Luftburen smitta

Ingemar Qvarfordt
Vårdhygien
Sahlgrenska Universitetssjukhuset
Göteborg

Luftburen smitta – vad är det?

Ett försök till förklaring exemplifierat med tuberkulos

Varför behöver vi veta?

- Säker kunskap om
  - Mekanismer för smittspridning
  - Vad/vem som kan utgöra smittkälla

  för sjukdomar man tror sprids via ”luften” utgör grund för råd och riktlinjer från experter inom smittskydd/vårdhygien till

  - medborgarna
  - vårdens professioner
  - patienter

  om isoleringsbehov, personliga skyddsåtgärder, andra vårdrutiner, mm

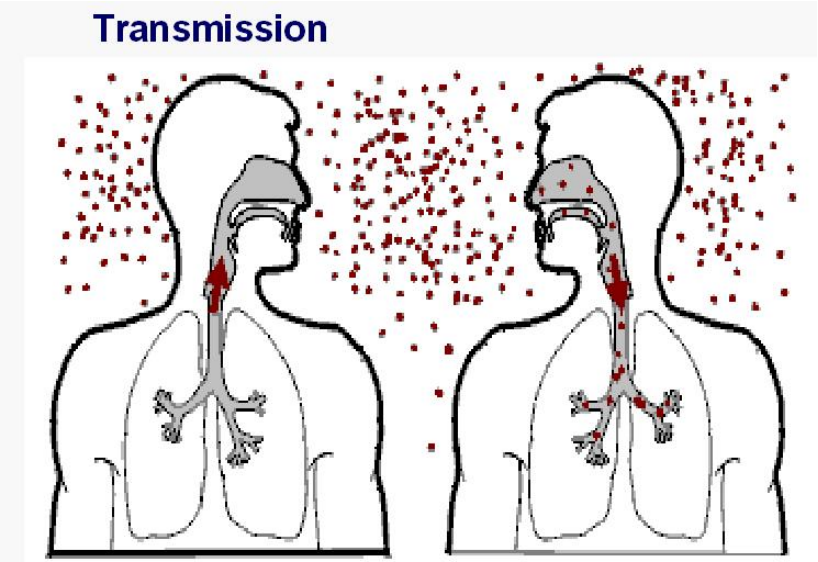
Ingen enhetlig terminologi

- I referenslitteratur
  - Olika indelningsgrunder
  - Ingen inbördes logik
  - Samsyn om att:
    - Luftburen smitta förs med luftströmmar från smittkällans omedelbara närhet
    - Smittämnets ”inkörsport” oftast luftvägarna

Viktigt att komma ihåg

- Ofta flera möjliga smittvägar för ett och samma smittämne
  - Ex. mässling; direkt kontaktsmitta, droppsmitta och luftburen smitta
  - Ex. legionella; vattenburen, luftburen
- För smittämnen som kan spridas luftburet dominerar oftast detta sätt
- Hur mycket beror på var infektionen primärt etableras

Förutsättningar för luftburen sjukdom



- Smittämnets infektiositet som partikelsuspension i luft
- Partikelstorlek – påverkar vart smittämnet kan nå
- Smittämnets koncentration
- Omgivningsfaktorer som temperatur, luftfuktighet och utspädning påverkar
- Vart smittämnet behöver nå för att etablera sig – alla slemhinnor?, nedre luftvägar?, alveolnivå?
- Smittämnets virulens vid given koncentration – ”attack rate” i mottaglig population
- Mottaglighet hos den som smittas

Om partikelstorlekens betydelse

- Sedimentationshastigheten hos droppar i en aerosol beror av droppstorlek
- Vid storlekar ≤10 µm (droppkärnor) håller sig partiklarna svävande länge och kan förflyttas av den svagaste luftström långa sträckor
- Droppar >100 µm sedimenterar snabbt och kan ej spridas med luftströmmar, dvs inte ge upphov till luftburen smitta

Tabell 1. Sedimentering.

Partikeldiameter µm	Fallhastighet mm/s
200	700
100	250
50	75
10	3
5	0,75
1	0,036
0,5	0,010

Från ”Ventilation ur vårdhygieniskt perpektiv”, Uno Dellgar rådgivning AB 2002

Om partikelstorlekens betydelse

- Droppar ≤100 µm faller <50 cm innan avdunstning leder till bildning av droppkärnor på 1-10 µm
- Ju torrare luft desto kortare sträcka hinner en droppe falla innan vätskan avdunstat
- Torr luft underlättar droppkärnebildning!

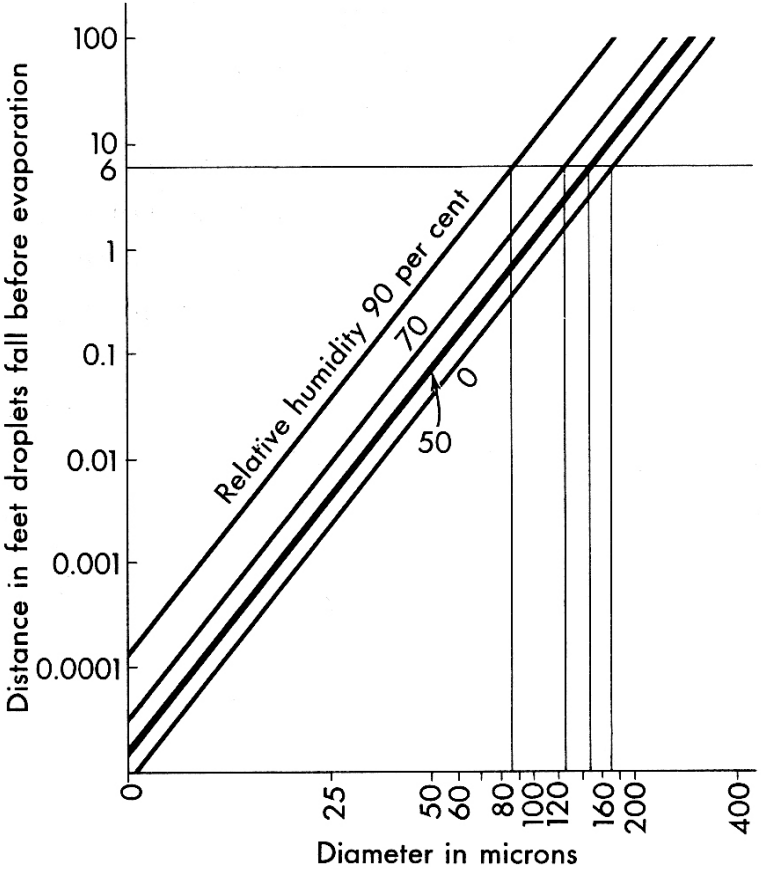


Fig. 3.

Riley och O'Grady: Airborn Infection, Macmillan 1961

Hur uppstår en aerosol?

- Storlek på vätskedroppar som sveps med en luftström som passerar en vätskeyta beror av strömningshastighet och ytspänning
- Vid hastigheter >100 m/s uppstår en dimma med droppstorlek 5-20 µm
- Vid hosta/nysning närmar sig hastigheten 300m/s

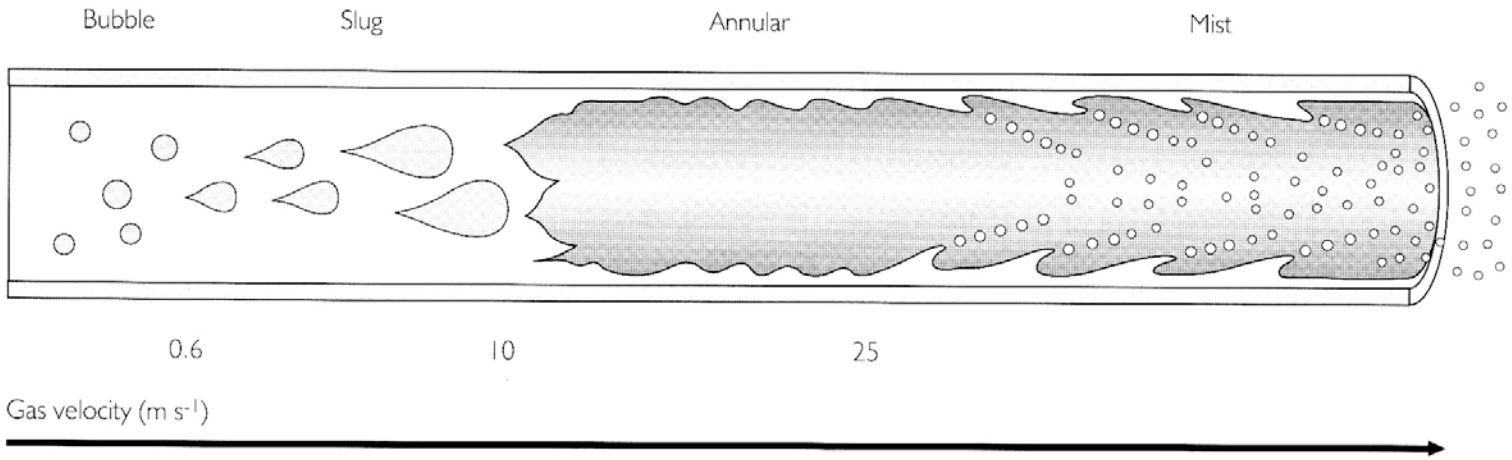


Fig. 3.1.2 Two-phase air–liquid interaction through a tube, showing the four types with increasing air velocity, culminating in mist flow with aerosol production (and the potential for the spread of infection during coughing).

Gibson (ed): ”Respiratory medicine”, Saunders 2003

Partikelstorlek vid nysning/hosta

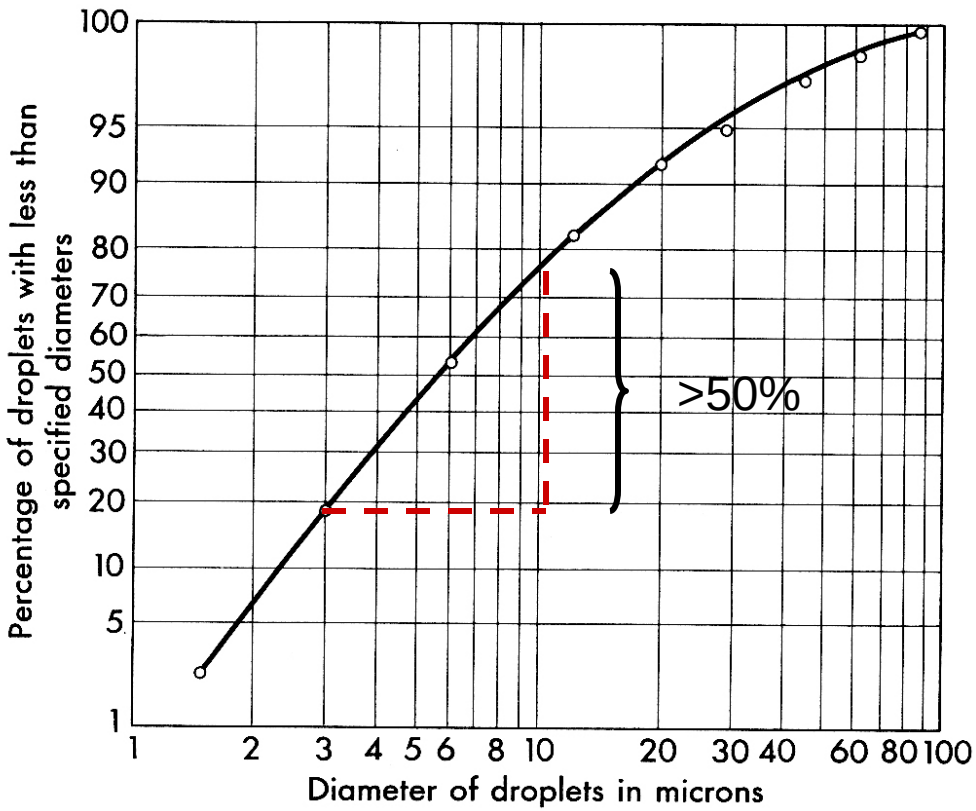
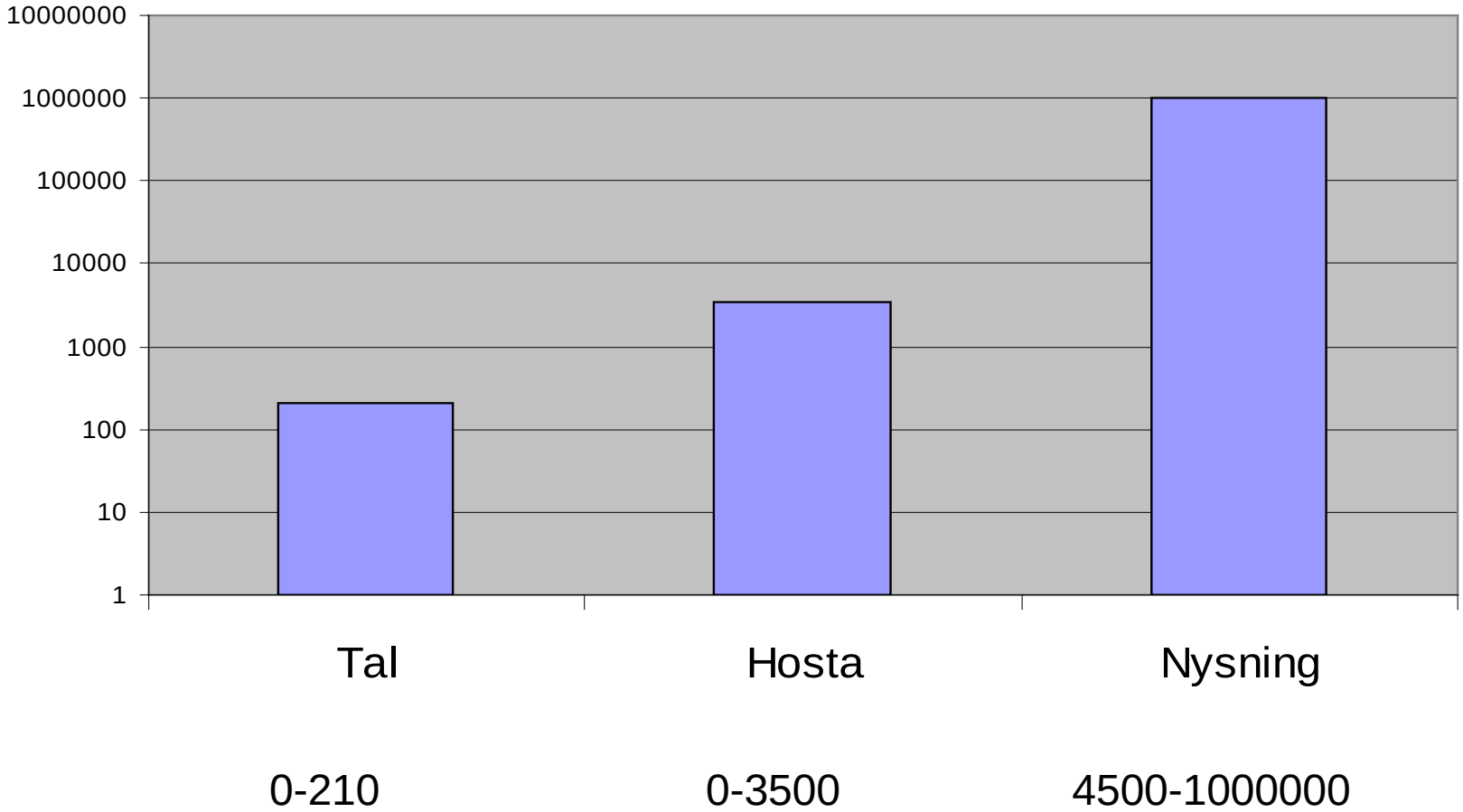


Fig. 2. Distribution of a million droplets in one sneeze, by diameter.
[Wells (1955), adapted from Duguid.]

- > 50% av partiklarna som produceras vid nysning/hosta har redan från början optimal storlek för luftburen smitta

Om partikelmängd i utandningsluft



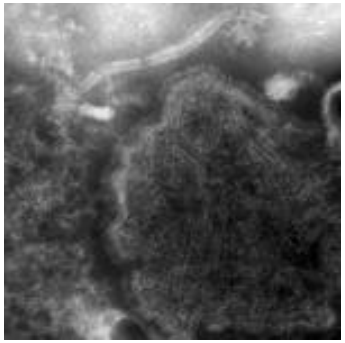
Produktion av vätskedroppar ≤ 100 µm vid olika utandningssätt, Duguid et al 1945

Slutsatser

- Vid utandning produceras en aerosol av vätske-droppar
- Ju snabbare utandning, desto fler och desto mindre vätskedroppar
- Hosta/nysning är idealiska utandningar för att skapa luftburen smitta
- Om smittämnet utsöndras via luftvägarna kommer det att bildas droppkärnor med smittämnet som kan spridas lång väg

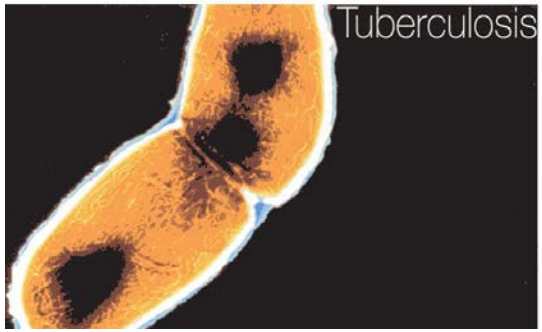
Inkörsporten betydelse

- Mässlingsvirus infekterar konjunktiva, munhålans och luftvägarnas slemhinnor lätt och effektivt



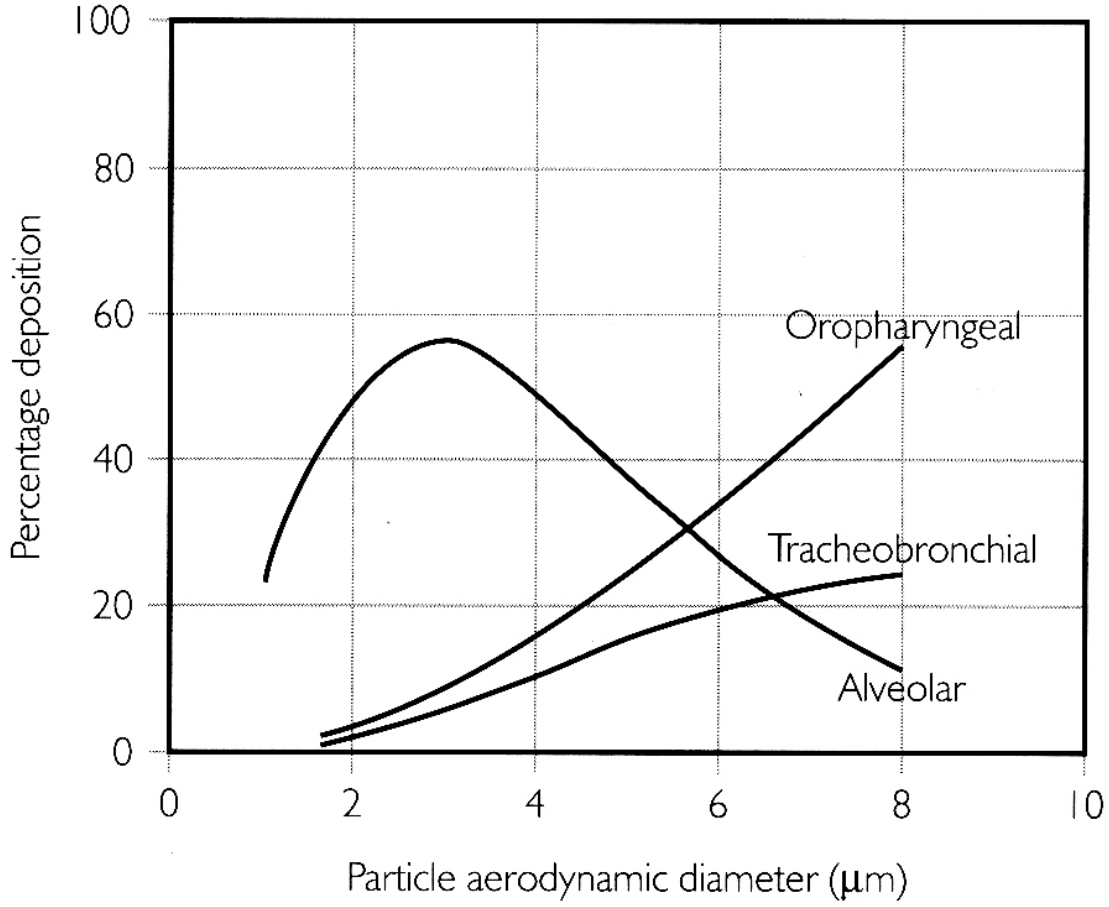
- Legionella behöver nå nedre luftvägar, sannolikt i ganska stor mängd

- Tuberkulos har mycket svårt att etablera infektion på andra ställen än i perifera luftvägar, alveoler



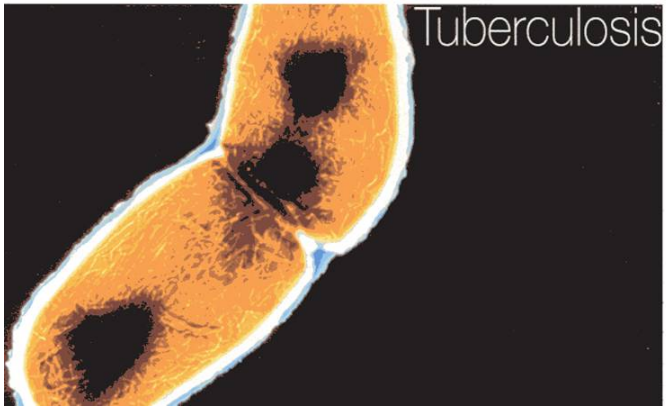
Var deponeras inandade partiklar?

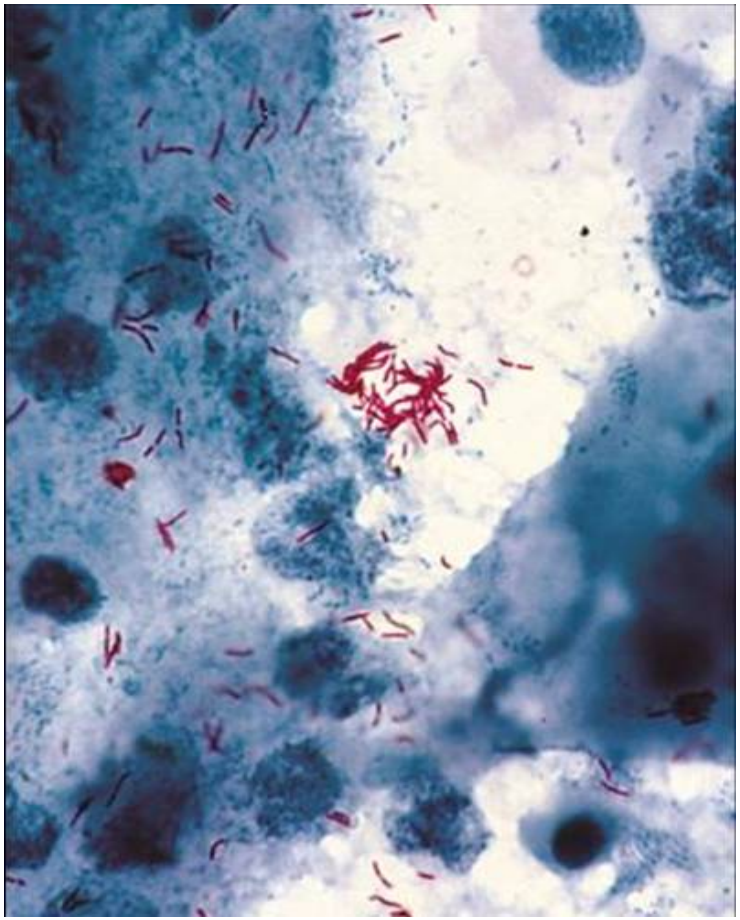
- Partiklar > ~8 µm når ej perifera luftvägar



Gibson (ed): ”Respiratory medicine”, Saunders 2003

Tuberkulos





Gibson (ed): ”Respiratory medicine”, Saunders 2003

Hur smittar tuberkulos?

- Tuberkulosbakterier behöver nå alveolerna för att etablera infektion
- Bara droppkärnor med Ø ~ 5 µm kan nå alveolerna
- Denna storlek av droppkärnor kan hålla sig svävande under lång tid och färdas långt med luftströmmarna
- Tuberkulosbakterier är mycket motståndskraftiga mot uttorkning
- Alltså: Tuberkulos sprids genom inandning av små droppkärnor

BEVIS?

Partikelstorlekens betydelse i praktiken

- Lungor från kaniner som andats in lika många tbc-baciller som
  - Grov
    eller
  - Fin

  aerosol

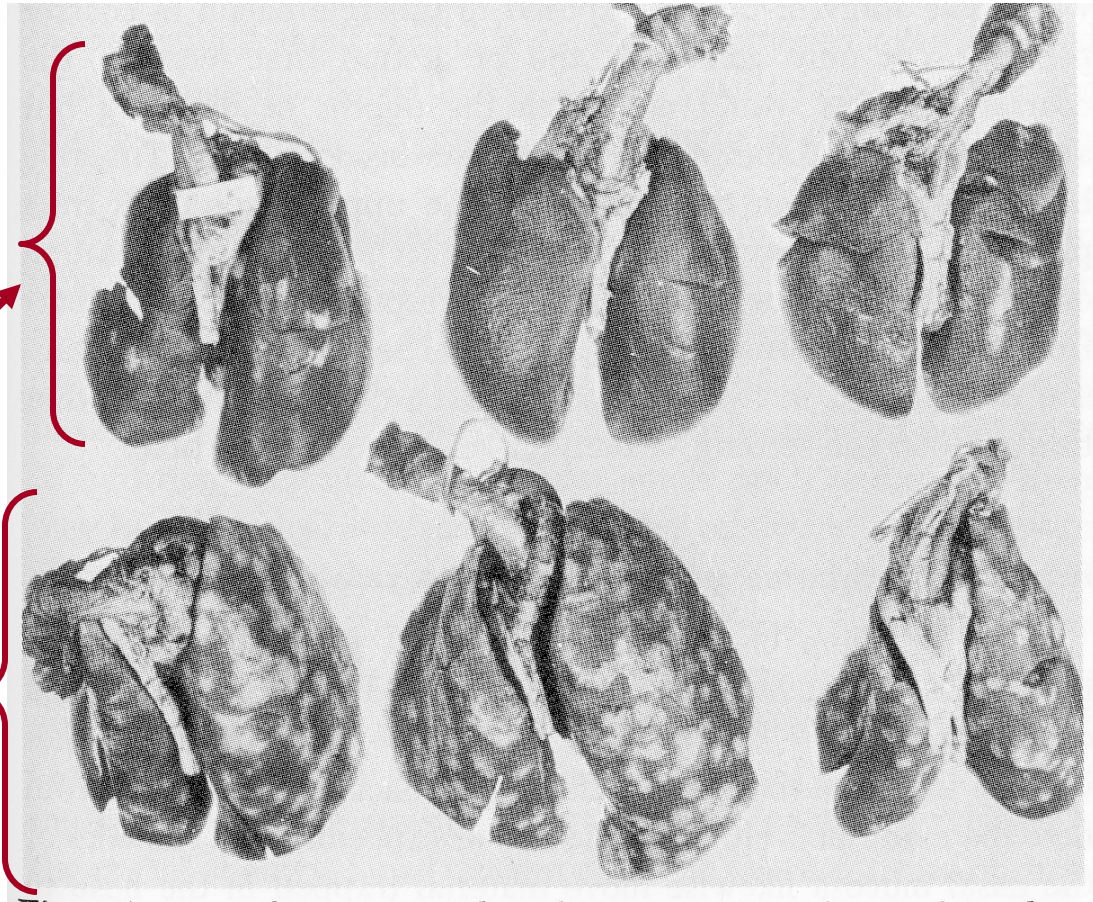


Fig. 17. Lungs from animals breathing approximately equal numbers of tubercle bacilli in a fine (*lower row*) and coarse (*upper row*) state of aerosol suspension.

Riley och O'Grady: Airborn Infection, Macmillan 1961

TB-avdelningen på VAH, Baltimore

- 6 patientrum med negativt tryck
- All utluft passerade burar ovanpå avd
- I burarna bodde 240 marsvin, garanterat fria från tuberkulos
- Hälften av burarna fick luft som först passerat UV-strålning

Försöksuppställning, Baltimore

512 RILEY, MILLS, O'GRADY, SULTAN, WITTSTADT, AND SHIVPURI

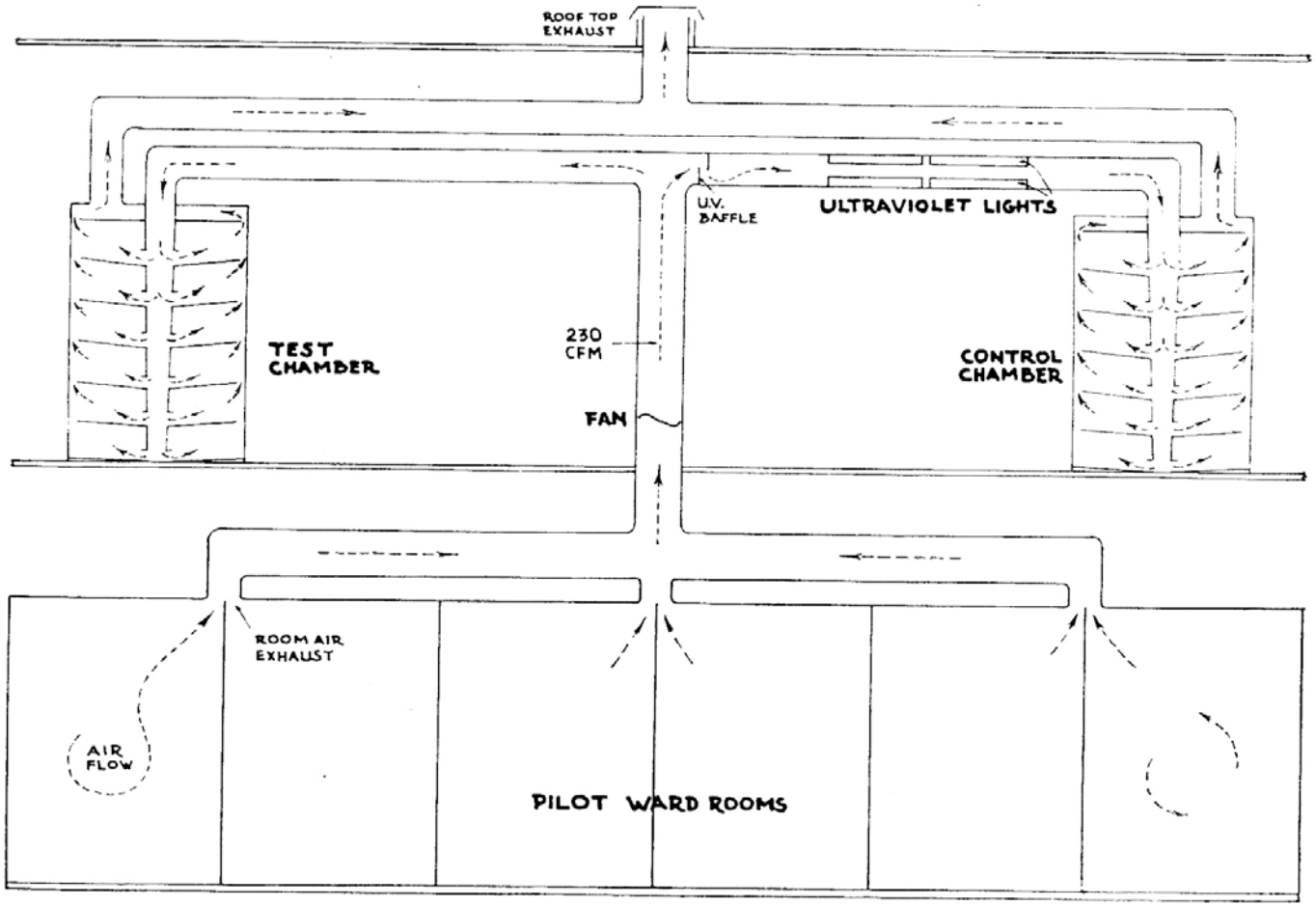


FIG. 1. Schematic drawing of ward, ducts, and exposure chambers.

Riley et al: Airborn Infection, Macmillan 1961

Försöksuppställning, Baltimore

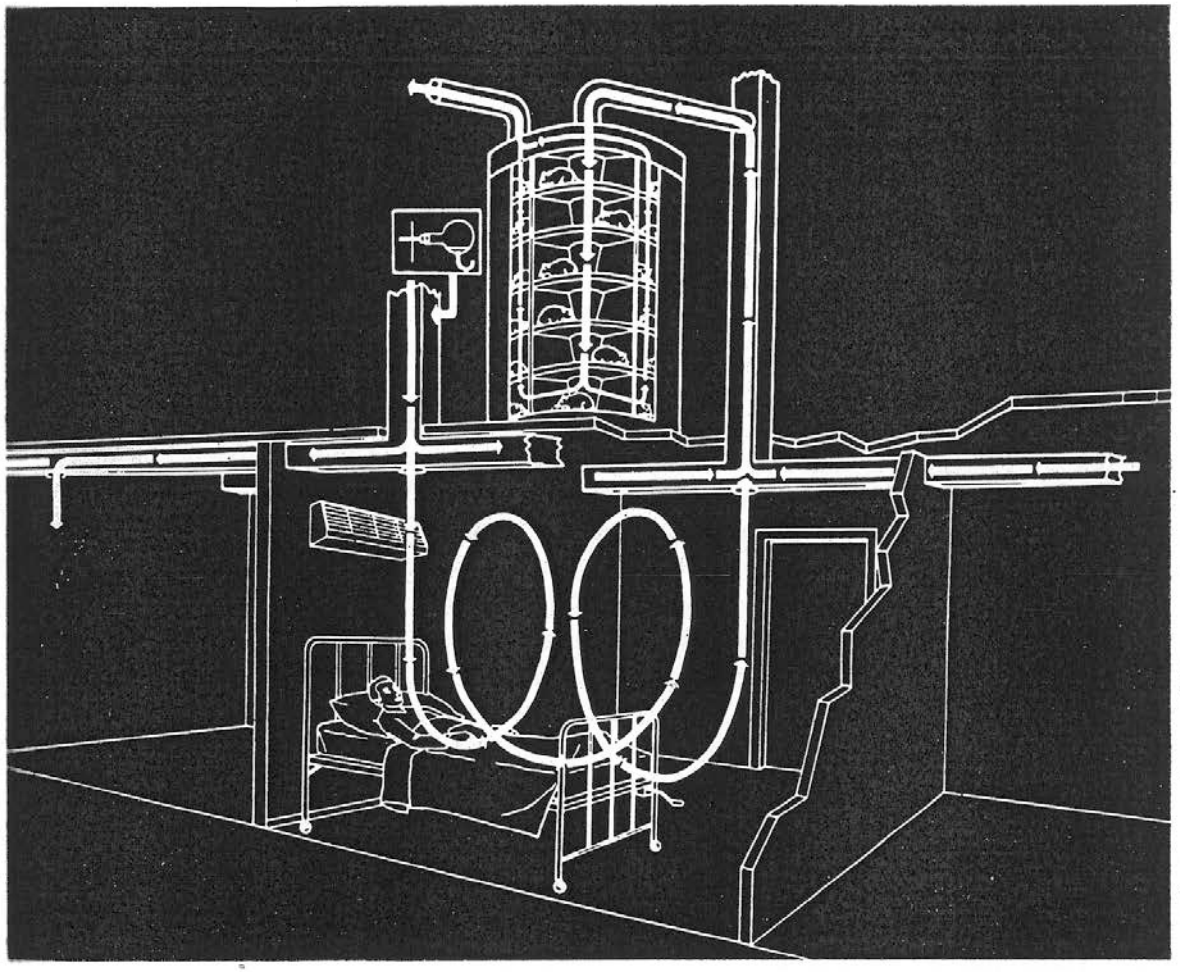
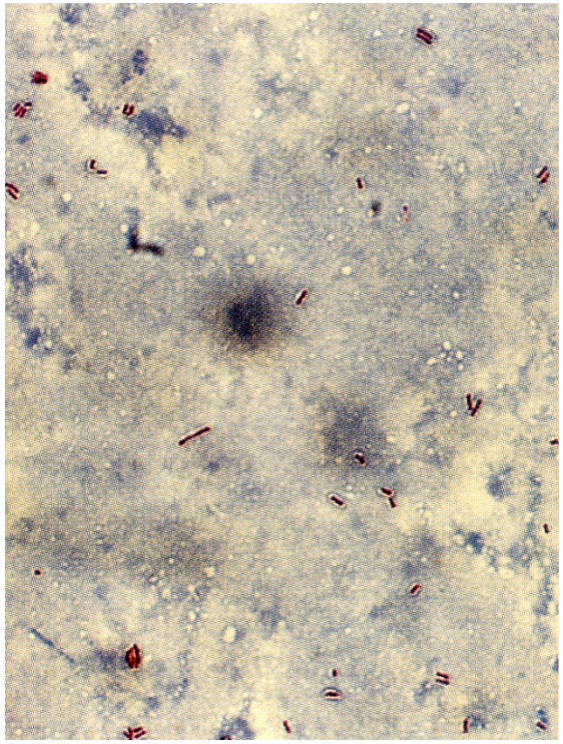


FIG. 1. Schematic diagram of pilot ward and animal exposure chamber.

Riley et al: Airborn Infection, Macmillan 1961

Resultat I

- 63/120 marsvin i burar ventilerade med obestrålad luft fick tuberkulos
- Luften i burarna lika infektiös som den i patientrummen
- En ”infektionsdos” beräknades finnas per 300 m^3 luft
- **Inget** infekterat djur i burar vars luft passerat UV-strålning



Resultat II

- En patient med tuberkulös laryngit orsakade 14 av alla sekundärfall
- Detta motsvarar en ”infektionsdos” per 5 m^3 luft, samma som ses vid mässling
- Av 130 personer vårdade på avd. under försöksperioden svarade 8 st för 46% av marsvinsfallen
- Visar hur mycket smittsamheten varierar mellan olika patienter

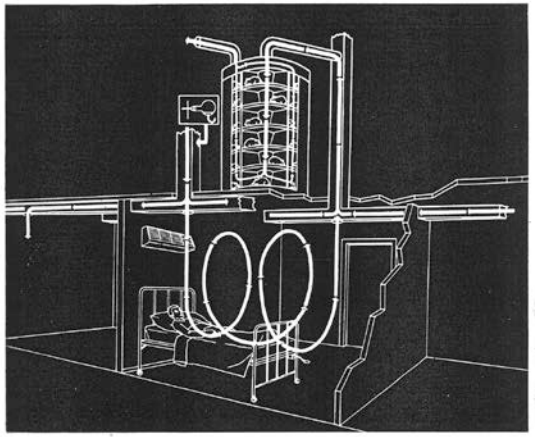


FIG. 1. Schematic diagram of pilot ward and animal exposure chamber.

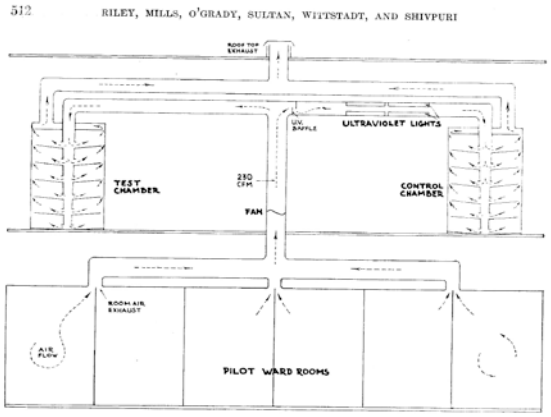


FIG. 1. Schematic drawing of ward, ducts, and exposure chambers.

Författarnas slutsats

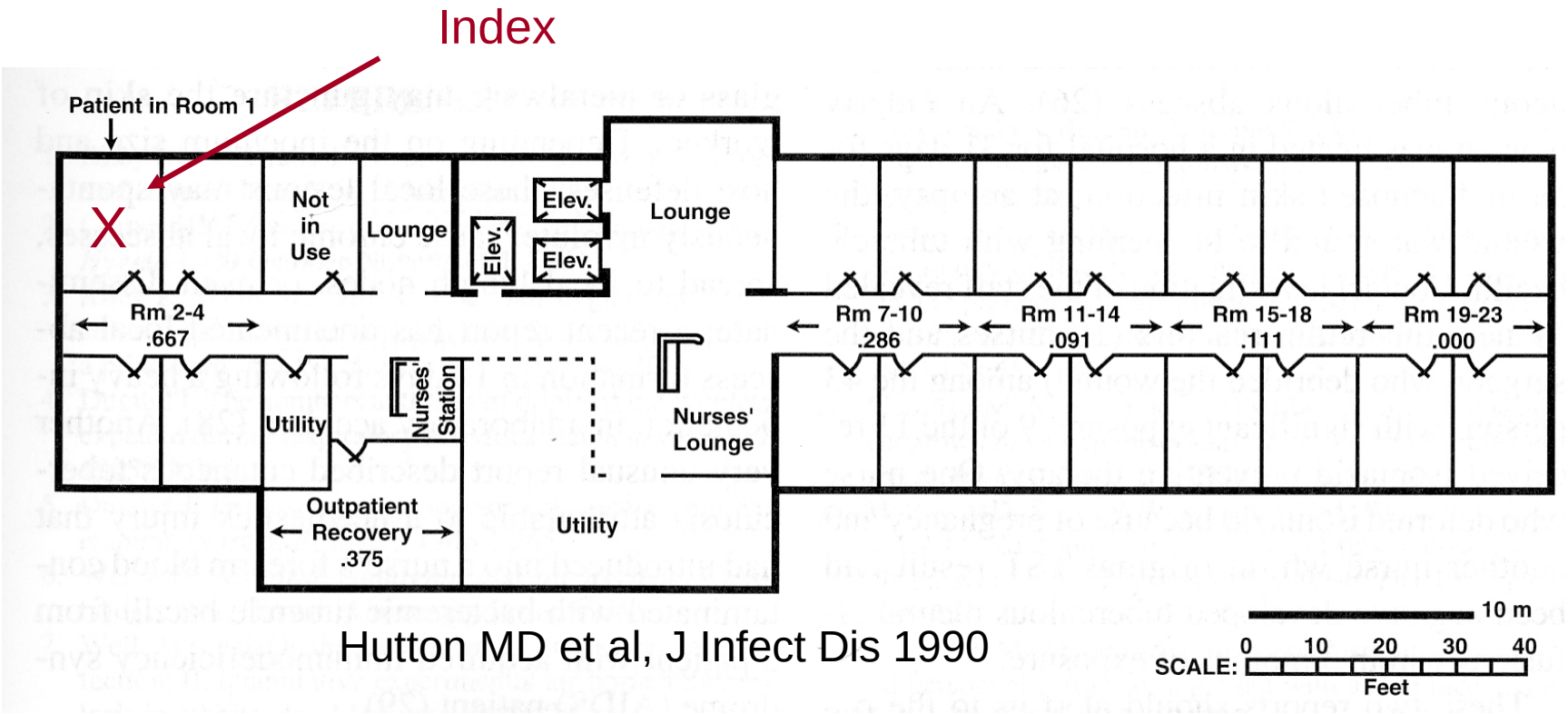
”Mekanismen med inhalation av dropp-kärnor kan ensam förklara spridning av tuberkulos”

Infektionsdos

Sannolikheten för infektion beror av koncentrationen av infektiösa partiklar (*droppkärnor av rätt storlek*) i relation till inandad luftvolym.

”Infectious quantum” , enligt Riley

Höftabscess i Arkansas

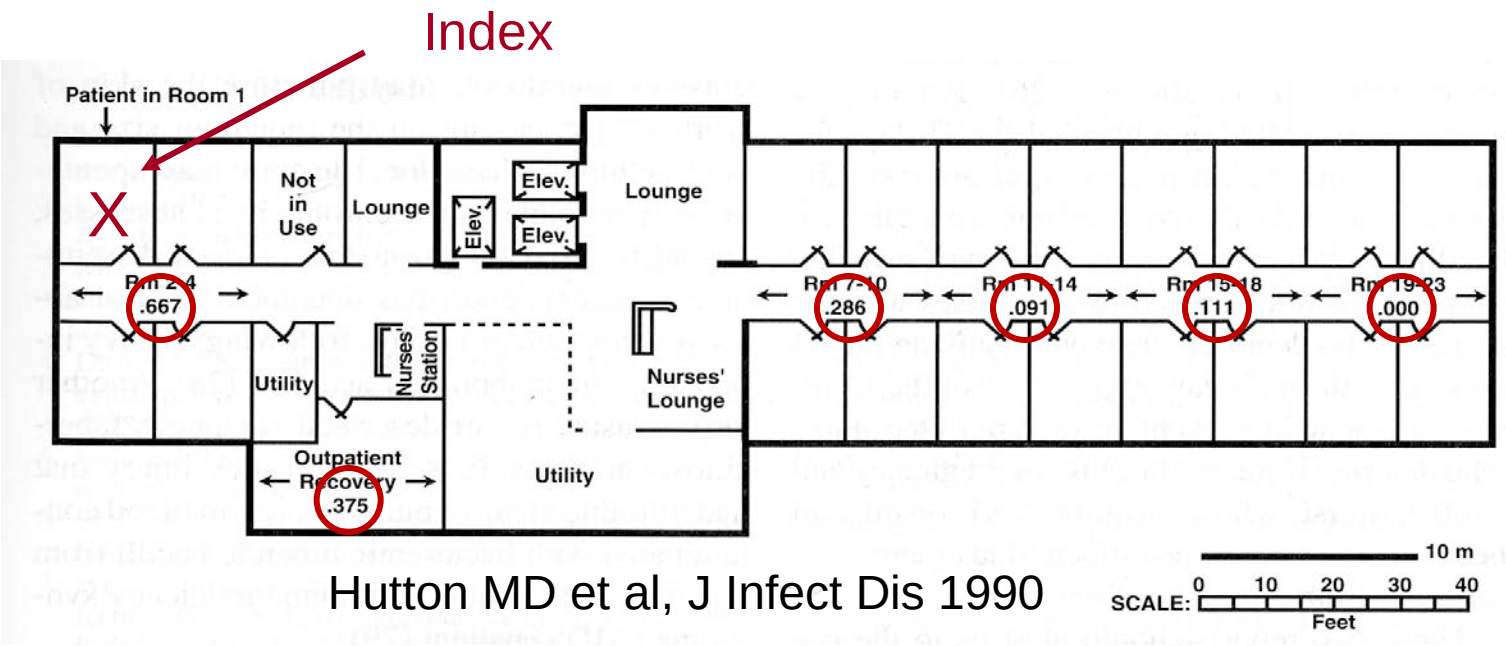


Hutton MD et al, J Infect Dis 1990

- Spolning av abscess med högtryckssystem
- Vårdrum 1 hade kraftigt positivt tryck

Höftabscess i Arkansas

- 28/33 exponerade personal fick omslag i tuberculintest
- Siffror i ○ visar sannolikhet för tuberkulinomslag hos samvårdade patienter



Hutton MD et al, J Infect Dis 1990

Höftabscess i Arkansas

- Slutsatser
  - Spolningen skapade en aerosol som ledde till droppkärnebildning
  - En tydlig gradient i risk för tuberkulin-konversion beroende på avstånd till vårdrum 1 förenlig med luftburen smitta och utspädning av smittan med avståndet

Det var luftburen smitta!

Tack för mig!