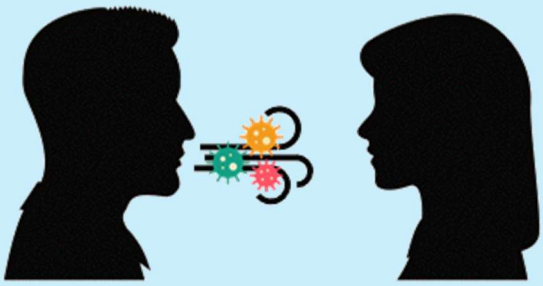
الأنفلونزا، كوفيد-19، الحصبة، السل، ...
هذه الأمراض التي تنتقل عبر الهواء
فهم العدوى المنقولة جواً



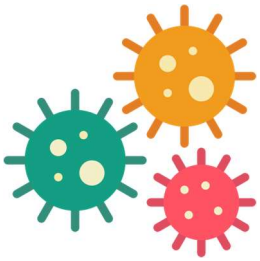
نسخة قيد الإعداد ولا تزال محل نقاش

عدّ هذا المستند نتيجةً مرحليةً لعملٍ في الوساطة العلمية حول الأمراض المنقولة عبر الهواء. وهو ثمرة عملٍ جماعيّ لفريقٍ متعدد التخصصات يضم أطباء سريريين، وعلماء فيروسات، وأطباء أمراض الرئة، وأطباء أطفال، وعلماء وبائيات، ومتخصصين في الهباء الجوي، ومهندسين، وميسّرين علميين... ويمكن اعتباره بمثابة نموذج أولي أو عرض تمهيدي لمشروعٍ أكبر يتيح، من بين أمور أخرى، تطوير منهجية عملٍ تعاونية وتكرارية

الإصدار ١,٠١ بتاريخ ٠٩-٠٥-٢٠٢٥

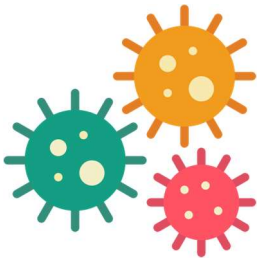
Translation by Alawiya Reslan

جهة الاتصال : info@letsair.org



تتبع الإصدارات

تعديلات	#	تاريخ
• إضافة نوع الفيروس التنفسي "أدخل وأنتشر" • الصفحة ٥: تعديل أيقونة "عديم الأعراض • إضافة الصفحة ٦: "طبيعة الأعراض وتطورها	٠,٩٧	٢١/٠٤/٢٠٢٥
• الصفحة ١٤: إضافة صفحة "للمزيد من التعمق" مع مراجع ببليوغرافية	٠,٩٨	٢٥/٠٤/٢٠٢٥
• تعديل الصفحة ٤ لتمييز العوامل الممرضة عن الأمراض • تعديل الصفحة ٨ في التسمية الخاصة بنسبة ٢٠/٨٠	٠,٩٩	٢٩/٠٤/٢٠٢٥
• إضافة صفحة "خطر العدوى	١,٠٠	٠٣/٠٥/٢٠٢٥



محتوى الدليل

١ • أمثلة على الأمراض المرتبطة بالعوامل الممرضة التي تنتقل عبر الهواء الذي نتنفسه

٢ • العوامل الممرضة، الأعراض والأمراض

٣ • الفيروسات التنفسية وأنواع أخرى من الفيروسات

٤ • طبيعة وتطور الأعراض

٥ • كيف تنتقل الأمراض المحمولة جوًا؟ دور الجزيئات التنفسية المعدية

٦ • لمصطلحات الخاصة بالأمراض التي تنتقل عبر الهواء

٧ • ما هو الهباء الجوي؟

٨ • حجم وتوزيع الجزيئات المنبعثة أثناء الزفير

٩ • خطر العدوى

١٠ • الأطراف المعنية بالوقاية

١١ • لمزيد من المعلومات

Infographic by letsair.org

أمثلة على الأمراض الناتجة عن عوامل ممرضة يمكن أن تنتقل عبر الهواء الذي نتنفسه

الأمراض المنقولة عبر الهواء

- جدري الماء
- كوفيد-19
- الإنفلونزا
- الحصبة
- النكاف
- الزكام
- الحصبة الألمانية
- التهاب القصيبات
- الجدري
- السعال الديكي
- الدفتيريا
- الليجيونيلا
- التهاب السحايا
- السل
- التهاب الرئة الفطري
- ...

الفالفيروسات — اللقاحات

- ✓ فيروس الأدينو...
- ✓ فيروس البوكافيروس
- ✓ فيروس جدري الماء الحماقي
- ✓ فيروس كورونا
  (فيروسات ميرس، سارس 1، سارس كوف-2)
- ✓ فيروس الإنفلونزا من النوع أ
  إنفلونزا الطيور (H5N1), إنفلونزا الخنازير (H1N1)
- ✓ فيروس الإنفلونزا من النوع ب
- ✓ فيروس الحصبة
- ✓ فيروس النكاف
- ✓ فيروس الأنف
- ✓ فيروس الحصبة الألمانية
- ✓ فيروس الجهاز التنفسي المخلوي
- ✓ فيروس الجدري

البكتيريا — اللقاحات

- ✓ بوردتيلا برتوسيس
  (Bordetella pertussis)
- ✓ كورينباكتيريوم دفتيرياي
  (Corynebacterium diphtheriae)
- ✓ ليجيونيلا نيوموفِيلا
  (Legionella pneumophila)
- ✓ المكورات العقدية الرئوية
  (Streptococcus pneumoniae)
- ✓ هيموفيلوس إنفلونزا النوع ب
  (Haemophilus influenzae type b)
- ✓ المتفطرة السلية
  (Mycobacterium tuberculosis)
- ✓ ...

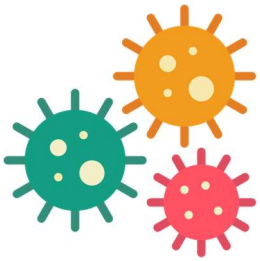
الفطريات

- ✓ الرشاشية
- ✓ لاستوميكس درماتيتيديس
  كوكسيديويدس إيميتيس
- ✓ ...

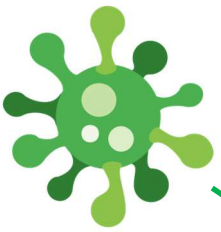
= يوجد لقاح

= يوجد لقاح لبعض السلالات

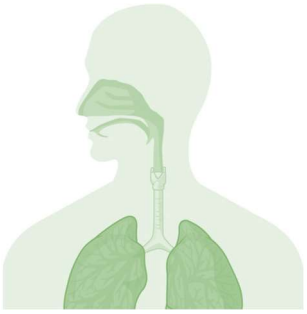
= لقاحات إلزامية في فرنسا (7 من أصل 11 لقاحًا)



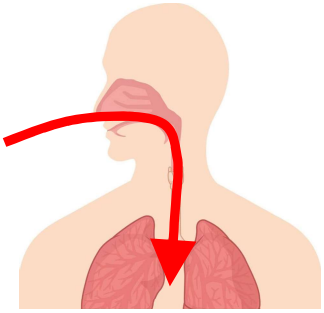
العوامل الممرِضة
الأعراض، والأمراض



العامل الممرض
(فيروس، بكتيريا، فطر)



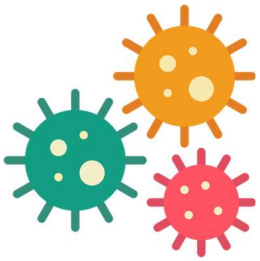
لا يُعدي العامل الممرِض الشخص المُعرَّض



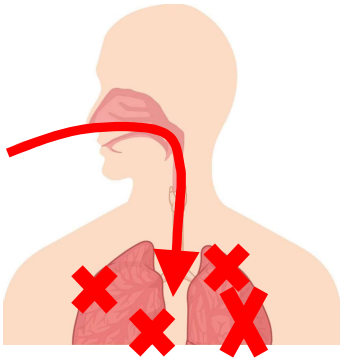
يُعدي العامل الممرِض الشخص المُعرَّض

لا يُطوّر الشخص أي أعراض، لكنه مُصاب بالعامل الممرِض، دون أن يكون مريضًا. ويُقال إنه "بلا أعراض"
(لا عرضي)

يُطوّر الشخص أعراضًا، ويُصاب بالمرض، ويُصاب بالمرض المرتبط بالعامل الممرِض؛ ويُقال إنه "ظهرت عليه الأعراض" **(عرضي)**

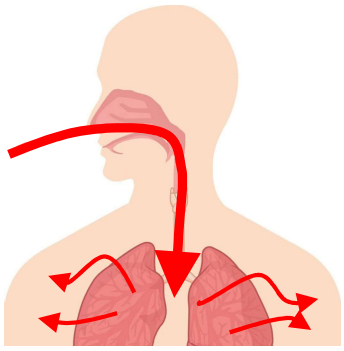


الفيروسات التنفسية وغيرها من الفيروسات



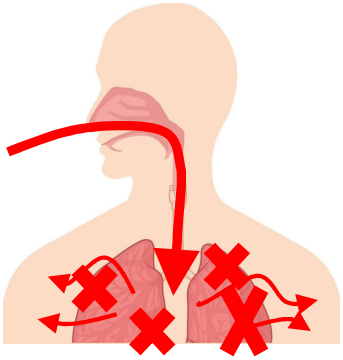
الفيروسات التنفسية من نوع "أدخل وأبقى"

هي فيروسات يكون **جهاز التنفس** هو **نقطة الدخول** و**الهدف الأساسي** لها، مثل:
الإنفلونزا، الفيروس التنفسي المخلوي...



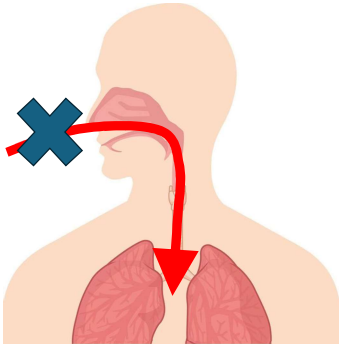
الفيروسات التنفسية من نوع " أدخل وأهاجر "

هي فيروسات تدخل عبر **الجهاز التنفسي**، لكن **تستهدف أعضاء أخرى** في الجسم، مثل:
الحصبة، جدري الماء (الجديري)...



الفيروسات التنفسية من نوع "أدخل وأنتشر"

هي فيروسات تدخل عبر الجهاز التنفسي، ثم **تنتقل لتصيب أعضاء متعددة**، مثل:
كوفيد-19...

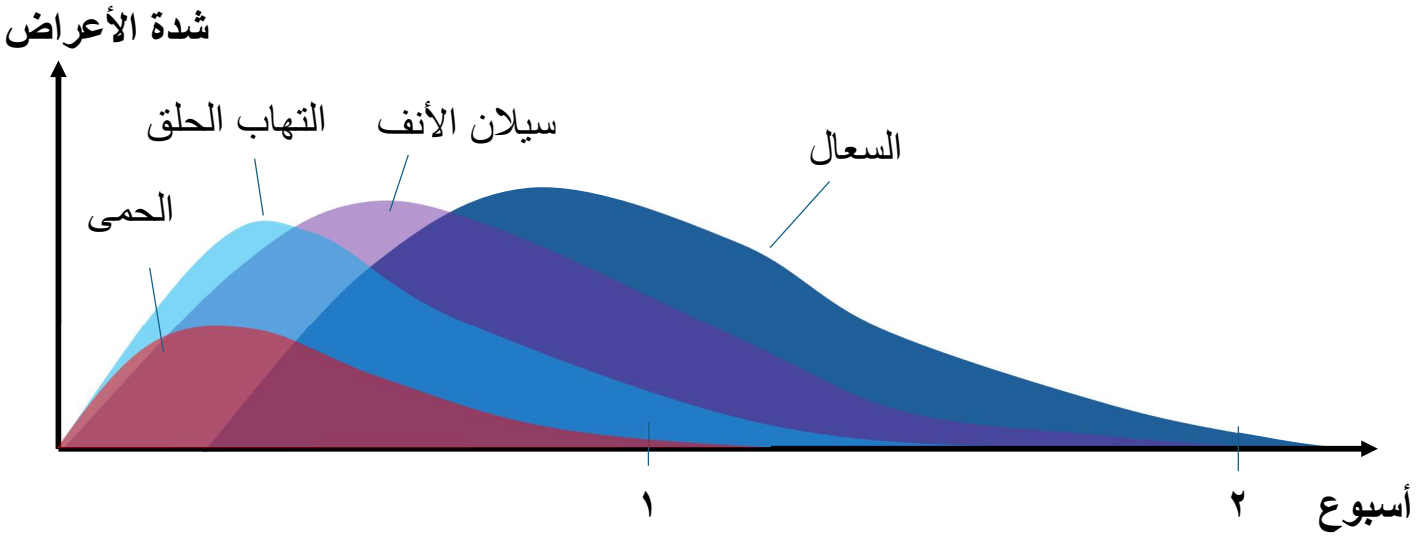


الفيروسات غير التنفسية

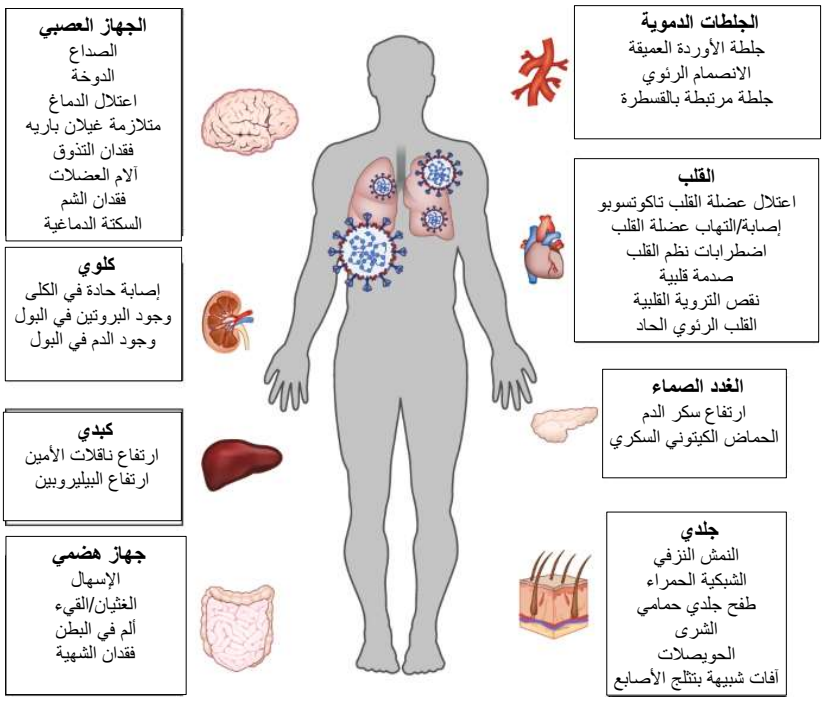
هي فيروسات تكون **نقطة دخولها** و**أهدافها** في أعضاء **لا علاقة لها بالجهاز التنفسي**، مثل:
فيروس نقص المناعة، فيروس التهاب الكبد

طبيعة الأعراض وتطورها

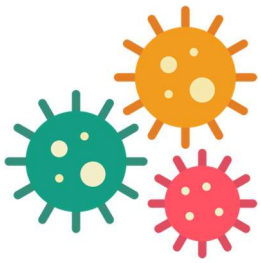
.عند الإصابة بعامل ممرض، قد تظهر عدة أعراض في مراحل مختلفة من المرض
ويختلف عدد الأعراض وشدّتها من شخص لآخر.
الرسم البياني أدناه يُقدَّم لغرض توضيحي فقط.



في حالة **كوفيد-19**، يمكن أن تتأثر **عدة أعضاء** في الجسم:



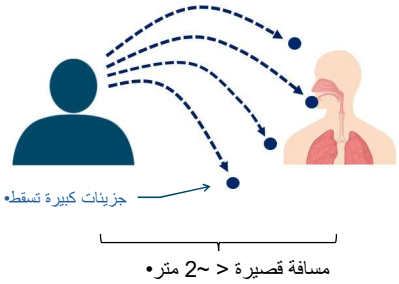
Gupta, A., Madhavan, M.V., Sehgal, K. *et al.* .19-COVID of manifestations Extrapulmonary
*Nat Med*3-0968-020-41591s/10.1038/https://doi.org .(2020)1032 –1017 ,**26**



كيف تنتقل الأمراض المحمولة جوًا؟
دور الجسيمات التنفسية المُعدِية

عند استنشاق جزيئات كبيرة تسقط

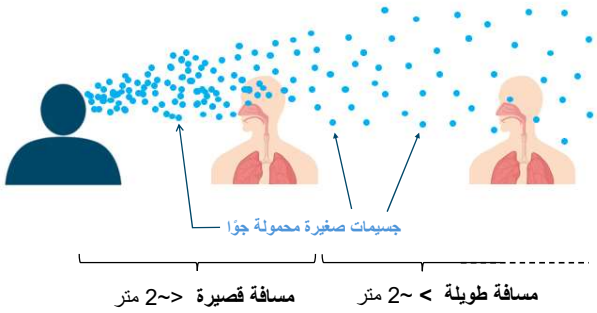
ترسيب الجزيئات في الأغشية المخاطية للفم والأنف والعينين



- انتقال عن طريق جزيئات «شبه باليستية» (تُسمى أيضاً «رذاذ»)
- مساراتها تخضع لقوة الجاذبية
- تسقط بسرعة بعد أن تقطع بضعة أمتار
- لا تقطع مسافات طويلة

عند استنشاق جسيمات صغيرة محمولة في الهواء

الاستنشاق وترسّب الجسيمات في الجهاز التنفسي



- **الجسيمات المحمولة جوًا** (وتُعرف أيضًا باسم **"الهباء الجوي"** أو **"الأيروسولات"**)
- تتأثر **مسارات الجسيمات** باتجاه **تيارات الهواء**
- تبقى الجسيمات معلّقة في الهواء أحيانًا **لساعات**
- يمكن أن **تنتقل لمسافات طويلة**

وفي ظل نفس الظروف، يمكن أن يحمل ٩٠٪ من إجمالي السائل الزفيري في هذا الجزء

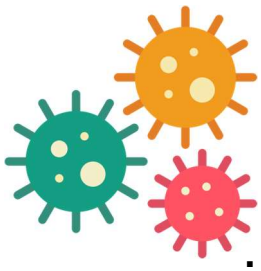
٢٠٪ فقط من نُسخ فيروس كورونا المستجد (سارس-كوف-٢)

في ظل ظروف معينة، يمكن أن يحمل ١٠٪ من إجمالي السائل الزفيري في هذا الجزء

٨٠٪ من نُسخ فيروس كورونا المستجد (سارس-كوف-٢)

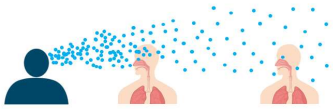
توجد الجزيئات التنفسية المُعدية ضمن طيف متواصل من الأحجام (من أقل من ميكرون واحد إلى بضعة مليمترات في القطر)، ويعتمد سلوكها ومساراتها على عدة عوامل، منها: درجة حرارة الهواء المحيط، السرعة الابتدائية، نسبة الرطوبة، الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس، وتوزيع تيارات الهواء في الغرفة...

الرسومان البيانيان أعلاه يمثلان تبسيطاً لسلوك الجزيئات، من الأصغر (على اليسار) إلى الأكبر (على اليمين). ويحدث الانتقال بين هذين النموذجين السلوكيين بشكل تدريجي، مع تداخل معقد بينهما. يرتبط النمط الأول من الانتقال بالاستنشاق (يسار)، بينما يرتبط النمط الثاني بالترسيب المباشر (يمين). الحدود المعطاة لحجمي 10 ميكرون و100 ميكرون، وكذلك النسب المئوية المشار إليها، تقريبية وتهدف فقط إلى إعطاء فكرة عامة



المصطلحات الخاصة بالأمراض التي تنتقل عبر الهواء

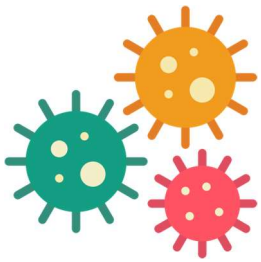
لقد استُخدمت العديد من المصطلحات عبر الزمن لوصف النمطين الرئيسيين لانتقال العدوى: الاستنشاق والترسيب المباشر.
وقد تطوّرت هذه المصطلحات مع مرور الوقت وتختلف باختلاف التخصّص (الفيزيائيون، العاملون في القطاع الصحي، إلخ).
فيما يلي بعض الأمثلة على المصطلحات (بالإنجليزية) الواردة في مقالات أو تقارير:

نمط انتقال العدوى: عن طريق الترسيب المباشر	نمط انتقال العدوى: عن طريق الاستنشاق
	
SHORT RANGE SEMI-BALLISTIC PARTICLES	SHORT & LONG RANGES AIRBORNE PARTICLES
BALLISTIC PARTICLES	AIRBORNE PARTICLES
World Health Organization INFECTIOUS RESPIRATORY PARTICLES	
DROPLETS	DROPOSOLS	AEROSOLS
LARGER DROPLETS	AEROSOL PARTICLES
DROPLETS	BIOAEROSOLS / VIROSOLS
BALLISTIC DROPLETS	AIRBORNE DROPLETS
DROPLETS	AIRBORNE DROPLET NUCLEI

ولتسهيل فهم المصطلحات المرتبطة بهذا المجال، نقترح اعتماد التسميات التالية باللغة العربية :

الجزيئات الكبيرة الساقطة	الجزيئات المحمولة الدقيقة في الهواء

9

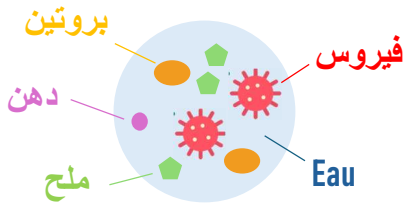


ما هو الأيروسول؟

« الأيروسول » هو تعليق لجزيئات سائلة أو صلبة أو كليهما داخل وسط غازي (وغالبًا ما يكون الهواء)، بحيث تكون سرعة سقوطها النهائية مهملة. وفي الهواء، وتحت الظروف العادية، يشير ذلك إلى جزيئات يتراوح حجمها بين أجزاء من النانومتر وحتى ١٠٠ ميكرومتر. لذلك، يُعد الأيروسول نظامًا ثنائي الطور يتكوّن من الجزيئات والغاز الحامل لها. ومع ذلك، يُستخدم مصطلح "أيروسول" في الممارسة بشكل شائع للإشارة فقط إلى **الجزيئات الموجودة في الهواء**.

" Les aérosols physique et métrologie(1998)reisiovaL coD ceT ,siraP ,xuoneR .A dna .D ,dualuoB ,"

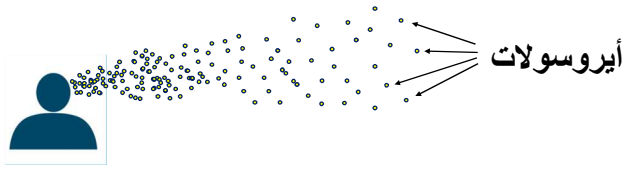
الهباء الحيوي (البيوأيروسول) هو عبارة عن جزيئات دقيقة محمولة في الهواء تحتوي على **كائنات حية دقيقة** مثل **الفيروسات والبكتيريا والفطريات والأوّليات**، بالإضافة إلى **مواد أو نواتج مشتقة من هذه الكائنات**. في حالة الفيروس، فإن **تركيب الجزيء المُعدي المحمول في الهواء** يكون على الشكل التالي:



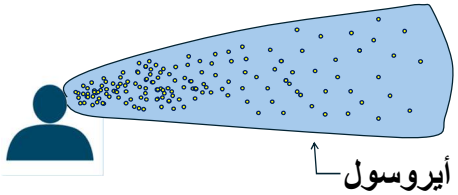
مكونات الجزيء المُعدي المحمول في الهواء

في الأدبيات العلمية، يُشير مصطلح **الأيروسول** (أو **البيوأيروسول**) إلى مجموعة من الجُسيمات أو السحابة المتشكلة منها، كما يُستخدم أيضًا للدلالة على كل جُسيم منفرد أو "جُسيم الأيروسول (البيوأيروسول)".
وقد يؤدي هذا الاستخدام إلى بعض الالتباس وعدم الدقة.

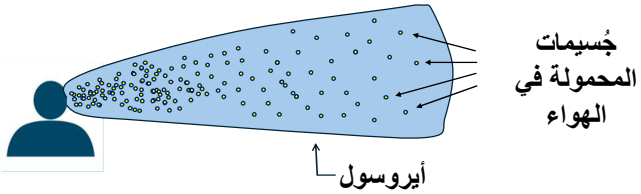
الأيروسولات تُنظر إليها كجزيئات محمولة في الهواء



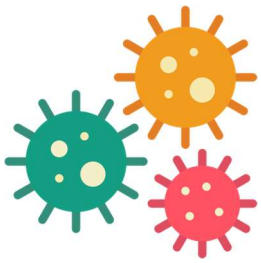
الأيروسول يُنظر إليه كسحابة من الجزيئات



توصيتنا: من الأفضل استخدام مصطلح **"أيروسول"** (أو **"بيوأيروسول"**) للإشارة إلى **السحابة المكوّنة من الجزيئات العالقة في الهواء**، وأن يُطلق على مكوّنات هذه السحابة اسم **"جُسيمات"**. ويمكن بعد ذلك **تحديد أن هذه الجُسيمات هي جُسيمات محمولة في الهواء**.



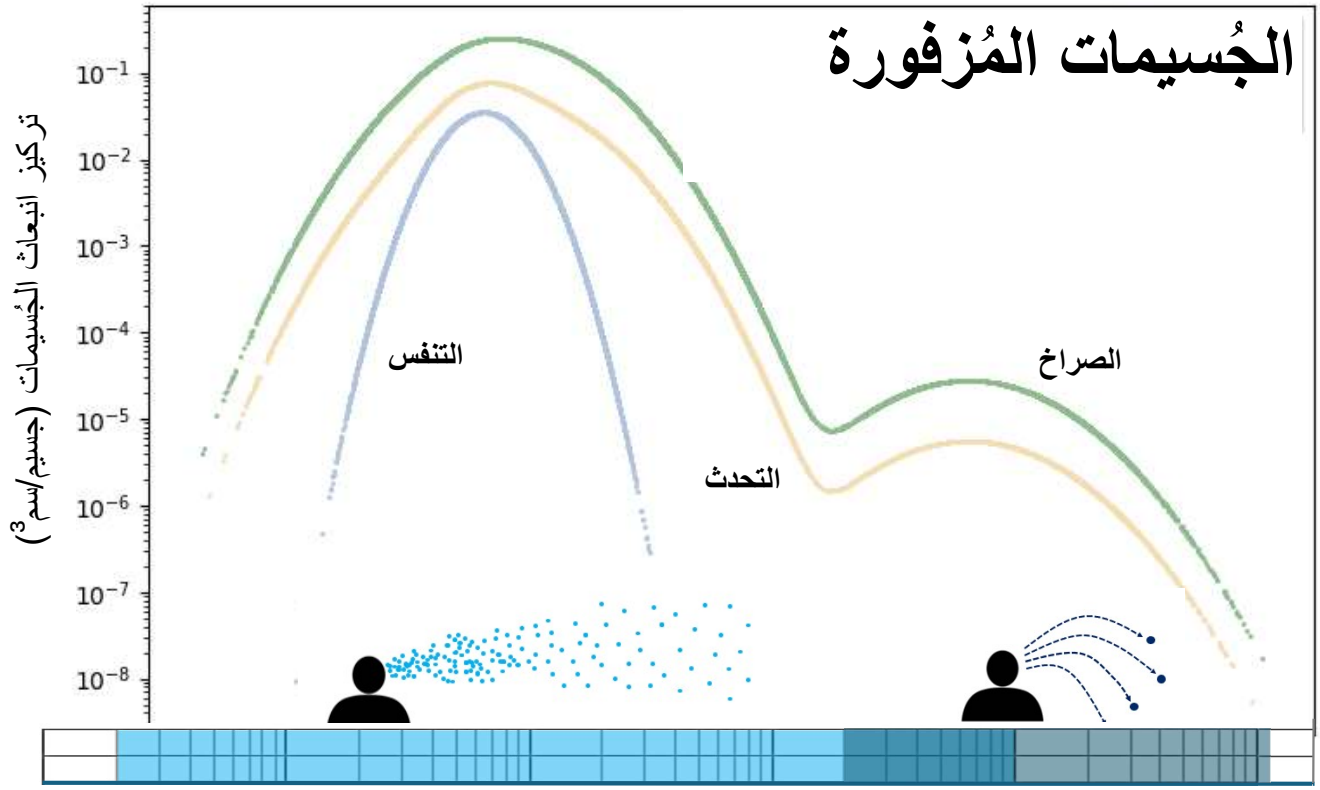
يتكوّن الأيروسول من **جُسيمات محمولة في الهواء**



حجم وتوزيع الجُسيمات المُزفورة

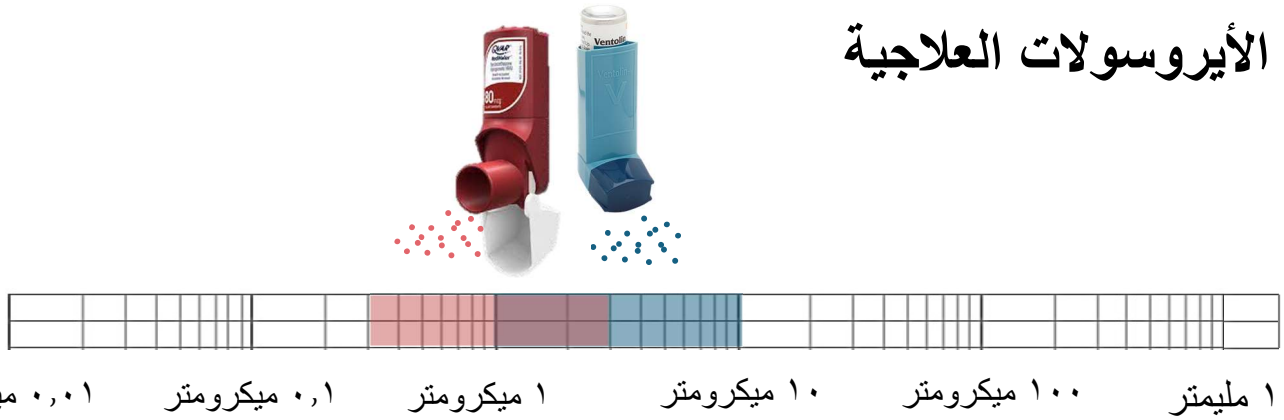
يعتمد **عدد الجُسيمات المُزفورة من قِبل الإنسان** على **حجم الجُسيمات المدروسة**.
تتولّد هذه الجُسيمات من **مناطق مختلفة من الجهاز التنفسي**،
مما يفسّر **الاختلافات في الحجم وعدد الجُسيمات المُنتَجة**.
كما أن **توزيعها يتأثر بنوع النشاط المُمارَس**، سواء كان **تنفسًا، أو حديثًا، أو صُراخً**

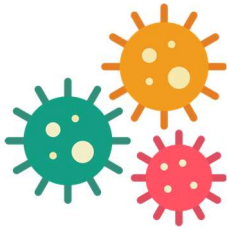
.



بعض الجُسيمات المُزفورة تُماثل في الحجم تلك الناتجة عن أجهزة الاستنشاق التي تُنتج أيروسولات علاجية، والتي تهدف إلى الوصول إلى أجزاء محددة من **الجهاز التنفسي السفلي**.

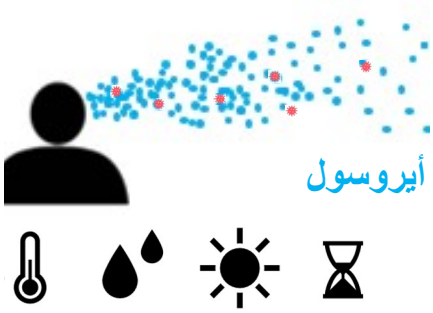
الأيروسولات العلاجية





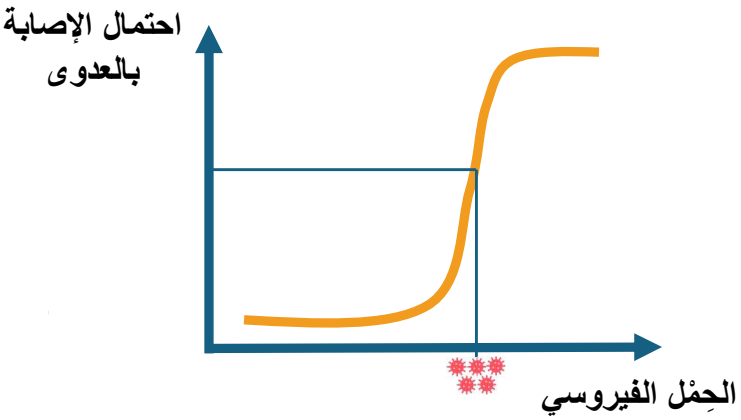
خطر العدوى

الحِمْلُ الفيروسي



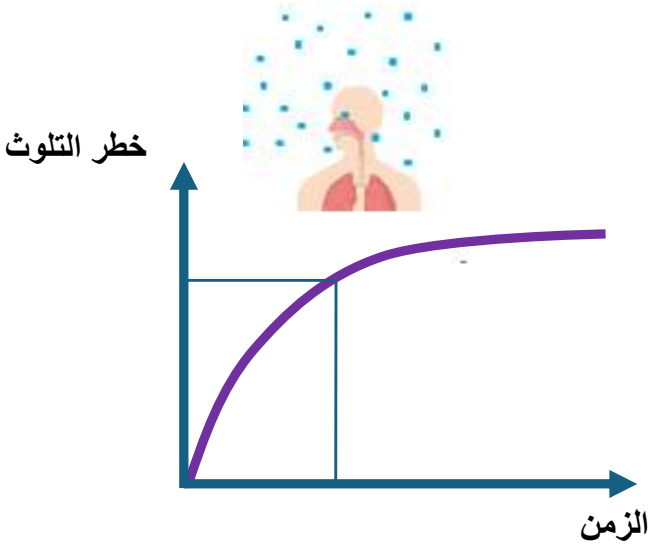
- الموجود في الجُسيمات المُعدية المحمولة جواً.
- قد يكون الفيروس أكثر تركيزاً في الجُسيمات الصغيرة.
- يعتمد الحِمْل الفيروسي على حجم الجُسيم، والوقت، ودرجة الحرارة، ومستوى الرطوبة، والتعرض للأشعة فوق البنفسجية،...

الجرعة المُعدية



- تعتمد على نوع الفيروس أو السلالة.
- تعتمد على المستقبل وموقعه في الجسم.
- بالنسبة لحِمْل فيروسي معين، يُعرّف عادةً احتمال الإصابة بالعدوى.

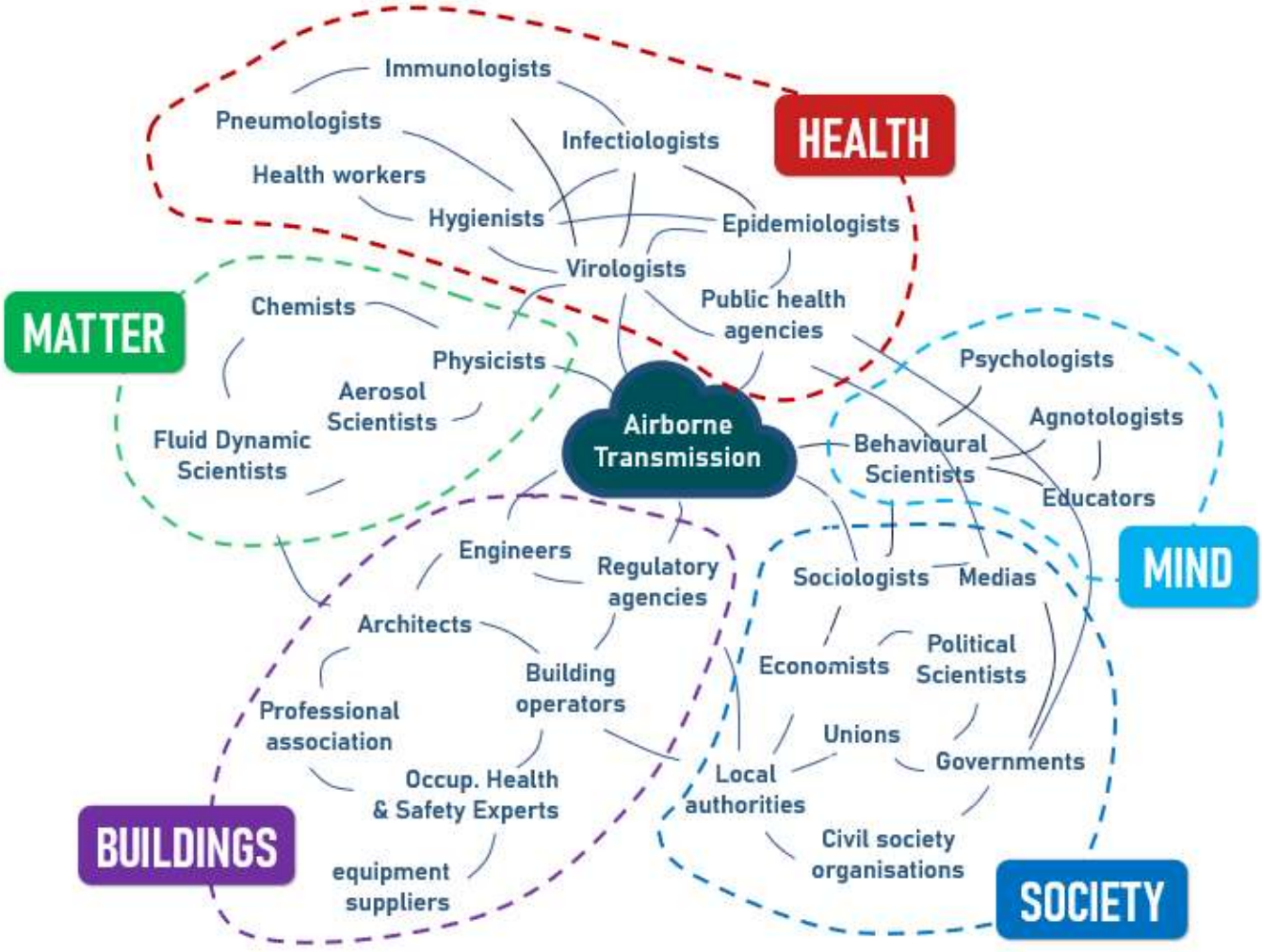
تقييم الخطر



- يعتمد على الشخص.
- يعتمد على ظروف التعرض.
- يعتمد على مدة التعرض.
- ...

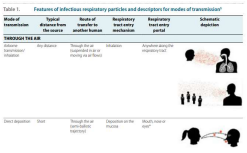
الأطراف المعنية بالوقاية

وسائل الحد من انتقال العدوى المحمولة جوًا معروفة جيدًا: ارتداء الكمامات، تهوية الأماكن، تنقية الهواء. بعض هذه الوسائل معروفة منذ القرن التاسع عشر.
تُعزى صعوبة تطبيق هذه الإجراءات الوقائية في المؤسسات التي تستقبل الجمهور إلى التنوع الكبير للأطراف المعنية المشاركة. في ما يلي، حاولنا تمثيل هذه الأطراف والعلاقات بينها:



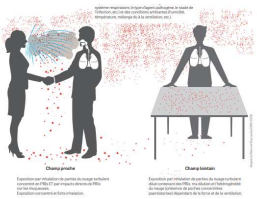
POUR ALLER PLUS LOIN

تقرير منظمة الصحة العالمية حول المصطلحات



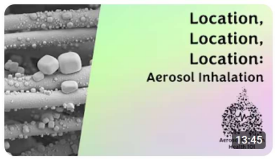
نشرت منظمة الصحة العالمية وثيقة تقترح مصطلحات خاصة بالعوامل الممرضة التي تنتقل عبر الهواء.
يحاول مستندنا العلمي الوسيط، الذي تقرأه الآن، أن يكون متوافقًا مع هذا التقرير

دليل الجمعية الفرنسية للنظافة في المستشفيات (SF2H)



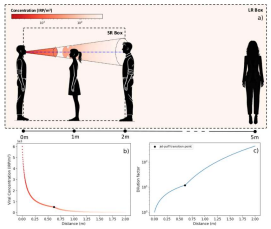
يقدّم هذا الدليل، الصادر عن الجمعية الفرنسية للنظافة في المستشفيات، توصيات للوقاية من انتقال العدوى عبر الجهاز التنفسي.
يُعد هذا العمل متعدد التخصصات مرجعًا متميزًا في هذا المجال

قناة يوتيوب الخاصة بـ Al Haddrell



يقدّم هذا الخبير في الأيروسولات فيديوهات قصيرة وتعليمية جدًا تساعدك على فهم العديد من الجوانب العلمية لانتقال العدوى المحمولة جوًا واستنشاق الأيروسولات.

مقال علمي لـ Andre Henriques et al.

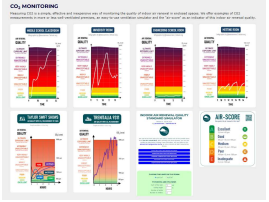


مقال واضح وتعليمي جداً حول مخاطر الانتقال المحمول جوًا.
إذا كنتم ترغبون في معرفة المزيد عن علوم الأيروسولات ونماذج المحاكاة، ننصحكم بالبدء بهذا المقال

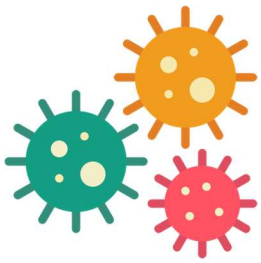
شهادة الأستاذ Clive Beggs

خلال لجنة تحقيق بريطانية حول أزمة كوفيد-19، وصف الأستاذ بيغز الصعوبات في الاعتراف بانتقال العدوى عن طريق الاستنشاق كطريقة رئيسية لانتقال فيروس كوفيد-19. كما استعرض آخر التطورات في البحث العلمي

nousaerons.fr / letsair.org



مواقع إلكترونية تقدم معلومات وإنفوغرافيك باللغتين الفرنسية والإنجليزية حول قياس ثاني أكسيد الكربون، التهوية وتنقية الهواء



للمزيد من المعلومات

Chia C. Wang *et al*..viruses respiratory of transmission Airborne ,
Science (2021) 9149eabd ,373
/10.1126science.abd