

## นิพนธ์ต้นฉบับ

## Original Article

# ผลกระทบของอัตราสูญเสียวัคซีนต่อการบริหารจัดการวัคซีนและตารางการให้วัคซีน ในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค: กรณีศึกษาวัคซีน DTP, DTP-HB และ DTP-HB-Hib

## Impact of vaccine wastage rate on national vaccine management and immunization schedule: A case study of DTP, DTP-HB and DTP-HB-Hib vaccine

พรศักดิ์ อยู่เจริญ<sup>1</sup>Pornsak Yoocharoen<sup>1</sup>ปิยะนาถ เชื้อนาค<sup>2</sup>Piyanart Chuanark<sup>2</sup>ชัตติยะ อุตม์อ่าง<sup>2</sup>Kattiya Ut-ang<sup>2</sup>จารวี รัตนยศ<sup>3</sup>Jarawee Rattanayot<sup>3</sup><sup>1</sup>สำนักงานคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ  
กรมควบคุมโรค<sup>1</sup>Office of the Senior Expert Committee,  
Department of Disease Control<sup>2</sup>กองโรคป้องกันด้วยวัคซีน กรมควบคุมโรค<sup>2</sup>Division of Vaccine Preventable Diseases,  
Department of Disease Control<sup>3</sup>สำนักสนับสนุนระบบบริการปฐมภูมิ  
สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ<sup>3</sup>Bureau of Primary Health Care Fund  
Management, National Health Security Office

DOI: 10.14456/dcj.2021.21

Received: May 25, 2020 | Revised: September 29, 2020 | Accepted: September 29, 2020

### บทคัดย่อ

วัคซีนเป็นเครื่องมือที่สำคัญทางด้านสาธารณสุขในการป้องกันควบคุมโรค การบริหารจัดการวัคซีนต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพ ความคุ้มค่าและคุ้มครองประโยชน์ของประชาชนที่ได้รับ และอัตราสูญเสียวัคซีนเป็นปัจจัยที่สำคัญและต้องเกิดดุลยภาพระหว่างงบประมาณที่ใช้ในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคกับประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการป้องกันโรค เพื่อจะหาปัจจัยและแนวทางในการลดอัตราสูญเสียของวัคซีนที่เกิดจากการให้บริการในหน่วยบริการ และผลกระทบของการบริหารจัดการวัคซีนและแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคของประเทศ วิธีการศึกษาเป็นเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวางเพื่อหาอัตราสูญเสียและปัจจัยต่างๆ ในกระบวนการให้บริการวัคซีนของหน่วยบริการ โดยการสุ่มอย่างง่ายแบบหลายชั้นจำนวน 12 อำเภอของ 12 จังหวัดที่สุ่มได้รวม 242 แห่ง และใช้ข้อมูลจากใบเบิกวัคซีน (ว.3/1) ของหน่วยบริการจำนวน 2,945 ตัวอย่างมาวิเคราะห์ พบอัตราสูญเสียวัคซีน DTP-HB และ DTP เฉลี่ยร้อยละ 36.07 และ 45.19 ตามลำดับ และจำนวนเด็กที่มีรับวัคซีนในแต่ละครั้งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออัตราสูญเสียวัคซีน โดยร้อยละ 18.7 มีเด็กมารับวัคซีนน้อยกว่า 5 คน และร้อยละ 49.4 มีเด็กมารับวัคซีนน้อยกว่า 10 คน ทำให้อัตราสูญเสียวัคซีนที่เปิดให้บริการสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ร้อยละ 25 สำหรับวัคซีนขนาดบรรจุ 10 โดส/ขวด หากปรับเปลี่ยนให้มีขนาดบรรจุเล็กลงเป็น 5 และ 2 โดส/ขวด จะทำให้อัตราสูญเสียวัคซีน DTP-HB ลดลงเป็นร้อยละ 18.03 และ 6.12 ตามลำดับ แต่หากเพิ่มจำนวนครั้งวัคซีน

DTP-HB ที่เด็กต้องได้รับเป็น 4 และ 5 ครั้ง พบอัตราสูญเสียวัคซีน DTP-HB ร้อยละ 25.96 และ 20.75 ปัจจุบันได้ปรับเปลี่ยนวัคซีนจาก DTP-HB เป็น DTP-HB-Hib เพื่อป้องกันโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบและปอดอักเสบในเด็ก ดังนั้นเพื่อให้การบริหารจัดการวัคซีนเกิดประสิทธิภาพและเป็นการลดอัตราสูญเสียวัคซีน DTP-HB-Hib ที่ใช้ในแผนงานฯ ควรปรับจำนวนครั้งให้เด็กได้รับวัคซีนเป็น 4 หรือ 5 ครั้ง หรือปรับการให้บริการเป็นวัคซีน DTP-HB-Hib ชนิดเดี่ยวทดแทนวัคซีน DTP ซึ่งต้องใช้เงินในการจัดหาวัคซีนเพิ่มขึ้น 7-13 ล้านบาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 0.87-1 ของงบประมาณที่ใช้ในแผนงานฯ แต่จะทำให้เด็กมีระดับภูมิคุ้มกันโรคเพิ่มขึ้นและป้องกันโรคได้ยาวนานขึ้น และเจ้าหน้าที่สามารถให้บริการวัคซีนแก่เด็กที่มารับวัคซีนได้สะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยยิ่งขึ้น

ติดต่อผู้พิมพ์ : พรศักดิ์ อยู่เจริญ

อีเมล : yoocharoenp@gmail.com

## Abstract

Vaccine is a crucial tool in public health intervention to prevent and protect against the vaccine preventable diseases (VPDs). An efficient vaccine management should be considered based on cost-benefit assessments for the general population. The vaccine wastage is a key factor to manage and balance between cost and benefit for the national immunization program (also known as the EPI program). The objective of this study is to determine the ways and factors that can reduce a wastage rate on the EPI program. A descriptive cross-sectional study was conducted by multi-stage simple random sampling on participating health facilities at all levels. A total of 242 health facilities were selected from 12 districts of 12 sampling provinces. A total of 2,945 vaccine request forms (V.3/1) were analyzed. A mean vaccine wastage rate of DTP-HB and DTP was 36.07 and 45.19, respectively. The wastage rate was higher than expected national target, i.e. not greater than 25% for 10 doses/vial of vaccine package. It was found that 18.7% of wastage rate was caused by less than five children coming to receive the vaccine, and 49.4% of wastage rate was due to less than 10 children visit a health facility for vaccination. Based on the findings, a lower number of children is the main cause of high vaccine wastage rate that appeared to be unavoidable. When the size of vaccine package had been changed to 5 and 2 doses/vial, the wastage rate was reduced to 18.03% and 6.12%, respectively. On the other hand, to increase a dose or doses of vaccine for the immunization schedule to 4 and 5 doses of DTP-HB, wastage rate was found to have decreased to 25.96% and 20.75%, respectively. At present, the EPI program has replaced DTP-HB with DTP-HB-Hib to prevent meningitis and pneumonitis from Hib. Conclusion: For an effective vaccine management to reduce the vaccine wastage rate and improve a cost-benefit ratio to prevent the diseases, the national immunization schedule should implement a change in DTP-HB-Hib package from 3 doses to 4 or 5 doses or, alternatively, replace DTP vaccine with DTP-HB-Hib as a single formular vaccine. This change will need an additional budget of approximately 7-13 million Baht/year, representing 0.87-1.0% of total budget, for a new immunization schedule to increase immunity and improve service delivery and safety for the EPI program.

Correspondence: Pornsak Yoocharoen

E-mail: yoocharoenp@gmail.com

**คำสำคัญ**

อัตราสูญเสียวัคซีน, การบริหารจัดการวัคซีน, วัคซีน, DTP; DTP-HB; DTP-HB-Hib

**Keywords**

vaccine wastage, vaccine management, DTP; DTP-HB; DTP-HB-Hib

**บทนำ**

วัคซีนเป็นเครื่องมือที่ทั่วโลกยอมรับว่ามีความสำคัญทางด้านสาธารณสุขในการป้องกันโรค การบริหารจัดการวัคซีนที่ดีและมีประสิทธิภาพต้องให้สอดคล้องกับแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคในการให้บริการวัคซีนแก่ประชาชนโดยมีการจัดทำแผนการดำเนินงาน ประเมินความต้องการและจัดหาวัคซีนให้เพียงพอและครอบคลุมประชากรกลุ่มเป้าหมายทุกกลุ่ม เก็บรักษาวัคซีนให้มีคุณภาพและปลอดภัย มีกระบวนการจัดส่งและกระจายวัคซีนให้หน่วยบริการอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้หน่วยบริการทุกแห่งพร้อมในการให้บริการตามแผนงานที่กำหนดไว้ นอกจากนี้การบริหารจัดการวัคซีนที่ดีต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพและความคุ้มค่า และประโยชน์ที่ประชาชนจะได้รับในการป้องกันโรคตามแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค<sup>(1-5)</sup> ซึ่งต้องดำเนินการให้เกิดดุลยภาพระหว่างงบประมาณที่ใช้ในแผนงานกับประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการป้องกันโรค ในอดีตกรมควบคุมโรคเป็นผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการวัคซีนและแผนการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ต่อมาได้มีการปรับเปลี่ยนการบริหารจัดการงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคของกระทรวงสาธารณสุข โดยในปี 2553

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติได้เป็นผู้ดำเนินการจัดหาและกระจายวัคซีนให้กับหน่วยบริการสาธารณสุขของประเทศ รวมถึงเป็นผู้กำหนดตารางการให้บริการวัคซีนในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค<sup>(6)</sup> ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งได้มีการทบทวน ปรับปรุง และประกาศให้หน่วยบริการสาธารณสุขทุกแห่งถือปฏิบัติเป็นประจำทุกปี ภายใต้คำแนะนำของอนุกรรมการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค และปัจจุบันได้กำหนดให้นำวัคซีนรวมป้องกันโรคคอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน-ตับอักเสบบี-ฮิบ (DTP-HB-Hib) มาใช้ทดแทนวัคซีน DTP-HB ในเดือนมิถุนายน 2562 เพื่อป้องกันโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบและปอดอักเสบที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย *Haemophilus Influenza type b* (Hib) เพิ่มเติมอีกโรคหนึ่ง ซึ่งเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขทั่วโลกและพบได้ในประเทศไทย<sup>(7-9)</sup> อีกทั้งเป็นสาเหตุที่ทำให้เด็กพิการและเสียชีวิต วัคซีนป้องกันโรคใหม่นี้เรียกว่า “วัคซีนป้องกันโรคฮิบ” อย่างไรก็ตามคำแนะนำโดยทั่วไปกำหนดให้ต้องได้รับวัคซีนป้องกันโรคฮิบอย่างน้อย 3 ครั้ง และกระตุ้นอีก 1 ครั้งเมื่ออายุ 12-15 เดือน รวมทั้งสิ้นจำนวน 4 ครั้ง<sup>(10)</sup> ซึ่งในปัจจุบันเด็กไทยได้รับวัคซีนจำนวน 3 ครั้งเท่านั้น (ไม่ได้รับการกระตุ้นอีก 1 ครั้ง)

ตารางที่ 1 กำหนดตารางการให้วัคซีนตามแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคกระทรวงสาธารณสุข ปี 2563 และ ปี 2561

| อายุ         | วัคซีน (ปี 2563) | วัคซีน (ปี 2561) | หมายเหตุ                                                                                                       |
|--------------|------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| แรกเกิด      | HB1              | HB1              | HB: วัคซีนป้องกันโรคตับอักเสบบี                                                                                |
|              | BCG              | BCG              | BCG: วัคซีนป้องกันวัณโรค                                                                                       |
| 1 เดือน      | HB2              | HB2              | HB2: ให้เฉพาะรายที่คลอดจากมารดาที่เป็นพาหะของไวรัสตับอักเสบบี                                                  |
|              | OPV1             | OPV1             | OPV: วัคซีนป้องกันโรคโปลิโอชนิดรับประทาน                                                                       |
| 2 เดือน      | DTP-HB-Hib1*     | DTP-HB1          | IPV: วัคซีนป้องกันโรคโปลิโอชนิดฉีด                                                                             |
|              | Rota1**          | -                | DTP-HB: วัคซีนรวมป้องกันโรคคอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน-ตับอักเสบบี                                                    |
|              | OPV2             | OPV2             | DTP: วัคซีนรวมป้องกันโรคคอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน                                                                   |
| 4 เดือน      | IPV1             | IPV1             | LA-JE: วัคซีนป้องกันโรคไขสมองอักเสบเฉียบพลันเป็นอเนกฤทธิ์                                                      |
|              | DTP-HB-Hib2      | DTP-HB2          | MMR: วัคซีนรวมป้องกันโรคหัด-คางทูม-หัดเยอรมัน                                                                  |
|              | Rota2            | -                | DTP-HB-Hib: วัคซีนรวมป้องกันโรคคอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน-ตับอักเสบบี-อหิวาตกโรค                                     |
|              | OPV3             | OPV3             | Rota: วัคซีนโรตา                                                                                               |
| 6 เดือน      | DTP-HB-Hib3      | DTP-HB3          | หมายเหตุ: วัคซีนป้องกันโรคไอกรนที่ใช้ในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคเป็นชนิดเชื้อตายแบบเต็มเซลล์ (whole cell) |
|              | Rota3            | -                |                                                                                                                |
| 9 เดือน      | LA-JE1           | LA-JE1           |                                                                                                                |
| 1 ปี         | MMR1             | MMR1             |                                                                                                                |
| 1 ปี 6 เดือน | OPV4             | OPV4             |                                                                                                                |
|              | DTP4             | DTP4             |                                                                                                                |
| 2 ปี 6 เดือน | LA-JE2           | LA-JE2           |                                                                                                                |
|              | MMR2             | MMR2             |                                                                                                                |
| 4 ปี         | OPV5             | OPV5             |                                                                                                                |
|              | DTP5             | DTP5             |                                                                                                                |

\* DTP-HB-Hib เป็นวัคซีนบรรจุใหม่ในแผนงานเดือนมิถุนายน 2562, ใช้ทดแทนวัคซีนรวมป้องกันโรคคอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน-ตับอักเสบบี

\*\* Rota เป็นวัคซีนบรรจุใหม่ในแผนงานเดือนกุมภาพันธ์ 2563, ใช้ป้องกันโรคอุจจาระร่วงจากเชื้อไวรัสโรตา

การปรับเปลี่ยนการบริหารจัดการวัคซีน มีเหตุผลที่สำคัญ คือ อัตราสูญเสียวัคซีน ในอดีตพบว่ามีอัตราค่อนข้างสูงจากระบบการเก็บรักษาวัคซีนในคลัง และการขนส่งการกระจายวัคซีน ซึ่งมีหลายระดับตั้งแต่ระดับส่วนกลาง ระดับเขต ระดับจังหวัด และระดับอำเภอ ส่งผลให้วัคซีนมีโอกาสตกค้างและหมดอายุในคลังวัคซีน และทำให้เกิดการสูญเสียวัคซีนโดยยังไม่ได้เปิดวัคซีนให้บริการ (Unopened Vial Wastage, UVW) เป็นจำนวนมาก ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่สามารถบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพได้ องค์การอนามัยโลกได้กำหนดให้ระบบการบริหารจัดการวัคซีนโดยรวมในแผนงานมีอัตราสูญเสียไม่เกินร้อยละ 50<sup>(11)</sup> และยังมีนโยบายการเปิดใช้

วัคซีนขนาดบรรจุหลายโดสในการให้บริการ (Multi-Doses Vial Policy: MDVP) ซึ่งได้กำหนดให้วัคซีนมีอายุในการใช้งานยาวนานขึ้นตามชนิดของวัคซีน<sup>(12)</sup> เพื่อช่วยลดอัตราสูญเสียวัคซีนขณะให้บริการ โดยแนะนำให้กลุ่มวัคซีนชนิดน้ำแขวนตะกอน (liquid form) มีอายุ 28 วัน และอัตราสูญเสียร้อยละ 5-25 ส่วนกลุ่มวัคซีนที่ใช้ตัวทำละลาย (lyophilized form) มีอายุ 6 ชั่วโมง และอัตราสูญเสียร้อยละ 15-50 พร้อมทั้งได้แนะนำการให้บริการวัคซีนแก่เด็กทุกครั้งที่มีโอกาสหรือทุกครั้งที่พบเด็ก เพื่อจะได้ไม่พลาดการได้รับวัคซีน แต่ถึงส่งผลในทางตรงข้าม คือ ทำให้มีอัตราการสูญเสียวัคซีนเพิ่มมากขึ้น<sup>(13)</sup> ในช่วงเริ่มต้นของแผนงานสร้างเสริม

ภูมิคุ้มกันโรคของประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษาอัตราการสูญเสียวัคซีนในแผนงานไว้ชัดเจน แต่ได้จากการนิเทศติดตามการให้บริการของหน่วยบริการในพื้นที่ พบว่ามีอัตราสูญเสียมากกว่าร้อยละ 50<sup>(14)</sup> เช่นเดียวกับหลายประเทศในภูมิภาคและในประเทศที่มีรายต่ำ (low-income country) พบว่ามีอัตราสูญเสียวัคซีนเฉลี่ยร้อยละ 25-60 โดยเฉพาะวัคซีนที่มีขนาดบรรจุ 10 โดสที่ใช้ในแผนงาน<sup>(2-4,12,15-16)</sup> สำหรับประเทศไทยปัจจุบันแผนงานฯ ใช้วัคซีนที่มีหลายขนาดบรรจุ เช่น วัคซีน OPV มีขนาดบรรจุ 20 โดส/ขวด BCG, DTP, DTP-HB-Hib, dT, MR ขนาด 10 โดส/ขวด LA-JE ขนาด 4 โดส/ขวด HB ขนาด 2 โดส/ขวด และ MMR, Rota, IPV, HPV ขนาด 1 โดส/ขวด เป็นต้น ทำให้อัตราสูญเสียวัคซีนในแต่ละขนาดบรรจุมีความแตกต่างกันไปในการให้บริการ

ดังนั้นเพื่อจะให้เกิดแนวทางในการลดอัตราสูญเสียของวัคซีนที่เกิดจากการเปิดให้บริการและเป็นสิ่งที่ไม่เสี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะวัคซีน DTP-HB และ DTP ซึ่งเป็นวัคซีนชนิดน้ำแขวนตะกอนที่มีขนาดบรรจุ 10 โดส/ขวด ให้มีการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์

1) เพื่อทราบถึงอัตราสูญเสียของวัคซีน DTP-HB และ DTP ที่เกิดจากการเปิดให้บริการในหน่วยบริการสาธารณสุข

2) หาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราสูญเสียวัคซีนในขณะให้บริการ

3) หาต้นทุนและความคุ้มค่าในการจัดหาวัคซีนและการบริหารจัดการวัคซีนของแผนงานในการป้องกันโรคในปัจจุบันและอนาคต

โดยคาดว่าจะผลที่ได้จะทำให้มีการปรับเปลี่ยนแผนการจัดหาและตารางการให้บริการวัคซีนในแผนงานฯ ลดอัตราสูญเสียวัคซีนทำให้ประหยัดงบประมาณและเกิดความคุ้มค่า มีการให้บริการวัคซีนที่สะดวกรวดเร็วและปลอดภัย และประชากรกลุ่มเป้าหมายได้รับการป้องกันโรคที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาพตัดขวาง (descriptive cross-sectional study) โดยทำการศึกษาอัตราการสูญเสียวัคซีนในการให้บริการวัคซีนของหน่วยบริการสาธารณสุขภาครัฐสังกัดกระทรวงสาธารณสุขที่ให้บริการตามแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค วิธีการสุ่มเลือกตัวอย่างเป็นการสุ่มอย่างง่ายแบบหลายชั้น (multi-stage simple random sampling) ขั้นตอนแรก ดำเนินการสุ่มตัวอย่างจังหวัดจำนวน 12 จังหวัด โดยการจับสลากยกเว้นกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่ได้สังกัดในกระทรวงสาธารณสุขและยังไม่มีการใช้ใบเบิกวัคซีน (ว.3/1) ตามที่กระทรวงฯ กำหนด ขั้นตอนที่ 2 ทำการสุ่มตัวอย่างอำเภอ จำนวน 1 อำเภอในแต่ละจังหวัด โดยการจับสลากเลือกในแต่ละจังหวัดที่สุ่มได้ในขั้นตอนแรก รวมจำนวน 12 อำเภอ ขั้นตอนที่ 3 เลือกหน่วยบริการที่ให้บริการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคทุกแห่ง ขั้นตอนที่ 4 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบเบิกวัคซีนของหน่วยบริการระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2558 - มกราคม 2562 ที่ใช้ในการเบิกวัคซีนเพื่อให้บริการแก่ประชากรกลุ่มเป้าหมายหรือเด็กที่มารับวัคซีน โดยการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นกรณีศึกษาเฉพาะการใช้วัคซีน 2 ชนิดคือวัคซีน DTP-HB และ DTP นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาอัตราสูญเสียวัคซีนที่เปิดให้บริการของหน่วยบริการ วิเคราะห์หาสัดส่วนจำนวนเด็กที่มาใช้บริการในแต่ละครั้ง วิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราสูญเสียจำแนกตามปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราสูญเสียวัคซีน วิเคราะห์เปรียบเทียบมูลค่าวัคซีนในการจัดหาและมูลค่าวัคซีนที่สูญเสียจากการให้บริการ เพื่อนำไปวางแผนและพัฒนากิจการบริหารจัดการวัคซีนรวมป้องกันโรคคอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน-ตับอักเสบบี-ฮิบ (DTP-HB-Hib) ซึ่งเป็นวัคซีนใหม่ที่นำมาใช้ในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคต่อไปในอนาคต

สูตรการคำนวณอัตราสูญเสียวัคซีนที่เปิดให้บริการในหน่วยบริการ (Opened Vaccine Wastage, OVW) ซึ่งเป็นการสูญเสียวัคซีนที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้

$$\text{อัตราสูญเสียวัคซีน} = \frac{\text{จำนวนโดสวัคซีนที่เปิดใช้ให้บริการ} - \text{จำนวนเด็กที่ได้รับบริการวัคซีน}}{\text{จำนวนโดสวัคซีนที่เปิดใช้ให้บริการ}}$$

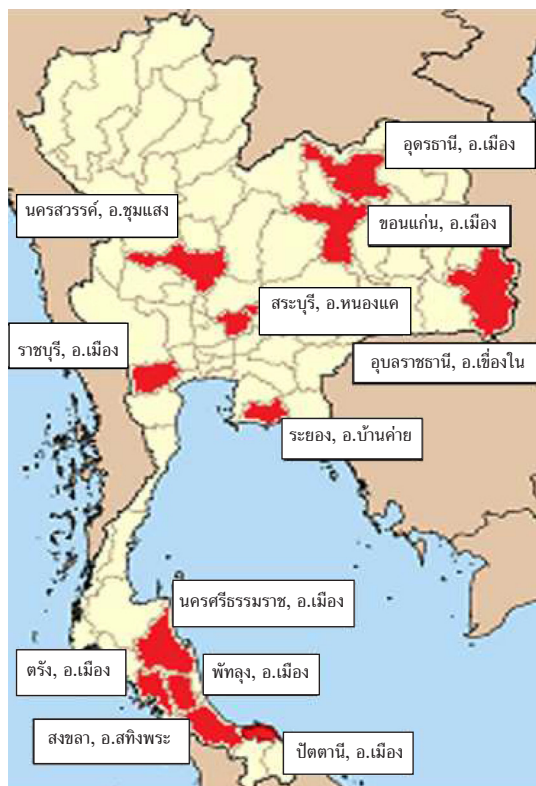
หมายเหตุ:- จำนวนโดสที่เปิดใช้ให้บริการ = จำนวนขวดวัคซีนที่เปิดใช้ x ขนาดบรรจุวัคซีน

ขนาดบรรจุวัคซีน DTP-HB และวัคซีน DTP ที่ใช้ในแผนงานสร้างเสริมเป็นชนิด 10 โดส

## ผลการศึกษา

การศึกษานี้ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของใบเบิกวัคซีน (ว.3/1) ของหน่วยบริการใน 12 อำเภอของ 12 จังหวัดที่ได้ทำการสุ่มตัวอย่าง พบเป็นอำเภอเมือง 7 อำเภอ ดังแสดงในภาพที่ 1 และมีหน่วยบริการให้บริการวัคซีนจำนวน 242 แห่ง รวบรวมข้อมูลใบเบิกวัคซีนได้ทั้งสิ้น จำนวน 3,311 ตัวอย่าง

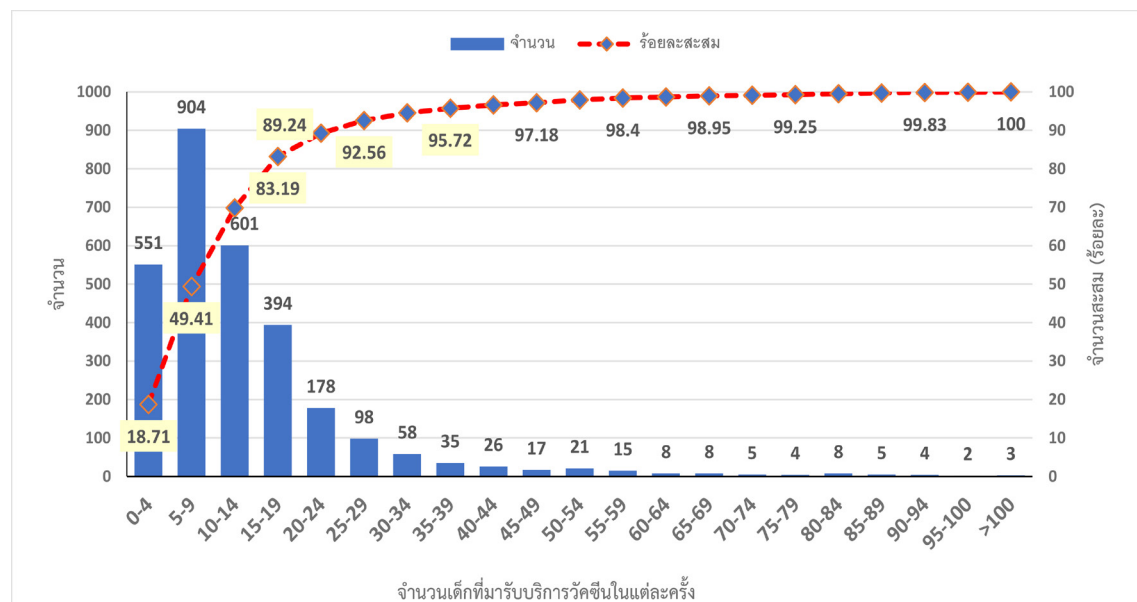
พบที่มีการบันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน 214 ตัวอย่าง บันทึกข้อมูลซ้ำ 79 ตัวอย่าง และบันทึกไม่สอดคล้องหรือไม่ถูกต้อง 63 ตัวอย่าง และมีข้อมูลซ้ำซ้อนมากกว่า 1 ปัจจัย 10 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 366 ตัวอย่าง ที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้คิดเป็นร้อยละ 10.75 ของตัวอย่างทั้งหมด คงเหลือจำนวนตัวอย่างที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้จำนวน 2,945 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 88.95



ภาพที่ 1 แสดงพื้นที่ดำเนินการศึกษาจำนวน 12 อำเภอ ของ 12 จังหวัด

ตารางสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคกำหนดให้วัคซีน DTP-HB ได้รับจำนวน 3 ครั้งเมื่ออายุ 2, 4 และ 6 เดือน และให้วัคซีน DTP กระตุ้นอีก 2 ครั้งในช่วงอายุ 18 เดือน (ปีครึ่ง) และเมื่ออายุ 4 ปี ซึ่งเป็นชุดบริการวัคซีนพื้นฐาน ในแผนงานสร้างภูมิคุ้มกันโรคในเด็ก พบว่าส่วนใหญ่ จำนวนเด็กที่มารับวัคซีนในแต่ละครั้งมีจำนวนน้อยกว่า

40 คน/ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 95.72 หากพิจารณาเพิ่มเติมพบว่า ร้อยละ 83.19 เป็นกลุ่มเด็กที่มารับวัคซีน น้อยกว่า 20 คน/ครั้ง ร้อยละ 49.4 เด็กน้อยกว่า 10 คน/ครั้ง และร้อยละ 18.7 น้อยกว่า 5 คน/ครั้ง ตาม ลำดับดังแสดงในภาพที่ 2



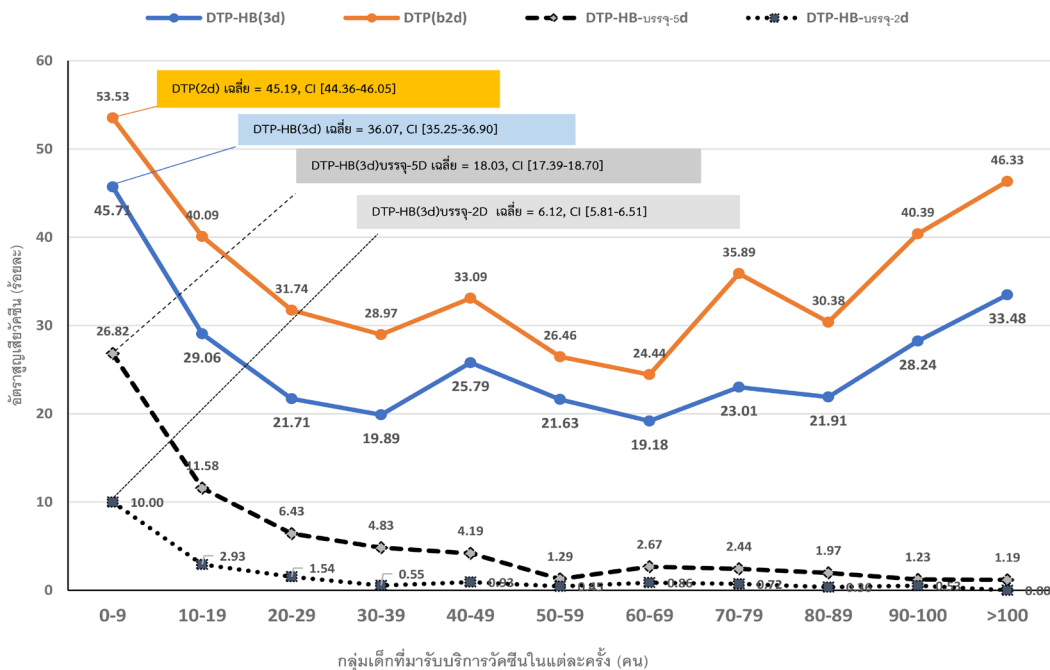
ภาพที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละสะสมของเด็กที่มารับวัคซีน DTP-HB และ DTP ในแต่ละครั้ง

จากข้อมูลพบว่าอัตราสูญเสียวัคซีน DTP-HB ในการเปิดให้บริการเฉลี่ยร้อยละ 36.07 และอัตราสูญเสียวัคซีน DTP เฉลี่ยร้อยละ 45.19 ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราสูญเสียสูงกว่าที่กองโรคป้องกันด้วยวัคซีน

กรมควบคุมโรค กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 25 สำหรับวัคซีนชนิดน้ำแขวนตะกอนขนาดบรรจุ 10 โดส์/ขวด และพบว่าอัตราสูญเสียวัคซีน DTP-HB และ DTP ในกลุ่มเด็กจำนวนน้อยกว่า 10 คน (0-9) มีอัตราสูญเสียเท่ากับร้อยละ 45.71 และ 53.53 กลุ่มเด็กจำนวน 10-19 คน มีอัตราสูญเสียร้อยละ 29.06 และ 40.09

กลุ่มเด็กจำนวน 20-29 คน มีอัตราสูญเสียร้อยละ 21.71 และ 31.74 กลุ่มเด็กจำนวน 30-39 คน มีอัตราสูญเสียร้อยละ 19.89 และ 28.97 กลุ่มเด็กจำนวน 40-49 คน มีอัตราสูญเสียร้อยละ 25.79 และ 33.09 ตามลำดับ

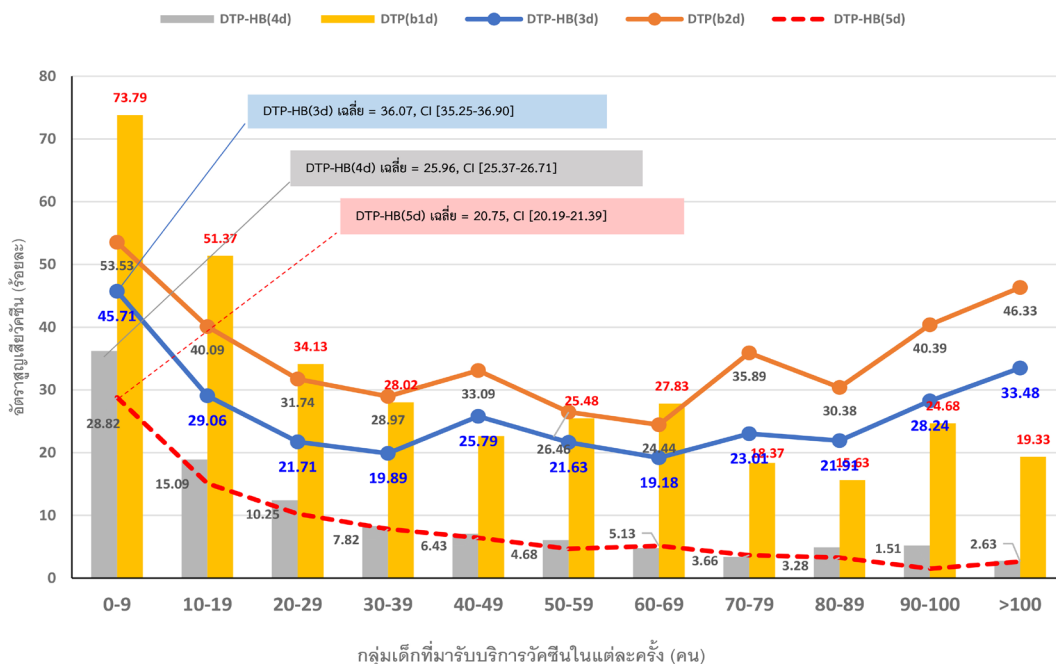
นอกจากนี้พบว่าในกลุ่มเด็กที่มารับวัคซีนมากกว่า 40 คน มีอัตราสูญเสีย DTP-HB อยู่ระหว่างร้อยละ 19.18-33.48 และอัตราสูญเสีย DTP อยู่ระหว่างร้อยละ 24.44-46.33 ซึ่งมีอัตราสูญเสียไม่ได้ลดลงตามที่ควรเป็น ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราสูญเสียวัคซีน DTP-HB และ DTP จำแนกตามจำนวนเด็กที่มารับวัคซีน  
 ในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกัน และจำแนกตามขนาดบรรจุวัคซีน DTP-HB

หากพิจารณารายละเอียดของอัตราสูญเสียวัคซีนจำแนกตามขนาดบรรจุวัคซีน ซึ่งในการศึกษาใช้วัคซีน DTP-HB ในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคที่มีขนาดบรรจุ 10 โดส/ขวด ในการเปรียบเทียบกับวัคซีนชนิดเดียวกันที่มีขนาดบรรจุที่แตกต่างกัน โดยการคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์จากสูตรการคำนวณอัตราสูญเสียวัคซีน ได้แก่ขนาดบรรจุ 5 โดส/ขวด และ 2 โดส/ขวด ที่มีจำหน่ายและมีการใช้ในบางประเทศในการลดอัตราสูญเสียวัคซีนในการให้บริการ พบว่าวัคซีนที่มีขนาดบรรจุ 5 โดส/ขวด และ 2 โดส/ขวด ทำให้อัตราสูญเสียวัคซีนเฉลี่ยลดลงเหลือร้อยละ 18.03 และ 6.12 ตาม

ลำดับ และพบว่าอัตราสูญเสียวัคซีนลดลงในกลุ่มเด็กที่มาวัคซีน 0-9 คน/ครั้ง จากร้อยละ 45.72 เป็นร้อยละ 26.82 และ 10.00 ในกลุ่มเด็ก 10-19 คน/ครั้ง จากร้อยละ 29.06 เป็นร้อยละ 11.58 และ 2.93 ในกลุ่มเด็ก 20-29 คน/ครั้ง จากร้อยละ 21.71 เป็นร้อยละ 6.43 และ 1.54 และในกลุ่มเด็ก 30-39 คน/ครั้ง จากร้อยละ 19.89 เป็นร้อยละ 4.83 และ 0.55 ตามลำดับ (ภาพที่ 3) แสดงให้เห็นว่าขนาดบรรจุวัคซีนที่ใช้ในการให้บริการเป็นปัจจัยสำคัญในการลดอัตราการสูญเสียวัคซีนที่เปิดใช้ในการให้บริการ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราสูญเสียวัคซีน DTP-HB, DTP จำแนกตามจำนวนครั้งวัคซีนที่ได้รับ

เมื่อพิจารณาถึงจำนวนครั้งของวัคซีนที่ได้รับตามแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค นำมาเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่ออัตราการสูญเสียวัคซีนในการให้บริการพบว่าในเด็กเล็กอายุ 5 ปี ต้องได้รับวัคซีนป้องกันโรคคอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน ครบ 5 ครั้ง ดังนั้นหากมีการปรับวัคซีนที่ให้เป็นชนิดเดียวคือวัคซีน DTP-HB ในการให้บริการเป็น 4 หรือ 5 ครั้ง เพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกันให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันโรคได้ยาวนานขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตัวอย่าง แสดงในภาพที่ 4 กลุ่มแรกเป็นกลุ่มลักษณะให้บริการวัคซีนแบบดั้งเดิมคือให้บริการวัคซีน DTP-HB 3 ครั้ง มีอัตราสูญเสียเฉลี่ยร้อยละ 36.07 และ DTP 2 ครั้ง มีอัตราสูญเสียเฉลี่ยร้อยละ 45.19 (กราฟเส้นทึบ) (ภาพที่ 3) กลุ่มที่ 2 ให้บริการวัคซีน DTP-HB 4 ครั้ง มีอัตราสูญเสียเฉลี่ยร้อยละ 25.96 และ DTP 1 ครั้ง มีอัตราสูญเสียเฉลี่ยร้อยละ 58.89 (กราฟแท่ง) และกลุ่มที่ 3 ให้บริการวัคซีน DTP-HB 5 ครั้ง มีอัตราสูญเสียเฉลี่ยร้อยละ 20.75 (กราฟเส้นประ) โดยการให้วัคซีน 5 ครั้ง จะมีอัตราสูญเสียต่ำกว่าเล็กน้อยประมาณร้อยละ 5.21

แต่อย่างไรก็ตามการบริหารจัดการวัคซีนที่มีประสิทธิภาพไม่ได้คำนึงถึงเพียงการลดอัตราสูญเสียวัคซีนเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจัดการเท่านั้น แต่ราคาวัคซีนก็เป็นปัจจัยที่ส่งผลในภาพรวมเช่นกัน กล่าวคือวัคซีนที่มีราคาสูงจะทำให้มูลค่าของระบบในการจัดหา การเก็บรักษา และการขนส่งวัคซีนสูงขึ้นตามไปด้วย

การศึกษานี้ได้พิจารณาเปรียบเทียบมูลค่ายาวัคซีนที่ใช้ในการให้บริการแก่เด็กกลุ่มเป้าหมายตามที่สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติกำหนด โดยจะได้รับชนิดของวัคซีนและจำนวนครั้งตามตารางสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคที่คณะกรรมการสร้างเสริมฯ กำหนดไว้ ดังตารางที่ 2 โดยเด็กอายุ 0-5 ปี ต้องได้รับวัคซีน DTP-HB 3 ครั้ง และ DTP กระตุ้น 2 ครั้ง ซึ่งเป็นมาตรฐานเดิมในชุดบริการวัคซีนที่ 1 ต่อมาได้มีการเปลี่ยนแปลงตารางสร้างเสริมฯ ในปี 2562 ได้กำหนดให้วัคซีน DTP-HB-Hib 3 ครั้ง และ DTP 2 ครั้ง ในชุดบริการวัคซีนที่ 2 นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบกับชุดบริการวัคซีนรูปแบบอื่นๆ รวมทั้งสิ้น 7 ชุด เพื่อลดอัตราสูญเสียวัคซีน ด้วยการปรับขนาดบรรจุวัคซีน

ที่ใช้และมีจำหน่ายในปัจจุบัน และการเพิ่มจำนวนครั้งของวัคซีน DTP-HB-Hib ที่ต้องได้รับตามความเหมาะสม เช่น วัคซีนป้องกันโรคอีสุกอีใสได้รับการกระตุ้นอีก 1 ครั้งรวมเป็น 4 ครั้ง<sup>(9)</sup> รวมถึงวัคซีนป้องกัน

โรคตับอักเสบบี ที่มีระดับภูมิคุ้มกันโรคลดลง<sup>(16)</sup> เมื่อเด็กมีอายุเพิ่มขึ้นเพื่อให้เด็กมีระดับภูมิคุ้มกันที่สูงขึ้นและสามารถป้องกันโรคได้ยาวนานขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดปริมาณการจัดหาและมูลค่าวัคซีนที่ใช้ในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค

| ชุด | วัคซีน     | เป้าหมาย*<br>(คน) | โดส#<br>(ครั้ง) | ขนาด<br>(โดส) | ราคา*<br>(บาท) | อัตรา<br>สูญเสีย | อัตรา<br>จัดซื้อ | จัดซื้อ<br>(ล้าน<br>บาท) | มูลค่า<br>(ล้านบาท) | มูลค่า<br>สูญเสีย | รวม<br>มูลค่า<br>จัดซื้อ | งบ<br>ประมาณ<br>ส่วนต่าง |
|-----|------------|-------------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1   | DTP-HB     | 658,217           | 3               | 10            | 44.40          | 0.3607           | 1.3607           | 2.70                     | 119.88              | 31.62             | 149.38                   | 72.76                    |
|     | DTP        | 687,552           | 2               | 10            | 14.75          | 0.4519           | 1.4519           | 2.00                     | 29.50               | 9.17              |                          |                          |
| 2   | DTP-HB-Hib | 658,217           | 3               | 10            | 22.48          | 0.3607           | 1.3607           | 2.70                     | 60.70               | 16.01             | 76.62                    | อ้างอิง                  |
|     | DTP        | 687,552           | 2               | 10            | 7.96           | 0.4519           | 1.4519           | 2.00                     | 15.92               | 4.95              |                          |                          |
| 3   | DTP-HB-Hib | 658,217           | 4               | 10            | 22.48          | 0.2596           | 1.2596           | 3.35                     | 75.31               | 15.36             | 84.06                    | 7.45                     |
|     | DTP        | 687,552           | 1               | 10            | 7.96           | 0.5889           | 1.5889           | 1.10                     | 8.76                | 3.22              |                          |                          |
| 4   | DTP-HB-Hib | 658,217           | 5               | 10            | 22.48          | 0.2075           | 1.2075           | 4.00                     | 89.92               | 15.35             | 89.92                    | 13.30                    |
| 5   | DTP-HB-Hib | 658,217           | 3               | 1             | 42.00          | 0.0100           | 1.0100           | 2.00                     | 84.00               | 0.83              | 99.92                    | 23.30                    |
|     | DTP        | 687,552           | 2               | 10            | 7.96           | 0.4519           | 1.4519           | 2.00                     | 15.92               | 4.95              |                          |                          |
| 6   | DTP-HB-Hib | 658,217           | 4               | 1             | 42.00          | 0.0100           | 1.0100           | 2.70                     | 113.40              | 1.11              | 122.16                   | 45.54                    |
|     | DTP        | 687,552           | 1               | 10            | 7.96           | 0.5889           | 1.5889           | 1.10                     | 8.76                | 3.22              |                          |                          |
| 7   | DTP-HB-Hib | 658,217           | 5               | 1             | 42.00          | 0.0100           | 1.0100           | 3.35                     | 140.70              | 1.38              | 140.70                   | 64.08                    |

ที่มาข้อมูล: \*สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ, #ตารางสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค กองป้องกันโรคด้วยวัคซีน, §สำนักงานหลักประกันสุขภาพและ UNICEF

พบว่าวัคซีนชุดที่ 1 ต้องใช้งบประมาณในการจัดหาวัคซีนมาให้บริการแก่เด็กกลุ่มเป้าหมายประมาณ 150 ล้านบาท/ปี และมีวัคซีนสูญเสียมูลค่า 40.79 ล้านบาท/ปี วัคซีนชุดที่ 2 ใช้งบประมาณในการจัดหาจำนวน 76.62 ล้านบาท/ปี และมีวัคซีนสูญเสียมูลค่า 20.96 ล้านบาท/ปี แต่เมื่อพิจารณาปรับการให้วัคซีน DTP-HB-Hib เป็น 4 ครั้งตามกำหนดเกณฑ์มาตรฐานปกติทั่วไปในวัคซีนชุดที่ 3 ต้องใช้งบประมาณจัดหา 84.06 ล้านบาท/ปี และพบมีวัคซีนสูญเสียมูลค่า 18.58 ล้านบาท/ปี ซึ่งต้องใช้งบประมาณเพิ่มขึ้น 7.45 ล้านบาท/ปี และการให้บริการวัคซีน DTP-HB-Hib 5 ครั้งในวัคซีนชุดที่ 4 จะใช้งบจัดหาประมาณ 90 ล้านบาท/ปี และพบมีวัคซีนสูญเสียมูลค่าประมาณ 15.35 ล้านบาท/ปี โดยต้องใช้งบเพิ่มขึ้น 13.3 ล้านบาท/ปี แม้ว่าอัตราสูญเสียวัคซีน DTP-HB-Hib ที่เปิดใช้ใน

การให้บริการจากเดิมร้อยละ 36.07 จะลดลงเหลือร้อยละ 25.96 และ 20.75 ตามลำดับ และทำให้วัคซีนสูญเสียมีมูลค่าลดลงจาก 21 ล้านบาท/ปี เหลือ 19 และ 15 ล้านบาท/ปี ตามลำดับ เนื่องจากมีเด็กที่มารับวัคซีนในแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น การเปิดใช้วัคซีนในให้บริการจึงมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ต้องแลกกับราคาวัคซีนที่เพิ่มขึ้นจาก DTP ราคา 7.96 บาท/โดส เปลี่ยนเป็นวัคซีน DTP-HB-Hib ราคา 22.48 บาท/โดส ซึ่งส่งผลให้ต้องใช้งบประมาณในการจัดหาและกระจายวัคซีนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่วนการใช้วัคซีน DTP-HB-Hib ขนาดบรรจุ 1 โดส/ขวด ราคา 42 บาท/โดส มาให้บริการในแผนงานฯ ในชุดวัคซีนที่ 5, 6 และ 7 จะต้องใช้งบประมาณเพิ่มประมาณ 23-64 ล้านบาท/ปี และมีวัคซีนสูญเสียมูลค่า 1.4-5.7 ล้านบาท/ปี ดังตารางที่ 2

## วิจารณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษานี้เป็นการสุ่มตัวอย่างจากหน่วยบริการสาธารณสุขของรัฐในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขเท่านั้นซึ่งไม่ครอบคลุมหน่วยงานสังกัดอื่นๆ และในส่วนของภาคเอกชนที่ให้บริการวัคซีน โดยอาศัยข้อมูลจากใบเบิกวัคซีน (ว.3/1) ใน 160 ตำบล จาก 12 อำเภอใน 12 จังหวัดที่สุ่มเลือกตัวอย่างได้ เป็นอำเภอเมือง 7 อำเภอ คิดเป็นร้อยละ 58.33 และมีหน่วยบริการวัคซีนทั้งสิ้น 242 หน่วยในทุกระดับ ได้แก่ โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลชุมชน ศูนย์บริการทางการแพทย์ และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จากหน่วยบริการทั้งหมด 10,673 แห่งทั่วประเทศ คิดเป็นร้อยละ 2.26 แม้จำนวนค่อนข้างน้อย แต่มีการกระจายตัวของหน่วยบริการครอบคลุมในทุกระดับ ได้จัดเก็บข้อมูลใบเบิกวัคซีนจำนวน 3,311 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วพบว่าสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้จำนวน 2,945 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 88.95 โดยมีสมมติฐานว่าการบริหารจัดการขนส่งวัคซีน และการจัดเก็บวัคซีนในคลังทุกระดับไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิม เนื่องจากเป็นวัคซีนที่ใช้ในแผนงานตามปกติ การศึกษานี้พิจารณาเฉพาะการสูญเสียวัคซีนที่เกิดจากการเปิดวัคซีนใช้ในการให้บริการเท่านั้น (OVW) ซึ่งเป็นการสูญเสียวัคซีนที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ จะพบว่าอัตราการสูญเสียเฉลี่ยของวัคซีน DTP-HB และ DTP คิดเป็นร้อยละ 36.07 และ 45.19 ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราการสูญเสียวัคซีนสูงเกินกว่าร้อยละ 25 ตามที่กองโรคป้องกันด้วยวัคซีนกรมควบคุมโรคกำหนดไว้ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของศิริรัตน์ เตชะธวัช<sup>(14)</sup> ในปี 2548 พบว่าวัคซีน DTP-HB มีอัตราการสูญเสีย ร้อยละ 38.7 ซึ่งไม่แตกต่างกันเท่าใดจากกระบวนการ ให้บริการที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากอดีต แต่พบว่า อัตราสูญเสียวัคซีน DTP ในอดีตจะน้อยกว่า คือ ร้อยละ 34.1 เหตุผลมาจากจำนวนเด็กที่มีจำนวนลดลงอย่างมากในปัจจุบันเมื่อเทียบกับอดีต รวมทั้งมีหน่วยบริการสาธารณสุขเพิ่มขึ้นและครอบคลุมการบริการมากขึ้น ซึ่งมีหน่วยบริการภาครัฐสังกัด

กระทรวงสาธารณสุขรวมทั้งสิ้นมากกว่า 10,000 แห่ง

จากเหตุปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่ออัตราสูญเสียวัคซีนที่เปิดใช้ในการให้บริการที่เพิ่มขึ้นและเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่นเดียวกับการศึกษาในประเทศต่างๆ ได้แก่ (1) จำนวนเด็กที่มารับวัคซีนในแต่ละครั้ง หากมีจำนวนเด็กที่มารับวัคซีนน้อยจะทำให้อัตราสูญเสียวัคซีนเพิ่มขึ้น<sup>(2-4,13,15)</sup> เพื่อลดอัตราสูญเสียวัคซีนที่เปิดให้บริการในหลายประเทศ เจ้าหน้าที่จะรอให้เด็กที่จะมารับวัคซีนมีจำนวนตามที่กำหนดไว้จึงให้บริการ<sup>(8-9,13)</sup> เช่น มีเด็กมารับวัคซีนไม่น้อยกว่า 5 หรือ 6 คน จึงเปิดขวดวัคซีนให้บริการ ทำให้ผู้ปกครองนำเด็กกลับบ้าน และมีเด็กที่ไม่ได้รับวัคซีนประมาณร้อยละ 30-50 ในการศึกษาเห็นได้ว่ากลุ่มเด็กที่มารับวัคซีนจำนวน 0-9 คน/ครั้ง มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 50 และเป็นเด็กกลุ่ม 0-4 คนประมาณร้อยละ 18 ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากอัตราการเกิดของประชากรในประเทศไทยมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง จากในปี 2555 มีเด็กเกิดใหม่จำนวน 801,737 คน และในปี 2562 เด็กเกิดใหม่จำนวน 644,034 คน ซึ่งมีประชากรเด็กเกิดใหม่ลดลง 157,703 คนคิดเป็นอัตราการลดลงร้อยละ 19.67 ส่งผลให้อัตราสูญเสียวัคซีนที่เปิดให้บริการเพิ่มมากขึ้น (2) ขนาดบรรจุวัคซีนที่ใช้ในการให้บริการขนาด 10 โดส/ขวด ซึ่งถือว่าเป็นขนาดบรรจุที่มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับจำนวนเด็กที่มารับบริการวัคซีนในแต่ละครั้งน้อยกว่า 5 คน<sup>(4,15)</sup> ทำให้มีวัคซีนที่เหลือจากการให้บริการเป็นจำนวนมาก พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการสูญเสียวัคซีน DTP-HB ในกลุ่มเด็กที่มารับวัคซีนจำนวน 0-9 คนร้อยละ 45.71 กลุ่มเด็กจำนวน 10-19 คนร้อยละ 29.06 กลุ่มเด็กจำนวน 20-29 คนร้อยละ 21.71 และกลุ่มเด็กจำนวน 30-39 คนร้อยละ 19.89 ตามลำดับในภาพที่ 3 แต่หากมีการปรับเปลี่ยนขนาดบรรจุวัคซีนที่ใช้ในการให้บริการมีขนาดเล็กลงจะทำให้ค่าเฉลี่ยอัตราการสูญเสียลดลง<sup>(4-5)</sup> เช่น เมื่อปรับเปลี่ยนขนาดบรรจุเป็น 5 โดส/ขวด และ 2 โดส/ขวด จะทำให้ค่าเฉลี่ยอัตราการสูญเสียลดลงเหลือร้อยละ 18.03 และ 6.12 ตามลำดับ (3) จำนวนครั้งของวัคซีนที่เด็กอายุ 0-5 ปี ต้องได้รับตามแผนงานฯ

พบว่า หากมีการปรับเปลี่ยนจำนวนวัคซีน DTP-HB ที่ต้องได้รับเพิ่มขึ้นเป็น 4-5 ครั้ง เพื่อให้เด็กได้รับการกระตุ้นระดับภูมิคุ้มกันโรคคอตีบ บาดทะยัก โภครณ และตับอักเสบบี ให้เพิ่มสูงขึ้นและป้องกันโรคได้ยาวนานมากขึ้น เปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มจำนวนเด็กที่มารับบริการวัคซีนในแต่ละครั้งของการให้บริการ เพราะมีจำนวนกลุ่มของเด็กที่ต้องได้รับวัคซีนชนิดนี้เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราสูญเสียวัคซีนดังกล่าวลดลง ดังแสดงในภาพที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราสูญเสียวัคซีน DTP-HB จำนวน 4 ครั้ง (กราฟแท่ง) คิดเป็นร้อยละ 25.96 และจำนวน 5 ครั้ง (กราฟเส้นทึบ) ร้อยละ 20.75 ตามลำดับ (4) จำนวนหน่วยที่ให้บริการวัคซีนของรัฐที่มีจำนวนมาก และกระจายครอบคลุมในทุกพื้นที่กว่า 10,000 แห่ง ส่งผลให้เด็กกลุ่มเป้าหมายได้รับวัคซีนมีความครอบคลุมมากกว่าร้อยละ 90 ซึ่งต้องแลกมาด้วยอัตราสูญเสียของวัคซีนที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาในที่ต่าง ๆ<sup>(4,15)</sup> เพราะมีเด็กที่มารับวัคซีนในแต่ละครั้งมีจำนวนน้อย แต่เข้าถึงบริการวัคซีนที่ดีขึ้น (5) ความถี่ของการให้บริการวัคซีนของหน่วยบริการ พบว่าโรงพยาบาลหรือหน่วยบริการในเขตเมืองจะมีความถี่ของการเปิดให้บริการวัคซีนบ่อยกว่าเขตรอบนอกหรือเขตชนบท กล่าวคือ มีการเปิดให้บริการทุกวันหรือทุกสัปดาห์ ส่งผลให้เด็กที่มารับบริการมีจำนวนน้อย จากการลดความแออัดในการให้บริการและความสะดวกของผู้มารับบริการ เมื่อเปิดวัคซีนที่มีขนาดบรรจุ 10 โดส/ขวด ทำให้มีอัตราสูญเสียของวัคซีนในการเปิดขวดให้บริการสูงขึ้นตามมา (6) นโยบายการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคของไทยให้ความสำคัญและมุ่งเน้นการให้บริการวัคซีนที่มีคุณภาพ สะอาดและปลอดภัย วัคซีนต้องไม่มีการปนเปื้อนและปราศจากเชื้อในกระบวนการให้บริการ จึงกำหนดให้วัคซีนที่เปิดใช้ในการให้บริการมีอายุ 8 ชั่วโมงเท่านั้น ต่างจากการดำเนินนโยบายการเปิดใช้วัคซีนขนาดบรรจุหลายโดสในการให้บริการ (MDVP) ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ ซึ่งกำหนดให้วัคซีนขนาดบรรจุหลายโดสชนิดสารแขวนตะกอนมีอายุ 28 วัน เช่น วัคซีน DTP-HB, DTP, dT และ DTP-HB-Hib เป็นต้น

ปัจจุบันแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคได้ปรับเปลี่ยนการให้วัคซีน DTP-HB-Hib ทดแทนการใช้วัคซีน DTP-HB ในเด็กอายุ 2, 4 และ 6 เดือน เพื่อให้เด็กได้รับการป้องกันโรคเพิ่มขึ้นอีก 1 โรคที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย *Haemophilus Influenza type b* (Hib) ซึ่งเป็นสาเหตุของเยื่อหุ้มสมองอักเสบและปอดอักเสบในเด็ก คือ “วัคซีนป้องกันโรคฮิบ” จากการศึกษานายแพทย์ยง ภู่วรรณ<sup>(17)</sup> พบว่าระดับภูมิคุ้มกันในการป้องกันโรคตับอักเสบบีมีสัดส่วนลดลงจากร้อยละ 98.5 เป็นร้อยละ 86.5 แม้ว่าจะได้รับการกระตุ้นด้วยวัคซีน DTP-HB-Hib ครั้งที่ 4 เมื่ออายุ 18 เดือนก็ตาม และได้ให้ความเห็นว่าโรคตับอักเสบบีควรจะต้องได้รับการกระตุ้นอย่างน้อยอีก 1 ครั้งเมื่ออายุ 18 เดือนในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ประกอบการให้วัคซีนป้องกันโรคฮิบในเด็กเล็กที่พบได้ในเด็กอายุ 0-5 ปี โดยพบบ่อยในเด็กอายุ 0-2 ปี ซึ่งปกติทั่วไปจะแนะนำให้วัคซีนป้องกันโรคฮิบจำนวน 4 ครั้ง<sup>(9)</sup> โดยให้วัคซีนกระตุ้นอีกอย่างน้อย 1 ครั้ง เพื่อให้เด็กมีภูมิคุ้มกันโรคที่มีประสิทธิภาพและป้องกันโรคได้ยาวนานเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ด้านความปลอดภัยของการให้บริการวัคซีนของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขแก่เด็กที่มารับบริการ พบว่ามีผู้ให้บริการวัคซีนขอคำปรึกษาเรื่องการให้วัคซีนผิดพลาดในกระบวนการให้วัคซีนประมาณ 5-10 ราย/ปี ซึ่งไม่ได้รายงานเข้าระบบรายงานเฝ้าระวังอาการภายหลังได้รับวัคซีน เช่น การให้วัคซีน DTP-HB สลับกับวัคซีน DTP แม้ว่าเด็กที่มารับบริการจะไม่พบอาการผิดปกติรุนแรงหรืออาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ใดๆ ก็ตาม แต่ส่งผลให้เด็กบางรายอาจจะได้รับวัคซีนบางชนิดไม่ครบตามเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันโรคลดลง เช่น เด็กควรได้รับวัคซีน DTP-HB แต่กลับได้รับวัคซีน DTP เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถป้องกันโรคไวรัสตับอักเสบบีได้หรืออาจทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันโรคลดลง หากแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคในปัจจุบันปรับให้มีจำนวนชนิดวัคซีนในการให้บริการลดลงเหลือน้อยชนิด กล่าวคือปรับให้

เป็นวัคซีนชนิดเดียวกัน (single formular) แต่เพิ่มในส่วนของจำนวนครั้งของวัคซีนทดแทน ตัวอย่างเช่น การใช้วัคซีน DTP-HB-Hib ทดแทนวัคซีน DTP ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรคคอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน โดยเพิ่มจำนวนครั้งของวัคซีนเป็น 5 ครั้ง ซึ่งถือเป็นการกระตุ้นระดับภูมิคุ้มกันโรคให้สามารถป้องกันโรคได้ยาวนานขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น พร้อมทั้งจะช่วยให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในระดับพื้นที่สามารถดำเนินการได้ง่าย สะดวก รวดเร็วและปลอดภัยยิ่งขึ้น จะทำให้เด็กมีระดับภูมิคุ้มกันเพิ่มขึ้นและป้องกันโรคไวรัสตับอักเสบบีและโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบและปอดอักเสบที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย *Haemophilus Influenza type b* (Hib) ได้ยาวนานขึ้น และช่วยลดความสับสนและลดความผิดพลาดในการให้บริการของเจ้าหน้าที่ได้ในขณะเดียวกัน

หากพิจารณาถึงมูลค่าหรืองบประมาณที่ใช้ในการบริหารจัดการวัคซีนในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค พบว่าในปี 2561 ตารางการให้บริการวัคซีนในเด็ก แนะนำให้วัคซีน DTP-HB จำนวน 3 ครั้งและวัคซีน DTP กระตุ้นอีก 2 ครั้งเป็นชุดบริการในการให้บริการวัคซีนพื้นฐานป้องกัน 4 โรค ได้แก่ คอตีบ บาดทะยัก ไอกรน และตับอักเสบบี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 150 ล้านบาท/ปี ดังแสดงในตารางที่ 2 ต่อมาในเดือนมิถุนายนปี 2562 มีการปรับเปลี่ยนตารางการให้บริการวัคซีนโดยแนะนำให้วัคซีน DTP-HB-Hib ทดแทนวัคซีน DTP-HB พบว่า มูลค่าที่ใช้ในการจัดหาและกระจายวัคซีนในแผนงานลดลงเหลือประมาณ 77 ล้านบาท/ปี ในชุดบริการวัคซีนที่ 2 ทำให้ประหยัดงบประมาณได้ 73 ล้านบาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 48.68 จากราคาวัคซีนที่ลดลง แต่ทว่าก็ยังไม่สามารถลดอัตราสูญเสียวัคซีนที่เปิดใช้ในการให้บริการได้ ดังนั้นหากต้องการลดอัตราสูญเสียวัคซีนจำเป็นต้องมีการปรับขนาดบรรจุวัคซีนให้มีขนาดเล็กลงเป็น 5 โดส/ขวด, 2 โดส/ขวด หรือ 1 โดส/ขวด จะทำให้อัตราสูญเสียวัคซีนขณะเปิดให้บริการลดลงเป็นร้อยละ 18.03, 6.12 หรือ 1.00 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามปัจจุบันวัคซีน DTP-HB-Hib

ที่มีจำหน่ายในตลาดจะเป็นขนาดบรรจุ 10 โดส/ขวด และ 1 โดส/ขวดเท่านั้น ซึ่งขนาดบรรจุ 1 โดส/ขวดจะมีราคาค่อนข้างสูง หากพิจารณามาใช้ในแผนงานฯ เพื่อให้บริการวัคซีนในชุดที่ 5 พบว่ามีมูลค่าประมาณ 100 ล้านบาท/ปี ซึ่งต้องเพิ่มงบประมาณในการจัดหาวัคซีนประมาณ 23 ล้านบาท/ปี แต่เมื่อพิจารณาอย่างรอบครอบจะพบว่าการเพิ่มจำนวนครั้งในการให้บริการวัคซีน DTP-HB-Hib ชนิดขนาดบรรจุ 10 โดส/ขวดเป็น 4 ครั้ง จะมีความคุ้มค่าที่สุดในการจัดหาและกระจายวัคซีนในแผนงานสร้างเสริม เพื่อให้บริการวัคซีนในชุดที่ 3 โดยใช้งบประมาณ 84 ล้านบาท/ปี และต้องใช้งบเพิ่มขึ้นประมาณ 7 ล้านบาท/ปี หรือร้อยละ 9.72 อย่างไรก็ตามหากมองในด้านของความสะดวกรวดเร็ว ปลอดภัย ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการให้บริการวัคซีนและการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคที่จะได้รับ ทั้งในส่วนของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ให้บริการและเด็กที่มารับบริการวัคซีน อาจพิจารณาให้บริการวัคซีนในชุดที่ 4 ซึ่งจะทำให้มีการใช้วัคซีน DTP-HB-Hib เพียงชนิดเดียวจำนวน 5 ครั้งในการให้บริการ โดยต้องใช้งบประมาณ 90 ล้านบาท/ปี และต้องใช้งบเพิ่มขึ้นประมาณ 13 ล้านบาท/ปี หรือประมาณร้อยละ 17 ของงบประมาณในการจัดหาวัคซีน DTP-HB-Hib และหากเปรียบเทียบกับงบประมาณในแต่ละปีที่ใช้ในการจัดหาวัคซีนในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคประมาณปีละ 1,200-1,500 ล้านบาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 0.87-1 เท่านั้น แต่ยังไม่แนะนำให้ใช้วัคซีน DTP-HB-Hib ขนาดบรรจุ 1 โดส/ขวด มาให้บริการวัคซีนในชุดที่ 6 และชุดที่ 7 ซึ่งต้องใช้งบในการจัดหาและกระจายวัคซีนจำนวน 122 ล้านบาท/ปี และ 140 ล้านบาท/ปี ตามลำดับ เนื่องจากเป็นการใช้งบที่เพิ่มขึ้นจำนวนมากและอาจไม่คุ้มค่าในการบริหารจัดการวัคซีนในแผนงานในขณะนี้

#### ข้อจำกัด

การศึกษานี้มีข้อจำกัดและประเด็นปัญหาบางประการที่อาจจะส่งผลกระทบต่อผลการศึกษา ได้แก่ (1) วิธีการสุ่มเลือกตัวอย่างเป็นการสุ่มอย่างง่ายแบบหลายชั้น

(multi-stage simple random sampling) โดยการเลือกอำเภอ 12 อำเภอใน 12 จังหวัด จำนวน 242 แห่ง ซึ่งมีสัดส่วนเป็นจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับหน่วยบริการทั้งหมด ซึ่งอาจมองว่าไม่ครอบคลุมหรือไม่เป็นตัวแทนที่ดีของการให้บริการวัคซีนในภาพรวมของประเทศ

(2) การเก็บตัวอย่างข้อมูลการให้บริการเป็นเวลานานประมาณ 3 ปี ซึ่งข้อมูลอาจไม่เป็นปัจจุบันในบางส่วนและทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้พบว่า การบันทึกข้อมูลยังไม่ครบถ้วน บางส่วนไม่ถูกต้อง และจำนวนตัวอย่างขาดหายไปร้อยละ 10 โรงพยาบาลที่มีขนาดใหญ่ในเขตเมืองหลายแห่งมีการรวมข้อมูลเป็นรายเดือนทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ซึ่งมีการเปิดให้บริการวัคซีนทุกสัปดาห์ทำให้มีปริมาณผู้มารับบริการแต่ละครั้งสูงเกินความจริง โดยเฉพาะจำนวนผู้รับบริการที่มากเกินไปกว่า 40 รายต่อครั้ง

(3) การตั้งสมมติฐานว่าระบบการบริหารจัดการวัคซีนเป็นไปตามปกติ ไม่ส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการและการขนส่งวัคซีนในระบบลูกโซ่ความเย็นจากขนาดบรรจุไม่มีการเปลี่ยนแปลงไป และไม่ส่งผลกระทบในการจัดเก็บ การกระจายและการจัดส่งวัคซีน รวมถึงจำนวนผู้รับบริการวัคซีนในแต่ละครั้ง แต่มีความแตกต่างในส่วนของการขาดวัคซีนที่จัดหาเท่านั้น เพื่อนำข้อมูลต่างๆ มาวิเคราะห์ในการศึกษา

(4) การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นลักษณะของภาพรวมและการปรับเปลี่ยนขนาดบรรจุ และจำนวนครั้งของการได้รับวัคซีนเป็นการคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์จากการให้บริการจริงในระบบบริหารจัดการวัคซีนโดยใช้วัคซีน DTP-HB และ DTP เป็นตัวแทนในการศึกษานี้เท่านั้น เพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนการบริหารจัดการวัคซีน DTP-HB-Hib ซึ่งเป็นวัคซีนใหม่ในแผนงานสร้างเสริมฯ ดังนั้นผลจากการศึกษานี้อาจมีข้อจำกัดและเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ไม่สามารถเปรียบเทียบในระดับหน่วยบริการ เช่น โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป ศูนย์แพทย์ และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลได้อย่างชัดเจน เนื่องจากไม่ได้วางแผนในการวิเคราะห์ระดับหน่วยบริการ และขนาดตัวอย่างอาจจะยังไม่เพียงพอในการเป็น

ตัวแทนของแต่ละระดับ โดยเฉพาะโรงพยาบาลศูนย์ และโรงพยาบาลทั่วไปที่มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล หากต้องการข้อมูลในส่วนนี้จำเป็นต้องมีการวางแผนการศึกษาที่ครอบคลุม และเพิ่มจำนวนขนาดตัวอย่างให้เหมาะสมต่อไป

(5) การศึกษานี้ไม่ได้พิจารณาถึงการปรับระบบให้บริการในรูปแบบอื่น เช่น การมีหน่วยบริการวัคซีนออกให้บริการในชุมชน เป็นต้น ซึ่งอาจพิจารณาทำการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นนี้ต่อไปในอนาคตได้

## สรุป

อัตราสูญเสียวัคซีนที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้บริการวัคซีนจากการเปิดให้บริการวัคซีนเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ปัจจัยที่มีส่วนสำคัญและสามารถบริหารจัดการให้มีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดในระบบการบริหารจัดการวัคซีนในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค คือขนาดบรรจุวัคซีนที่ใช้ในการให้บริการวัคซีน และจำนวนเด็กกลุ่มเป้าหมายที่มารับบริการวัคซีนในแต่ละครั้ง ซึ่งแปรผันตามจำนวนโดสวัคซีนที่เด็กต้องได้รับตามตารางสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค กล่าวคือ หากมีเด็กหลายกลุ่มอายุที่ต้องได้รับวัคซีนชนิดเดียวกัน (single formular) จะทำให้มีเด็กที่จะมารับวัคซีนในแต่ละครั้งมีจำนวนมากขึ้น จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มจำนวนครั้งในการให้บริการวัคซีน DTP-HB หรือ DTP-HB-Hib เป็นการเพิ่มเด็กกลุ่มเป้าหมายที่ต้องได้รับวัคซีนเป็น 4 หรือ 5 ครั้ง ในตารางสร้างเสริมฯ จะทำให้ช่วยลดอัตราการสูญเสียวัคซีนขนาดบรรจุ 10 โดส/ขวด ของวัคซีน DTP-HB จากสูญเสียร้อยละ 36.07 เหลือร้อยละ 25.96 และ 20.75 ตามลำดับ หากคณะอนุกรรมการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคแนะนำให้ใช้วัคซีน DTP-HB-Hib ในปัจจุบันจาก 3 ครั้ง เพิ่มเป็น 4 หรือ 5 ครั้งสำหรับวัคซีนป้องกันโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบและปอดอักเสบจากเชื้ออหิวา หรือปรับการให้บริการเป็นวัคซีน DTP-HB-Hib ชนิดเดียวทดแทนวัคซีน DTP ในเด็กกลุ่มเป้าหมาย แม้ว่าจะต้องใช้งบประมาณเพิ่มขึ้น 7 หรือ 13 ล้านบาทตามลำดับ

แต่ถ้าจะมีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดในแผนงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค และเป็นการพัฒนาระบบการบริหารจัดการวัคซีนในการจัดหาและกระจายวัคซีนให้หน่วยบริการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้เด็กมีระดับภูมิคุ้มกันโรคที่เพิ่มขึ้นและสามารถป้องกันโรคได้ยาวนานขึ้น นอกจากนี้ยังลดความสับสนและความผิดพลาดของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการวัคซีน และสามารถให้บริการวัคซีนแก่เด็กที่มารับวัคซีนได้สะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยยิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายแพทย์สาธารณสุขจังหวัด ผู้อำนวยการโรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลชุมชน และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ทุกแห่งในการศึกษาครั้งนี้ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีในการจัดเก็บข้อมูลในการศึกษา ขอขอบคุณผู้อำนวยการกองโรคติดต่อทั่วไป กองโรคป้องกันด้วยวัคซีน และสถาบันเวชศาสตร์ป้องกันศึกษา หัวหน้ากลุ่มงานบริหารจัดการวัคซีน สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ที่สนับสนุนข้อมูลและให้ความร่วมมือในการดำเนินงาน อย่างแข็งขันและทุ่มเททั้งกำลังกายและกำลังใจ จนทำให้การศึกษานี้ดำเนินการได้อย่างราบรื่นและประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง

### เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Effective Vaccine Management (EVM) Initiative, Department of Vaccines and Biological [Internet]. [cited 2019 Sep 9]. Available from: [https://www.who.int/immunization/programmes\\_systems/supply\\_chain/EVM-JS\\_final.pdf](https://www.who.int/immunization/programmes_systems/supply_chain/EVM-JS_final.pdf)
2. Duttagupta C, Bhattacharyya D, Narayanan P, Pattanshetty SM. Vaccine wastage at level of service delivery: across-sectional study. Public Health. 2017;148:63–5.
3. Aaron SW, Fred W, Eric N, Boubacar D, Naawa S, Tove KR, et al. Vaccine wastage in Nigeria: An assessment of wastage rates and related vaccinator knowledge, attitudes and practices. Vaccine. 2017;35:6751–8.
4. Patrick TW, Elizabeth AM, Leila AH, Wendy P, Shawn TB, Kirstin K, et al. The value of tailoring vial sizes to populations and locations. Vaccine. 2019;37:637–44.
5. Parmar D, Baruwā EM, Zuber P, Kone S. Impact of wastage on single and multi-dose vaccine vials: implications for introducing pneumococcal vaccines in developing countries. Hum Vaccines. 2010;6:270–8.
6. Division of Vaccine Preventable Disease, Department of Disease Control (TH); Immunization Schedule 2018 [Internet]. [cited 2017 Dec 1]. Available from: <http://dvpd.ddc.moph.go.th/content/download/105> (in Thai)
7. Chotpitayasunondh T. Bacterial meningitis in children: etiology and clinical features, an 11-year review of 618 cases. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1994;25:107–15.
8. Supachai R, Sophie CT, Supamit C, Charung M, Damien J, Alan B, et al. Prospective population-based incidence of Haemophilus influenzae type b meningitis in Thailand. Vaccine. 2004;22:975–83.
9. Sonja JO, Surang D, Leelawadee S, Supamit C, Scott FD. Frequent Haemophilus Influenza Type B Colonization in Rural Thailand. The Pediatric Infectious Disease Journal. 2005;24:739–41.
10. Division of Vaccine Preventable Disease, Department of Disease Control. Vaccine and Immunization 2019. Nonthaburi: Division of Vaccine Preventable Disease; 2019. (in Thai)

11. World Health Organization. Monitoring vaccine wastage at country level: Guideline for Program Managers. Department of Vaccines and Biological, World Health Organization. WHO Document, WHO/V&B/03.18/Rev.1;2005
12. World Health Organization. WHO Policy Statement: Multi-dose Vial Policy (MDVP) Revision 2014; Handling of multi-dose vaccine vials after opening. Department of Vaccines and Biological, World Health Organization. WHO Document, WHO/IVB/14.07;2014.
13. Stephane G, Karen H, Brint B, Serguei D, Christine N, Selina AM, et al. Vaccine wastage in Bangladesh. *Vaccine*. 2010;28:858-63.
14. Sirirat T, Pornsak Y, Porpit V, Aimorn R. Wastage of Multi-dose Measles Vaccine Survey in Public Health Facilities. *Disease Control Journal*. 2008;34(3):311-26. (in Thai)
15. Aaron SW, Kong K, John H, Eleanor B, Nari C, Richard D, et al; Assessment of vaccine wastage rates, missed opportunities and related knowledge, attitudes and practices during introduction of a second dose of measles-containing vaccine into Cambodia's national immunization program. *Vaccine*. 2018;36:4517-24.
16. Palanivel C, Vaman K, Kalaiselvi S, Baridalyne N. Vaccine wastage assessment in primary care setting in urban India. *Journal of Pediatric Sciences*. 2012;4:e119.
17. Posuwan N, Wanlapakorn N, Vongpunsawad S, Sintusek P, Leuridan E, Poovorawan Y, et al. Comparison of hepatitis b surface antibody levels induced by the pentavalent DTwP-HB-Hib versus the hexavalent DTaP-HB-Hib-IPV vaccine, administered to infants at 2, 4, 6, and 18 months of age, following monovalent hepatitis b vaccination at birth. *Vaccine*. 2020;38:1643-51.