

ฉบับแปลไทย (Thai Translations)

What were the historical reasons for the resistance to recognizing airborne transmission during the COVID-19 pandemic?

onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ina.13070

อะไรคือเหตุผลในเชิงประวัติศาสตร์สำหรับการต่อต้านการยอมรับการแพร่กระจาย เชื้อผ่านทางอากาศในระหว่างการระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ?

บทคัดย่อ (Abstract)

คำถามที่ว่าเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 มีการแพร่กระจายเชื้อส่วนใหญ่ผ่านทางละอองฝอย (droplet) หรือละอองลอย (aerosol) กันแน่เป็นสิ่งที่ถกเถียงกันอย่างมาก เราต้องการที่จะอธิบายประเด็นที่ถกเถียงกันอยู่นี้ โดยผ่านการวิเคราะห์ในเชิงประวัติศาสตร์ของการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแพร่กระจายเชื้อในโรคอื่น ๆ สำหรับประวัติศาสตร์ส่วนใหญ่ของมนุษยชาติแล้วกระบวนทัศน์ (paradigm) ที่โดดเด่นมีบทบาทสำคัญก็คือว่าโรคจำนวนมากมาหลายชนิดถูกนำพาเคลื่อนที่ไปทางอากาศ ซึ่งบ่อยครั้งก็เป็นไปในระยะทางไกล ๆ และเป็นไปในลักษณะที่เพ้อฝันหรือภาพหลอน (phantasmagorical) กระบวนทัศน์ที่เกี่ยวกับสิ่งที่เปื้อนพิษ (miasmatic) นี้ถูกท้าทายในช่วงกลางถึงช่วงปลายของคริสต์ศตวรรษที่ 19 ด้วยการเกิดขึ้นของทฤษฎีเชื้อก่อโรค (germ theory) และในขณะที่มีการพบว่าโรคบางอย่าง เช่นอหิวาตกโรค ภาวะไข้หลังคลอด และมาเลเรียจริง ๆ แล้วแพร่กระจายเชื้อโดยช่องทางอื่น ๆ จากการที่ได้รับการกระตุ้นจากมุมมองของเขาเกี่ยวกับความสำคัญของการติดเชื้อผ่านทางสัมผัสใกล้ชิด (contact)/ละอองฝอย (droplet) และการต่อต้านที่เขาต้องเผชิญจากอิทธิพลที่ยังคงหลงเหลืออยู่ของทฤษฎีที่ว่าด้วยไอพิษที่ระเหยจากดินและพืชหรือสิ่งโสโครก (miasma theory) นี้เองในปี ค.ศ. 1910 (พ.ศ. 2453) เจ้าหน้าที่สาธารณสุขผู้หนึ่งซึ่งมีชื่อเสียงโดดเด่นที่ชื่อชาร์ลส์ แชลลิน จึงได้ช่วยริเริ่มการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ได้อย่างประสบความสำเร็จ ซึ่งเขามีความเห็นว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศไม่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด (most unlikely) กระบวนทัศน์ใหม่นี้กลายเป็นสิ่งที่โดดเด่นมีบทบาทสำคัญ (dominant) อย่างไรก็ตามการขาดความเข้าใจเกี่ยวกับละอองลอยได้นำไปสู่ความผิดพลาดเชิงระบบ (systematic errors) ในการตีความหลักฐานของการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับช่องทางของการแพร่กระจายเชื้อ สำหรับ 5 ทศวรรษต่อมาการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญเล็กน้อยหรือไม่สำคัญเลยสำหรับโรคระบบทางเดินหายใจที่สำคัญ ๆ ทั้งหมด จวบจนกระทั่งมีการแสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคผ่านทางอากาศในปี ค.ศ. 1962 (พ.ศ. 2505) (ซึ่งก่อนหน้านี้เคยเชื่อกันอย่างผิด ๆ ว่าแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองฝอย) กระบวนทัศน์การแพร่กระจายเชื้อจากการสัมผัส/ละอองฝอยยังคงโดดเด่นมีบทบาทสำคัญ และมีโรคแค่เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่ามีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศก่อนหน้าการเกิดโรคโควิด-19 ซึ่งได้แก่โรคที่มีการแพร่กระจายเชื้ออย่างชัดเจนไปสู่ผู้คนที่ไม่ได้อยู่ในห้องเดียวกัน การเพิ่มขึ้นของงานศึกษาวิจัยที่มีลักษณะเป็นสหวิทยาการ (interdisciplinary research) ที่ได้รับแรงบันดาลใจจากการระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศเป็นช่องทางสำคัญช่องทางหลักสำหรับการแพร่กระจายโรคนี้ และมีแนวโน้มความเป็นไปได้ที่จะมีความสำคัญสำหรับโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจต่าง ๆ มากมาย

ผลกระทบในเชิงปฏิบัติ (Practical Implications)

นับตั้งแต่ต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 เป็นต้นมา มีการต่อต้านในการที่จะยอมรับว่าโรคต่าง ๆ มีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ ซึ่งสิ่งนี้ได้สร้างความเสียหายเป็นอย่างยิ่งในระหว่างการระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ครั้งนี้ เหตุผลสำคัญสำหรับการต่อต้านที่ว่านี้อยู่ในประวัติศาสตร์ของความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องการแพร่กระจายโรค คือการแพร่กระจายผ่านทางอากาศถูกมองว่าเป็นสิ่งที่โดดเด่นมีบทบาทสำคัญในระหว่างประวัติศาสตร์ส่วนใหญ่ของมนุษยชาติ แต่เกิดกระแสตีกลับอย่างรุนแรงในช่วงต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 เป็นเวลานานนับหลายทศวรรษทีเดียวที่โรคที่สำคัญ ๆ ไม่ได้ถูกคิดว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ โดยการทําประวัติศาสตร์ส่วนนี้และข้อผิดพลาดที่ฝังรากลึกอยู่ ซึ่งยังคงมีอยู่จนถึงปัจจุบันนี้ให้กระจ่างชัดเจน เราหวังว่าจะช่วยสนับสนุนให้เกิดความก้าวหน้าในสาขานี้ในอนาคต

1. บทนำ (INTRODUCTION)

การระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ครั้งนี้ได้กระตุ้นให้เกิดการอภิปรายโต้เถียงกันอย่างเข้มข้นในเรื่องรูปแบบช่องทางของการแพร่กระจายเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 ซึ่งเกี่ยวข้องกับช่องทางหลัก ๆ 3 ช่องทาง ได้แก่ หนึ่ง จากการปะทะ (impact) กับ “ละอองฝอย” ที่มาจากการฉีดพ่นหรือฟุ้งกระจาย (sprayborne droplets) ที่กระเซ็นเข้าสู่ดวงตา จมูก หรือปาก ซึ่งถ้าไม่เช่นนั้นก็จะตกลงสู่พื้นในบริเวณที่ใกล้กับผู้ติดเชื้อ สอง จากการสัมผัสไม่ว่าโดยการสัมผัสโดยตรงกับผู้ติดเชื้อ หรือว่าโดยอ้อมจากการสัมผัสกับพื้นผิวที่ปนเปื้อน (“วัตถุที่เป็นพาหะนำเชื้อโรค”) และตามมามีด้วยการสัมผัสกับส่วนในของดวงตา จมูก หรือปาก และสาม โดยการหายใจเข้าสู่อากาศละอองลอย (aerosols) ซึ่งบางส่วนสามารถยังคงแขวนตัวอยู่ในอากาศได้นานนับเป็นชั่วโมง ๆ (“การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ”)

องค์กรต่าง ๆ ทางด้านสาธารณสุขซึ่งรวมทั้งองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ประกาศในเบื้องต้นว่าเชื้อไวรัสชนิดนี้มีการแพร่กระจายผ่านทางละอองฝอย (droplet) ขนาดใหญ่ที่ตกลงสู่พื้นใกล้กับผู้ติดเชื้อ ตลอดจนจากการสัมผัสกับพื้นผิวที่ปนเปื้อน องค์การอนามัยโลกได้ประกาศเน้นย้ำเมื่อวันที่ 28 มีนาคม ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) ว่าเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 ไม่มีการแพร่กระจายผ่านทางอากาศ (ยกเว้นในกรณีของ “การทำหัตถการทางการแพทย์ที่ก่อละอองลอย” ที่เฉพาะเจาะจงมาก ๆ และการพูดเป็นอย่างอื่นจากนี้ถือว่าเป็น “ข้อมูลที่ผิด” คำแนะนำที่ว่านี้ขัดแย้งกันกับคำแนะนำของบรรดานักวิทยาศาสตร์จำนวนมากที่แสดงว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศมีแนวโน้มว่าจะเป็นส่วนสำคัญ เมื่อเวลาผ่านไปทางองค์การอนามัยโลกได้มีท่าทีที่ค่อย ๆ อ่อนลง อันดับแรกด้วยการยอมรับว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศมีความเป็นไปได้แต่ก็ไม่น่าจะมีแนวโน้มเช่นนั้น ต่อจากนั้นในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) โดยที่ไม่มีการอธิบายชี้แจงใด ๆ ทางองค์การอนามัยโลกก็ได้สนับสนุนบทบาทของการระบายถ่ายเทอากาศในการจำกัดควบคุมการแพร่กระจายเชื้อไวรัส (ซึ่งมีประโยชน์ก็เฉพาะสำหรับการจำกัดควบคุมเชื้อในอากาศเท่านั้น) ครั้นในวันที่ 30 เมษายน ค.ศ. 2021 (พ.ศ. 2564) ก็ประกาศว่าการแพร่กระจายเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 ผ่านทางละอองลอยมีความสำคัญ (ในขณะที่ไม่ใช้คำว่า “ทางอากาศ”) ถึงแม้ว่าเจ้าหน้าที่ระดับสูงผู้หนึ่งขององค์การอนามัยโลกได้ยอมรับในการให้สัมภาษณ์กับผู้สื่อข่าวในช่วงเวลาเร็ว ๆ นั้นว่า “เหตุผลที่เรากำลังสนับสนุนให้มีการระบายถ่ายเทอากาศก็เพราะว่าเชื้อไวรัสสามารถแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศได้” พวกเขายังได้แสดงว่าพวกเขาลึกเล็งถึงการ

ใช้คำว่า “ทางอากาศ” อีกด้วย ในที่สุดในเดือนธันวาคม ค.ศ. 2021 (พ.ศ. 2564) ทางองค์การอนามัยโลกก็ได้ปรับปรุงหน้าหนึ่งในเว็บไซต์ของพวกเขาในทันสมัย (update) เพื่อที่จะแสดงอย่างชัดเจนว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศในระยะสั้น ๆ (short range) และระยะยาว (long range) เป็นสิ่งที่สำคัญ ในขณะที่ก็ยังได้อธิบายอย่างชัดเจนว่า “การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองลอย (aerosol transmission)” กับ “การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ (airborne transmission)” เป็นคำพ้องความหมายกัน อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากเว็บเพจนั้นแล้ว คำอธิบายเกี่ยวกับเชื้อไวรัสว่า (มีการแพร่กระจายเชื้อผ่าน) “ทางอากาศ” ก็ยังคงขาดหายไปอย่างแทบจะสิ้นเชิงต่อไปจากการติดต่อสื่อสารสาธารณะขององค์การอนามัยโลก (นับถึงเดือนมีนาคม ค.ศ. 2022 (พ.ศ. 2565))

ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา (CDC) ได้มีการติดตามสองเส้นทางขนานกัน คือประการแรกมีการแสดงเกี่ยวกับความสำคัญของการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองฝอย (droplet transmission) และต่อมาในเดือนกันยายน ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) ก็ได้โพสต์ข้อความสั้น ๆ บนเว็บไซต์ของหน่วยงานของพวกเขา ยอมรับถึงการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ ซึ่งข้อความสั้น ๆ นั้นถูกลบเอาออกไปใน 3 วันต่อมา และสุดท้ายเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม ค.ศ. 2021 (พ.ศ. 2564) ก็ได้ยอมรับว่าการหายใจเข้ารับเอาละอองลอยเข้าไปมีความสำคัญสำหรับการแพร่กระจายเชื้อ อย่างไรก็ตามศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกาได้ใช้คำว่า “ละอองฝอยระบบทางเดินหายใจ (respiratory droplet)” อยู่บ่อยครั้ง (ซึ่งโดยทั่วไปแล้วคำนี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับละอองฝอยขนาดใหญ่ (large droplets) ที่ตกลงสู่พื้นอย่างรวดเร็ว) ในการพูดถึงละอองลอย (aerosols) ซึ่งเป็นการสร้างความสับสนเป็นอย่างมาก ไม่มีองค์กรใดที่เน้นย้ำถึงความเปลี่ยนแปลงหรือความแตกต่างกันในการแถลงข่าว หรือในแคมเปญการสื่อสารที่สำคัญ ๆ ภายในช่วงระยะเวลาที่ทั้งสององค์กรนี้มีการยอมรับอย่างคับแคบจำกัดนี้ ก็มีหลักฐานสำหรับการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศสะสมเพิ่มมากขึ้น และนักวิทยาศาสตร์และแพทย์จำนวนมากมายได้แสดงว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศไม่ได้เป็นแค่เพียงช่องทางที่เป็นไปได้ของการแพร่กระจายเชื้อเท่านั้น แต่ยังมีแนวโน้มที่จะเป็นช่องทางที่โดดเด่นมีบทบาทสำคัญ (*predominant*) อีกด้วย ในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2021 (พ.ศ. 2564) ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกาได้แสดงว่าความสามารถในการแพร่กระจายเชื้อ (transmissibility) ของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 สายพันธุ์เดลต้าเข้าใกล้ความสามารถในการแพร่กระจายเชื้อของโรคอีสุกอีใส ซึ่งเป็นเชื้อไวรัสที่สามารถแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศได้อย่างยิ่งยวด สายพันธุ์โอมิครอนซึ่งอุบัติขึ้นในช่วงปลายปี ค.ศ. 2021 (พ.ศ. 2564) ก็ปรากฏว่าเป็นเชื้อไวรัสที่แพร่กระจายเชื้อได้รวดเร็วอย่างน่าทึ่ง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงจำนวนการขยายพันธุ์ที่สูงและมีช่วงระยะเวลาในการแพร่จากผู้ติดเชื้อคนหนึ่งไปทำให้อีกคนหนึ่งติดเชื้อ (serial interval) ที่สั้น

การยอมรับที่ช้าและจับจดไร้อุดมคติต่อหลักฐานของการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 โดยหน่วยงานองค์กรทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญ ๆ นี้ได้มีส่วนช่วยให้เกิดการจำกัดควบคุมการระบาดใหญ่อย่างไม่เหมาะสมต่ำกว่าระดับปกติ (suboptimal) ในขณะที่ผลประโยชน์ต่าง ๆ ของมาตรการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองลอยกำลังได้รับการสถาปนาขึ้นเป็นอย่างดี การยอมรับในหลักฐานให้ไวกว่านี้น่าจะช่วยส่งเสริมสนับสนุนแนวปฏิบัติที่แยกแยะจำแนกระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ สำหรับภายในอาคาร (indoors) และกลางแจ้ง (outdoors) การมุ่งให้ความสนใจไปที่กิจกรรมกลางแจ้งมากกว่า การให้คำแนะนำแต่เนิ่น ๆ สำหรับการสวมหน้ากาก การเน้นย้ำมากขึ้นและตั้งแต่นั้น ๆ ถึงการใส่หน้ากากให้พอดี (mask fit) และแผ่นกรอง (filter) ซึ่งดีกว่า ตลอดจนระเบียบข้อบังคับในการสวมหน้ากากเมื่ออยู่ภายใน

อาคาร (แม้แต่เมื่อสามารถอ้างไว้ซึ่งการเว้นระยะห่างทางสังคมแล้วก็ตาม) การระบายถ่ายเทอากาศ และการกรองอากาศ การยอมรับเสียตั้งแต่เนิ่น ๆ น่าจะทำให้เกิดการเน้นย้ำมากขึ้นเกี่ยวกับมาตรการต่าง ๆ เหล่านี้ และน่าจะช่วยลดเวลาและงบประมาณที่ต้องจ่ายไปสำหรับมาตรการต่าง ๆ ลงได้อย่างมากมาย อย่างเช่นการฆ่าเชื้อทำความสะอาดพื้นผิวและแผ่นกันขวางด้านข้างที่ทำด้วยกระจกทนความร้อน (**lateral plexiglass barriers**) ซึ่งค่อนข้างจะไม่ได้ผลสำหรับการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ และในกรณีหลังนี้อาจจะแม้แต่ถ่วงความก้าวหน้า (**counterproductive**) เสียด้วยซ้ำ

เพราะเหตุใดองค์กรเหล่านี้ถึงได้ชักช้า และเพราะเหตุใดถึงได้มีแรงต่อต้านต่อการเปลี่ยนแปลงมากมายถึงเพียงนี้? บทความผลงานวิจัยชิ้นหนึ่งก่อนหน้านี้ได้พิจารณาในประเด็นทุนทางวิทยาศาสตร์ (**scientific capital**) (ผลประโยชน์ที่มีส่วนได้เสีย หรือ **vested interests**) จากมุมมองทางด้านสังคมวิทยา การหลีกเลี่ยงต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับมาตรการต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีในการจำกัดควบคุมการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ เช่น อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (**PPE**) ที่ดีกว่าสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ และการระบายถ่ายเทอากาศที่ได้รับการปรับปรุงอาจจะมีบทบาทในเรื่องนี้ บทความผลงานวิจัยชิ้นอื่น ๆ ได้อธิบายเกี่ยวกับความล่าช้าในแง่ของการรับรู้อันตรายต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันกับหน้ากากชนิด **N95** ซึ่งแม้กระนั้นก็มีการโต้เถียง หรือเกี่ยวกับความล่าช้าที่เนื่องมาจากการจัดการคลังพัสดุอุปกรณ์ฉุกเฉินที่ไม่ดี และนำไปสู่ความขาดแคลนในช่วงต้นของการระบาดใหญ่ครั้งนี้

การอธิบายเพิ่มเติมที่บทความผลงานวิจัยเหล่านั้นไม่ได้พูดถึง แต่มีความสอดคล้องอย่างสิ้นเชิงกับสิ่งที่พบก็คือว่าความลังเลในการพิจารณาหรือยอมรับความคิดในเรื่องการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศนี้ ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากความผิดพลาดทางความคิดที่ได้รับการแนะนำมานานมากกว่าหนึ่งศตวรรษที่ผ่านมา และฝังแน่นอยู่ในวงการสาธารณสุขและการป้องกันการติดเชื้อ ซึ่งเป็นความเชื่อว่าการแพร่กระจายของโรคระบบทางเดินหายใจมีสาเหตุมาจากละอองฝอยขนาดใหญ่ (**large droplets**) และดังนั้นการดำเนินความพยายามเพื่อลดละอองฝอยก็น่าจะดีพอแล้ว หน่วยงานเหล่านี้ก็ยังคงได้แสดงให้เห็นถึงความลังเลในการจัดปรับ (แม้แต่เมื่อมีหลักฐานชัด) ให้สอดคล้องกับทฤษฎีทางด้านสังคมวิทยา (**sociological theory**) และทางด้านญาณวิทยา (**epistemological theory**) เกี่ยวกับว่าผู้ที่มีอำนาจควบคุมหน่วยงานหรือองค์กรสามารถต่อต้านการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไรบ้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหากว่ามันดูเหมือนจะเป็นการข่มขู่คุกคามหรือเป็นอันตรายต่อตำแหน่งของตัวเอง เกี่ยวกับว่าการคิดแบบติดกลุ่ม (**groupthink**) สามารถทำงานได้อย่างไร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อผู้คนกำลังป้องกันตั้งรับการเผชิญหน้ากับความท้าทายจากภายนอก และเกี่ยวกับว่าวิวัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์สามารถเกิดขึ้นผ่านทางการเปลี่ยนกระบวนทัศน์ได้อย่างไร แม้แต่เมื่อผู้ปกป้องกระบวนทัศน์เก่านั้นต่อต้านการยอมรับว่าทฤษฎีทางเลือกมีการสนับสนุนที่ดีกว่าจากหลักฐานที่มีอยู่ด้วยเหตุนี้ในการที่จะทำความเข้าใจเกี่ยวกับการคงอยู่ของความผิดพลาดที่ว่านี้ เราจึงต้องการที่จะศึกษาสำรวจประวัติศาสตร์ของมัน และประวัติศาสตร์ของการแพร่กระจายเชื้อโรคผ่านทางอากาศโดยทั่ว ๆ ไป และเน้นย้ำถึงแนวโน้มสำคัญ ๆ ที่นำไปสู่ทฤษฎีละอองฝอย (**droplet theory**) ซึ่งกำลังกลายเป็นสิ่งที่โดดเด่นและมีบทบาทสำคัญ

2. วิธีดำเนินการวิจัย (METHOD)

จากการที่มุ่งให้ความสนใจไปที่การติดเชื้อที่ได้รับผ่านทางการหายใจเป็นหลัก (เช่น วัณโรค อีสุกอีใส หัด และไข้หวัดใหญ่) และโรคอื่น ๆ ที่ในอดีตเคยคิดกันว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ (เช่น มาเลเรียและอหิวาตกโรค) เราได้รวบรวมทฤษฎีและรูปแบบของการแพร่กระจายเชื้อโรคในอดีต ตั้งแต่จากยุคกรีกโบราณจนถึงสมัยปัจจุบัน หลังจากที่เราเริ่มต้นกับแหล่งที่มาต่าง ๆ เกี่ยวกับหัวข้อนี้ที่เราารู้แล้ว เราได้ใช้วิธีการติดตามย้อนกลับ (ดูในเอกสารอ้างอิงแหล่งที่มาเหล่านั้น) และการติดตามไปข้างหน้า (การติดตามแหล่งที่มาไปข้างหน้าใน Google Scholar เพื่อดูว่าแหล่งที่มาอันไหนที่อ้างอิงถึงมัน) นอกจากนี้เรายังได้ใช้การสืบค้นวรรณกรรมผลการศึกษาวิจัยใน PubMed, Google Scholar, และ Web of Science ตลอดจนปรึกษาหารือกับผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆ เพื่อที่จะบ่งชี้หาบทความผลการศึกษาวิจัยที่สำคัญชิ้นอื่น ๆ ในหัวข้อเรื่องเดียวกันนี้ เฉพาะวรรณกรรมผลการศึกษาวิจัยที่ตีพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษเท่านั้นที่ได้รับการสืบค้นอย่างเป็นระบบ ถึงแม้ว่ามีเอกสารอ้างอิงบางส่วนที่เป็นภาษาอื่น ๆ ที่ได้รับการทบทวน และมีอยู่ไม่กี่ชิ้นในจำนวนนั้นที่ได้รับการอ้างอิง เราทำการสืบค้นถึงต้นตอแหล่งที่มาของการต่อต้านการยอมรับการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศในระหว่างการระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ครั้งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากสถาบันหน่วยงานด้านสาธารณสุขชั้นนำอย่างเช่นองค์การอนามัยโลก (WHO) ซึ่งปรากฏว่าได้ฝังรากอยู่ในธรรมเนียมประเพณีวิทยาศาสตร์ของทางตะวันตก เรายอมรับว่าประเทศอื่น ๆ ก็มีมุมมองของตัวเองเกี่ยวกับการแพร่กระจายของโรคระบบทางเดินหายใจตลอดช่วงประวัติศาสตร์ แต่เราไม่ได้ศึกษาสำรวจถึงมุมมองเหล่านั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ เราใช้วิธีการเชิงอรรถปริวรรต (hermeneutic methods) เพื่อผลิตการสังเคราะห์แบบพรรณนา (narrative synthesis) ของวรรณกรรมผลการศึกษาวิจัยชิ้นนี้ และทำให้เกิดภาพที่เข้มข้นขึ้นเรื่อย ๆ ของการที่ว่าการแพร่กระจายของโรคที่เฉพาะเจาะจงเคยได้รับการสร้างกรอบความคิด (conceptualized) แต่เดิมที่กันอย่างไร และมีหลักฐานเชิงประจักษ์อะไรบ้างที่ชักจูงนักวิทยาศาสตร์ไปสู่การปรับปรุงแก้ไขรูปแบบของการแพร่กระจายโรคเสียใหม่ เพื่อทำให้การแปลความหมายของเราดีขึ้น เราจึงได้มองหา (อย่างเปิดเผยชัดแจ้ง) งานศึกษาวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าความเชื่อหรือสมมุติฐานนั้น ๆ ไม่ถูกต้อง (เช่น เรามองหางานศึกษาวิจัยที่ทำทนายรูปแบบและสมมุติฐานที่แพร่หลายอยู่)

3. สิ่งที่พบ (FINDINGS)

3.1 การแพร่กระจายโรคตลอดประวัติศาสตร์ส่วนใหญ่ของมนุษยชาติ: บรรยากาศที่เป็นพิษ (miasmas) และอากาศติดเชื้อ (infective air)

มนุษยชาติได้มีการต่อสู้กับความลึกลับของการแพร่กระจายโรคมานานมากกว่า 2 พันปี เหนือสิ่งอื่นใดคือการทำความเข้าใจว่าโรคติดต่อต่าง ๆ มีการแพร่กระจายโรคได้อย่างไรนั้นเป็นเรื่องที่ยากลำบาก เมื่อคนใดคนหนึ่งล้มป่วยลงเราก็จำเป็นต้องพิจารณาว่าสิ่งใดในบรรดาหลายสิ่งหลายอย่างที่ได้ทำมา (และโดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการสัมผัสกับเชื้อโรคชนิดใด) ที่นำไปสู่การติดเชื้อ อย่างที่เราจะได้เห็นกันต่อไปหลายต่อหลายครั้ง ความยากลำบากที่ว่านี้ทำให้ยากที่จะบอกให้ชัดเจนแน่นอนลงไปว่ามนุษย์เราเจ็บป่วยได้อย่างไร และนำไปสู่ทฤษฎีที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการแพร่กระจายโรคซึ่งได้ถูกยึดมั่นเชื่อถือไปแล้ว และเมื่อถึงตอนนั้นมันก็เป็นสิ่งที่ยากมากในการขจัดเอาทฤษฎีผิด ๆ พวกนี้ออกไป ทั้ง ๆ ที่มีหลักฐานแน่นอนที่สนับสนุนทฤษฎีคู่แข่ง

การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศเป็นสิ่งที่มีความยากลำบากเป็นพิเศษในการที่จะระบุลงไปให้แม่นยำเที่ยงตรง จากการที่อนุภาคติดเชื้อเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ และอากาศมีการเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระโดยที่มีข้อจำกัดน้อยกว่ามาก เช่นเมื่อเปรียบเทียบกับ การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางน้ำ อาหาร มือ หรือยุง

อย่างไรก็ตามควรสังเกตว่าการระบุเจาะจงหรือชี้ให้เห็นถึงวิธีการแพร่กระจายเชื้อก็เป็นเรื่องที่ยากสำหรับกลไกอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน ทั้งด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และเหตุผลทางสังคมวิทยา ยกตัวอย่างเช่น ช่วงระยะฟักตัว (ในตอนนี้ยังไม่เป็นที่ทราบกัน) ทำให้ต้องมีการทดลองจำนวนมากหลายครั้งและการสังเกตอย่างเป็นระบบ ในการพยายามที่จะเชื่อมโยงเข้าสู่กับโรคไข้เหลือง ในทำนองเดียวกันการเกิดขึ้นพร้อมกันระหว่างความยากจนและภาวะทุพโภชนาการกับอากาศสกปรกและน้ำที่ไม่สะอาดก็ทำให้ความจริงเกี่ยวกับการแพร่กระจายทางน้ำของเชื้ออหิวาตกโรคเกิดความสับสน จากการที่ไม่มีกล้องจุลทรรศน์ และทฤษฎีเชื้อก่อโรค (germ theory) ในการเกิดโรค จึงเป็นสิ่งที่ยากลำบากในการแยกแยะความแตกต่างในบรรดาช่องทางต่าง ๆ ที่มีความเป็นไปได้ ทั้งจอห์น สโนว์ และ อิกนาทซ์ เซมเมิลไวส์ ต่างก็เผชิญกับการต่อต้านที่เด็ดขาดรุนแรงจากสถาบันทางด้านวิทยาศาสตร์ในยุคสมัยของพวกเขา โดยที่มีความคล้ายคลึงกันบางอย่างกับการต่อต้านการยอมรับการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศจากสถาบันในขณะนี้

ในตอนแรกงานเขียนของฮิปโปเครติสในดินแดนกรีซโบราณเสนอว่าโรคต่าง ๆ มีสาเหตุจากภาวะที่ไม่สมดุลของอารมณ์ขัน (imbalance of humors) ในร่างกาย ซึ่งอาจจะได้รับการกระตุ้นจาก “บรรยากาศที่เป็นพิษ” ซึ่งถูกส่งผ่านทางอากาศ: “เมื่อไรก็ตามที่ผู้คนจำนวนมากถูกโจมตีโดยโรคอย่างหนึ่งในเวลาเดียวกัน ก็ควรอ้างได้ว่ามีสาเหตุมาจากสิ่งที่มีร่วมกันมากที่สุด และที่เราทุกคนใช้กันมากที่สุด นั่นก็คือสิ่งที่เราหายใจเข้าไป” ภาวะความไม่สมดุล (imbalance) ระหว่างอารมณ์ขัน (humors) ซึ่งถูกตั้งสมมุติฐานนี้ก็ยังทำให้เกิดทฤษฎีเกี่ยวกับประเภทของบุคลิกภาพอีกด้วย ตัวอย่างเช่น “ความเศร้าโศก” ถูกเชื่อว่าเป็นเพราะมีน้ำดีสีดำ (“melaina chole”) อยู่มากเกินไป ตลอดประวัติศาสตร์ส่วนมากของมวลมนุษยชาติในเวลาต่อมา ความเชื่อนี้ก็ยังคงยืนกรานว่าโรคต่าง ๆ ถูกแพร่กระจายผ่านทางอากาศ เนื่องจากว่าเชื้อต้นเหตุที่แท้จริงของโรคที่ติดต่อผ่านทางอากาศยังคงเป็นความลึกลับต่อมาอีกนานนับเป็นศตวรรษ คำอธิบายจึงเป็นไปในลักษณะกว้าง ๆ ทั่ว ๆ ไป อย่างเช่น “บรรยากาศที่เป็นพิษ” หรือ “อากาศเสีย” อย่างที่ได้รับการอธิบายด้วยรากศัพท์ทางนิรุกติศาสตร์ของคำว่ามาเลเรีย (มาจากคำว่า “mala aria” ในภาษาอิตาเลียนยุคกลางสำหรับคำว่า “อากาศเสีย”) ทฤษฎีกำเนิด (origin theories) บางทฤษฎีก็มีความจำเพาะเจาะจงมากกว่าทฤษฎีอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น นักวิชาการชาวโรมันชื่อ มาร์คัส เทเรนทีอุส วาร์โร (มีชีวิตอยู่ในช่วง 116 – 27 ปีก่อนคริสตกาล) ได้เขียนบันทึกไว้ว่าหนองบึงเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่พิเศษเฉพาะสำหรับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ “ลอยในอากาศและเข้าสู่ร่างกายผ่านทางปากและจมูก และเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคร้ายแรงต่าง ๆ” โดยที่อ้างอิงอาศัยข้อพิจารณาเหล่านี้ จึงได้เกิดเป็นนโยบายของจักรวรรดิโรมันในการระบายน้ำออกจากบรดาหนองบึงต่าง ๆ ซึ่งเป็นการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์สำหรับยุงออกไป และลดอุบัติการณ์ของไข้มาเลเรีย เรื่องนี้เป็นตัวอย่างของทฤษฎีที่ผิดพลาดแต่กระนั้นก็ก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดี ไม่ว่าจะเป็นการแพร่กระจายเชื้อหรือได้รับการกระตุ้นจากอารมณ์ขันที่แย่มากหรือจากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กก็ตามที แต่โดยทั่วไปการติดเชื้อผ่านทางอากาศก็ไม่ได้มีการมองว่าเป็นโรคติดต่อและแพร่กระจายเชื้อจากคนสู่คน ยิ่งไปกว่านั้นยังกลับมีการเชื่อกันว่าการติดเชื้อก็แค่ไหลผ่านอากาศและโจมตีผู้คนให้ล้มป่วยลงเท่านั้นเอง

ในคัมภีร์การแพทย์ (*Canon of Medicine*) ของแพทย์ชาวเปอร์เซียที่ชื่อว่า อิบน์ ซีนา (แอวิเซนนา) ซึ่งเขียนในปี ค.ศ. 1025 (พ.ศ. 1568) แพทย์ท่านนี้ได้สรุปทฤษฎีบรรยากาศที่เป็นพิษของกรีก-โรมันโบราณ แต่ก็ได้ผสมผสานความคิดที่ว่ามนุษย์สามารถแพร่กระจายโรคไปสู่ผู้อื่นได้โดยทางลมหายใจเข้าไปด้วย อย่างไรก็ตามทฤษฎีเกี่ยวกับการแพร่กระจายโรคจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งโดยผ่านการติดเชื้อก็ไม่ได้รับการบัญญัติกำหนดไว้อย่างชัดเจน จนกระทั่งมีแพทย์ชาวอิตาลีที่ชื่อ จิโรลาโม ฟรากัสโตโร (ฟรากัสโตเรียส) (มีชีวิตอยู่ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1478–1553 หรือ พ.ศ. 2021–2096) ได้เสนอเรื่องนี้ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1546 (พ.ศ. 2089) ความคิดนี้เกิดขึ้นบนพื้นฐานของทฤษฎี “เมล็ด” โดย เกเลน แห่งราชอาณาจักรเพอร์กามอน ซึ่งเป็นทั้งแพทย์และนักประพันธ์ชาวกรีกที่มีผลงานการประพันธ์จำนวนมากมายหลายชิ้น (มีชีวิตอยู่ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 162 – 203 หรือ พ.ศ. 705 – 746) ทฤษฎีเมล็ดของเกเลนไม่ได้รับความนิยม ซึ่งบางทีก็อาจจะเพราะว่าเขาได้แสดงมันออกมาอย่างค่อนข้างไม่แน่นอนชัดเจน และผลงานการประพันธ์ต่าง ๆ ของเขาที่กว้างขวางกว่านี้ก็ยังคงถูกบดบังรัศมีจากทฤษฎีอารมณ์ชื้นของฮิปโปเครติส (*Hippocratic humoral theory*) ที่น่าสนใจก็คือหนังสือของฟรากัสโตโรได้เสนอว่าเมล็ดของการติดเชื้อที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคหรือที่เขาเรียกมันว่า “*seminaria*” มีการแพร่กระจายโดยผ่านทาง 3 ช่องทางด้วยกัน ได้แก่ ทางตรง ทางอ้อม และจากระยะไกล เขาได้เสนอว่าการติดเชื้อจากระยะไกลมีความรุนแรงมากที่สุด และรุนแรงกว่าการติดเชื้อโดยตรง จากงานประพันธ์ของเขามล็ดที่พูดถึงเหล่านี้อาจจะสามารถแปลได้ว่าเป็นสารเคมี มากกว่าที่จะเป็นสิ่งที่มีชีวิต

ในปี ค.ศ. 1590 (พ.ศ. 2133) เป็นเวลาน้อยกว่าครึ่งศตวรรษหลังจากงานเขียนของฟรากัสโตโร ก็มีช่างประกอบแว่นตาที่ชื่อ อันส์ และ ซาคาเรีย แจนเซน ได้ทำการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ขึ้นมา ผลงานการประดิษฐ์นี้ถูกใช้อย่างรวดเร็วโดยบรรดานักวิทยาศาสตร์รายอื่น ๆ ในการค้นพบจุลินทรีย์ เชื้อราขนาดเล็กได้รับการค้นพบในปี ค.ศ. 1665 (พ.ศ. 2208) โดย โรเบิร์ต ฮุก ผู้ซึ่งตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานเขียนอันลือชื่อของเขาคือ *Micrographica* ในปี ค.ศ. 1667 (พ.ศ. 2210) แบบคที่เรียกว่าได้รับการค้นพบโดยอันโตนิ ฟัน เลเวนฮุก ในปี ค.ศ. 1676 (พ.ศ. 2219) การค้นพบเหล่านี้เป็นการก้าวไปข้างหน้าที่น่าทึ่งที่โดดเด่น มันได้แสดงให้เห็นถึงการมีอยู่ทุกหนทุกแห่งของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาก ๆ ที่เล็กเกินกว่าที่จะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และแม้กระนั้นก็มีศักยภาพความสามารถในการก่อโรคได้ อย่างไรก็ตามสิ่งที่ตามมาภายหลังจากการประกาศหรือการแถลงของฟรากัสโตโรก็คือ การโต้เถียงกันที่ยาวนานนับเป็นศตวรรษระหว่าง “ผู้ที่สนับสนุนความเชื่อในเรื่องบรรยากาศเป็นพิษ (*miasmatists*)” ผู้ซึ่งยึดถือความคิดที่ว่าโรคต่าง ๆ มีการลอยไปในอากาศได้เป็นระยะทางไกล ๆ กับ “ผู้ที่สนับสนุนความเชื่อในเรื่องการติดเชื้อ (*contagionists*)” ซึ่งยอมรับการแพร่กระจายของโรคจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง

อย่างที่ได้อธิบายไว้แล้วก่อนหน้านี้ เนื่องจากว่าเป็นสิ่งที่ยากเป็นอย่างมากในการที่จะระบุว่าคน ๆ หนึ่งเกิดการติดเชื้อได้อย่างไร เพราะเหตุใด และจากไหน การโต้เถียงกันก็จึงไม่สามารถบรรลุข้อสรุปได้ บางครั้งในการสังเกตการระบาดก็จะสังเกตพบว่าการแยกกักตัว (*quarantine*) ใช้ไม่ได้ผล ซึ่งเป็นการบ่งบอกว่าผู้ที่สนับสนุนความเชื่อในเรื่องบรรยากาศเป็นพิษ (*miasmatists*) เป็นฝ่ายถูก ในทางตรงกันข้ามผู้คนก็ไม่ได้ถูกทำให้ล้มป่วยจากระยะทางไกล ๆ อยู่เสมอไป ซึ่งเป็นการบ่งบอกว่าบางทีมันอาจจะเพราะการติดเชื้อที่ทำให้เกิดการเจ็บป่วยขึ้น ในที่สุดเหตุผลสายกลาง ๆ ก็ได้รับการเสนอ ซึ่งเรียกว่า “แนวคิดเรื่องการติดเชื้อโดยบังเอิญ (*contingent contagionism*)” ซึ่งเป็นวิธีการปรับเปลี่ยน (*modulating*) ของการใช้คำว่า “โรคติดต่อ (*contagious disease*)” สำหรับการติดเชื้อที่เฉพาะเจาะจง ตัวอย่างเช่นแนวคิดเรื่องการติดเชื้อ

โดยบังเอิญ (contingent contagionism) จะอธิบายว่าโรคมะเร็งหรือหิวตกรโรคอาจจะติดต่อกันได้ในบรรยากาศที่ไม่บริสุทธิ์ แต่อาจจะไม่ติดต่อในบรรยากาศที่ดี แนวความคิดนี้ได้มาจากการสังเกต ดังนั้นจึงอธิบายความจริงได้เป็นบางส่วน เนื่องจากว่าโรคที่ติดต่อผ่านทางอากาศสามารถติดต่อกันได้มากกว่าเป็นอย่างมากในบริเวณพื้นที่ภายในอาคารที่มีการระบายถ่ายเทอากาศไม่ดี

ฟลอเรนซ์ นิติงเกล (มีชีวิตอยู่ในช่วง ค.ศ. 1820 – 1910 หรือ พ.ศ. 2363 - 2453) ก็เหมือนกันกับผู้คนสมัยวิกตอเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งได้รับการอบรมเลี้ยงดูให้เชื่อว่าโรคต่าง ๆ มีสาเหตุมาจาก ‘บรรยากาศที่เป็นพิษ (miasma)’ หรืออากาศสกปรก ใน “บันทึกในโรงพยาบาล (*Notes on Hospitals*)” ของเธอ เธอได้เขียนบันทึกไว้ว่า “การติดเชื้อ (‘contagion’) หมายถึงอะไรหรือ?” มันบอกเป็นนัยถึงการสื่อสารของโรคจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งโดย *การสัมผัส* [...] ไม่มีจุดสิ้นสุดสำหรับความไร้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักความเชื่อนี้ เพียงพอแล้วที่จะพูดว่า [...] ไม่มีข้อพิสูจน์ [...] ว่ามีสิ่งใดที่เป็น “การติดเชื้อ (contagion)” ที่ว่านี้ การติดเชื้อเกิดขึ้นผ่านทางอากาศ ทำให้อากาศที่หายใจเข้าไปเป็นพิษแล้วก็มี การติดเชื้อเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามเธอได้ร่วมมือกับผู้ที่สนับสนุนแนวคิดเรื่องการติดเชื้อโดยบังเอิญ (contingent contagionists) เกี่ยวกับมาตรการด้านสุขาภิบาล เธอได้ทำให้อัตราการติดเชื้อลดต่ำลงโดยใช้สุขอนามัย การระบายถ่ายเทอากาศ การเพิ่มระยะห่างระหว่างเตียงในโรงพยาบาล และการสร้าง “หอพยาบาลผู้ป่วยแยก” สำหรับผู้ป่วยวัณโรค เธอได้เผชิญกับการต่อต้านที่สำคัญจากครอบครัวของเธอสำหรับอาชีพที่เธอเลือกนี้ และการต่อต้านจากผู้บังคับบัญชาของกองทัพสำหรับการดำเนินการสุขอนามัยพื้นฐานในระหว่างสงครามไครเมีย ในช่วงท้าย ๆ ในอาชีพของเธอรัฐบาลอังกฤษก็ได้ยอมรับการปฏิรูปทางด้านสุขาภิบาลและด้านอื่น ๆ ของเธอในที่สุด หลังจากการลอบบ์อยู่นานหลายปี

3.2 สโนว์ เชื่อมโยงไวรัส และหน่วยงานสาธารณสุข

ในปี ค.ศ. 1854 (พ.ศ. 2397) เกิดการระบาดของหิวตกรโรคในกรุงลอนดอน หน่วยงานสาธารณสุขเชื่อว่ามันมีสาเหตุมาจากบรรยากาศที่เป็นพิษ (miasma) นักปฏิรูปด้านการสุขาภิบาลชาวอังกฤษ เช่น เซอร์เอ็ดวิน แชดวิก ผู้ซึ่งได้ริเริ่มธรรมเนียมปฏิบัติด้านการสาธารณสุขที่ทันสมัยมากมายได้พบว่าทฤษฎีที่ว่าด้วยไอพิษที่ระเหยจากดินและพืชหรือสิ่งโสโครก (miasma theory) มีความน่าสนใจ เนื่องจากว่ามันอธิบายเกี่ยวกับความชุกของโรคต่าง ๆ ในพื้นที่ที่ไม่มีการระบายน้ำสกปรก และมีกลิ่นเหม็นที่ซึ่งคนยากจนอาศัยอยู่ และช่วยให้เหตุผลว่าความพยายามของพวกเขาในการที่จะจัดการแก้ไขสภาพเหล่านั้นเป็นสิ่งที่ถูกต้อง

จอห์น สโนว์ เป็นแพทย์ผู้มั่งคั่งคนหนึ่ง แต่ก็เป็นบุคคลภายนอกวงการสาธารณสุข งานด้านยารับรู้ความรู้สึกของเขาทำให้นายแพทย์ผู้นี้คุ้นเคยกับพฤติกรรมของแก๊สชนิดต่าง ๆ เขารู้ดีว่าสำหรับแก๊สแล้วการแพร่กระจายมีความไม่สม่ำเสมอกับสิ่งที่ได้รับการคาดหวัง เขาสังเกตเห็นการที่ผู้ป่วยมีการกระจุกตัวอยู่ในเขต (borough) เฉพาะของกรุงลอนดอน และได้โน้มน้าวให้สภาท้องถิ่นทำการเคลื่อนย้ายมือจับ (handle) ของเครื่องสูบน้ำบนถนนบรอด (Broad street) ออกไป ซึ่งทำให้การระบาดสิ้นสุดลง อย่างไรก็ดีก่อนถึงเวลาที่เขาทำสิ่งนี้การระบาดก็ได้ลดลงแล้ว และดังนั้นท้ายที่สุดแล้วคณะกรรมการสุขภาพก็จึงปฏิเสธที่จะยอมรับว่าน้ำที่ปนเปื้อนเป็นสาเหตุของการแพร่กระจายโรคนั้น และได้ออกรายงานฉบับหนึ่งซึ่งแสดงว่า “เรามองไม่เห็นเหตุผลใด ๆ ในการที่จะยอมรับความเชื่อนี้ [ว่าหิวตกรโรคแพร่กระจายทางน้ำ]” และปฏิเสธไม่ยอมรับข้อสรุป

ของสโนว์ โดยบอกว่าเป็นแค่เพียง “ข้อเสนอแนะ” เท่านั้น สโนว์เสียชีวิตก่อนหน้าที่จะมีการค้นพบของเขาจะได้รับการยอมรับในปี ค.ศ. 1866 (พ.ศ. 2409) กลุ่มคณะเจ้าหน้าที่สาธารณสุข (Sanitarians) เหล่านั้นมีแรงจูงใจเป็นอย่างมากในการปฏิเสธว่า น้ำเป็นแหล่งต้นตอของอหิวาตกโรค เพื่อที่จะขจัดต้นตอแหล่งที่มาของบรรยากาศที่เป็นพิษ (สิ่งสกปรก) พวกเขาได้เป็นผู้นำในความพยายามที่จะสร้างท่อระบายน้ำที่ระบายน้ำเสียลงสู่แม่น้ำเทมส์ ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของน้ำดื่มส่วนมากในกรุงลอนดอน ซึ่งดังนั้นจึงช่วยในการแพร่กระจายอหิวาตกโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ พวกเขาต้องประสบกับความสูญเสียเป็นอย่างมากโดยการยอมรับว่าอหิวาตกโรคแพร่กระจายผ่านทางน้ำ ซึ่งรวมถึงชื่อเสียงเกียรติคุณของพวกเขาด้วย

อิกนาทซ์ เซมเมลไวส์เป็นผู้บุกเบิกอีกผู้หนึ่งในเรื่องการแพร่กระจายเชื้อ ผู้ซึ่งในตอนแรกก็ได้รับการละเลยดูดาว่าเสนอสิ่งที่รุนแรงเกินไป เกินกว่าที่หน่วยงานในยุคสมัยนั้นจะยอมรับได้เช่นเดียวกัน หลังจากทำงานในกรุงเวียนนาในปี ค.ศ. 1847 (พ.ศ. 2390) เขาก็ได้แสดงให้เห็นว่าการล้างมือสามารถลดจำนวนผู้ที่เสียชีวิตจากไข้หลังคลอด (childbed fever) ได้เป็นอย่างมากในคลินิกสูติกรรม อย่างไรก็ตามความคิดเห็นของเขาก็ขัดแย้งกับความเชื่อทางด้านการแพทย์และวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันแล้ว ซึ่งยังคงอธิบายว่าโรคต่าง ๆ มีสาเหตุมาจากภาวะที่ไม่สมดุลของอารมณ์ขัน (imbalance of humors) ที่ได้รับการกระตุ้นจากบรรยากาศที่เป็นพิษ (miasma) ด้วยเหตุนี้ความคิดที่ว่า การล้างมือจะช่วยลดโรคนั้นจึงฟังดูไม่มีเหตุผลสำหรับแพทย์ในยุคสมัยนั้น นอกจากจะไม่ช่วยสนับสนุนแล้วเพื่อนร่วมงานของเขายังขุ่นเคืองไม่พอใจไม่เพียงแต่สไตล์หุ่นหันปล้นแล่นของเขาเท่านั้น แต่ยังพูดเป็นนัยว่าพวกเขากำลังทำร้ายผู้ป่วยของพวกเขาโดยการไม่ล้างมือ และเขาก็ถูกละเลยดูดา ถูกปฏิเสธ หรือถูกหัวเราะเยาะเสียใหญ่ ถึงแม้ว่าข้อมูลของเขาจะน่าสนใจน่าเชื่อถือก็ตาม แต่เขาก็ถูกไล่ออกจากโรงพยาบาลของเขา และถูกข่มเหงรังแกจากชุมชนแพทย์ในกรุงเวียนนาอย่างหนักเสียจนกระทั่งในที่สุดเขาก็ถูกบังคับให้ย้ายไปกรุงบูดาเปสต์ หลังจากอยู่ที่นั่นหลายปีเขาก็ประสบกับปัญหาทางด้านเศรษฐกิจจนหมดเนื้อหมดตัว ถูกคุมขังและถูกผู้คุมเยียนตีทำร้าย และสุดท้ายก็ได้เสียชีวิตลงจากบาดแผลติดเชื้อ เจกเช่นเดียวกับสโนว์ เซมเมลไวส์ก็ไม่มีโอกาสได้เห็นผลสำเร็จของงานที่เขาทำ เนื่องจากว่ากว่าที่ความสำคัญของการล้างมือในการที่จะลดการติดเชื้อได้รับการยอมรับจากชุมชนแพทย์ก็หลังจากที่เขาได้เสียชีวิตไปแล้วมากกว่า 20 ปี ในเชิงประจักษ์ประจักษ์แล้วชื่อ “เซมเมลไวส์” ยังมีชีวิตอยู่ ไม่เพียงแต่สำหรับในเรื่องความก้าวหน้าของเขาในการทำควมสะอาดล้างมือเท่านั้นแต่ยังอยู่ในคำว่า “ปฏิกิริยาโต้ตอบสะท้อนกลับแบบเซมเมลไวส์” หรือ “เซมเมลไวส์รีเฟล็กซ์ (Semmelweis reflex)” อีกด้วย ซึ่งคำนี้ได้รับการบัญญัติขึ้นมาเพื่อที่จะอธิบายแนวโน้มที่เหมือนกับปฏิกิริยาโต้ตอบสะท้อนกลับ (reflex-like tendency) ในการที่จะปฏิเสธความรู้หรือหลักฐานใหม่ ๆ ในเมื่อมันขัดแย้งกับความเชื่อ บรรทัดฐาน หรือกระบวนทัศน์ที่เป็นที่ยอมรับกันอยู่นั้น

3.3 ครึ่งหลังของคริสต์ศตวรรษที่ 19: ทฤษฎีเชื้อก่อโรค (germ theory)

ในช่วงครึ่งหลังของคริสต์ศตวรรษที่ 19 ปาสเตอร์และค็อคได้เสนอหลักฐานเพื่อสนับสนุนทฤษฎีเชื้อก่อโรค (germ theory) ที่พวกเขาคิดค้นขึ้นมา ในปี ค.ศ. 1861 (พ.ศ. 2404) ปาสเตอร์ได้ทำการทดลองต่าง ๆ ซึ่งเป็นการพิสูจน์หักล้างความเชื่อที่ว่า สิ่งมีชีวิตมีกำเนิดมาจากสิ่งที่ไม่มีชีวิตได้ด้วยตนเอง (spontaneous generation) และพิสูจน์ว่ามีสิ่งที่มีชีวิตขนาดเล็กอยู่ในอากาศ อย่างไรก็ตามทฤษฎีเชื้อก่อโรคก็ไม่ได้ได้รับการยอมรับในระยะเวลาชั่วข้ามคืน และเช่นเดียวกันมันก็ได้พบกับการต่อต้านอย่างหนัก ยกตัวอย่างเช่นการทดลองโดยคนอื่น ๆ ที่น้ำที่มีสารอินทรีย์อยู่ถูกต้มในภาชนะ แต่ก็ปรากฏว่ายังมีจุลินทรีย์

อยู่ (ต่อมาภายหลังจึงได้รับการแสดงให้เห็นว่ามาจากการปิดผนึกที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้เวลาในการต้มน้อยเกินไป) ได้ก่อให้เกิดการโต้เถียงที่สำคัญในยุคสมัยนั้น แต่ภายในปลายทศวรรษที่ 1880 ทฤษฎีที่ว่าด้วยไอพิษที่ระเหยจากดินและพืชหรือสิ่งโสโครก (miasma theory) ก็เสื่อมความนิยมลงไป และในปี ค.ศ. 1888 (พ.ศ. 2431) สถาบันปาสเตอร์ (Institut Pasteur) ก็ได้รับการก่อตั้งขึ้นมาในกรุงปารีส ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงการก้าวขึ้นมาของทฤษฎีเชื้อก่อโรค จริง ๆ แล้วฟลอเรนซ์ ในติงเกลได้ยอมรับแนวความคิดใหม่ของทฤษฎีเชื้อก่อโรคนี้อย่างมาก ก่อนที่แพทย์จำนวนมากจะยอมรับเสียด้วยซ้ำ ยกตัวอย่างเช่นในปี ค.ศ. 1882 (พ.ศ. 2425) เธอได้เขียนบันทึกไว้ว่า “จะต้องมีสารละลายโซดาที่ใส่คลอรีนแล้ว (chlorinated soda) อยู่เสมอตลอดเวลาสำหรับนางพยาบาลได้ใช้ล้างมือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังจากตกแต่งแผล (dressing) หรือจัดการกับผู้ป่วยรายที่น่าสงสัย (suspicious case) แล้ว มันอาจจะฆ่าทำลายเชื้อโรคโดยที่หนึ่งกำพร้าเสียหาย แต่ถ้ามันเอาหนึ่งกำพร้าออกไปแล้ว มันจะต้องเกิดผลร้ายต่อเชื้อโรค” ผลที่ได้ในเบื้องต้นเกี่ยวกับเชื้อที่เป็นพืช (plant pathogens) บางชนิดในทศวรรษที่ 1890 และการระบุเชื้อตัวแบคทีเรียโอฟาจชนิดแรกในปี ค.ศ. 1917 (พ.ศ. 2460) เป็นการปูทางสำหรับการยอมรับ (ว่ามี) เชื้อไวรัสอยู่ ต่อจากนั้น “ยุคทอง” ก็ติดตามมาโดยที่มีการระบุเชื้อตัวจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคติดต่อต่าง ๆ มากมาย

อย่างไรก็ตามการค้นพบและการระบุเชื้อตัวจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่าง ๆ มากมายนี้ก็ได้กำจัดการความยุ่งยากอันใหญ่หลวงในการระบุโดยสรุปลงไปเกี่ยวกับช่องทางในการถ่ายโอนจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่นแพทย์ชาวฝรั่งเศสที่ชื่อ ชาร์ล ลาฟว์ร็อง ได้รับรู้ตัวเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคมาเลเรียได้ในปี ค.ศ. 1880 (พ.ศ. 2423) แต่ลักษณะรูปแบบของการแพร่กระจายก็ยังคงคิดกันว่าเป็นการแพร่กระจายผ่านทางอากาศ แพทย์ชาวอเมริกันที่ชื่อว่า อัลเบิร์ต ฟรีแมน แอฟริกันัส คิง ได้เสนอว่าโรคมาเลเรียมีการแพร่กระจายโดยยุงแต่ก็ได้เผชิญกับความเคลือบแคลงสงสัยโดยทั่วไป ในปี ค.ศ. 1883 (พ.ศ. 2426) เขาได้นำเสนอรายการข้อเท็จจริงจำนวน 19 รายการที่สนับสนุนความเชื่อที่ว่ายุงเป็นพาหะในการแพร่กระจายโรคมาเลเรีย ถึงระบุได้อย่างถูกต้องถึงการเกิดขึ้นพร้อมกัน (co-occurrence) ระหว่างยุงและโรคมาเลเรีย แต่ไม่ได้ตั้งสมมุติฐานอย่างผิดพลาดว่าการแพร่กระจายโรคมาเลเรียเกิดขึ้นผ่านทางไข่ของยุง ไม่ใช่การถูกยุงกัด แม้กระนั้นก็เป็นตัวอย่างอีกตัวอย่างหนึ่งของความยุ่งยากซับซ้อนในการอนุมานเชิงสาเหตุ (causal inference) สำหรับการแพร่กระจายโรค อย่างไรก็ตามทฤษฎีนี้ก็ไม่ได้ได้รับการยอมรับจนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 1898 (พ.ศ. 2441) เมื่อคัลยแพทย์ชาวอังกฤษที่ชื่อ โรนัลด์ รอสส์ ได้ให้หลักฐานที่น่าเชื่อถือได้มากที่สุด ซึ่งยืนยันถึงการมีอยู่ของปรสิตเชื้อมาเลเรียในยุง และแสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายของโรคมาเลเรียในนกโดยมียุงเป็นพาหะ

ในทศวรรษที่ 1890 ในเยอรมนี คาร์ลเฟรดพรีดริชวิลเฮล์มได้เริ่มต้นพิสูจน์หักล้างทฤษฎีการแพร่กระจายโรคที่กำลังโดดเด่นมีบทบาทสำคัญอยู่ในขณะนั้นสำหรับวัณโรค ซึ่งเป็นหนึ่งในบรรดาโรคติดต่อที่สำคัญในสมัยนั้น ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าวัณโรคมีการแพร่กระจายเมื่อฝุ่นของเสมหะที่แห้งแล้วซึ่งตกลงบนพื้น ผ้าห่ม ชาม และวัตถุอื่น ๆ ที่ปนเปื้อนถูกทำให้ฟุ้งกระจายเข้าสู่อากาศ ในทางกลับกันคาร์ลเฟรดพรีดริชวิลเฮล์มมีความคิดที่ไม่ใช่เป็นเพราะสิ่งคัดหลั่งที่แห้งแล้วจากผู้ป่วยหรือหอบที่เป็นสาเหตุของการติดเชื้อ แต่น่าจะเป็นเพราะสิ่งคัดหลั่งที่ยังสดใหม่อยู่ที่ผู้คนมีการสัมผัสในขณะที่ยังลอยอยู่ในอากาศก่อนที่จะตกลงถึงพื้นต่างหาก ผู้ที่ร่วมสมัยเดียวกันกับคาร์ลเฟรดพรีดริชวิลเฮล์มบางคนอย่างเช่น คอร์เน็ท ได้โต้แย้งว่าวัณโรคมีการแพร่กระจายเฉพาะแค่เพียงผ่านทางละอองฝอยขนาดใหญ่ (ซึ่งสามารถมองเห็นได้โดยง่ายด้วยตาเปล่า)

เท่านั้น คอร์เน็ตีมีความเป็นห่วงกังวลเป็นอย่างมากเกี่ยวกับผลกระทบทางสังคมที่อาจจะตามมาของอากาศที่ติดเชื้อ และได้แถลงว่า “ถ้าหากว่าไม่ใช่แค่เพียงเสมหะ แต่ว่ายังมีอากาศที่เราหายใจออกมาด้วย [...] ที่มีเชื้อแบคทีเรียแล้วละก็เราก็ไม่มีทางเลือกอื่นนอกจากนั่งพักแล้วก็ถูกไล่ออก โฆษณาเช่นที่เขาประสมก็มาถึงพวกเราเหมือนกันด้วยลมหายใจที่ติดเชืื่อนี้แหละ ในตอนนั้นที่ย่ำแย่เลวร้ายก็คือ โฆษณาของผู้ที่ต้องทนทุกข์ทรมาน [...] เจกเช่นผู้ที่เป็โรครื้อนในศตวรรษก่อนหน้านี้ต้องถูกเนรเทศออกจากสังคมมนุษย์นั้นแหละ”

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าคำว่า “ละอองฝอยของคาร์ลเฟรดทริชวิลเฮล์ (Flügge's droplets)” ได้ถูกใช้เพื่ออธิบายลักษณะเฉพาะสำหรับอนุภาคนาโนใหญ่เหล่านั้นที่ตกลงสู่พื้นอย่างรวดเร็วใกล้กับผู้ที่ติดเชื้อ และถูกทักท้วงเอาไว้ว่ามันครอบงำ (dominate) การแพร่กระจายโรคก็ตาม แต่มันก็ไม่ได้อธิบายผลที่ได้ของคาร์ลเฟรดทริชวิลเฮล์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ คาร์ลเฟรดทริชวิลเฮล์และเพื่อนร่วมงานได้ใช้คำว่า “ละอองฝอย (droplet)” เพื่อหมายถึงอนุภาคสดใหม่ (fresh particles) ทุกขนาดเสียมากกว่า ซึ่งรวมถึงละอองลอย (aerosols) ซึ่งผู้วิจัยต้องรอนานถึง 5 ชั่วโมงกว่าที่มันจะตกจากอากาศลงสู่จานเก็บตัวอย่าง (collection plates)

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการติดเชื้อผ่านทางอากาศได้ดำเนินต่อมา ในปี ค.ศ. 1905 (พ.ศ. 2448) นักจุลชีววิทยาที่ชื่อ เอ็มเฮิร์ท กอร์ดอน ได้รับการแต่งตั้งมอบหมายให้ศึกษาสุขภาพอนามัยเกี่ยวกับอากาศที่หายใจของสมาชิกสภาสามัญชนแห่งสหราชอาณาจักร (UK House of Commons) ภายหลังจากมีการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ในหมู่สมาชิก เขาได้ทำการทดลองดังต่อไปนี้ ซึ่งมีชื่อเสียงโด่งดังเป็นที่รู้จักกันดี คือ หลังจากกลืนคอขวดปากด้วยอาหารเหลว (broth culture) ของเชื้อ *Serratia marcescens* (ก่อนหน้านี้รู้จักกันในชื่อ *Monas prodigiosus*, *Bacillus prodigiosus*, และชื่ออื่น ๆ เป็นสายพันธุ์ในสิ่งแวดล้อมที่สร้างรงควัตถุสีแดงสดใส ซึ่งทำให้โคโลนีไม่ผิดปกติแน่นอน และบ่อยครั้งเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ถูกใช้เป็นดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ) นักจุลชีววิทยาผู้นี้ได้ทอบบทวิของเชกสเปียร์ด้วยเสียงอันดังในบ้านอันว่างเปล่าให้กับผู้ฟังที่อยู่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (agar plates) เพื่อศึกษาถึงการเข้าถึงเชิงพื้นที่ (spatial reach) ของละอองลอยและละอองฝอยที่มีเชื้อโรคอยู่ ถึงแม้ว่าการเจริญเติบโตของโคโลนีจะมีอยู่มากมายบนจาน (plates) ที่อยู่ใกล้ตำแหน่งที่ประธานนั่งก็ตาม แต่การเลี้ยงเชื้อก็ปรากฏชัดเจนบนจาน (plates) บางใบที่อยู่ห่างออกไปมากกว่า 21 เมตร อย่างไรก็ตามความคืบหน้าก็ได้รับอุปสรรคขัดขวางจากข้อจำกัดทางด้านเทคนิควิธีการทดลองที่มีอยู่ในสมัยนั้น

3.4 ชาร์ลส์ แชลลิน การติดเชื้อจากการสัมผัส และข้อผิดพลาดที่สำคัญ ๆ

จุดหัวเลี้ยวหัวต่อในประวัติศาสตร์ของการทำความเข้าใจในการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศก็คือผลงานของนักระบาดวิทยาผู้มีชื่อเสียงชาวอเมริกันที่ชื่อ ชาร์ลส์ แชลลิน แชลลินทำงานอยู่ในช่วงไม่กี่ทศวรรษหลังจากที่ทฤษฎีเชื้อก่อโรค (germ theory) ได้รับการยอมรับ ในระหว่างช่วงเวลาแห่งการศึกษาวิจัยอย่างเข้มข้นเกี่ยวกับการแพร่กระจายเชื้อ มันเป็นยุคสมัยของการเปลี่ยนแปลงภายหลังจากที่มีการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์สำคัญ ๆ ซึ่งเป็นการวางขึ้นในการเปลี่ยนแปลงการแลกเปลี่ยนทางความคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ที่โดดเด่นมีบทบาทสำคัญมากกว่าในระหว่างยุคสมัยปรกติทั่วไป แชลลินได้สรุปหลักฐานของการแพร่กระจายโรคต่าง ๆ ไว้ในหนังสือชื่อ “แหล่งที่มาและช่องทางการติดเชื้อ (The Sources and Modes of Infection)” ของเขา ซึ่งเป็นหนังสือที่เป็นต้นแบบในปี ค.ศ. 1910 (พ.ศ.2453) บนพื้นฐานของความสำเร็จ

ของตัวเองเองกับการป้องกันการติดเชื้อ เขาได้สรุปแนวคิดของ “การติดเชื้อจากการสัมผัสติดต่อ (contact infection)” ไว้ว่าเป็นการติดเชื้อจากเชื้อโรคที่ไม่ได้มาจากสิ่งแวดล้อม แต่มมาจากผู้อื่นผ่านทางสัมผัสติดต่อโดยตรงหรือจากการอยู่ใกล้ชิดกัน อย่างไรก็ตามเขาก็ผสมผสาน “การอยู่ใกล้ชิดกัน” เข้ากับ “กลไกจริง ๆ ของการแพร่กระจายเชื้อ” และสร้างความสับสน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจที่คลุมเครืออยู่ยาวนานนับเป็นหลายทศวรรษ

แชปลินมีความเชื่อว่าการติดเชื้อจากการสัมผัสติดต่อ (contact infection) เป็นช่องทางหลักของการแพร่กระจายโรคต่าง ๆ มากมาย แต่ก็เช่นเดียวกับทฤษฎีใหม่ ๆ ใด ๆ ก็ตามเขาก็พบกับการต่อต้าน เขาเขียนบันทึกไว้ว่า “บางครั้งผมก็ได้รับการบอกว่าผมเน้นย้ำไปที่การติดเชื้อจากการสัมผัสติดต่อบ่อยเกินไป” ถึงแม้ว่า “จนกระทั่งเมื่อเร็ว ๆ นี้ผมก็ใส่ใจกับมันน้อยมาก” ไม่ต้องสงสัยเลยว่าแชปลินก็ตระหนักในเรื่องการต่อต้านอย่างที่เขาเมลไวส์ สโนว์ ปาสเตอร์ ค็อค คิง และอีกมากมายหลายท่านได้ประสบมา และตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องทำกรณีของเขาอย่างเข้มแข็งเด็ดเดี่ยว ถ้าหากว่าเขาจำเป็นจะต้องโน้มน้าวใจเพื่อนร่วมงานของเขาให้เห็นถึงความสำคัญของการติดเชื้อจากการสัมผัสติดต่อ

แชปลินยังได้ประเมินความเป็นไปได้ของการติดเชื้อผ่านทางอากาศ ซึ่งเขาเข้าใจเป็นการเฉพาะว่าเป็นการติดเชื้อจากระยะไกล เขาได้แถลงว่า “จากสมัยโบราณ และจวบจนกระทั่งยุคสมัยเมื่อไม่นานมานี้เองอากาศก็ได้รับการพิจารณาว่าเป็นสื่อ (vehicle) ที่สำคัญในการติดเชื้อ” แต่โรคที่สำคัญ ๆ อย่างเช่น อหิวาตกโรค มาเลเรีย และไข้หลังคลอด ที่ติดกันมานานนับศตวรรษว่ามีการแพร่กระจายผ่านทางอากาศนั้นได้รับการแสดงให้เห็นแล้วว่ามีส่วนอื่น ๆ ในการแพร่กระจายเชื้อ และความเชื่อเกี่ยวกับการแพร่กระจายผ่านทางอากาศของโรคเหล่านี้ก็ได้รับการแสดงให้เห็นแล้วว่าเป็นความผิดพลาด แต่ถึงอย่างไรการแพร่กระจายผ่านทางอากาศก็ยังคงได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับโรคต่าง ๆ มากมายเพื่อรับรองยืนยันการตอบสนองจากแชปลิน และความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เรียกว่า (miasmatic) ของการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศที่เป็นไปในลักษณะที่เพ้อฝันหรือภาพหลอน (phantasmagorical) ก็ยังคงอยู่ในจิตใจของสาธารณชน อย่างที่แชปลินได้ยอมรับในตอนจบของบทนั้น ความเชื่อที่ยังคงติดค้างอยู่เกี่ยวกับการติดเชื้อผ่านทางอากาศเป็นอุปสรรคสำคัญที่เขาต้องเผชิญในการส่งเสริมสนับสนุนความคิดเห็นของเขาเกี่ยวกับความสำคัญของการติดเชื้อจากการสัมผัสติดต่อ

จากการที่ครุ่นคิดกลับไปกลับมาถึงความวิตกกังวลก่อนหน้านี้ของคอร์ดเน็ต เขาได้แถลงว่า “ถ้าหากว่าห้องผู้ป่วยมีเชื้อโรคติดต่อที่ลอยไปลอยมา สิ่งที่จะต้องทำก็คือการดำเนินความพยายามให้มากในการป้องกันการติดเชื้อจากการสัมผัสติดต่อ ใช่หรือไม่? [...] เนื่องจากว่าผมทราบดีจากประสบการณ์ มันเป็นไปได้ในการที่จะสั่งสอนผู้คนให้หลีกเลี่ยงการติดเชื้อจากการสัมผัสติดต่อ ในขณะที่พวกเขามีความเชื่ออย่างมั่นคงว่าอากาศเป็นสื่อที่สำคัญของการติดเชื้อ”

แชปลินได้ตระหนักถึงผลงานของคาร์ลเฟรดพรีดริชวิลเฮล์ม และที่สภาสามัญชนแห่งสหราชอาณาจักร (UK House of Commons) เขาได้แสดงให้เห็นถึงการที่เชื้อโรคสามารถเดินทางได้เป็นระยะทางไกล ๆ และลอยอยู่ในอากาศได้นานนับเป็นชั่วโมง ๆ นอกจากนี้เขายังตระหนักด้วยว่าการติดเชื้อผ่านทางอากาศอาจจะสามารถอธิบายเกี่ยวกับการติดเชื้อในระยะใกล้ชิดได้ อย่างไรก็ตามเขาได้โต้แย้งว่าความง่ายของการติดเชื้อในระยะใกล้ชิดสามารถอธิบายได้ดีกว่าจากละอองฝอยที่มากจากการฉีดพ่นหรือฟุ้งกระจาย (“spray-borne” droplets) ซึ่งเป็นละอองฝอยขนาดใหญ่ที่สามารถมองเห็นได้ซึ่งได้รับการพิจารณาจากคอร์ดเน็ตและคนอื่น ๆ เขาได้แย้งว่าเนื่องจากเชื้อโรคจะเริ่มตายหรือสูญเสียความรุนแรงของมันเมื่ออยู่ภายนอก

ร่างกาย ดังนั้นยิ่งเราอยู่ใกล้ชิดกับผู้อื่นมากเท่าไรโอกาสของการติดเชื้อก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น โอกาสในการ “ถ่ายโอนสารคัดหลั่ง” ระหว่างผู้คนมีอยู่อย่างมากมายในระหว่างการสัมผัสใกล้ชิดกัน การติดเชื้อจากผู้ป่วยที่ไม่แสดงอาการสำหรับอหิวาตกโรคถูกพบโดยค็อค หรืออย่างในกรณี “แมรีไทฟอยด์ (Typhoid Mary)” อันโด่งดัง ซึ่งแม่ครัวที่ป่วยแต่ไม่แสดงอาการทำให้คนอื่น ๆ เกิดการติดเชื้อไทฟอยด์มากถึง 53 คนในกรุงนิวยอร์กเมื่อปี ค.ศ. 1907 (พ.ศ. 2450) แชลินได้ใช้การแพร่กระจายเชื้อจากผู้ที่เป็นพาหะที่ไม่แสดงอาการมาเป็นข้อโต้แย้ง เพื่อช่วยในการปฏิเสธไม่ยอมรับเหตุการณ์การแพร่กระจายเชื้อที่ไม่สามารถอธิบายได้อย่างกระจ่างชัด ซึ่งบ่อยครั้งที่ได้รับการเชื่อกันว่าเกิดจากการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศมาตั้งแต่ยุคสมัยฮิโปเครติส: “เพราะว่าจำนวนของจุลรวมของการติดเชื้อซึ่งเราไม่ทราบและโอกาสสำหรับการถ่ายโอนสารคัดหลั่งโดยตรงได้รับการแสดงให้เห็นแล้ว ดังนั้นการอนุมานสรุปลงความเห็นจึงสามารถยอมรับได้อย่างแน่นอนว่าการติดเชื้อจากการสัมผัสมีความสำคัญมากกว่า [ช่องทางอื่น ๆ]”

แชลินได้แถลงว่า “ไม่มีหลักฐานว่า [การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ] เป็นปัจจัยที่สามารถประเมินได้ในการทำให้โรคติดต่อที่มีอยู่โดยปกติทั่วไปส่วนมากได้มีอยู่ต่อไป” และที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือเขาได้เปลี่ยนจาก “การไม่มีหลักฐาน” (ซึ่งเป็นการกล่าวอ้างที่ยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์เสียทีเดียว) ไปเป็น “หลักฐานของการไม่มี” เขาได้กล่าวสรุปว่า “ถ้าเช่นนั้นเราก็ได้รับการรับรองอนุญาตในการตัดทิ้ง [การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ] ในฐานะที่เป็นสมมุติฐานชั่วคราว (working hypothesis) และมุ่งความสนใจไปที่การป้องกันการติดเชื้อจากการสัมผัสเป็นหลัก” เขาได้แถลงต่อไปว่า “มันจะเป็นการบรรเทาอันใหญ่หลวงสำหรับผู้คนส่วนใหญ่ในการที่จะหลุดพ้นไปจากผีร้ายอากาศติดเชื้อ ซึ่งเป็นผีร้ายที่ได้ติดตามเผ่าพันธุ์มนุษย์มาตั้งแต่ยุคสมัยฮิโปเครติส” ต่อมาภายหลังเขาได้กล่าวสรุปข้อสรุปของเขาในการตรวจเยี่ยมในสมาคมการแพทย์ เจแอม (J. Am. Med. Assoc) อันมีชื่อเสียง โดยแถลงว่า “มีหลักฐานน้อยมากที่แสดงให้เห็นว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศเป็นปัจจัยที่สำคัญ ในบรรดาโรคต่าง ๆ ที่ได้ครองความสนใจของเราเป็นปกติสม่ำเสมอในโลกส่วนนี้ [...] เราอาจจะแน่ใจว่าความกลัวแก๊สเสียจากท่อน้ำทิ้ง (sewer gas bogey) ได้ถูกฝังรากลงแล้ว ความเชื่อที่ว่าฝุ่นเป็นพาหะตัวนำที่อันตรายของการติดเชื้อปกติประจำวันไม่ได้รับการสนับสนุน และสเปรย์สำหรับฉีดพ่นช่องปากและลำคอโดยปกติแล้วก็มีประสิทธิภาพเฉพาะแคระยะใกล้ ๆ เท่านั้น” เขาเพียงแต่เปิดความเป็นไปได้สำหรับวัณโรคที่ถึงไวกิ้งแม้ว่า “ไม่มีคำพูดคำสุดท้ายที่เปล่งออกมา”

ก่อนหน้าที่จะมีการค้นพบที่สำคัญ ๆ ของพวกเขา ทั้งสโนว์และเช็มเมลไวส์ต่างก็ไม่ได้รับการยอมรับอย่างสูงในงานด้านสาธารณสุข และต้องเผชิญกับการต่อต้าน แชลินอยู่ในฐานะที่ดีกว่ามากในการเปลี่ยนกระบวนทัศน์ของการแพร่กระจายโรค ในฐานะที่เป็นเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ทำงานมานานของเมืองพรินซ์ตัน และก็เนื่องจากความสำเร็จของการให้น้ำหนักกับการแพร่กระจายโรคจากการสัมผัสในการลดการติดเชื้อในโรงพยาบาลแห่งใหม่แห่งหนึ่ง ในปี ค.ศ. 1927 (พ.ศ. 2470) เขาก็ได้เป็นประธานสมาคมสาธารณสุขอเมริกัน ความคิดเห็นของเขาก็คือความโดดเด่นมีบทบาทสำคัญ (dominance) ของการติดเชื้อจากการสัมผัส (contact infection) และความเป็นไปไม่ได้ของการติดเชื้อผ่านทางอากาศได้รับการระบุอธิบายอย่างไม่ต้องสงสัย โดยที่เราจะวิเคราะห์กันภายหลัง แต่ก็ได้รับการนำไปใช้กันอย่างกว้างขวางในด้านการสาธารณสุขและด้านโรคติดเชื้อ ในปี ค.ศ. 1967 (พ.ศ. 2510) แชลินได้รับการบรรยายลักษณะว่าเป็น “นักระบาดวิทยาอเมริกันที่ยิ่งใหญ่ที่สุด”

โดยอเล็กซานเดอร์ แลงเมียร์ ผู้ซึ่งเป็นผู้อำนวยความสะดวกคนแรกและอยู่ในตำแหน่งนั้นเป็นเวลานาน (ค.ศ. 1949–1969) ของสาขาโรคระบาดวิทยาแห่งศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา (CDC) และภายในทศวรรษที่ 1980 ความคิดเห็นของแชปลินก็มีความโดดเด่นมีบทบาทสำคัญที่นั่น ที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือสมมุติฐานที่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ของแชปลินได้รับการยอมรับว่าถูกต้อง กล่าวคือความง่ายของการติดเชื้อในระยะใกล้ชิดเป็นข้อพิสูจน์ที่ได้รับการยอมรับของการแพร่กระจายเชื้อจากละอองฝอยที่ฟุ้งกระจาย ข้อผิดพลาดที่สำคัญนี้ได้กำหนดเงื่อนไขของวิวัฒนาการในสาขานี้ต่อเนื่องไปจนถึงศตวรรษต่อมา ความคิดเห็นของแชปลินยังคงมีความโดดเด่นมีบทบาทสำคัญในช่วงเริ่มต้นการระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19

3.5 ไม่มีโรคตามธรรมชาติที่สำคัญโรคใดที่ติดต่อผ่านทางอากาศ (ค.ศ. 1910 – 1962)

โรคไข้หวัดใหญ่ซึ่งในคริสต์ศตวรรษที่ 15 ถูกคิดกันว่ามีสาเหตุมาจากอิทธิพลของหมู่ดาวฤกษ์หนาว (“influenza delle stelle”) ที่เป็นพิษมีอันตราย สามารถเป็นเหตุให้เกิดการระบาดใหญ่ที่รุนแรงได้ เมื่อสายพันธุ์ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอุบัติขึ้นมาผ่านทางวิวัฒนาการด้านพันธุกรรม การระบาดใหญ่ครั้งรุนแรงที่สุดในคริสต์ศตวรรษที่ 20 ก็คือการระบาดใหญ่ในปี ค.ศ. 1918 (“ไข้หวัดใหญ่สเปน”) ในช่วงต้นของการระบาดใหญ่คราวนั้นมีคำเตือนจากเจ้ากรมการแพทย์ทหารของสหรัฐอเมริกา (US Surgeon General) ซึ่งตีพิมพ์เผยแพร่ในหนังสือพิมพ์ทั่วสหรัฐอเมริกา ซึ่งเตือนเรื่อง “เชื้อโรคที่กำลังถูกนำพาไปกับอากาศพร้อมกับละอองฝอยของเสมหะที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ที่ขับออกมาจากการไอ การจาม การพูดคุยอย่างดุเดือดรุนแรง ตลอดจนกิจกรรมอื่น ๆ ที่คล้ายกัน” เพราะฉะนั้นอันตรายจากการติดเชื้อจึงเป็นการให้เหตุผลสำหรับคำแนะนำทางด้านสาธารณสุขที่ให้ประชาชนทั่วไปปิดปากในเวลาไอ หลีกเลียงการอยู่ในสถานที่ที่มีผู้คนแออัด และสวมหน้ากากเมื่ออยู่ในห้องเดียวกันกับผู้ติดเชื้อ มีหลักฐานบางอย่างว่าการระบายถ่ายเทอากาศและอากาศกลางแจ้งช่วยลดการแพร่กระจายเชื้อ ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ ตัวอย่างเช่นบางเมือง อย่างเช่น ชิคาโก ได้มีการดำเนินมาตรการทางด้านสาธารณสุข โดยมุ่งเน้นให้ความสำคัญไปที่การระบายถ่ายเทอากาศอย่างเข้มข้น ซึ่งรวมทั้งในโรงเรียน โบสถ์ ห้องผู้ป่วย นอกจากนี้แหล่งรวมผู้คนต่าง ๆ เช่น ห้องเต้นรำ และโรงละครก็ถูกปิดจนกว่าจะมีการดำเนินการปรับปรุงสถานที่ ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการอนุญาตให้เปิดใหม่ได้ ในปี ค.ศ. 1910 (พ.ศ. 2453) ชิคาโกเป็นเมืองแรกที่มีการออกเทศบัญญัติเรื่องการระบายถ่ายเทอากาศในอาคารสาธารณะและขนส่งมวลชนต่าง ๆ (รวมถึงรถราง) ตลอดจนในสถานประกอบการ เมืองชิคาโกได้เปิดใหม่อีกครั้งหนึ่งในภายใน 6 สัปดาห์ และไม่มีการระบาดระลอกที่สองติดตามมา ถึงแม้ว่าเมืองนี้อาจจะมีเหตุผลที่รวมกันแล้วดีกว่าเมืองอื่น ๆ อย่างมากก็ตาม อย่างไรก็ตามความเข้าใจที่มีอยู่อย่างจำกัดในเรื่องการแพร่กระจายเชื้อที่เกิดขึ้นในระหว่างการระบาดใหญ่ครั้งนี้ก็เพียงพอในการที่จะผลักดันให้มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ได้ และกว่าแนวความคิดของแชปลินจะได้รับการยอมรับอย่างมั่นคงก็ต่อเมื่อเวลาได้ผ่านไปอีก 2 ทศวรรษ

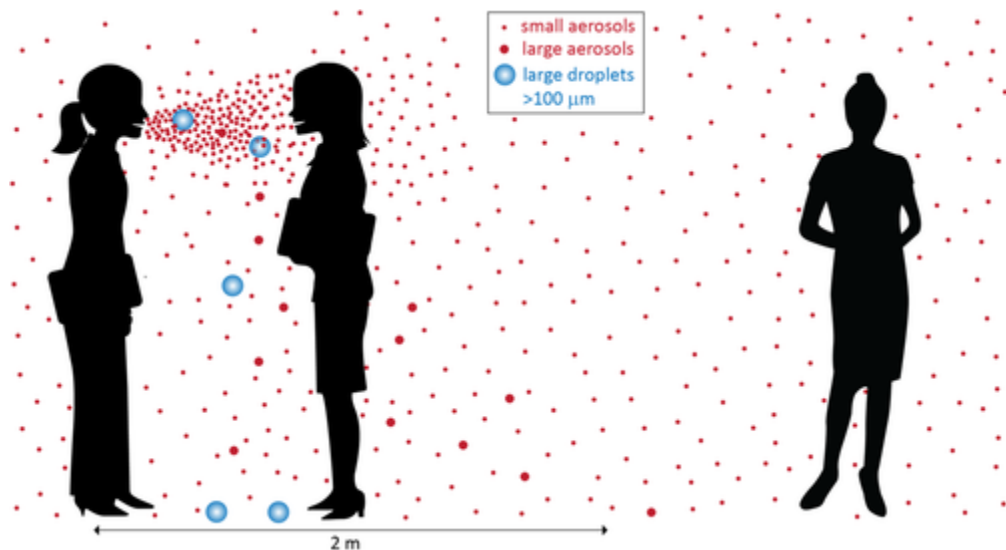
ในทศวรรษที่ 1930 ศาสตราจารย์วิชาวิศวกรรม แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ดที่ชื่อ วิลเลียม เวลส์ และแพทย์หญิงไมล์ดเรด เวลส์ ซึ่งเป็นภรรยาได้เริ่มใช้วิธีการทดลองที่ร่วมสมัยมากขึ้นในการศึกษาเกี่ยวกับการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ แชปลินได้เปลี่ยนกระบวนทัศน์สำเร็จ และในตอนนี้ทฤษฎีของเขาก็ได้ถูกมองว่าเป็นความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่คู่สามีภรรยาสกุลเวลส์ถูกกล่าวหาว่าใช้วิธีการที่ถอยหลังเข้าคลองซึ่งพยายามที่จะกลับไปสู่ทฤษฎีที่ว่าด้วยไอพิษที่ระเหยจากดินและพืชหรือสิ่งโสโครก (miasma theory)

วิลเลียม เวลส์ เป็นบุคคลแรกที่ศึกษาวิจัยอย่างเข้มข้นเปรียบเทียบระหว่างขนาดของละอองฝอยจากการฉีดพ่นหรือฝู่กระจาย (spray-borne droplets) กับขนาดของละอองลอยในอากาศ (airborne aerosols) เขาได้สร้างกรอบความคิดเกี่ยวกับความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงระหว่างละอองฝอยจากการฉีดพ่นหรือฝู่กระจาย (≥ 100 ไมครอน) ซึ่งจะตกถึงพื้นก่อนที่มันจะแห้ง กับละอองลอย (≤ 100 ไมครอน) ซึ่งจะแห้งก่อนที่จะตกถึงพื้น (ด้วยเหตุนี้จึงเรียกว่าเป็น “นิวเคลียสของละอองฝอย” (droplet nuclei)) เขามีความเข้าใจอย่างถูกต้องเกี่ยวกับความเชื่อมโยงกับอุนิยมิทยา ซึ่งข้อเท็จจริงเหล่านี้เป็นความรู้ทั่วไป เขาได้แถลงว่า “หยาดน้ำฝนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร สามารถตกได้ไกลหลายไมล์โดยที่ไม่มีการระเหยอย่างสมบูรณ์ ภายใต้สภาวะที่จะทำให้ละอองฝอยที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตรเกิดการระเหยก่อนที่มันจะตกจากความสูงขนาดเท่าความสูงของคน

คู่สามีภรรยาสกุลเวลส์มีความสงสัยว่าโรคและโรคหัดมีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ แต่โรคทั้งสองชนิดนี้ก็ได้รับการเชื่อกันแล้วว่าเป็นโรคที่ติดต่อทางละอองฝอย (droplet) และคู่สามีภรรยาคู่นี้ก็ต้องเผชิญกับการต่อต้านอย่างหนักจากชุมชนนักระบาดวิทยา โรคหัดได้รับการอธิบายจากสถาบันสาธารณสุขส่วนใหญ่ว่าเป็นโรคที่ติดต่อทางละอองฝอยจนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 1985 (พ.ศ. 2528) เนื่องจากความง่ายในการแพร่กระจายโรคในระยะใกล้ชิดและการที่ไม่มีการติดเชื้อมาจากอากาศที่เข้าร่วมกัน คู่สามีภรรยาสกุลเวลส์ประสบความสำเร็จขั้นต้นในระดับหนึ่งในการแสดงให้เห็นว่าแสงอัลตราไวโอเลตที่ได้รับการติดตั้งในสวนบนของห้องเห็นระดับความสูงของผู้คนที่อยู่ในห้องนั้น (ซึ่งเฉพาะละอองลอย (aerosols) ที่ลอยขึ้นผ่านทางปล่องระบายความร้อนเท่านั้นที่จะรับสัมผัสกับแสงอัลตราไวโอเลต) สามารถลดการติดเชื้อจากโรคหัดและโรคอีสุกอีใสได้เป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามความพยายามในการที่จะจำลองสิ่งที่พบเหล่านี้ในเวลาต่อมากลับให้ผลลัพธ์ที่ผสมปนเปกัน เมื่อมองย้อนกลับไปเหตุผลก็มีความชัดเจน ในโรงเรียนที่แสงอัลตราไวโอเลตป้องกันการแพร่กระจายโรคเด็ก ๆ อยู่ด้วยกันภายในร่มก็เฉพาะเวลาที่อยู่ที่โรงเรียนเท่านั้น ไม่ใช่ที่อื่น ๆ เพราะฉะนั้นการฆ่าเชื้อในอากาศที่โรงเรียนจึงมีประสิทธิภาพ ในการวิจัยต่อมาภายหลังในโรงเรียนอื่น ๆ เด็ก ๆ มีการใช้พื้นที่ในร่มร่วมกันในที่อื่น ๆ (เช่นในรถโรงเรียน) อยู่นานเป็นชั่วโมง ๆ ดังนั้นจึงมีโอกาสมากมายในการแพร่กระจายโรคหัดผ่านทางอากาศในร่มที่เข้าร่วมกัน (ซึ่งเป็นอากาศที่ไม่ได้รับการฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเลต) ในบทความชิ้นหนึ่งของปี ค.ศ. 1945 (พ.ศ. 2488) ในวารสารก่อนหน้าของวารสาร *Science* วิลเลียม เวลส์ได้รื้อฟื้นถึงการที่สังคมของเราได้ลงทุนลงแรงอย่างไรบ้างและประสบความสำเร็จในการกำจัดการติดเชื้อที่ผ่านทางน้ำดื่มและอาหาร แต่ไม่เคยมีการดำเนินการในการจำกัดควบคุมการติดเชื้อผ่านทางอากาศ เนื่องจากได้มีการยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่าโรคต่าง ๆ ในธรรมชาติไม่ได้ติดต่อกันผ่านทางอากาศ

ในปี ค.ศ. 1951 (พ.ศ. 2494) แลงเมียร์ได้แถลงว่า “ยังคงจะต้องมีการพิสูจน์ว่าการติดเชื้อผ่านทางอากาศเป็นช่องทางสำคัญช่องทางหนึ่งของการแพร่กระจายโรคที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ” แลงเมียร์ได้ทำงานในการป้องกันการแพร่กระจายโรคติดเชื้อในกำลังพลของกองทัพอากาศ ในระหว่างช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 มีการทุ่มเทพยายามต่าง ๆ มากมายไปในความพยายามนั้นจากการที่ได้รับผลกระทบจากการระบาดของโรคที่มีต่อความพร้อมรบ และทำให้เกิดองค์ความรู้ “ที่จะต้องใช้เวลาอันนับเป็นทศวรรษในการสะสมภายใต้ภาวะยามสงบ” และได้สร้างบรรดาผู้นำมีอาชีพในสาขานี้ในหลายทศวรรษต่อมา อย่างไรก็ตาม แลงเมียร์และเพื่อนร่วมงานของเขาก็ประสบกับปัญหาสำคัญเมื่อพยายามที่จะศึกษาเกี่ยวกับการติดเชื้อผ่านทางอากาศเนื่องจากพวกเขามองโลกผ่านทางทฤษฎีของแชปลิน ยกตัวอย่างเช่นในการวิจัยชิ้นหนึ่งมีการลดความแออัดในค่ายพักทหาร

เพื่อที่จะค้นหาว่าอัตราการเจ็บป่วยจะมีการลดลงหรือไม่ โดยที่มีการให้เหตุผลว่าการเพิ่มระยะห่างจะช่วยลดระยะใกล้ชิด (และดังนั้นจึงป้องกันการแพร่กระจายโรคที่มาจากละอองฝอย (droplet-based transmission) ในทางกลับกันถ้าหากว่าการแพร่กระจายโรคเกิดขึ้นผ่านทางอากาศ แลงเมียร์ก็คาดว่า การลดความแออัดก็ไม่น่าจะมีผลกระทบใด ๆ การลดความแออัดทำให้โรคลดต่ำลง เพราะฉะนั้นจึงเป็น “การพิสูจน์ยืนยันบทบาทของการแพร่กระจายโรคผ่านทางละอองฝอย” แต่ว่าการอนุมานสรุปที่ตัดความเป็นไปได้ของการติดเชื้อผ่านทางอากาศทั้งไปนั้นนับได้ว่าเป็นความบกพร่องผิดพลาด เนื่องจากว่ามันเป็นการละเลยความจริงที่ว่าลมหายใจออกของผู้ที่ติดเชื้อมีความเข้มข้นมากที่สุดในระยะใกล้ชิด และมีความเจือจางอย่างมากเมื่อมีการผสมกับอากาศภายในห้องดังที่แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการเจือจางอย่างค่อยเป็นค่อยไปที่ละเล็กละน้อยของละอองลอย (aerosols) ที่หายใจออกมาตามระยะห่าง (ที่เพิ่มขึ้น) จากผู้ที่ทำให้ติดเชื้อ (infecter) มีการขาดหายไปด้วยเหตุผลใดเหตุผลหนึ่งจากการแปลความหมายของพวกเขา ผลกระทบจากมุมมองของแซปลินมีความลึกซึ้ง และนำไปสู่การแปลความหมายผิด ๆ ของงานวิจัยเกี่ยวกับการแพร่กระจายโรคเป็นเวลานานมากกว่าหนึ่งศตวรรษ ซึ่งรวมทั้งในสถาบันสาธารณสุขที่โดดเด่นและมีบทบาทสำคัญอย่างเช่น ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา (CDC) ด้วย



ภาพประกอบที่ 1

ภาพอธิบายเกี่ยวกับละอองฝอย (droplets) และละอองลอย (aerosols) ที่ถูกปล่อยออกมาในระหว่างการพูดคุยกัน ละอองเหล่านี้อาจจะนำพาไวรัสไปได้ถ้าหากว่าคนผู้นั้นมีการติดเชื้อ ละอองฝอยขนาดใหญ่ตกสู่พื้นอย่างรวดเร็วในระยะใกล้ชิด ละอองลอย (aerosols) ขนาดเล็กมีความเข้มข้นมากกว่าเป็นอย่างมากในระยะใกล้ชิด และยังคงสามารถลอยอยู่ในอากาศและแพร่กระจายไปทั่วทั้งห้อง ซึ่งนำไปสู่การรับสัมผัส (ที่ลดน้อยลง) ในระยะห่างออกไป (ดัดแปลงจากงานวิจัยของถึงและคณะ)

อย่างไรก็ตามงานของแลงเมียร์ได้รื้อฟื้นความสนใจในกายภาพ (ฟิสิกส์) ของการติดเชื้อผ่านทางอากาศ อย่างที่เราได้สรุปว่าอาวุธเชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศสามารถจะถูกสร้างขึ้นได้ ซึ่งได้กลายเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจอย่างเข้มข้นในช่วงระหว่างสงครามเย็น บนพื้นฐานของการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการรับสัมผัสจากการทำงาน (occupational exposure) เขาเรียนรู้ว่าละอองลอยที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน สามารถทะลุทะลวงลึกเข้าสู่ปอด และผ่านเข้าสู่บริเวณถุงลมปอด (alveolar region) วิชาแอโรชีววิทยา (aerobiology) ของโรคติดเชื้อได้รับการพัฒนาขึ้นมาอย่างกว้างขวางในระหว่างช่วงเวลานี้ ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงการอาวุธชีวภาพของสหรัฐอเมริกาและสหภาพโซเวียต อย่างไรก็ตามงานส่วนใหญ่ก็ยังคงถูกเก็บเป็นชั้นความลับแม้แต่ภายหลังจากที่อาวุธเหล่านั้นได้รับการประกาศห้ามแล้วก็ตาม และด้วยเหตุนี้งานเหล่านี้จึงมีอิทธิพลน้อยมากต่อชุมชนการแพทย์และการจำกัดควบคุมการติดเชื้อโดยทั่วไป สิ่งนี้อาจจะมีส่วนช่วยให้เกิดการโดดเด่นมีบทบาทสำคัญ (dominance) ที่คงอยู่ต่อเนื่องของกระบวนทัศน์ของแซปลิน

3.6 การยอมรับอย่างเสียไม่ได้ว่าการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศมีน้อยมากเท่าที่เป็นไปได้ (ค.ศ. 1962–2020)

ทั้ง ๆ ที่มีการต่อต้านอย่างดังด้นข้าง ๆ คู ๆ ต่อความคิดที่ว่า การแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศมีความเกี่ยวข้องสำหรับโรคที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติก็ตาม แต่ วิลเลียม เวลส์ โรเบิร์ต โรลีย์ และเครทิล มิลส์ ก็ประสบความสำเร็จในการแสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศของวัณโรคในปี ค.ศ. 1962 (พ.ศ. 2505) โดยผ่านความพยายามอย่างกว้างขวาง พวกเขาได้ส่งผ่านอากาศจากหออภิบาลผู้ป่วยวัณโรคไปยังหนูตะเภาจำนวน 150 ตัวเป็นเวลา 2 ปี มีการติดเชื้อในหนูตะเภาประมาณ 3 ตัวต่อเดือน อย่างไรก็ตามไม่มีการติดเชื้อเกิดขึ้นเลยในกลุ่มควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างเพียงอย่างเดียวคืออากาศได้รับการฉายรังสีด้วยแสงอัลตราไวโอเลตฆ่าเชื้อ ซึ่งฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของวัณโรค เป็นเพราะการวิจัยชิ้นนี้เองวัณโรคจึงเป็นโรคสำคัญที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติลำดับแรกที่ได้รับการยอมรับว่ามีการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศในยุคสมัยใหม่

อย่างที่ตัวอย่างนี้ได้แสดงให้เห็น มาตรฐานของหลักฐานมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนสำหรับเส้นทางต่าง ๆ กันในการแพร่กระจายโรค เนื่องจากว่ามีอยู่มากมายหลายโรคที่ได้รับการยอมรับว่าแพร่ติดต่อกันผ่านทาง “ละอองฝอย” โดยที่ไม่มีข้อพิสูจน์ที่มีแก่นสารสำคัญแท้จริง นับประสาอะไรกับการทดลองที่กว้างขวางและใช้เวลานานเช่นนั้น การต่อต้านบทบาทที่เพิ่มมากขึ้นของการติดเชื้อผ่านทางอากาศยังคงมีอยู่ต่อไป โดยที่มีรูปแบบของการยอมรับการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศเป็นแต่ละกรณี ๆ ไปสำหรับแต่ละโรคก็ต่อเมื่อหลักฐานนั้นไม่สามารถจะปฏิเสธได้ นั่นคือก็ต่อเมื่อเส้นทางอื่น ๆ ทั้งหมดในการแพร่กระจายโรคสามารถถูกตัดทิ้งไปได้ และหลักฐานนั้นต้องมีความชัดเจนอย่างมากเท่านั้น

ตัวอย่างเช่นในปี ค.ศ. 1970 (พ.ศ. 2513) มีกรณีี่ชัดเจนของการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศในระยะไกลของโรคฝีดาษในประเทศเยอรมนี รายงานเกี่ยวกับการระบาดฉบับหนึ่งได้สะท้อนถึงวิธีการคิดที่ยังคงมีอยู่ต่อเนื่อง โดยที่หลังจากได้ตัดทิ้งเส้นทางอื่น ๆ ทั้งหมดที่เป็นไปได้ของการติดเชื้อออกไปแล้วก็ได้สรุปว่า “เส้นทางเดียวที่ยังคงเหลืออยู่ของการแพร่กระจายโรคที่ได้รับการพิจารณาว่ามีเหตุผลก็คือการแพร่กระจายผ่านทางอากาศของละอองลอยที่มีเชื้อไวรัส ซึ่งเป็นความเป็นไปได้ที่ต่อต้านสิ่งซึ่งนักวิจัยทั้งหมดได้รับอคติลำเอียงในตอนต้น (เน้นย้ำถึงการวิจัยของเรา) นอกจากนี้แล้วการยอมรับในเรื่องการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศก็ถูกประยุกต์ใช้สำหรับการระบาดครั้งนี้เป็นสำคัญ ซึ่งได้รับการอธิบายว่าเป็นเหตุการณ์ที่

ผิดปกติ เป็น “กรณียกเว้นที่พิเศษ” การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองฝอยยังคงได้รับการพิจารณาว่าโดดเด่นมีบทบาทสำคัญสำหรับโรคฝีดาษ ความสำเร็จของการดำเนินงานเพื่อที่จะกำจัดโรคฝีดาษเป็นการพิสูจน์ความถูกต้องของความเห็นนี้ อย่างไรก็ตามเมื่อชีวฟิสิกส์ที่แท้จริงของละอองฝอยถูกนำเข้ามาคำนึงถึงอย่างถูกต้องแล้ว ความง่ายของการติดเชื้อในระยะใกล้ชิดร่วมกับบางกรณีของการติดเชื้อจากระยะไกลสำหรับอากาศในร่มที่ถูกใช้ร่วมกันที่มีการระบายถ่ายเทอากาศอยู่ในระดับต่ำก็เป็นเอกลักษณ์ (signature) อย่างหนึ่งของการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ และมีหลักฐานว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศของโรคฝีดาษมีความสำคัญมากกว่าที่เคยมีการยอมรับกันจนถึงขณะนี้ นอกจากนี้ระยะฟักตัวของโรคฝีดาษก็มีความแม่นยำเป็นอย่างมาก แทบจะ 100% ของผู้ที่ติดเชื้อมีการแสดงอาการ (symptomatic) และการขับไวรัส (viral shedding) และการแพร่กระจายเชื้อไม่ได้เกิดขึ้นระหว่างช่วงระยะฟักตัว แต่จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้ป่วยเริ่มแสดงอาการแล้ว ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ผู้ป่วยมีอาการป่วยอย่างมากและไม่มีการเคลื่อนไหวมากนัก ดังนั้นวิธีการติดตาม/แยกกักตัว/การฉีดวัคซีนแบบวงแหวน ในการดำเนินการกำจัดโรคนี้จึงยังเกิดผลดี ถึงแม้ว่าจะมีความเป็นไปได้ของการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศอยู่ก็ตาม

รูปแบบเดียวกันของการตรวจสอบที่เป็นวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นสำหรับโรคหัดและโรคอีสุกอีใส ซึ่งเป็นโรคติดต่ออย่างรุนแรงยิ่งยวด 2 โรคที่ลักษณะการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศของมันถูกต่อต้านอยู่เป็นเวลานานถึง 7 ทศวรรษ และแค่เพียงได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในที่สุดในทศวรรษที่ 1980 บนพื้นฐานของเหตุการณ์ที่มีการแพร่กระจายเชื้อในผู้คนเป็นจำนวนมาก (superspreading events) มากมายหลายเหตุการณ์ โดยที่มีการแพร่กระจายโรคจากระยะไกล (เมื่อผู้ที่ทำให้ติดเชื้อและผู้ที่เกิดการติดเชื้อไม่เคยอยู่ด้วยกันในห้องเดียวกัน) ที่สำคัญก็คือความง่ายของการแพร่กระจายโรคในระยะใกล้ชิดได้รับการสังเกตสำหรับบรรดาโรคทั้งหมดที่ได้รับการยอมรับว่ามีการแพร่กระจายผ่านทางอากาศ (ในตอนแรกถูกจัดว่าเป็นโรคที่แพร่กระจายผ่านทางละอองฝอย) แต่ถึงแม้ว่ามีการคาบเกี่ยวกัน (overlap) นี้อยู่ก็ตาม ความง่ายของการแพร่กระจายโรคในระยะใกล้ชิดก็ยังคงถูกใช้เป็นหลักฐานของการแพร่กระจายผ่านทางละอองฝอยเพียงอย่างเดียวเท่านั้นสำหรับกรณีโรคอื่น ๆ การที่ไม่มีการแพร่กระจายโรคหัดกับอากาศในร่มที่ใช้ร่วมกันในบางกรณีก็ยังถูกใช้เป็นข้อโต้แย้งต่อการแพร่กระจายผ่านทางอากาศของโรค ลักษณะอย่างเดียวกันนี้ถูกสังเกตเห็นสำหรับกรณีโรคโควิด-19 และในตอนนี้ก็เป็นที่ยอมรับว่ามาจากความแปรปรวน (variability) ที่สูงมากของปริมาณไวรัส (viral load) และการขับละอองฝอย (aerosol shedding) ในแต่ละคน ตลอดจนความแตกต่างกันของความแรงในการหายใจและการเปลี่ยนแปลงระหว่างสถานการณ์ต่าง ๆ กัน

การระบาดของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-1 ในปี ค.ศ. 2003 (พ.ศ. 2546) ปลุกความสนใจขึ้นมาใหม่อีกครั้งหนึ่งต่อประเด็นการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ มีการสังเกตเห็นการแพร่กระจายเชื้อในผู้คนเป็นจำนวนมาก (superspreading) อย่างชัดเจน การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศมีส่วนเกี่ยวข้องอยู่ในการระบาดหลายต่อหลายครั้งในโรงพยาบาล และในการระบาดใหญ่ที่อะมอยการ์เดินส์ในฮ่องกงด้วย ทั้งที่ผ่านทางปล่องลมในอาคารและมีความเป็นไปได้ว่าผ่านทางปล่องภายนอกอาคารที่อยู่ระหว่างอาคารสูงของห้องชุดที่อยู่ใกล้ชิดติดกันด้วย อย่างไรก็ตามการกำหนดว่าเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-1 มีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศก็ไม่ได้มีการยอมรับอย่างกว้างขวางในโลกของการจำกัดควบคุมการติดเชื้อ ถึงแม้ว่าองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้อธิบายเกี่ยวกับเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-1 ว่าเป็นเชื้อไวรัสที่มีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศก็ตาม แต่สมาชิกผู้หนึ่งซึ่งมีชื่อเสียงโด่งดังในคณะกรรมการ IPC โรคโควิด-19 ขององค์การอนามัยโลก (WHO COVID-19

IPC Committee) ก็ได้สรุปในปี ค.ศ. 2015 (พ.ศ. 2558) ว่า “ขณะนี้มันแทบจะพิสูจน์แล้วว่าโรคนี้อาจแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ” ส่วนหนึ่งของความสับสนเกิดจากการใช้คำว่า “ผ่านทางอากาศ (airborne)” ที่ทับซ้อนกันไป ซึ่งในคำนี้ การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศในระยะทางสั้น ๆ ได้รับการแปลความหมายว่าเป็นการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองฝอยเพียงอย่างเดียวเท่านั้น และเฉพาะการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศในระยะทางที่ไกลกว่าเท่านั้นที่ได้รับการพิจารณาว่าเป็นการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศจริง ๆ ภายหลังจากการระบาดของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-1 ในปี ค.ศ. 2003 (พ.ศ. 2546) มีความวิตกกังวลเป็นอย่างมากเกี่ยวกับผลกระทบของ “หัตถการที่ก่อให้เกิดละอองลอย (aerosol-generating procedures หรือ AGPs)” หัตถการทางการแพทย์เหล่านี้ได้แก่ การส่องกล้องหลอดลม (bronchoscopy) การใส่ท่อช่วยหายใจ (intubation) และการดูดเสมหะ (suctioning) ซึ่งถูกคิดว่าได้ก่อให้เกิดละอองลอยเป็นจำนวนมาก และทำให้นักวิชาการทางการแพทย์บางคนที่ทำหัตถการเหล่านี้เกิดการติดเชื้อในระหว่างการระบาดของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-1 ถึงแม้ว่าหลักฐานที่สนับสนุนความสัมพันธ์กันนี้จะอ่อนก็ตาม การให้เหตุผลนี้ยังเป็นการเพิกเฉยไม่สนใจต่อความจริงที่ว่าถึงแม้ว่าหัตถการที่ก่อให้เกิดละอองลอย (AGP) อาจจะนำไปสู่การปล่อยเชื้อไวรัสที่เป็นละอองลอย (aerosolized viruses) อย่างที่แสดงให้เห็น ตัวอย่างเช่นกับเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ชนิด A แต่กิจกรรมอื่น ๆ ที่ไม่ใช่หัตถการที่ก่อให้เกิดละอองลอย เช่น การไอหรือการหายใจก็สามารถก่อให้เกิดละอองลอยในขนาดหรือปริมาณมากพอสมควรในบริเวณใกล้เคียงกับผู้ป่วยที่ติดเชื้อได้เช่นกัน

ในระหว่างทศวรรษท้าย ๆ และจนกระทั่งถึงการระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ครั้งนี้ โดยที่มียาปฏิชีวนะ วัคซีนอยู่ และไม่มีการระบาดใหญ่ของโรคระบบทางเดินหายใจที่สำคัญ การศึกษาวิจัยที่ศึกษาตรวจสอบรายละเอียดต่าง ๆ ระหว่างละอองฝอยกับการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศเพิ่มเติมต่อไปก็ไม่ได้เป็นความสำคัญในลำดับต้น ๆ ทางด้านสาธารณสุข ผลพวงจากวิกฤตการณ์น้ำมันและต่อจากนั้นก็วิกฤตการณ์สภาพภูมิอากาศ ได้นำไปสู่การประนีประนอมของมาตรฐานอาคาร ในลักษณะที่เป็นคุณต่อการประหยัดพลังงานเหนือการระบายถ่ายเทอากาศและการสาธารณสุข มาตรฐานสูง ๆ ในเรื่องการระบายถ่ายเทอากาศและการกรองอากาศที่มีการใช้กันในพื้นที่ทางคลินิกมากมายในโรงพยาบาลสมัยใหม่ หมายถึงว่าความเสี่ยงจากการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศได้ลดต่ำลงเป็นอย่างมากในสภาพแวดล้อมเหล่านี้ ที่ซึ่งบรรดานักวิทยาศาสตร์คนสำคัญ ๆ ทางด้านการจำกัดควบคุมการติดเชื้อมากมายหลายท่านทำงานอยู่ อย่างไรก็ตามสภาพการณ์ก็ไม่ได้เป็นอย่างนั้นในทุก ๆ พื้นที่ของโรงพยาบาลหรือสำหรับโรงพยาบาลเก่า ๆ ที่ขึ้นอยู่กับภาระบายถ่ายเทอากาศตามธรรมชาติ ผู้ที่สนับสนุนการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองฝอยล้วนอยู่ในความควบคุมของสถาบันสาธารณสุขที่สำคัญ ๆ ทั้งหมด และบรรดานักวิทยาศาสตร์ที่เสนอเรื่องการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศโดยทั่วไปแล้วจะถูกเพิกเฉยไม่ได้รับความสนใจ

หลักฐานยังได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศสำหรับอีกโรคหนึ่งที่มีศักยภาพสูงในการระบาด นั่นคือโรคไข้หวัดใหญ่ รวมถึงการแพร่กระจายเชื้อในผู้คนเป็นจำนวนมาก (superspreading) ในอากาศในกรณีที่มีการระบายถ่ายเทอากาศไม่ดี การแพร่กระจายเชื้อในระดับต่ำ ๆ ในสภาพแวดล้อมที่มีการระบายถ่ายเทอากาศเป็นอย่างดี เชื้อไวรัสที่ติดเชื้อมีที่ออกมาจากลมหายใจ และการตรวจหาไวรัส (ทั้งไวรัสที่ทำให้ติดเชื้อและอาร์เอ็นเอของไวรัส) ของอากาศภายในห้อง ขนาดปริมาณที่น้อยกว่า 100 เท่าของละอองลอยจากการหายใจเข้าไปเปรียบเทียบกับที่ฉีดเข้าไปทางจมูก (intranasal inoculation) ตลอดจนการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศในการทดลองกับสัตว์ทดลอง อย่างไรก็ตามก็มีแนวโน้มความ

เป็นไปได้ว่าเนื่องมาจากการต่อต้านอย่างเดียวกัน อย่างที่ได้อธิบายไปแล้วก่อนหน้านี้สำหรับโรคอื่น ๆ การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศของเชื้อไวรัสโรคไข้หวัดใหญ่ก็ไม่ได้มีการยอมรับอย่างกว้างขวาง และโรคนี้ก็ยังคงได้รับการอธิบายจากองค์การอนามัยโลก (WHO) และศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา (CDC) บนเว็บไซต์ของพวกเขาว่าเป็นโรคที่มีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองฝอย (droplet) และวัตถุที่เป็นพาหะนำเชื้อโรค (fomite) โดยที่ไม่มีการกล่าวถึงการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ (airborne) แต่อย่างใดเลย

นอกจากนี้ก็ยังมียุทธศาสตร์สำหรับการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศของเชื้อโรโนไวรัส เชื้ออะดิโนไวรัส เชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-1 เชื้อโคโรนาไวรัสโรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (เมอร์ส) และเชื้อไวรัสอาร์เอสอี ข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัดบ่งบอกถึงบทบาทของการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศสำหรับเชื้อเอนเทอโรไวรัส เชื้อพีโอไวรัส ตลอดจนเชื้ออื่น ๆ

นอกจากนี้แล้วการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศของเชื้อไวรัสก็ยังได้รับการยอมรับเป็นอย่างดีในสาขาสัตวแพทยศาสตร์ ซึ่งรวมถึงเชื้อโคโรนาไวรัสบางชนิดและเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ที่บางครั้งเกิดขึ้นในระยะห่างกันไกลหลายกิโลเมตร ตัวอย่างได้แก่เชื้อไวรัสของโรคมือ เท้า ปาก เชื้อไวรัสของโรคกลุ่มอาการระบบสืบพันธุ์และทางเดินหายใจในสุกร (เชื้อไวรัสพาร์อาร์เอส) เชื้อโคโรนาไวรัสระบบทางเดินหายใจในสุกร เชื้อไวรัสของโรคหลอดลมอักเสบติดเชื้อในสัตว์ปีก (ซึ่งก็เป็นเชื้อโคโรนาไวรัสชนิดหนึ่งด้วยเช่นกัน) ตลอดจนเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ในม้า

3.7 การระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 กับการเปิดเผยให้เห็นถึงความผิดพลาดในประวัติศาสตร์

ทันทีที่การระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 เริ่มต้นขึ้น เงินและคณะก็ได้รายงานวาทะ “หลังจากที่ได้พบทวนวรรณกรรมผลงานการวิจัยเกี่ยวกับการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองฝอยขนาดใหญ่แล้ว เราไม่พบหลักฐานโดยตรงใด ๆ สำหรับละอองฝอยขนาดใหญ่ในการที่จะเป็นช่องทางของการแพร่กระจายโรคใด ๆ ได้เลย” รายงานชิ้นหนึ่งในจำนวนรายงานต่าง ๆ ตอนเริ่มแรกสุดเกี่ยวกับการระบาดในตอนเริ่มแรกในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งตีพิมพ์ในวารสาร “Nature” อันมีชื่อเสียงได้สรุปไว้ว่า “โรคนี้อาจจะแพร่ติดต่อกันโดยการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ ถึงแม้ว่าเราไม่สามารถจะตัดทิ้งช่องทางอื่น ๆ ที่มีความเป็นไปได้ของการแพร่กระจายโรคออกไป” คำประกาศด้านสาธารณสุขในช่วงเริ่มแรกบางแห่งในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนได้รายงานวาทะเชื้อโคโรนาไวรัสชนิดใหม่นี้แพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ

อย่างไรก็ตามทั้ง ๆ ที่ไม่มีหลักฐานโดยตรงที่สนับสนุนเข้าข้างการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองฝอย (droplet) หรือวัตถุที่เป็นพาหะนำเชื้อโรค (fomite) ก็ตาม แต่ภายในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) สถาบันทางด้านสาธารณสุขอย่างเช่นองค์การอนามัยโลก (WHO) ก็ได้สรุปว่าความง่ายของการแพร่กระจายเชื้อในระยะใกล้ชิดเป็นการพิสูจน์ว่าโรคโควิด-19 มีการแพร่ติดต่อกันโดยผ่านทางกลไกเหล่านั้น ซึ่งเท่ากับเป็นการสืบต่อความผิดพลาดเมื่อปี ค.ศ. 1910 (พ.ศ. 2453) ของแชปลินต่อไป บรรดาผู้เชี่ยวชาญจากคณะกรรมการ IPC ขององค์การอนามัยโลก (WHO IPC committee) ก็ได้พูดเป็นนัยว่าพวกเขาจะยอมรับว่าเป็นโรคที่มีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศถ้าหากว่ามีค่า R_0 ในระดับสูงอย่างที่คาดไว้ ทั้ง ๆ ที่เราได้เสียเวลานับชั่วโมงถึง 70 ปี กว่าที่จะยอมรับว่าโรคหัดและโรคอีสุกอีใสเป็นโรคที่มีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ และทั้ง ๆ ที่มีข้อเท็จจริงว่าวัณโรคปอดมีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศเท่านั้นและก็ติดเชื้อได้ยากกว่าโรคโควิด-19 ก็ตาม

ที่น่าสนใจก็คือทั้ง ๆ ที่ออกสิ่งพิมพ์เผยแพร่ที่มีหลักฐานเพียงพอสำหรับการยอมรับว่าวัณโรค (การทดลองในสัตว์ทดลอง) และโรคหัด/อีสุกอีใส (เหตุการณ์ที่มีการแพร่กระจายเชื้อในผู้คนเป็นจำนวนมากและการแพร่กระจายเชื้อในระยะไกล) เป็นโรคที่มีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศก็ตาม แต่องค์การอนามัยโลกและหน่วยงานสาธารณสุขอื่น ๆ ก็ยังคงต่อต้านความสำคัญของการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศของโรคโควิด-19 กันต่อไปเป็นเวลาเกือบ 1 ปี หน่วยงานสาธารณสุขเหล่านี้ยังคงยึดมั่นและปกป้องกระบวนทัศน์เก่า ๆ เกี่ยวกับละอองฝอย พวกเขามองว่าหลักฐานเกี่ยวกับการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศที่เสนอโดยบรรดานักวิทยาศาสตร์ทางด้านละอองลอย ผู้ซึ่งได้รับการปฏิเสธและถูกกีดกันจากคณะกรรมการต่าง ๆ ที่มีความสำคัญนั้นอ่อน ไม่มีน้ำหนักพอ หรือไม่เกี่ยวเนื่องกัน รูปแบบอย่างเดียวกันอย่างที่กำลังมานี้ (ซึ่งก็คือการลดบทบาทของการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้) แสดงให้เห็นผ่านทางการใช้คำ อย่างเช่นคำว่า “**situational airborne** (แพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศตามสถานการณ์)” หรือโดยการอ้างว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศจำกัดอยู่เฉพาะ ในบริเวณที่มีผู้คนอยู่กันอย่างแออัดและมีการระบายถ่ายเทอากาศไม่ดีเท่านั้น ประเด็นนี้เป็นความผิดพลาดในเชิงตรรกะ เนื่องจากว่าเชื้อโรคทั้งหมดที่แพร่กระจายผ่านทางอากาศมีความไวเป็นอย่างมากต่อการระบายถ่ายเทอากาศ และถ้าหากว่าเชื้อโรคเหล่านั้นสามารถทำให้เกิดการติดเชื้อได้ในอากาศภายในห้องที่ใช้ร่วมกันแล้วละก็ เชื้อโรคเหล่านั้นก็จำเป็นจะต้องมีความสามารถในการทำให้เกิดเชื้อ (**infective**) ที่มากกว่านั้นเป็นอย่างมากในระยะใกล้ชิด ซึ่งเป็นบริเวณที่เชื้อโรคเหล่านั้นมีความเข้มข้นมากกว่าในบริเวณอื่น ๆ ที่อยู่ห่างออกไปเป็นอย่างมาก (ภาพประกอบที่ **1**) ด้วยเหตุนี้ ถ้าหากว่าเชื้อโรคมีการแพร่กระจายผ่านทางอากาศในบริเวณที่การระบายถ่ายเทอากาศไม่ดี จึงควรจะต้องสวมหน้ากากเพื่อป้องกันเชื้อนั้นในระยะใกล้ชิด

ในช่วงเวลาหนึ่งปีมานี้หลักฐานต่าง ๆ ที่สะสมเพิ่มมากขึ้นว่าโรคโควิด-19 เป็นโรคที่แพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศเป็นส่วนใหญ่นั้นทำให้เป็นที่ชัดเจนว่าเป็นความผิดพลาดในเชิงตรรกะในการที่รวมเอาการติดเชื้อในระยะใกล้ชิดแต่เพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะเข้ากับการแพร่กระจายเชื้อที่ผ่านทางละอองฝอย (**droplet transmission**) การขาดการจำกัดควบคุมการระบาด (โดยที่มีแค่เพียงมาตรการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อที่ผ่านทางละอองฝอย (**droplet**)/ผ่านทางวัตถุที่เป็นพาหะนำเชื้อโรค (**fomite**) เท่านั้น เช่น การเว้นระยะห่างทางกายภาพ การล้างมือ และการทำความสะอาดฆ่าเชื้อบนพื้นผิว) ได้ปรากฏให้เห็นชัดแล้ว อย่างเช่นในกรณีผู้ติดเชื้อจำนวนมากที่เกิดจากการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศจากระยะไกล ๆ ที่มีความคลุมเครือ เช่นในโรงแรมที่กักตัว นอกจากนี้ก็ยังมีกรณีพิพาทเผยแพร่เกี่ยวกับกรณีการแพร่กระจายเชื้อในโรงพยาบาลทั้ง ๆ ที่มีการสวมหน้ากากอนามัยและอุปกรณ์ป้องกันดวงตาแล้ว และกรณีการแพร่กระจายเชื้อระหว่างผู้ป่วยที่ใช้ห้องร่วมกันทั้ง ๆ ที่มีการเว้นระยะห่างและมีอุปกรณ์ขวางกั้น (**physical barriers**) อยู่ ในที่สุดองค์การอนามัยโลก (WHO) และศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา (CDC) ต่างก็ได้ยอมรับเพียงบางส่วนว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-2 ในช่วงเดือนเมษายน/พฤษภาคม ค.ศ. 2021 (พ.ศ. 2564) เป็นสิ่งที่มีความสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามจนถึงเดือนมกราคม ค.ศ. 2022 (พ.ศ. 2565) การเปลี่ยนแปลงท่าทีเหล่านี้ก็ถูกแสดงออกอย่างไม่ชัดเจน ขวนให้สับสนอยู่บ่อยครั้ง และได้รับการเผยแพร่ไม่มากพอ และการเปลี่ยนแปลงมาตรการต่าง ๆ ในการลดการแพร่ระบาดของโรคก็เข้าถึงแค่เพียงบางส่วนของโลกเท่านั้น สายพันธุ์ที่น่ากังวล (**variants-of-concern**) บางสายพันธุ์ของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-2 ที่กำลังอุบัติขึ้นมีความสามารถในการแพร่กระจายเชื้อได้มากขึ้น และด้วยเหตุผลนี้กรณีของการแพร่กระจายเชื้อในผู้คนเป็นจำนวนมาก

ผ่านทางอากาศ (airborne superspreading) หรือการแพร่กระจายเชื้อจากระยะไกล (long-distance transmission) จึงสามารถระบุแยกแยะได้ง่ายขึ้น

เป็นที่ชัดเจนแล้วว่าบางครั้งองค์กรด้านสาธารณสุขบางองค์กรก็จะใช้แนวความคิดเรื่องการแพร่กระจายเชื้อที่ผ่านทาง “ละอองฝอย (droplets)” ใน ‘ระยะใกล้ ๆ (short-range)’ หรือ ‘การสัมผัสใกล้ชิด (close-contact)’ ว่าเนื่องจากเป็นอนุภาคที่สามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางลมหายใจเข้า ซึ่งแท้ที่จริงแล้วเป็นการอธิบายถึงปรากฏการณ์ของละอองลอย (aerosols) ต่างหาก ในการที่จะสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางลมหายใจเข้าได้นั้นอนุภาคจำเป็นจะต้องมีขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนโดยประมาณ ดังนั้นมันก็คือ บรรดาละอองลอย (aerosols) ที่สามารถเดินทางไปได้ไกลกว่าระยะใกล้ชิดกับผู้ติดเชื้อ มิลตันได้เสนอแนะให้หลีกเลี่ยงการใช้คำว่า “ละอองฝอย (droplet)” ซึ่งอาจจะทำให้มีความคลุมเครือ และใช้คำว่า “ละอองลอย (aerosols)” สำหรับอนุภาคนขนาดเล็กกว่า ซึ่งสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางลมหายใจเข้า และคำว่า “ละออง (drops)” สำหรับอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า ซึ่งจะตกลงสู่พื้นเนื่องจากมีน้ำหนักที่มากเกินไปที่จะหายใจเข้าไปได้ หลี่ได้เสนอแนะให้เรียกกลไกนี้ว่าเป็นการหายใจเอาละอองลอยเข้าไป (aerosol inhalation) การสัมผัสกับพื้นผิว และการฟุ้งของละออง รวมถึงคำจำกัดความเหล่านั้นได้รับการจัดปรับโดยศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา (CDC) ในปี ค.ศ. 2021 (พ.ศ. 2564)

ในปี ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ดำเนินการว่าจ้างกลุ่มเฉพาะกลุ่มหนึ่งให้ทำการทบทวนอย่างเป็นระบบเป็นชุด ๆ เกี่ยวกับการแพร่กระจายของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-2 องค์การอนามัยโลกได้ดำเนินการว่าจ้างให้มีการทบทวนอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศโดยที่ไม่มีข้อมูลป้อนเข้า (input) ทางวิทยาศาสตร์ของละอองลอยใด ๆ เลย ทั้ง ๆ ที่หัวข้อนั้นมีความซับซ้อนข้ามสาขาวิชา (cross-disciplinary complexity) การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศได้รับการทบทวนในลักษณะที่คับแคบเป็นอย่างมาก ซึ่งพิจารณาหลักฐานแค่เพียงประเภทเดียวเท่านั้น คือ การตรวจพบเชื้อไวรัสที่มีชีวิตอยู่รอดในอากาศ ทั้ง ๆ ที่มีข้อเท็จจริงว่าเรื่องนี้ไม่ได้ประสบผลสำเร็จสำหรับโรคที่แพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศที่ได้รับการยอมรับแล้วอย่างเช่น วัณโรค โรคหัด และอีสุกอีใส หลักฐานประเภทอื่น ๆ อีกมากมายที่สนับสนุนว่าการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศเป็นช่องทางที่โดดเด่นมีบทบาทสำคัญสำหรับเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-2 ตลอดจนหลักฐานที่นำไปสู่การยอมรับว่าวัณโรค โรคหัด และอีสุกอีใสเป็นโรคที่แพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศได้รับการละเลยไม่ใส่ใจในการทบทวนที่ว่่านี้ จนถึงขณะที่กำลังเขียนบทความขึ้นนี้ ผลงานการทบทวนที่ว่่านี้ก็ยังไม่ได้ผ่านขั้นตอนการทบทวนจากผู้เชี่ยวชาญ (peer-review) และข้อติชมหรือความเห็นสาธารณะจากนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ก็ยังคงไม่ได้รับคำตอบใด ๆ การทบทวน (review) ขึ้นหนึ่งถูกเขียนขึ้นสำหรับ “การสัมผัสติดต่อใกล้ชิด (close contact)” ซึ่งปรากฏว่าเป็นความผิดพลาดทางความคิด (conceptual error) เนื่องจากว่าการสัมผัสติดต่อใกล้ชิด (close contact) เป็นการวัดระยะห่าง และไม่ใช่กลไกของการแพร่กระจายเชื้อ ไม่มีการทบทวน (review) ใด ๆ ที่ได้รับการประกาศที่สรุปถึงหลักฐานที่สนับสนุนการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางละอองฝอย (droplet transmission) ทั้ง ๆ ที่ทางองค์การอนามัยโลก (WHO) และผู้เขียนร่วมคนสำคัญ ๆ ได้แถลงว่ามันเป็นกลไกหลัก (main mechanism) ในการแพร่กระจายเชื้อ

เมื่อนับถึงกลางปี ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) หัตถการที่ก่อให้เกิดละอองลอย (AGPs) เป็นสถานการณ์เพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่ทางองค์การอนามัยโลกได้ยอมรับอย่างชัดเจนว่าเป็นการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยมากมายหลายชิ้นในระหว่างการระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ครั้งนี้ ที่แสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยมีการปล่อยละอองลอยผ่านทางหายใจ การพูดคุ้ย การร้องเพลง และการไอในปริมาณที่มากกว่าปล่อยจากหัตถการที่ก่อให้เกิดละอองลอย (AGPs) มากมายหลายหัตถการ ถึงแม้ว่าข้อควรระวังในเบื้องต้น (initial precaution) อาจจะได้รับการรับรองให้ทำได้ก็ตาม แต่การเน้นย้ำตลอดมาเกี่ยวกับหัตถการที่ก่อให้เกิดละอองลอย (AGPs) ว่าเป็นความเสี่ยงในการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศที่มากกว่าจากละอองลอยที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเป็นอย่างมากนั้นนับว่าเป็นการเข้าใจที่ผิด แต่ก็ไม่เคยได้รับการแก้ไขอย่างกว้างขวาง (จนถึงขณะที่กำลังเขียนบทความชิ้นนี้)

ภาพประกอบที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของกระบวนทัศน์ที่โดดเด่นมีบทบาทสำคัญตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศ กระบวนทัศน์/ความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งที่เปื้อนพิษ (miasmatic) ซึ่งเชื่อว่าอากาศเสียเป็นสาเหตุของการเกิดโรคได้แพร่หลายมีบทบาทสำคัญอยู่เหนือความเชื่ออื่น ๆ อยู่ถึง 2 พันปี กระบวนทัศน์นี้ถูกทำให้อ่อนแอลงไปจากการค้นพบว่าโรคต่าง ๆ จำนวนมากมายหลายชนิด (เช่น อหิวาตกโรค ไข้หลังคลอด และมาเลเรีย) ซึ่งก่อนหน้านี้เคยคิดว่าการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศ แต่ในความเป็นจริงแล้วมีการแพร่กระจายโรคผ่านทางช่องทางอื่น ๆ ที่หลากหลาย และโดยการยอมรับทฤษฎีเชื้อก่อโรค (germ theory) ต่อจากนั้นในราว ๆ ปี ค.ศ. 1912 (พ.ศ. 2455) แชลลินได้ประพันธ์หนังสือเล่มหนึ่งชื่อ “แหล่งที่มาและช่องทางการแพร่กระจายโรค (Sources and Modes of Transmission)” ซึ่งเป็นหนังสือที่ทำบัญชีรายชื่อ (catalog) ของช่องทางต่าง ๆ ในการแพร่กระจายโรค เขาได้ตั้งข้อสังเกตว่าเชื้อก่อโรคอาศัยอยู่ในร่างกายแต่อาศัยอยู่ภายนอกในร่างกายได้ไม่ได้นัก ซึ่งดังนั้นจึงได้รวมเอาทฤษฎีเชื้อก่อโรคเข้ากับการศึกษาเรื่องการแพร่กระจายโรค และได้ระบุว่าการติดเชื้อส่วนใหญ่เกิดจากการแพร่กระจายเชื้อจากการสัมผัสติดต่อกับ (contact) ซึ่งหมายถึง การแพร่กระจายโรคผ่านทางสัมผัสกัน (touch) หรือการแพร่กระจายโรคในระยะใกล้ ๆ (short-range) ซึ่งสำหรับเขาแล้วอธิบายได้จากละอองฝอยที่มาจากการฉีดพ่นหรือฟุ้งกระจาย (spray-borne droplets) ความสำเร็จของทฤษฎีต่าง ๆ ของเขาได้ทำลายล้างกระบวนทัศน์ก่อนหน้านี้ และนำไปสู่กระบวนทัศน์/ความเชื่อเกี่ยวกับการแพร่กระจายโรคที่ผ่านทางละอองฝอยสำหรับโรคระบบทางเดินหายใจทุกโรค โดยที่การแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศถูกคิดว่าจะไม่มีความสำคัญในการแพร่กระจายโรค (ก่อนทศวรรษที่ 1930) ช่วงครึ่งหลังของคริสต์ศตวรรษที่ 20 มีการยอมรับที่มีอยู่อย่างจำกัดสำหรับโรคเพียงไม่กี่โรคว่ามีการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศท่ามกลางการต่อต้านอย่างหนัก การระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ครั้งนี้ทำให้เกิดการตรวจสอบข้อเท็จจริงอย่างมากมายเกี่ยวกับเรื่องนี้ และทำให้ความผิดพลาดต่าง ๆ ที่ฝังติดอยู่ในความเชื่อเรื่องละอองฝอยได้เป็นที่รู้จักกันแพร่หลาย โดยที่มีความหวังว่าจะนำมาซึ่งกระบวนทัศน์ที่เป็นวัตถุวิสัย (objective) มากขึ้นสำหรับการแพร่กระจายโรคผ่านทางอากาศ

เพื่อให้เราสามารถกระทบกับคนอื่นในระยะที่สนทนากันที่มากกว่า 0.6 เมตร เนื่องจากว่าละอองฝอยที่มีขนาดเล็กกว่านั้นไม่มีแรงเฉื่อยมากพอในการข้ามช่องว่างอากาศ (air gap) ไปถึงคนอื่นได้ ขอบเขตที่ถูกต้องได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่โดยคู่สามีภรรยาตระกูลเวลส์เมื่อปี ค.ศ. 1934 (พ.ศ. 2477) และได้รับการแสดงอยู่ในหน้าเว็บของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา (สาขาอาชีวเวชศาสตร์) ซึ่งได้รับการยืนยันจากการตีพิมพ์เผยแพร่เมื่อเร็ว ๆ นี้โดยนักวิทยาศาสตร์ด้านละอองลอยและอีกหลายครั้งในระหว่างการระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ครั้งนี้ รวมทั้งในการประชุมเชิงปฏิบัติการของสถาบันวิทยาศาสตร์วิศวกรรม และการแพทย์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (US National Academies of Science, Engineering, and Medicine) อย่างไรก็ตามความผิดพลาดที่ว่านี้ก็ยังคงมีอยู่ต่อไปในวรรณกรรมการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และในเอกสารคำแนะนำ (guidance documents) และไม่ได้รับการแก้ไขจากองค์การอนามัยโลก (ข้อมูล ณ เดือนมีนาคม ค.ศ. 2022 (พ.ศ. 2565) แรนดอลล์และคณะได้ตรวจสอบหาความจริงเกี่ยวกับสาเหตุที่มาของข้อผิดพลาดที่ว่านี้ และติดตามย้อนไปในทศวรรษที่ 1960 ในช่วงที่วัณโรคเป็นการติดเชื้อทางอากาศเพียงชนิดเดียวที่ได้รับการยอมรับ ซึ่งปรากฏว่าได้นำไปสู่ความสับสนระหว่างขนาดของอนุภาคที่ทะลุทะลวงเข้าสู่ปอดส่วนลึก (ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำให้ติดเชื้อวัณโรค) กับขนาดของอนุภาคที่ตกลงสู่พื้นในระยะ 1 – 2 เมตร

ข้อเท็จจริงที่ว่าความผิดพลาด 5 ไมครอนสามารถคงอยู่ต่อเนื่องเป็นเวลานาน และยังคงอยู่ในการสรุปสาระสำคัญสั้น ๆ ทางวิทยาศาสตร์ (scientific brief) ครั้งล่าสุดขององค์การอนามัยโลกเกี่ยวกับการแพร่กระจายของเชื้อไวรัสโรคระบาดสำคัญ ๆ ทำให้เกิดความงงวุ่นในความเห็นของเราแล้วสิ่งนี้เป็นผลกระทบที่ตามมาจากการครอบงำที่มีอยู่อย่างล้นหลามของกระบวนการทัศน์ของแชปลินในการป้องกันการติดเชื้อและระบาดวิทยา ซึ่งการติดเชื้อที่ผ่านทางละอองฝอย (droplet infection) ถูกหักทักว่าเป็นช่องทางของการแพร่กระจายโรคทางเดินหายใจ เว้นเสียแต่ว่าได้รับการพิสูจน์สรุปอย่างยืดยาวว่าเป็นอย่างอื่น การครอบงำที่ว่านี้ได้นำไปสู่การขาดความใส่ใจตลอดมาต่อรายละเอียดของกายภาพ (ฟิสิกส์) ของการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ และต่อข้อมูลป้อนเข้า (input) จากสาขาวิชาต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ของละอองลอย และแม้แต่อาชีวเวชศาสตร์ (occupational medicine)

เนื่องจากว่าละอองลอย (ที่ขนาดใหญ่ถึง 100 ไมครอน) สามารถลอยไปตามกระแสลม ดังนั้นการยอมรับถึงช่วงขนาดที่ครบถ้วนสมบูรณ์จึงมีความสำคัญในการเลือกอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) ที่จะทำให้การป้องกัน (เช่น หน้ากากชนิด N95/FFP2) นอกจากนั้นการยอมรับที่กว้างขึ้นว่าเฉพาะละอองลอยขนาดเล็กเท่านั้นที่สามารถทะลุทะลวงเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง (น้อยกว่า 20 ไมครอน และน้อยกว่า 5 ไมครอน สำหรับที่วางในถุงลม) ก็มีความเกี่ยวข้องอย่างสำคัญสำหรับการติดเชื้อที่มีผลเฉพาะต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเท่านั้น เช่น วัณโรค หรือโรคลีเจียนเนิร์ (legionellosis) อีกตัวอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความเฉพาะเจาะจงของเชื้อโคโรนาไวรัสที่กำลังอุบัติอยู่นี้ อาจจะเป็นกรณีของเชื้อโคโรนาไวรัสโรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (เมอร์ส) ซึ่งได้แสดงให้เห็นแล้วว่ามีอาการจำลองตัวเองได้อย่างพิเศษและกว้างขวางในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง โดยที่มีปริมาณของเชื้อไวรัสในระดับที่สูงซึ่งถูกตรวจพบในตัวอย่างทางคลินิกที่ได้จากระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง (LRT) ในทางตรงกันข้ามตัวอย่างที่ได้จากระบบทางเดินหายใจส่วนบน (URT) แสดงให้เห็นถึงปริมาณของเชื้อไวรัสในระดับที่ต่ำกว่าเป็นอย่างมาก และบางครั้งก็ไม่สามารถตรวจพบได้ การที่ไม่มีมีซับจีโนมิกอาร์เอ็นเอ (subgenomic RNAs) ของเชื้อโคโรนาไวรัสโรคเมอร์สที่สามารถตรวจพบได้ในตัวอย่างสิ่งส่งตรวจจากโพรงจมูกต่อคอ

หอย (nasopharyngeal swabs) การรายงานเกี่ยวกับการที่ไม่สามารถตรวจพบการแสดงออกของตัวรับ DPP4 (DPP4 receptor) ในเซลล์เยื่อของระบบทางเดินหายใจส่วนบน (URT epithelium) (ถึงแม้ว่าเป็นการคัดค้านข้อมูลที่มีอยู่) ตลอดจนการที่ไม่สามารถตรวจพบการแสดงออกของตัวรับทางเลือก (alternate receptor) เป็นการบ่งบอกว่าการจำลองตัวเองในระบบทางเดินหายใจส่วนบนอาจจะไม่ได้เกิดขึ้นเลย ในทางกลับกันหลักฐานทั้งหมดนี้ชี้ให้เห็นถึงบทบาทที่สำคัญ หรือบางทีอาจจะเป็นบทบาทที่จำเป็นสำหรับการแพร่กระจายโรคผ่านทางละอองลอยขนาดเล็ก ประเด็นนี้ได้รับการสนับสนุนจากการกู้คืนสภาพ (recovery) ของเชื้อโคโรนาไวรัสโรคเมอร์สที่ทำให้ติดเชื้อมานานอย่างอากาศจากหออภิบาลผู้ป่วย และจากการติดเชื้อ ที่ประสบความสำเร็จในการทดลองกับลิงวอก (rhesus macaques) และลิงเขียวแอฟริกัน (African green monkeys) ที่ใช้การฉีดละอองลอย (aerosol inocula)

4 มุมมองทัศนคติสำหรับการจำกัดควบคุมโรคระบบทางเดินหายใจและการระบาดใหญ่ครั้งต่อไป

ภาพรวมของประวัติศาสตร์แสดงให้เห็นถึงความแพร่หลายของ “ความพากเพียรอดสาหัสทางด้านความเชื่อ (belief perseverance)” ซึ่งเป็นแนวโน้มทางจิตวิทยา (psychological tendency) ในการที่จะดำรงไว้ซึ่งความเชื่อ ทั้ง ๆ ที่มีหลักฐานใหม่ ๆ ที่ชัดเจนและมีน้ำหนักกว่าควรที่จะทำลายความเชื่อนั้นก็ตาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของแรงจูงใจของสถาบัน (institutional incentives) ที่ชื่นชอบความเชื่อและต่อต้านการเปลี่ยนแปลง ในยุคสมัยแห่งความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ที่น่าทึ่ง และมีการพัฒนาวัคซีนที่รวดเร็วเป็นอย่างมาก ซึ่งติดตามการตรวจวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ (sequencing) ของเชื้อไวรัสที่ทราบผลได้ภายในไม่กี่วัน การยอมรับที่ซัดเข้าเป็นอย่างมากสำหรับความรู้ใหม่ ๆ ที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งได้เตือนเราว่าแง่มุมของมนุษย์ (human aspects) ต่อวิทยาศาสตร์ยังคงแพร่หลายเช่นที่เคยเป็นมาในยุคสมัยอดีต

การคงอยู่ของกระบวนทัศน์ละอองฝอย (droplet paradigm) อาจจะได้รับความช่วยเหลือจากเหตุผลอื่น ๆ อยู่หลายประการ ประการแรกถึงแม้ว่ากลไกจะไม่ถูกต้อง แต่วามันก็ยังใช้การได้ดีอย่างสมเหตุสมผลในการลดการติดเชื้อจากโรคที่แพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่ติดต่อได้ยากกว่า (less contagious) ซึ่งส่วนมากมีการแพร่กระจายเชื้อในระยะใกล้ชิด ระยะห่างจากผู้แพร่เชื้อจะเพิ่มระดับของการเจือจางของอากาศที่หายใจออกมาอยู่เสมอ และทำให้การแพร่กระจายเชื้อลดต่ำลง เคราะห์ร้ายที่ปัญหาเชิงระบบหลัก ๆ เกิดขึ้นเมื่อข้อเท็จจริงเชิงประจักษ์ที่ถูกต้อง (ระยะห่างทำให้การแพร่กระจายเชื้อลดต่ำลง) ถูกใช้ในการทำให้บรรลุข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง (กลไกเป็นละอองฝอยจากการฉีดพ่นหรือฝู่กระจาย (spray-borne droplets)) และต่อจากนั้นกลไกที่ไม่ถูกต้องก็ถูกใช้ในการอนุมานสิ่งซึ่งมาตรการอื่น ๆ อาจจะสามารถป้องกันได้ ยกตัวอย่างเช่นในระหว่างการระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ครั้งนี้มีการทุ่มเงินนับเป็นพันล้านดอลลาร์สหรัฐ ในการติดตั้งแผ่นกั้นขวางด้านข้างที่ทำด้วยกระจกทนความร้อน (lateral plexiglass barriers) ในโรงเรียน เพื่อที่จะปิดกั้นการเดินทางเป็นวิถีโค้งของละอองฝอย (ถึงแม้ว่าจริง ๆ แล้วแผ่นกั้นเช่นนั้นได้รับการแสดงให้เห็นแล้วว่าทำให้มีการ

แพร่กระจายเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 เพิ่มมากขึ้น) แทนที่จะมีการเปิดหน้าต่างหรือสวมหน้ากาก ประการที่สองการป้องกันละอองฝอยจากการฉีดพ่นหรือฝู่กระจาย (spray-borne droplets) ทำได้ค่อนข้างง่ายกว่า แค่เพียงเว้นระยะห่างและล้างมือแล้วคุณก็ควรจะค่อนข้างปลอดภัยแล้ว ดังนั้นมันจึงเป็นกฎระเบียบที่เรียบง่ายในการสื่อสารกับบุคลากรทางการแพทย์และประชากรทั่ว ๆ ไป ประการที่สามมันเป็นการจัดการความกลัวอย่างรุนแรงที่การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศสามารถทำให้เกิดขึ้นได้ และที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมันตลอดช่วงประวัติศาสตร์ที่ผ่านมา บ่อยครั้งที่ปรากฏว่าความกลัวประวัติศาสตร์ได้ฝังรากลึกอยู่ในการสร้างมโนคติที่เป็นไปในลักษณะที่เพ้อฝันหรือภาพหลอนเกี่ยวกับการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศเสียมากกว่า นั่นก็คือว่าอากาศที่ติดเชื่อสามารถไปถึงผู้คนได้ทุกหนทุกแห่ง และเราทำอะไรได้น้อยมากในการป้องกันตัวเองจากอากาศที่ติดเชื่อนั้น ที่อันตรายอย่างยิ่งก็คือว่าตรรกะซึ่งนำไปสู่ความกลัวนี้ไม่ได้อธิบายความสำคัญของการเฝ้าระวังและความเป็นไปได้ในการใช้มัน (การเฝ้าระวัง – ผู้แปล) เพื่อให้การแพร่กระจายเชื้อลดลง ความกลัวอย่างไม่มีเหตุผลที่เกิดจากการขาดความเข้าใจนี้กำลังก่อให้เกิดปัญหาในสถานการณ์จริงในการจำกัดควบคุมการแพร่กระจายของโรคอย่างเช่นที่ได้สรุปมา ยกตัวอย่างเช่นในคำกล่าวจากคอร์เน็ทและแซปลินที่ว่า ถ้าผู้คนไม่เลิกล้มยอมน้ำไปเสียก่อนก็จำเป็นจะต้องมีมาตรการต่าง ๆ ที่ยิ่งยวด อย่างเช่นการรักษาผู้ป่วยโรคให้เหมือนกับโรคเรื้อน ประการที่สี่จากการที่มาตรการต่าง ๆ ที่เข้มงวดในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศอาจจะมีราคาแพงหรือไม่สามารถหาได้ในปริมาณเยอะ ๆ ในสถานพยาบาลบางแห่ง (เช่น ห้องความดันลบในโรงพยาบาล) องค์การต่าง ๆ ทางด้านสาธารณสุขจึงมีความไม่เต็มใจในการที่จะประกาศว่าเชื้อไวรัสที่แพร่กระจายอย่างเช่นเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 ในระหว่างการระบาดใหญ่ครั้งนี้มีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ จากความกลัวในผลกระทบที่อาจจะตามมาทางด้านงบประมาณ กฎหมาย และแรงงาน รัฐบาลของประเทศต่าง ๆ ก็ดูเหมือนว่าจะพึงพอใจที่จะสนับสนุนส่งเสริมมาตรการต่าง ๆ ที่ต้องการแค่เพียงความรับผิดชอบส่วนบุคคลเท่านั้น เช่น การล้างมือ และยังมี ความไม่เต็มใจมากขึ้นเป็นอย่างมากในการที่จะอธิบายถึงการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศให้ชัดเจน เนื่องจากว่าจะต้องมีการดำเนินการที่มีราคาแพงในส่วนของภาครัฐ ตัวอย่างเช่น ในการปรับปรุงการระบายถ่ายเทอากาศและการกรองอากาศในอาคารสาธารณะต่าง ๆ ประการสุดท้ายคือการที่หน่วยงานภาครัฐบางแห่งต้องการที่จะรักษาหน้าก็อาจจะมึบบทบาทอยู่ด้วย เช่นเดียวกัน พวกเขาได้ประกาศอย่างหนักแน่นแล้วว่าอากาศที่แพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 เป็น “ข้อมูลที่ผิด (misinformation)” และอาจจะเป็นการนำอับอายที่จะยอมรับต่อมาภายหลังถึงความสำคัญของการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ ซึ่งอาจจะเป็นการรับรองว่าเป็นความผิดพลาดที่ใหญ่หลวงที่สุดอย่างหนึ่งในประวัติศาสตร์ของการสาธารณสุข ในการสนทนาเป็นการส่วนตัวที่ปรึกษาทางด้านสาธารณสุขท่านหนึ่งที่มีหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่รัฐบาลของประเทศ ๆ หนึ่งได้กล่าวว่า “จำเป็นจะต้องมีวิธีการที่จะทำให้ [เรา] รักษาหน้าไว้ได้”

ต้องขอขอบคุณที่ในที่สุดการค้นคว้าวิจัยและการอภิปรายถกเถียงอย่างเข้มข้นที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ครั้งนี้ก็ได้เริ่มก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ใหม่ ๆ ในการทำความเข้าใจการแพร่กระจายโรค โรคระบบทางเดินหายใจต่าง ๆ ไม่เพียงแต่ไม่ได้แพร่กระจายโดยผ่านทางละอองฝอยแค่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังมีแนวโน้มว่าโรคระบบทางเดินหายใจจำนวนมากหรือส่วนใหญ่มีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศในฐานะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ (ถ้าหากว่าไม่ได้โดดเด่นหรือพบเป็นส่วนใหญ่) อีกด้วย นอกจากนี้ก็ยังมีมากขึ้นที่ชัดเจนว่าการที่โรคระบบทางเดินหายใจจะมีศักยภาพในการระบาดใหญ่ได้นั้น มีแนวโน้มว่าจะต้องมีการแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ นี้ไม่ได้หมายความว่าความถึงการกลับไปสู่แนวคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เรียกว่าเป็นพิษ (miasmatic) เช่นในอดีต แต่เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการ

แพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศที่รอบรู้มากกว่า ในฐานะที่การแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศมีความสลับซับซ้อนมากกว่า และน่ากลัวน้อยกว่าในอดีต และแน่นอนว่าเป็นปัญหาที่เราสามารถสืบเสาะติดตามได้ กระบวนทัศน์ใหม่นี้มีส่วนเกี่ยวข้องอย่างสำคัญสำหรับระเบียบข้อบังคับและการควบคุมคุณภาพของอากาศในพื้นที่ในร่ม โดยการระบายนายแพทย์อากาศที่ถูกต้อง การกรอง และวิธีการอื่น ๆ ตลอดจนอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) สำหรับบุคลากรและการสวมหน้ากากของประชาชนทั่วไป ในที่สุดการไม่ได้รับความสนใจหรือเอาใจใส่ในคุณภาพของอากาศในที่ร่มที่ใช้ร่วมกัน ที่คู่สามีภรรยาตระกูลเวลส์ได้คร่ำครวญในปี ค.ศ. 1945 (พ.ศ. 2488) ก็อาจจะได้เริ่มต้นรับการรักษาแก้ไขปัญหานี้ในที่สุดในปีต่อ ๆ ไปข้างหน้าซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าจะนำไปสู่การลดลงของการแพร่กระจายของโรคระบบทางเดินหายใจสำหรับหลายทศวรรษที่กำลังจะมาถึงนี้