู้ริเริ่มให้นำเอาเรื่องความเจ็บป่วยเข้ามาประยุกต์กับตารางชีพ เพื่อเปรียบเทียบระดับสุขภาพของประชากรกลุ่มต่าง ๆ จากนั้น ค.ศ. 1971 Sullivan⁽¹⁸⁾ ได้พัฒนาเทคนิควิธีการวัดเป็นค่าขึ้นมาเรียกว่า “Sullivan’s Method” วิธีนี้เป็นการวัดสุขภาพองค์รวมด้วยดัชนี “อายุคาดเฉลี่ยที่ปลอดทุพพลภาพ” (Disability-Free Life Expectancy; DFLE) ค.ศ. 1980 ได้มีการพัฒนาดัชนีตัวอื่น ๆ เพิ่มขึ้น เช่น “อายุคาดเฉลี่ยที่ปรับทุพพลภาพ” (Disability-Adjusted Life Expectancy: DALE) “อายุคาดเฉลี่ยที่ปรับความพิการ” (Handicap - Free Life Expectancy) “อายุคาดเฉลี่ยที่ไม่ต้องพึ่งพา” (Independent Life Expectancy) โดยในปี ค.ศ. 2000

Age	n_x	nP_x	nD_x	nM_x	a_x	nq_x	nPx	l_x	nd_x	nL_x	T_x	e_x
40 - 44	5	5,406,854	20,432	0.00378	0.5	0.01872	0.98128	94095	1761	466072	3591698	38.17
45 - 49	5	5,296,520	26,688	0.00504	0.5	0.02488	0.97512	92334	2297	455926	3125625	33.85
50 - 54	5	4,705,307	32,368	0.00688	0.5	0.03381	0.96619	90037	3044	442571	2669700	29.65
55 - 59	5	3,714,666	36,096	0.00972	0.5	0.04743	0.95257	86992	4126	424644	2227128	25.60
60 - 64	5	2,982,769	38,385	0.01287	0.5	0.06234	0.93766	82866	5166	401414	1802484	21.75
65 - 69	5	2,101,259	40,426	0.01924	0.5	0.09178	0.90822	77700	7131	370671	1401070	18.03
70 - 74	5	1,513,026	45,695	0.03020	0.5	0.14040	0.85960	70569	9908	328073	1030398	14.60
75 - 79	5	1,173,287	54,530	0.04648	0.5	0.20819	0.79181	60660	12629	271730	702325	11.58
80 - 84	5	739,956	54,085	0.07309	0.5	0.30900	0.69100	48031	14842	203053	430596	8.96
85+		551,204	80,400	0.14586		1.00000	0.00000	33190	33190	227542	227542	6.86

หมายเหตุ ตัวเลขได้จากการคำนวณในโปรแกรม Excel โดยผู้เขียน ซึ่งค่าที่ได้จึงอาจไม่เท่ากับเมื่อคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข เนื่องจากการปัดทศนิยม

องค์การอนามัยโลกได้เปรียบเทียบสถานะสุขภาพระหว่างประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกด้วยดัชนี DALE จนกระทั่ง ค.ศ. 2001 ได้ปรับชื่อจาก DALE เป็น HALE⁽¹⁹⁾

3.4. การคำนวณอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ^(5, 15, 16)

อายุคาดเฉลี่ยของการมีสุขภาพจะมีหลักการในการคำนวณโดยประยุกต์ต่อจากวิธีการทางประชากรศาสตร์ที่ใช้ตารางชีพในการคำนวณอายุคาดเฉลี่ยโดยคิดสัดส่วนของปีที่มีชีวิตอยู่ของประชากรที่ปรับด้วยน้ำหนักสุขภาพในระดับต่าง ๆ แล้วจึงนำค่าปีที่มีชีวิตอยู่ทั้งหมดของประชากรมารวมกันเป็นค่าอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ^(4, 12)

สำหรับประเทศไทยได้ประยุกต์จากวิธีการของซัลลิแวน (Sullivan's method)⁽²⁰⁾ ซึ่งต้องการข้อมูลจากตารางชีพของประชากรร่วมกับข้อมูลความชุกของภาวะสุขภาพระดับต่าง ๆ ในการคำนวณจำนวนปีที่คาดว่าจะมีชีวิตอยู่ในภาวะสุขภาพระดับนั้น ๆ โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

l_x คือ จำนวนคนที่มีชีวิตอยู่ที่อายุ x ปี ในตารางชีพสมมติแบบชั่วคราว

L_x คือ จำนวนปีทั้งหมดที่มีชีวิตของประชากรในตารางชีพ ระหว่างอายุ x ปี และ $x+5$ ปี

WD_x คือ ความชุกของภาวะสุขภาพที่ปลอดภัย ภาวะความทุพพลภาพ ที่ปรับค่าน้ำหนักความรุนแรง ระหว่างอายุ x ปี และ $x+5$ ปี ในประชากร ได้มาจากการสำรวจสถานะสุขภาพหรือภาวะทุพพลภาพ

YWD_x คือ จำนวนปีคนที่เทียบเท่าการมีชีวิตอยู่ด้วยสุขภาพที่สมบูรณ์ ระหว่างอายุ x ปี และ $x+5$ ปี คำนวณโดย

$$YWD_x = L_x * WD_x$$

$TYWD_x$ คือ จำนวนปีคนทั้งหมดที่มีชีวิตอยู่ด้วยสุขภาพที่สมบูรณ์ ระหว่างอายุ x ปี และ $x+5$ ปี คำนวณ

โดยการรวมตั้งแต่อายุสุดท้าย ซึ่งอยู่ในตำแหน่งล่างสุดของตารางบวกลบย้อนขึ้นทีละชั้น

$$TYWD_x = TYWD_{x+1} + YWD_x$$

สำหรับค่า $TYWD_x$ ที่อายุสุดท้ายจะเท่ากับค่า YWD_x ของอายุสุดท้าย

HALE ที่อายุ x ปี คือ จำนวนปีคนทั้งหมดที่มีชีวิตอยู่ด้วยสุขภาพที่สมบูรณ์ ($TYWD_x$) หารด้วยจำนวนคนที่มีชีวิตที่อายุ x ปี (l_x) คำนวณโดย

$$HALE_x = TYWD_x / l_x$$

หลังจากที่ใช้ค่า l_x และ L_x จากตารางที่ 1 และค่า WD_x มาคำนวณ HALE ตามสูตรข้างต้นแล้ว จะได้ค่า HALE ดังตารางที่ 2

ข้อจำกัดของวิธีซัลลิแวน^(5, 16, 18)

1. ในการคำนวณค่าของ HALE ใช้อัตราความชุกไม่ใช้อัตราอุบัติการณ์ ทำให้ไม่สะท้อนสถานะเสี่ยงที่แท้จริงของประชากร และค่าของอัตราความชุกที่วัดได้ในแต่ละช่วงอายุนั้น อาจเป็นภาวะเสี่ยงของการเกิดโรคในประชากรกลุ่มอายุที่ต่ำกว่ากลุ่มอายุที่วัดได้จริงก็เป็นได้ วิธีซัลลิแวนจะให้ค่า HALE ใกล้เคียงกับวิธีตารางชีพแบบหลายทาง

2. การวัดสถานะสุขภาพส่วนใหญ่ได้จากการสัมภาษณ์ และให้ผู้ตอบประเมินสถานะสุขภาพในแต่ละมิติหรือแต่ละองค์ประกอบของตนเอง จึงมีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง ได้แก่ อายุ เพศ ระดับเศรษฐกิจ การศึกษา วัฒนธรรมและกลุ่มเชื้อชาติต่าง ๆ กลุ่มอาชีพ ระดับของการพัฒนาโดยเฉพาะการพัฒนาทางอุตสาหกรรม ช่วงเวลาที่สัมภาษณ์ โดยพบว่าผู้ที่มีการศึกษาดี ฐานะดี มีข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพอย่างกว้างขวางมักจะให้คำตอบเกี่ยวกับสถานะสุขภาพของตนเองได้ใกล้เคียงกับสถานะที่แท้จริงมากกว่ากลุ่มที่ด้อยโอกาสทางสังคมอื่น

ตารางที่ 2 การคำนวณอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ (HALE) ด้วยวิธีของซัลลิแวน

Age	l_x	nL_x	e_x	WD_x	YWD_x	$TYWD_x$	HALE
0	100,000	99,337	74.87	0.972	96,506	6,771,019	67.71
1-4	99,053	395,461	74.58	0.972	384,191	6,674,512	67.38
5-9	98,740	493,245	70.82	0.972	479,188	6,290,322	63.71
10-14	98,558	492,198	65.94	0.972	478,171	5,811,134	58.96
15-19	98,321	490,253	61.09	0.972	476,281	5,332,962	54.24
20-24	97,780	487,369	56.42	0.970	472,738	4,856,681	49.67
25-29	97,167	483,982	51.76	0.962	465,747	4,383,943	45.12
30-34	96,426	479,683	47.14	0.956	458,693	3,918,196	40.63
35-39	95,448	473,857	42.59	0.948	449,105	3,459,503	36.25
40-44	94,095	466,072	38.17	0.934	435,273	3,010,398	31.99
45-49	92,334	455,926	33.85	0.924	421,135	2,575,124	27.89
50-54	90,037	442,571	29.65	0.905	400,737	2,153,990	23.92
55-59	86,992	424,644	25.60	0.883	374,762	1,753,253	20.15
60-64	82,866	401,414	21.75	0.847	339,930	1,378,491	16.64
65-69	77,700	370,671	18.03	0.813	301,413	1,038,561	13.37
70-74	70,569	328,073	14.60	0.765	250,943	737,148	10.45
75-79	60,660	271,730	11.58	0.732	198,856	486,205	8.02
80-84	48,031	203,053	8.96	0.688	139,712	287,350	5.98
85+	33,190	227,542	6.86	0.649	147,638	147,638	4.45

หมายเหตุ ตัวเลขได้จากการคำนวณในโปรแกรม Excel โดยผู้เขียน ซึ่งค่าที่ได้จึงอาจไม่เท่ากับเมื่อคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข เนื่องจากมีการปัดทศนิยม

3.5 ประโยชน์และแนวทางในการนำไปใช้เชิงนโยบายสุขภาพ

อายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ (HALE) เป็นดัชนีตัวหนึ่งในกลุ่มดัชนีความยืนยาวของชีวิตตามสถานะสุขภาพ และจัดเป็นดัชนีวัดเชิงองค์รวมที่แสดงความยืนยาวของชีวิตเมื่อปรับตามสถานะสุขภาพระดับต่าง ๆ การวัดความยืนยาวของชีวิตจึงชัดเจนขึ้น เพราะสะท้อนระยะเวลาของการอยู่อย่างมีสุขภาพดีหรือไม่ดี จึงมีประโยชน์หลายด้านทั้งการควบคุมโรค การรักษาพยาบาล และการพัฒนาคุณภาพชีวิต ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1.) ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของสถานะสุขภาพของประชากร โดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุ
- 2.) ใช้วัดความเสมอภาคด้านสุขภาพตามกลุ่มอายุระหว่างกลุ่มประชากร เช่น ระหว่างเพศชายและหญิง ซึ่งพบในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย และเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ผู้หญิงจะมีอายุยืนยาวกว่าผู้ชายแต่ช่วงชีวิตที่อยู่อย่างสุขภาพเสื่อมโทรมนั้นกลับยาวนานกว่า
- 3.) ใช้ประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการควบคุมและป้องกันโรค โดยการขจัดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดโรคหรือสาเหตุของโรค เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงความยืนยาวของชีวิตอย่างมีสุขภาพดี

4.) ใช้เรียงลำดับความสำคัญของยุทธศาสตร์ในการวางแผนนโยบายทางสุขภาพและการให้บริการสาธารณสุข

5.) ปัญหาสุขภาพที่ทำให้เกิดการเจ็บป่วยแต่ยังไม่รุนแรงถึงตายเพราะการรักษาพยาบาลชะลอการตายไว้ได้ เช่น โรคเรื้อรังต่าง ๆ มีความชัดเจนขึ้น และได้รับความสนใจในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนเพิ่มขึ้น

6.) องค์ประกอบของดัชนียืนยาวของชีวิตตามสถานะมีทั้งความยืนยาวของชีวิตและการมีชีวิตอยู่โดยมีสถานะสุขภาพต่างกัน ซึ่งสามารถวัดสถานะสุขภาพได้หลายรูปแบบ เช่น มีโรค/ไม่มีโรค, มีความพิการ/ไม่พิการ, มีภาวะทุพพลภาพ/ไม่ทุพพลภาพ ฯลฯ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถทดสอบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของตัวแบบการแก้ปัญหาได้หลายรูปแบบ เช่น การพัฒนาสุขภาพองค์รวมทั้งกาย ใจ จิตสังคมและวิญญาณ การแก้ปัญหาภาวะทุพพลภาพ การพัฒนาการใช้ชีวิตประจำวันอย่างมีสุขภาพดี

4. บทสรุป

การวัดความยืนยาวของชีวิตด้วยการคำนวณอายุคาดเฉลี่ยและอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพเป็นดัชนีที่สำคัญที่

ทำให้ทราบสถานะสุขภาพของประชากรในประเทศ
อายุคาดเฉลี่ยนั้นจะได้มาจากการสร้างตารางชีพ ซึ่งการ
สร้างตารางชีพนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลที่สำคัญคือ จำนวน
ประชากร และจำนวนตาย ผลสุดท้ายของตารางชีพจะได้
อายุคาดเฉลี่ยของอายุหรือกลุ่มอายุนั้น ๆ เช่น จากตารางที่
1 เมื่อแรกเกิดหรืออายุ 0 ปี จะมีอายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด
เท่ากับ 74.87 ปี หรือที่อายุ 60 – 64 ปี จะมีอายุคาดเฉลี่ย
เท่ากับ 21.75 ปี และการคำนวณอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพจะ
จะต้องใช้ค่าจำนวนคนที่มีชีวิตอยู่และจำนวนปีทั้งหมดที่มี
ชีวิตจากตารางชีพ และความชุกของภาวะสุขภาพที่ปลอด
ภาวะความทุพพลภาพที่ปรับค่าน้ำหนักความรุนแรงจาก
การสำรวจสถานะสุขภาพหรือภาวะทุพพลภาพ มาคำนวณ
ซึ่งผลที่ได้สุดท้ายจากการคำนวณจะเป็นค่าอายุคาดเฉลี่ยที่
มีสุขภาพของอายุหรือกลุ่มอายุนั้น ๆ เช่น จากตารางที่ 2
เมื่อแรกเกิดหรืออายุ 0 ปี จะมีอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ
เมื่อแรกเกิด เท่ากับ 67.71 ปี หรือที่อายุ 60 – 64 ปี จะมี
อายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพ เท่ากับ 16.64 ปี จะเห็นได้ว่า
อายุคาดเฉลี่ยและอายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาพมีความ
แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น เมื่อแรกเกิดหรืออายุ 0 ปี มีความ
แตกต่างกัน 7.16 ปี ซึ่งหมายความว่าเมื่อแรกเกิดประชากร
จะมีอายุโดยเฉลี่ยที่คาดว่าจะมีชีวิตอยู่อย่างมีสุขภาพหรือ
สุขภาพที่สมบูรณ์เพียง 67.71 ปี และจะมีชีวิตอยู่ต่อด้วย
ความพิการหรือทุพพลภาพอีก 7.16 ปี อายุคาดเฉลี่ยที่มี
สุขภาพเป็นการวัดความยืนยาวของชีวิตที่ชัดเจนเพราะ
สะท้อนระยะเวลาของการอยู่อย่างมีสุขภาพดีหรือไม่ดี
จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านของการวัดการ
เปลี่ยนแปลงของสถานะสุขภาพของประชากรประเทศ
ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของนโยบายที่มีอยู่ในปัจจุบัน
รวมทั้งเป็นข้อมูลในการวางแผนนโยบายด้านสุขภาพที่
สำคัญของประเทศของประเทศในอนาคต ทั้งในด้านการ
บริหาร การพัฒนาระบบบริการสาธารณสุข และพัฒนา
คุณภาพชีวิตของประชากรให้ดีขึ้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย
ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี และปฏิรูปประเทศ
ไทย (ด้านสาธารณสุข) พ.ศ. 2560-2579 ที่กำหนด
เป้าหมายใน พ.ศ. 2579 ไว้ว่า อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด
ของประชากรไทยต้องไม่น้อยกว่า 80 ปี และอายุคาดเฉลี่ย
ที่มีสุขภาพต้องไม่น้อยกว่า 72 ปี ดังนั้นหากต้องการบรรลุ
เป้าหมายที่วางไว้จำเป็นต้องมีแนวทางที่มีประสิทธิภาพใน
การดำเนินการอย่างเป็นระบบ ทั้งการประเมินความยืน
ยาวของชีวิตประชากรอย่างต่อเนื่องและนำข้อมูลจากการ
ประเมินไปพัฒนาแผนนโยบายด้านสาธารณสุขให้มีความ

เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ผลการศึกษานี้จึงมีความสำคัญที่จะ
เป็นหลักการและแนวทางในการวัดความยืนยาวของชีวิต
ให้กับผู้ปฏิบัติงานการประเมินสถานะสุขภาพของประชากร
ระดับประเทศ และเป็นแนวทางการกำหนดนโยบาย
สำหรับผู้บริหาร ตลอดจนใช้เป็นหลักการและความรู้
สำหรับการทำงานของผู้ปฏิบัติงานสาธารณสุขในระดับ
พื้นที่

5. เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Life expectancy and Healthy life expectancy 2020 [Internet]. [cited 2022 February 3]. Available from: <https://apps.who.int/gho/data/view.main.SDG2016LEXREGV?lang=en>.
2. กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. สถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2563. นนทบุรี: สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข; 2565.
3. สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. แผนยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ ๒๐ ปี และปฏิรูปประเทศไทย (ด้านสาธารณสุข). นนทบุรี: สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข; 2559.
4. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาดัชนีประเมินภาวะโรคและสุขภาพประชากรไทย สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ. ดัชนีประเมินสุขภาพประชากรแบบองค์รวม. นนทบุรี: สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ; 2556.
5. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาดัชนีประเมินภาวะโรคและสุขภาพประชากรไทย สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ. ดัชนีประเมินสุขภาพประชากรแบบองค์รวม. นนทบุรี: สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ; 2564.
6. ปราโมทย์ ประสาทกุล, ปัทมา ว่าพัฒนางค์, อุทัยทิพย์ รักจรรยาบรรณ, นวรัตน์ เพ็ชรเจริญ. การสร้างตารางชีพระดับจังหวัด. นนทบุรี: สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข; 2545.
7. ปราโมทย์ ประสาทกุล, ปัทมา ว่าพัฒนางค์. ตารางชีพ: เครื่องมือสำคัญทางประชากรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง; 2544.
8. Bell FC, Miller ML. Life tables for the United States social security area, 1900-2100

- Baltimore, Md: Social Security Administration, Office of the Chief Actuary; 2005.
9. Glotzer O, Fabian T, Chandra A, Bakhos C. Non-small cell lung cancer therapy: Safety and efficacy in the elderly. *Drug, health care and patient safety*. 2013; 5:113-21.
 10. ปราโมทย์ ประสาทกุล. ประชากรศาสตร์: สารัตถศึกษาเรื่องประชากรมนุษย์. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง; 2543.
 11. Shryock HS, Siegel JS, editors. *The Methods and Materials of Demography*. San Diego: Academic Press; 1976.
 12. World Health Organization. *National burden of disease studies: A practical guide*. edition 2.0. Geneva: WHO, Global Program on Evidence for Health Policy. 2001.
 13. สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. ขนาดและโครงสร้างของประชากรตามอายุและเพศ พ.ศ. 2562 [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2565]. แหล่งข้อมูล: <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/01.aspx>.
 14. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาดัชนีประเมินภาระโรคและสุขภาพของประชากรไทย สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ. รายงานการศึกษาสาเหตุการตายของประชากรไทย พ.ศ. 2560-62. นนทบุรี: บริษัทเดอะ กราฟิโก ซิสเต็มส์ จำกัด; 2564.
 15. กนิษฐา บุญธรรมเจริญ และวิโรจน์ ตั้งเจริญเสถียร. ภาระโรค: ปีสุขภาวะที่สูงวัยและอายุคาดเฉลี่ยของการมีสุขภาวะของประชากรไทย. *วารสารวิชาการสาธารณสุข*. 2559; 25(2): 342-50.
 16. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาดัชนีประเมินภาระโรคและสุขภาพของประชากรไทย สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ. พยากรณ์อายุคาดเฉลี่ยที่มีสุขภาวะของประชากรไทย พ.ศ. 2558-2573. นนทบุรี: สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ; 2560.
 17. Sanders BS. Measuring community health levels. *American Journal of Public Health Nations Health* 1964. 54(7). 1063-70.
 18. Sullivan DF. A single index of mortality and morbidity. *HSMHA Health Reports* 1971. 86(4). 347-54.
 19. World Health Organization. *The World Health Report 2000. Health System: Improving Performance*; 2000.
 20. Jagger C, Cox B, Roy SL. Health expectancy calculation by the Sullivan Method: A Practical Guide. 3rd ed. EHEMU Technical Report September 2006. Montpellier: European Health Expectancy Monitoring Unit; 2006.