

หลักระบาดวิทยา

นพ.ยงเจือ เหล่าศิริถาวร
สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค

ระบาดวิทยา

การศึกษาเกี่ยวกับ “การกระจาย” และ “ปัจจัยหรือองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการกระจายของสภาวะทางสุขภาพ” ใน “ประชากรที่สนใจ” และประยุกต์ใช้ในการควบคุมป้องกันปัญหาทางสุขภาพ

“The study of the distribution and determinants of health-related states or events in specified populations and the application of this study to control of health problems”

Last JM: A dictionary of Epidemiology, 4th Ed., 2001

วัตถุประสงค์ของระบาดวิทยา

- เพื่อศึกษาการดำเนินโรคและธรรมชาติของการเกิดโรค
- เพื่อระบุขอบเขตของการเกิดโรคในประชากร
- เพื่อค้นหาสาเหตุของการเกิดโรคและปัจจัยเสี่ยง
- เพื่อการเฝ้าระวังโรคหรือภัยสุขภาพ
- เพื่อควบคุมป้องกันโรคและส่งเสริมสุขภาพ
- เพื่อประเมินมาตรการทางสาธารณสุขและการรักษา
- เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนและนโยบาย

ระบาดวิทยากับการเกิดโรค

- ระบาดวิทยา เป็นเครื่องมือที่นำไปใช้ได้กับทั้งโรคติดเชื้อ, โรคไม่ติดเชื้อ, การบาดเจ็บ, ภัย และผลกระทบต่อสุขภาพต่าง ๆ
- ระบาดวิทยาถูกนำมาใช้กับโรคติดเชื้อเป็นส่วนใหญ่ในระยะแรก
- ปัจจุบัน โรคติดเชื้อมีความสำคัญ เช่น โรคติดเชื้ออุบัติใหม่ อุตุนิซ้า
- ห่วงโซ่ของการติดเชื้อ (chain of infection) เป็นแนวคิดที่ใช้อธิบายระบาดวิทยากับการเกิดโรค(โรคติดเชื้อ) อย่างไรก็ตามสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรคต่าง ๆ หรือภัยได้

ธรรมชาติของการเกิดโรค (Natural history of disease)

- หมายถึง การดำเนินโรคที่เกิดขึ้นในคน โดยที่ไม่มีการรักษา หรือการแทรกแซงใด ๆ
- การเกิดโรคเริ่มจากการสัมผัสปัจจัยที่เป็นสาเหตุของโรค ถ้าไม่มีการรักษา โรคอาจจะจบลงด้วยการหาย, การพิการ, หรือ การตาย

ธรรมชาติของการเกิดโรค

การเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพ
(pathological changes)

รับเชื้อหรือปัจจัย
(exposure)

เริ่มมีอาการ
(onset)

ได้รับการวินิจฉัย
(diagnosis)



ระยะมีความไวต่อการเกิดโรค (stage of susceptibility)

- โรคยังไม่เกิด แต่มีปัจจัยหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมต่อการเกิดโรค หรือเป็นสาเหตุที่จะทำให้เกิดโรค โดยบุคคลนั้นอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดโรคหรือสัมผัสกับปัจจัยเสี่ยง
- ตัวอย่าง
 - เด็กที่ไม่ได้ฉีดวัคซีนป้องกันโรคมีโอกาสเป็นโรคมากกว่าเด็กที่ได้รับการฉีดวัคซีน
 - คนที่สูบบุหรี่มีโอกาสเป็นมะเร็งปอดมากกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่, คนที่ชอบรับประทานอาหารไขมันสูงมีความเสี่ยงเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจโคโรนารีมากกว่าคนที่ชอบอาหารไขมันต่ำ

ระยะก่อนมีอาการของโรค (stage of preclinical disease)

- เริ่มมีพยาธิสภาพ แต่ยังไม่มีอาการ
- ทราบได้จากการตรวจคัดกรอง
- ตัวอย่าง
 - ผู้ป่วยวัณโรคระยะแรกมักไม่มีอาการ ตรวจพบได้จากการตรวจเอ็กซเรย์ปอดประจำปี
 - โรคหลอดเลือดหัวใจโคโรนารีระยะแรกมีไขมันสะสมในหลอดเลือดโดยยังไม่มีอาการ จนกว่าจะมีพยาธิสภาพมากขึ้น

ระยะฟักตัว (Incubation Period)

- หมายถึง ระยะเวลานับจากเชื้อเข้าสู่ร่างกายจนกระทั่งถึงเริ่มมีอาการป่วย(onset)
- ตัวอย่างเช่น ไข้หวัดใหญ่มีระยะฟักตัว 1-3 วัน หมายความว่า ถ้าได้รับเชื้อไข้หวัดใหญ่(ในปริมาณเพียงพอ) จะเริ่มมีอาการป่วยภายในอีก 1-3 วันหลังจากนั้น
- คำถาม โรคเบาหวานมีระยะฟักตัวเท่าใด

Induction period

- ในโรคไม่ติดต่อ ซึ่งส่วนใหญ่มีระยะไม่ปรากฏอาการยาวนาน เราเรียกระยะเวลาห่างจากการได้รับปัจจัยจนเกิดอาการว่า **induction period**
- เช่น มะเร็งเม็ดเลือดขาว เกิดหลังจากเหตุระเบิดนิวเคลียร์ ประมาณ 7 ปี (2 – 12 ปี)

ระยะมีอาการของโรค (stage of clinical disease)

- พยาธิสภาพของโรคมักมาก จนเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะและหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
- ตัวอย่าง
 - อาการไข้ ไอ หายใจหอบ ในผู้ป่วยโรคปอดบวม
 - การตรวจพบก้อนเนื้อในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในโรคมะเร็ง, ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจมีอาการแน่นอก

ระยะมีความพิการของโรค (stage of disability)

- หลังจากการเป็นโรค อาจมีความพิการมาก หรือน้อยขึ้นกับความรุนแรงของโรค และการรักษา
- ตัวอย่าง
 - ผู้ป่วยโรคโปลิโอ เมื่อถึงระยะที่มีพยาธิสภาพที่เส้นประสาทจะทำให้มีอัมพาตของแขนขาได้
 - ผู้ป่วยไฟไหม้ที่มือ เมื่อแผลหายแต่ยังมีแผลเป็นทำให้มืองอ เขยียดหรือกำไม่ได้ตามปกติ

ปัจจัยของเชื้อที่ทำให้เกิดโรค

- **Infectivity** : สัดส่วนของผู้ที่ติดเชื้อมาสู่ผู้สัมผัสทั้งหมด
- **Pathogenicity** : สัดส่วนของผู้ที่มีอาการต่อผู้ที่ติดเชื้อทั้งหมด
- **Virulence** : สัดส่วนของผู้ที่มีอาการรุนแรงหรือตายต่อผู้ที่มีอาการทั้งหมด

ตัวอย่าง

	Pathogenicity	Virulence
Hepatitis A (เด็ก)	ต่ำ	ต่ำ
Measles (ในกลุ่มโกลิโชนากาโรตี)	สูง	ต่ำ
Measles (ในกลุ่มทูปโกลิโชนากาโร)	สูง	สูง
Rabies	สูง	สูง

องค์ประกอบสามทางระบาดวิทยา

- คน (Host)
- ตัวก่อโรค (Agent)
- สิ่งแวดล้อม (Environment)



องค์ประกอบสามทางระบาดวิทยา

- คน : ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเกิดโรคในคน ขึ้นกับอายุ เพศ อาชีพ เชื้อชาติ พฤติกรรม ฯลฯ
- ตัวก่อโรค : ได้แก่ เชื้อโรค และรวมความไปถึงสารเคมี (เช่น สารกัมมันตรังสี) หรือ ปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ (เช่น นิโคตินในบุหรี่)
- สิ่งแวดล้อม : ตัวก่อโรคจะเข้าสู่ตัวคนได้ต้องมีสภาพแวดล้อมที่อำนวย สภาพแวดล้อมนี้ครอบคลุมตั้งแต่ครอบครัวที่อยู่อาศัย สภาพที่ทำงาน สภาพสังคม

ห่วงโซ่ของการติดเชื้อ (Chain of infection)

องค์ประกอบสามของการเกิดโรคประกอบเป็นห่วงโซ่ของการติดเชื้อมีดังนี้

- แหล่งรังโรค (reservoir)
- ทางออกของเชื้อจากแหล่งรังโรค (portal of exit)
- วิธีการถ่ายทอดเชื้อ (mode of transmission)
- ทางเข้าของเชื้อสู่ผู้รับ (portal of entry)
- ผู้รับเชื้อที่ไวต่อโรค (susceptible host)

แหล่งรังโรค (reservoir)

แหล่งรังโรค คือ ที่ๆซึ่งเชื้อก่อโรค อาศัย เติบโต และเพิ่มจำนวน ได้แก่

- มนุษย์ (human reservoirs)
- สัตว์ (animal reservoirs)
- สิ่งแวดล้อม (environmental reservoirs)

แหล่งรังโรคอาจเป็นที่ๆเชื้อเข้าสู่ผู้รับ หรือไม่ใช่ก็ได้ เช่น *Clostridium botulinum* มีแหล่งรังโรคคือ ดิน แต่แหล่งที่เชื้อเข้าสู่ผู้รับส่วนใหญ่คือ อาหารบรรจุกระป๋องที่มีสปอร์ของเชื้ออยู่

แหล่งรังโรคในคน

โรคหลายชนิดมีแหล่งรังโรคคือมนุษย์ และถ่ายทอดจากบุคคลหนึ่งสู่บุคคลหนึ่งโดยไม่มีตัวกลาง เช่น โรคติดเชื้อทางเดินหายใจ โรคติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ แหล่งรังโรคในมนุษย์จำแนกเป็น 2 ชนิด

- พาหะ คือ ผู้ที่สามารถถ่ายทอดเชื้อโดยไม่มีอาการ ประกอบด้วย ผู้ที่อยู่ในระยะฟักตัว, ผู้ติดเชื้อไม่มีอาการ และ ผู้ที่หายจากโรคแล้วแต่ยังมีเชื้ออยู่ บุคคลเหล่านี้เสี่ยงต่อการถ่ายทอดเชื้อมาก
- ผู้ป่วย กลุ่มนี้จะเสี่ยงต่อการถ่ายทอดเชื่อน้อยกว่า เนื่องจากมักได้รับการวินิจฉัย และให้การรักษา เป็นเหตุให้ลดโอกาสการสัมผัสผู้อื่น

แหล่งรังโรคในสัตว์

- **Zoonosis** คือ โรคติดเชื้อจากสัตว์มีกระดูกสันหลังมาสู่คนโดยธรรมชาติ ส่วนใหญ่โรคในกลุ่มนี้จะติดต่อกันระหว่างสัตว์ คนเป็นเพียง incidental host เช่น Trichinosis, Anthrax, Rabies, Plague, Leptospirosis
- **Vector-borne disease** แมลงหลายชนิดเป็นแหล่งรังโรคของเชื้อไวรัสหรือปรสิต ตัวอย่างเช่น JE virus, Dengue virus, Zika virus, Malaria

แหล่งรังโรคในสิ่งแวดล้อม

พืช ดิน และ น้ำ ในสิ่งแวดล้อม สามารถเป็นแหล่งรังโรคของ เชื้อก่อโรคบางชนิด เช่น Histoplasmosis (เชื้อราชนิดหนึ่ง) อหิวา และเพิ่มจำนวนในดิน , Legionnaires's disease อหิวาอยู่ใน แหล่งเก็บน้ำ เช่น น้ำหล่อเย็นของระบบปรับอากาศ

ทางออกของเชื้อจากแหล่งรังโรค (portal of exit)

ทางออกของเชื้อจากแหล่งรังโรค ส่วนใหญ่จะสัมพันธ์กับแหล่งที่เชื้อมีโอกาสออกสู่ภายนอก เช่น

- TB และ influenza ออกมาทางทางเดินหายใจ
- *Vibrio cholerae* ออกมากับอุจจาระ
- *Sarcoptes scabiei* (หิด) ออกมาทางรอยโรคที่ผิวหนัง
- เชื้อที่อยู่ในกระแสเลือด อาจมีทางออกต่างกัน เช่น ไวรัสเอดส์ (บาดแผลที่ผิวหนัง, อวัยวะสืบพันธุ์) หรือ มาลาเรีย (ยุงกินเลือดผ่านทางผิวหนัง)

วิธีการถ่ายทอดเชื้อ (mode of transmission)

➤ Direct transmission

- Direct contact
- Droplet spread

➤ Indirect transmission

- Air-borne
- Vehicle-borne
- Vector-borne
 - Mechanical
 - Biological

Direct transmission

- **Direct contact** : การสัมผัสโดยตรงระหว่าง reservoir กับ host
 - คน : การสัมผัสทางผิวหนัง การมีเพศสัมพันธ์
 - สิ่งแวดล้อม : สัมผัสกับดินที่มีเชื้อก่อโรค เช่น พยาธิปากขอ
- **Droplet spread**
 - ฝอยละอองที่เกิดจากการจาม ไอหรือพูดคุย ซึ่งกระจายไปในระยะสั้นๆ ก่อนที่จะตกลงสู่พื้นดิน

Indirect transmission

- **Air-borne** : แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ
 - **Droplet nuclei** : เกิดจาก droplet ที่ส่วนประกอบของของเหลวระเหยออกไปจนมีขนาดเล็ก (< 5 micron) หรือเกิดจากฝอยละอองจากตัวอย่างติดเชื้อในห้องปฏิบัติการ droplet nuclei สามารถแขวนลอยในอากาศได้เป็นเวลานาน ตัวอย่างเช่น TB, Legionnaires's disease
 - **Dust** : อนุภาคขนาดเล็กที่มีเชื้อก่อโรคปนเปื้อนซึ่งถูกพัดพามาจากดิน, เสื้อผ้า, ฟูกนอน หรือพื้นผิวอื่นๆ

Indirect transmission

- **Vector-borne** : เชื้อก่อโรคถูกนำโดยสิ่งมีชีวิต ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแมลง
 - **Mechanical transmission** : เชื้อก่อโรคถูกนำไปโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มจำนวนใน vector เชื้ออาจถูกนำไปโดยขาของแมลง เช่น แมลงวันกับเชื้อที่ก่อโรคอุจจาระร่วง หรือ ผ่านเข้าไปในทางเดินอาหารของแมลงแล้วออกมาโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น หมัดกับ plague
 - **Biological transmission** : เชื้อก่อโรคมีการเปลี่ยนแปลงในวงจรชีวิตจนกระทั่งพร้อมที่จะติดเชื้อต่อไปในตัว of vector ในกรณีนี้ vector จะเป็นทั้ง intermediate host และ mode of transmission เช่น ยุงกับปล่องกับไข้มาลาเรีย

Indirect transmission

- **Vehicle-borne** : เชื้อก่อโรคถูกนำโดยสิ่งไม่มีชีวิต
 - อาหาร, น้ำ
 - วัตถุชีวภาพ เช่น เลือด
 - เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ
 - Vehicle เหล่านี้ อาจนำเชื้อก่อโรคโดยเชื้อไม่มีการเปลี่ยนแปลง (เช่น อาหารหรือน้ำนำเชื้อไวรัสตับอักเสบบ A) หรือมีการเปลี่ยนแปลง (เช่น อาหารบรรจุกระป๋องไม่ได้มาตรฐานทำให้มีสถานะแวดล้อมเหมาะสมให้ *C. botulinum* สร้าง toxin)

ทางเข้าของเชื้อสู่ผู้รับ (portal of entry)

เชื้อก่อโรคเข้าสู่ร่างกายของ host โดยทางผ่านนั้นต้องเป็นทางที่เชื่อนั้นๆจะมุ่งไปสู่อวัยวะเป้าหมายได้ ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นทางเดียวกับที่เชื้อออกมาจากแหล่งรังโรค เช่น influenza ออกมาทางระบบทางเดินหายใจก็เข้าสู่ทางระบบทางเดินหายใจ หรือ เชื้อก่อโรคอุจจาระร่วงออกทางทางเดินอาหาร(อุจจาระ) ก็เข้าสู่ทางทางเดินอาหาร(ปาก) อย่างไรก็ตามเชื้อบางชนิดก็เข้าสู่ร่างกายของ host คนละทางกับที่ออกจากแหล่งรังโรค เช่น พยาธิปากขอ

ผู้รับเชื้อที่ไวต่อโรค (susceptible host)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการไวต่อโรค ได้แก่

- พันธุกรรม
- ภูมิคุ้มกันเฉพาะโรค
- ปัจจัยทั่วไปของแต่ละบุคคล
 - ลดความไวต่อการติดเชื้อหรือเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อ
 - เพิ่มความไวต่อการติดเชื้อ

ปัจจัยทั่วไปที่ลดความไวต่อการติดเชื้อ

- ผิวหนัง เยื่อบุ(mucous membrane) : ผิวหนังที่ไม่มีบาดแผลจะป้องกันเชื้อเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนัง
- ความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร : จะฆ่าเชื้อบางส่วนที่รับประทานเข้าไป
- Cilia ในระบบทางเดินหายใจ การไอ : ขจัดเชื้อที่หายใจเข้าไป
- ภูมิคุ้มกันแบบไม่เฉพาะโรค : เช่น เม็ดเลือดขาวที่จับกินเชื้อโรค

ปัจจัยทั่วไปที่เพิ่มความไวต่อการติดเชื้อ

- ภาวะทุพโภชนาการ
- การติดสุรา (alcoholism)
- การได้รับยากดภูมิคุ้มกัน

ภูมิคุ้มกันเฉพาะโรค

ภูมิคุ้มกันเฉพาะโรคจะต้านทานต่อเชื้อชนิดนั้นๆ โดยเกิดได้ 2 ทางคือ

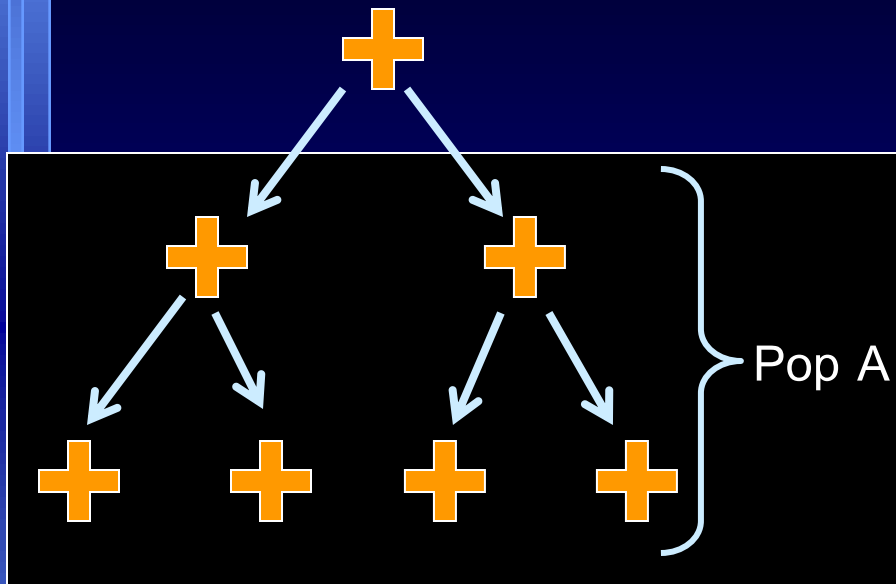
- **Active immunity** : ร่างกายของ **host** สร้างภูมิคุ้มกันต่อเชื้อนั้นๆเอง โดยการได้รับวัคซีน หรือ **toxoid**
- **Passive immunity** : ได้รับภูมิคุ้มกันต่อเชื่อนั้นจากผู้อื่น เช่น ทารกได้รับจากมารดาผ่านทางรกขณะอยู่ในครรภ์ หรือ ผู้ที่ได้รับ **immunoglobulin, antitoxin**

Herd immunity

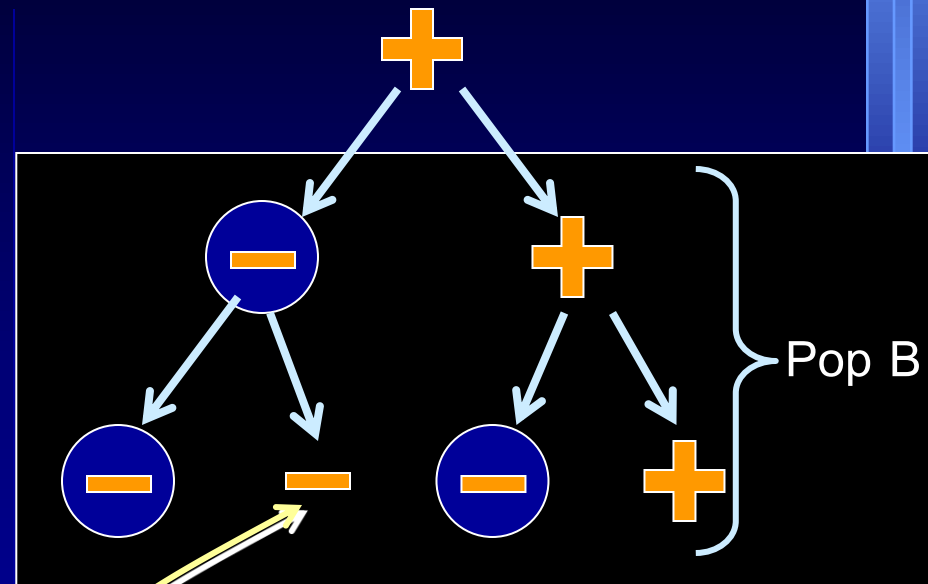
- **Herd immunity** เป็นการป้องกันการระบาดของโรคในชุมชน (ไม่ใช่การป้องกันการติดเชื้อของแต่ละบุคคล)
- สัดส่วนของประชากรในชุมชนมีความต้านทานต่อเชื้อในระดับสูง และเหลือผู้ที่ยังไวต่อเชื้อจำนวนไม่มาก ทำให้ผู้ที่ติดเชื้อมีโอกาสนสัมผัสกับผู้ที่ยังไวต่อเชื้อ น้อยลง
- ไม่จำเป็นที่ประชากรทุกคนต้องมีความต้านทานต่อเชื้อ สัดส่วนของผู้ที่มีความต้านทานที่จำเป็นสำหรับ herd immunity แตกต่างไปตามแต่ละโรค เช่น โรคหัดต้องการที่ระดับ 95%

Herd immunity

ถ้ามีวงกลมสีขาวแสดงว่า มีภูมิคุ้มกัน เครื่องหมายบวก หมายถึงติดเชื้อ
เครื่องหมายลบ หมายถึง ไม่ติดเชื้อ



Pop A ไม่มีภูมิคุ้มกัน 100%
อัตราติดเชื้อ 100%



Pop B ไม่มีภูมิคุ้มกัน $3/6 = 50\%$
อัตราติดเชื้อ $2/6 = 33\%$

คนนี้ไม่มีภูมิคุ้มกัน แต่ได้ประโยชน์จาก Herd immunity

ปัญหาของ herd immunity

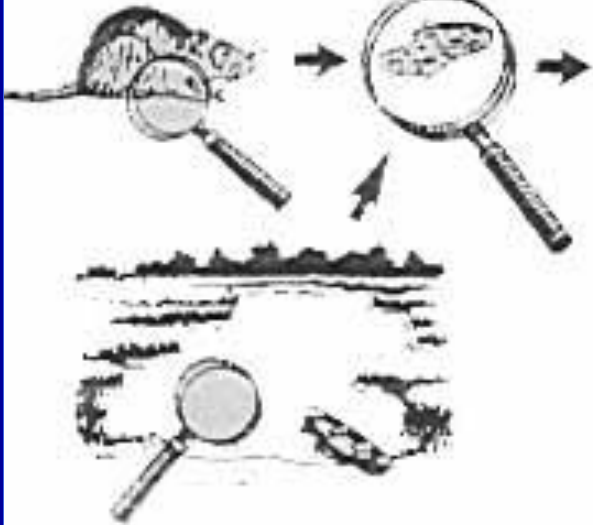
- แม้ว่า herd immunity จะสูงเพียงพอในทางทฤษฎี แต่ถ้าหากผู้ที่ยังไวต่อเชื้ออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม(cluster) ซึ่งมักพบบ่อย เนื่องจากวัฒนธรรมหรือสถานะเศรษฐกิจและสังคมที่คล้ายคลึง และบุคคลกลุ่มนี้ได้รับเชื้อเข้าไป ก็ยังเกิดการระบาดของโรคได้

สรุปห่วงโซ่ของการติดเชื้อ

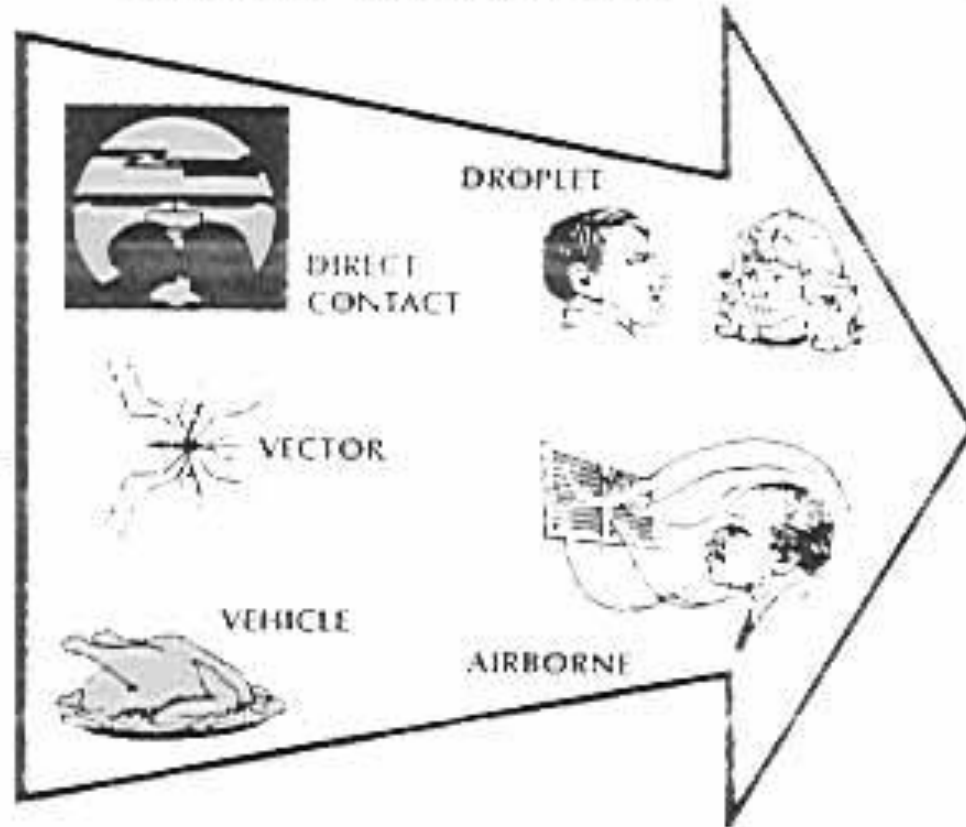
RESERVOIR



AGENT

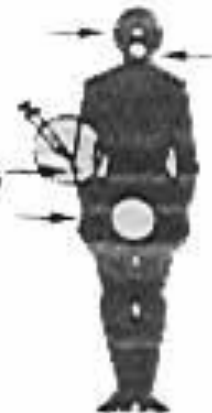


MODE OF TRANSMISSION



SUSCEPTIBLE HOST

PORTALS OF ENTRY



การควบคุมป้องกันโรค

➤ ควบคุมที่แหล่งรังโรค

- ผู้ป่วยในโรงพยาบาล : ให้การรักษา, แยกผู้ป่วย
- เชื้อในสิ่งแวดล้อม : ใช้น้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะสม

➤ ควบคุมที่การถ่ายทอดเชื้อ

- Direct contact : การให้สุขศึกษาเพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสผู้ป่วย
- Vehicle-borne : การอุ่นอาหารให้ร้อน, การต้มหรือใช้น้ำยาฆ่าเชื้อกับภาชนะ
- Air-borne : ปรับปรุงสภาพการถ่ายเทอากาศ
- Vector-borne : ควบคุมจำนวนแมลงนำโรค

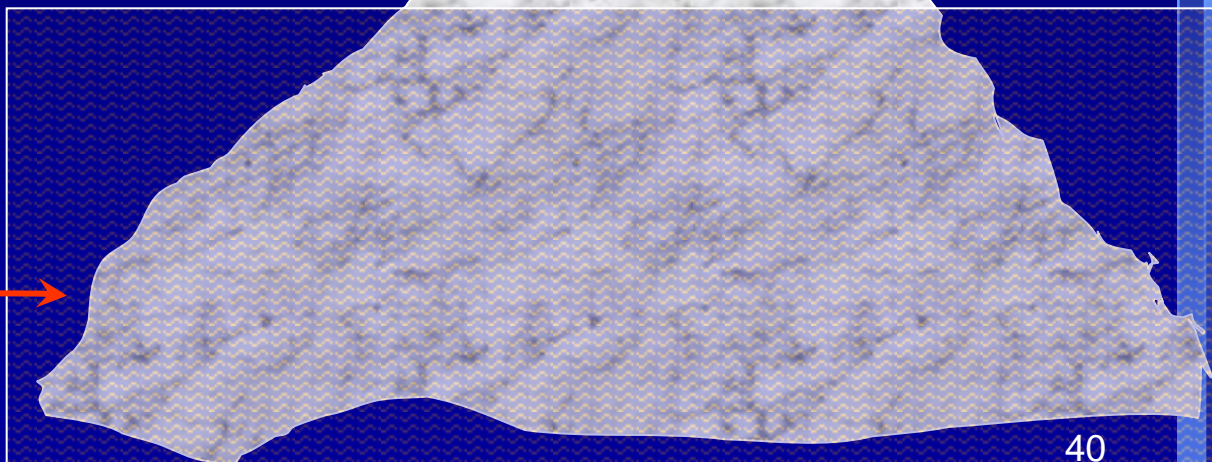
การควบคุมป้องกันโรค

- **ควบคุมที่ทางเข้าของเชื้อ**
 - การใส่ mask ของบุคลากรที่ปฏิบัติงานกับผู้ป่วย
 - การใส่รองเท้าเพื่อป้องกันโรคพยาธิปากขอ
 - การให้สุขศึกษา เช่น โรคติดเชื้อทางเดินอาหาร
- **ควบคุมที่ระดับผู้ที่ไวต่อเชื้อ**
 - การให้ยาป้องกันโรค (chemoprophylaxis)
 - การให้วัคซีนหรือ toxoid
 - การให้ immunoglobulin



ยอดภูเขาน้ำแข็ง

ธรรมชาติของการเกิดโรค



ความสำคัญต่อการป้องกันควบคุมโรค

บุคคลเหล่านี้สามารถแพร่เชื้อให้กับผู้ที่ไวต่อการเกิดโรคได้

- ผู้ที่ติดเชื้อไม่มีอาการหรือผู้มีอาการแต่ไม่ได้รับการวินิจฉัย
- ผู้ที่ติดเชื้อและอยู่ในระยะฟักตัวของโรค
 - หัด, ไวรัสตับอักเสบ A, ไวรัสเอดส์
- ผู้ที่หายจากโรคแต่ยังเป็นพาหะของโรคอยู่
 - ไวรัสตับอักเสบ B