

VIRUSLAR VA BAKTERIYALAR O'RTASIDAGI ASOSIY FARQLAR: TUZILISHI, TARQALISHI VA DAVOLASH USULLARINING QIYOSIY TAHLILI

*Muallif: Abdimuratov Davlatmurod
Qarshi davlat universiteti Tibbiyot fakulteti
Pediatriya ishi yo'nalishi 1-kurs talabasi*

Annotatsiya

Viruslar va bakteriyalar — Yer yuzidagi eng keng tarqalgan mikroorganizmlar bo'lib, ular insonlarda yuqumli kasalliklarni keltirib chiqaruvchi asosiy patogen agentlar hisoblanadi. Garchi ikkala patogen klinik ko'rinishi bo'yicha o'xshash bo'lib tuyulsa-da, ularning hujayraviy tuzilishi, ko'payish mexanizmlari, organizmda tarqalish yo'llari va davolash strategiyalari tubdan farq qiladi. Ushbu narrativ sharh maqolada 2018–2024 yillar oralig'ida PubMed, Scopus va Web of Science ma'lumotlar bazalarida nashr etilgan 87 ta retsenziyalangan tadqiqot va metaanaliz tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki: viruslar 20–300 nm o'lchamdagi nohujayraviy, majburiy hujayra ichi parazitlari bo'lib, faqat tirik xo'jayin hujayrasida ko'paya oladi; bakteriyalar esa 0,5–5nm o'lchamdagi mustaqil yashay oluvchi prokariot hujayralar bo'lib, hujayra po'sti, plazma membranasi, sitoplazma va nukleoid bilan ta'minlangan. Viruslar nuklein kislota (DNK yoki RNK) va oqsil kapsidadan iborat bo'lib, ba'zilarida lipid pardasi mavjud; bakteriyalar esa to'liq metabolik faollikka va o'z fermentlariga ega. Davolash yondashuvlari keskin farq qiladi: bakterial infektsiyalar antibiotiklar (penitsillin, sefalosporin, makrolidlar, ftorxinolonlar) bilan davolanadi, lekin antimikrob rezistentlik (AMR) Jahon Sog'liqni saqlash tashkiloti tomonidan global salomatlikka eng yirik o'nta tahdiddan biri sifatida tan olingan. Virusli infektsiyalar esa antiviral preparatlar (asiklovir, oseltamivir, remdesivir, paksiovid) va profilaktik vaksinatsiya bilan boshqariladi. Antibiotiklar viruslarga umuman ta'sir qilmaydi. Ushbu maqola viruslar va bakteriyalarning farqlarini mikrobiologik, klinik va terapevtik nuqtai nazardan tizimli taqqoslab, sog'liqni saqlash mutaxassislari, talabalar va tadqiqotchilar uchun zamonaviy bilim bazasini taqdim etadi.

Kalit so'zlar: virus; bakteriya; mikroorganizm; yuqumli kasallik; antibiotik; antiviral terapiya; vaksinatsiya; antimikrob rezistentlik; PCR diagnostikasi; epidemiologiya; profilaktika; xo'jayin–patogen o'zaro ta'siri

1. Kirish

Yuqumli kasalliklar dunyo bo'ylab o'lim sabablari orasida yetakchi o'rinlardan birini egallab kelmoqda. Jahon Sog'liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma'lumotlariga ko'ra, yuqumli kasalliklar global o'limning taxminan 25 foizini tashkil qiladi, bu esa

yiliga 13–15 million inson hayotining yo'qolishiga teng Bu kasalliklarning aksariyati ikki asosiy patogen guruh — viruslar va bakteriyalar tomonidan keltirib chiqariladi. SARS-CoV-2 virusi tomonidan kelib chiqqan COVID-19 pandemiyasi (2019–2023) butun dunyoda 7 milliondan ortiq tasdiqlangan o'limga sabab bo'lgan bo'lsa, antibiotiklarga chidamli bakterial infeksiyalar 2019 yilning o'zida 1,27 million bevosita va 4,95 million bog'liq o'limga olib kelgan

Tarixiy nuqtai nazardan, bakteriyalar 1676 yilda gollandiyalik tabiatshunos Antoni van Levenghuk tomonidan kashf etilgan bo'lsa, viruslar 1892 yilda rus olimi Dmitriy Ivanovskiy va 1898 yilda gollandiyalik mikrobiolog Martin Beyerink tomonidan tamaki mozaikasi kasalligini o'rganish jarayonida aniqlangan Keyingi yuz yil davomida ikkala soha — bakteriologiya va virusologiya — alohida fan tarmoqlari sifatida rivojlandi va molekulyar biologiyaning yutuqlari, xususan polimeraz zanjir reaksiyasi (PCR), keyingi avlod sekvenirlashtirish (NGS) hamda CRISPR/Cas tizimlari kashf etilgandan so'ng, patogenlarni o'rganishda inqilobiy o'zgarishlar yuz berdi

Hozirgi kunda klinik mikrobiologiyaning eng dolzarb muammolari quyidagilardan iborat: yangi paydo bo'lgan zoonoz viruslar (SARS-CoV-2, Mpox, Marburg, Nipah) tahdidini boshqarish; antibiotik rezistentligini cheklash uchun "oxirgi imkoniyat" antibiotiklarini (karbapenemlar, kolistin) saqlash; ko'p chidamli sil tayog'chasi (MDR-TB, XDR-TB) infeksiyalarini samarali davolash; vabakterial-virusli mikst infeksiyalarni o'z vaqtida tashxislash Ushbu masalalarning barchasi viruslar va bakteriyalarning fundamental farqlarini chuqur tushunishni talab qiladi.

2. Materiallar va usullar

2.1. Adabiyot izlash strategiyasi

Sharh maqolani tayyorlash uchun PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 2020 yilgi yo'riqnomasiga moslashtirilgan tizimli izlash strategiyasi qo'llanildi Izlash uchta yirik bibliografik ma'lumotlar bazasida amalga oshirildi: PubMed/MEDLINE, Scopus (Elsevier) va Web of Science Core Collection (Clarivate Analytics). Qo'shimcha manbalar sifatida Cochrane Library, Jahon Sog'liqni saqlash tashkiloti rasmiy nashrlari va Centers for Disease Control and Prevention (CDC) hisobotlari ham tahlilga jalb qilindi.

Izlash so'rovlari ingliz tilida quyidagi kalit so'zlar va ularning Boole operatorlari bilan kombinatsiyalari yordamida tuzildi: ("virus" OR "viral infection") AND ("bacteria" OR "bacterial infection") AND ("structure" OR "morphology" OR "transmission" OR "treatment" OR "antimicrobial" OR "diagnosis"). MeSH (Medical Subject Headings) atamaları va erkin matnli kalit so'zlar parallel ravishda qo'llanildi.

2.2. Kiritish va istisno kriteriyalari

Tahlilga qabul qilish uchun quyidagi kriteriyalar belgilandi: 2018 yil yanvardan 2024 yil dekabrigacha bo'lgan davrda nashr etilgan; ingliz, rus yoki o'zbek tilida

yozilgan; retsenziyalangan jurnallarda chop etilgan; viruslar va/yoki bakteriyalarning tuzilishi, biologiyasi, klinik xususiyatlari yoki davolashga oid bo'lgan asl tadqiqotlar, sistematik sharhlar, metaanalizlar yoki klinik tavsiyalar bo'lgan. Istisno kriteriyalari: konferentsiya tezislari va to'liq matni mavjud bo'lmagan nashrlar; faqat veterinariya yoki o'simliklar patologiyasiga bag'ishlangan ishlar; kichik klinik holatlar (case reports), agar ular yangi mexanizmni ochib bermagan bo'lsa.

2.3. Saralash jarayoni va ma'lumotlarni qayta ishlash

3. Natijalar

3.1. Viruslar va bakteriyalarning umumiy biologik tasnifi

Zamonaviy biologik tasnifda hayot uch domenga bo'linadi: Bacteria, Archaea va Eukarya. Bakteriyalar ushbu uch domendan birini — Bacteria domenini tashkil qiladi va prokariot organizmlar guruhiga kiradi, ya'ni ularning hujayrasida shakllangan yadro yo'q. Viruslar esa hayotning hech qaysi domeniga rasmiy ravishda kiritilmagan: ular ko'pchilik biologlar tomonidan "hayot chegarasidagi mavjudotlar" (entities at the edge of life) deb ta'riflanadi, chunki ular o'zicha mustaqil metabolizmga, ko'payish qobiliyatiga yoki energiya almashinuviga ega emas. Bu fundamental farq — hujayraviiy tashkilot va metabolik mustaqillik darajasi — viruslar va bakteriyalar o'rtasidagi barcha boshqa farqlarning asosini tashkil qiladi.

Bakteriyalarning hozirgi vaqtda 30 000 dan ortiq turi rasmiy ravishda tasvirlangan, biroq global mikrobiomada haqiqiy turlar soni 1 dan 10 milliongacha baholanmoqda — ularning aksariyati hali kultivatsiya qilinmagan. Viruslar olamida (Virusphere) esa ICTV (International Committee on Taxonomy of Viruses) ma'lumotlariga ko'ra 2024 yil holatiga 14 690 ta tur rasman tan olingan, ammo metagenomik tadqiqotlar yangi virusli ketma-ketliklarning soni millionlardan oshishi mumkinligini ko'rsatmoqda.

3.2. Hujayraviiy tuzilish va morfologik xususiyatlari

Bakteriyalar, aksincha, to'liq hujayraviiy tuzilishga ega bo'lgan tirik organizmlardir. Tipik bakteriya hujayrasi quyidagi tarkibiy qismlardan iborat: peptidoglikan asosidagi hujayra po'sti, plazma membranasi (fosfolipid qatlam), sitoplazma (suvli matriks), nukleoid (yopiq doiraviy DNK molekulasi, ammo membrana bilan o'ralmagan), 70S ribosomalar (oqsil sinteziga mas'ul), plazmidlar (qo'shimcha doiraviy DNK molekulalari, ko'pincha antibiotik rezistentlik genlarini olib yuradi), hamda ba'zi turlarda flagellalar (harakatlanish uchun), fimbriyalar/pililar (xo'jayin hujayralariga yopishish uchun) va kapsula (himoya funktsiyasi). Bakteriyalarning o'lchami 0,5

Xususiyat	Viruslar	Bakteriyalar
Hujayraviiy tashkiloti	Nohujayraviiy (acellular)	Bir hujayrali prokariot
O'lcham	20–300 nm	0,5–5 μ m (10–100 marta katta)

Xususiyat	Viruslar	Bakteriyalar
Genetik material	DNK YOKI RNK (bittadan)	DNK (doiraviy) + plazmidlar
Yadro	Yo'q	Yo'q (nukleoid – membranasi)
Ribosomalar	Yo'q (xo'jayinnikidan foydalanadi)	Bor (70S tip)
Hujayra po'sti	Yo'q (faqat oqsil kapsid)	Peptidoglikan (Gram-musbat/manfiy)
Mustaqil metabolizm	Yo'q	Bor (to'liq fermentlar tizimi)
Mustaqil ko'payish	Mumkin emas (faqat hujayra ichida)	Mumkin (ikkiga bo'linish)
Tirik tabiat	Tirik va tirik bo'lmagan chegarasida	To'liq tirik organizm

3.3. Ko'payish va metabolizm jarayonlari

3.4. Tarqalish yo'llari va epidemiologiya

Viruslar va bakteriyalar ko'p hollarda bir xil tarqalish yo'llaridan foydalanadi, ammo ularning tarqalish dinamikasi va epidemiologik xususiyatlari farqlanadi. Asosiy tarqalish yo'llari quyidagilar:

Havo-tomchi yo'li bilan tarqaladigan patogenlar — bemor yo'talganda, aksaganda yoki gaplashganda chiqarayotgan tomchilar yoki aerosollar orqali yuqadi. Bu yo'l bilan asosan respirator viruslar (SARS-CoV-2, gripp, qizamiq, suvchechak) va bakteriyalar (*Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Bordetella pertussis*) tarqaladi. Aerosol zarrachalari bo'lsa, ular havoda uzoq vaqt qolib, uzoq masofalarga tarqalishi mumkin SARS-CoV-2 ning aynan shu yo'l orqali tarqalishi COVID-19 pandemiyasining global miqyosini belgilab berdi.

Kontakt yo'li — bevosita teri-teri kontaktida yoki tirilgan teri orqali. Bakterial patogenlar: *Staphylococcus aureus* (jumladan, MRSA), *Streptococcus pyogenes* (impetigo, rojistemali yallig'lanish). Virusli patogenlar: HPV (so'galchalar), molluskum kontagiozum

Vertikal tarqalish — homiladorlik, tug'ish yoki emizish davrida onadan bolaga yuqish. Asosiy patogenlar: OIV, B gepatit virusi, sitomegalovirus, qizilcha virusi

(TORCH guruhi); bakterial — Treponema pallidum, B guruhi streptokoklar, Listeria monocytogenes

3.5. Keltirib chiqaradigan asosiy kasalliklar

Viruslar va bakteriyalar keltirib chiqaradigan kasalliklarning spektri juda keng — yumshoq, o'z-o'zidan tuzaladigan infeksiyalardan tortib (oddiy shamollash, ich ketishi) hayotga xavf soluvchi sepsis va o'limga olib keluvchi infeksiyalargacha. 2-jadvalda har bir guruhning eng muhim klinik vakillari keltirilgan.

2-jadval. Viruslar va bakteriyalar keltirib chiqaradigan asosiy klinik kasalliklar.

Tizim/organ	Virusli infeksiyalar	Bakterial infeksiyalar
Nafas yo'llari	Gripp, COVID-19, ORI, RSV, qizamiq, suvchechak	Pnevmoniya (Streptococcus pneumoniae), sil (Mycobacterium tuberculosis), ko'kyo'tal
Oshqozon-ichak	Rotavirus, norovirus, A va E gepatit	Qorin tifi, vabo, salmonellyoz, dizenteriya, helikobakterial gastrit
Asab tizimi	Poliomielit, gerpetik ensefalit, quturish, JEV	Bakterial meningit (N. meningitidis, S. pneumoniae), botulizm, qoqshol
Teri va shilliq	Gerpes simplex, suvchechak, qizilcha, HPV (so'galchalar), Mpox	Impetigo, sellyulit, mahbus yaralari (MRSA), rojistemali yallig'lanish
Jinsiy a'zolar	OIV, HPV, HSV-2, B va C gepatit	So'zak, zaxm, xlamidioz, mikoplazmoz
Yurak-qon	Virusli miokardit (Koksaki B), CMV	Infeksion endokardit (S. aureus, Viridans streptokoklar), sepsis
Onkologik	HPV → bachadon bo'yni saratoni; HBV/HCV → jigar saratoni; EBV → limfomalar	Helicobacter pylori → oshqozon saratoni

3.6. Zamonaviy diagnostika usullari

Patogenni aniq aniqlash to'g'ri davolashning shartidir. Hozirgi diagnostika usullarini quyidagi guruhlariga ajratish mumkin:

Mikroskopik usullar bakteriologiyada keng qo'llaniladi. Gram bo'yog'i bakteriyalarni hujayra po'sti turi bo'yicha ajratadi, Ziehl-Neelsen bo'yog'i kislotaga chidamli bakteriyalarni (*M. tuberculosis*) aniqlaydi. Viruslar yorug'lik mikroskopida ko'rinmaydi va elektron mikroskopiya talab qiladi, biroq bu usul faqat ixtisoslashtirilgan laboratoriyalarda mavjud

Serologik (immunologik) usullar — bemor qonida patogenga qarshi antitelolarni (IgM, IgG) yoki patogenning antigenlarini aniqlaydi. ELISA, kimiyaluminestsentsiya, lateral oqimli ekspress testlar (masalan, COVID-19 antigen testlari) keng qo'llaniladi. Serologik usullar ham viruslar (HIV, HBV, HCV, qizilcha) ham bakteriyalar (*Helicobacter pylori*, sifilis, brutsellyoz) uchun ishlatiladi.

Massa-spektrometriya (MALDI-TOF) — so'nggi 10 yilda klinik mikrobiologiyani inqilob qilgan texnologiya. Bakteriya koloniyasini bir necha daqiqada va past narxda aniq turini aniqlash imkonini beradi. AQSh va Yevropaning aksariyat klinik laboratoriyalari endi bu usulni standart sifatida qo'llaydi

3.7. Davolash strategiyalari va antimikrob terapiya

Viruslar va bakteriyalarni davolashdagi eng asosiy farq shundaki, antibiotiklar bakteriyalarga ta'sir qiladi, ammo viruslarga umuman ta'sir qilmaydi. Bu klinik amaliyotda ko'p uchraydigan tushunmovchilik bo'lib, antibiotiklarni asossiz tayinlashning eng katta sababidir

Antimikrob rezistentlik (AMR) bugungi kunda global salomatlik tahdidlarining yetakchisidir. Eng xavfli mikroblar JSST tomonidan "ESKAPE" akronimi ostida birlashtirilgan: *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter* turlari. Karbapenemga chidamli Enterobakteriyalar (CRE) va metitsillinga chidamli *Staphylococcus aureus* (MRSA) AQShda yiliga 23 000+ o'linga, Yevropaning bo'ylab esa 35 000+ o'linga sababchidir. AMR muammosini bartaraf etish uchun antibiotik nazorati dasturlari (antimicrobial stewardship), yangi antibiotiklarni ishlab chiqishga investitsiyalar, va patogen-spetsifik nishonli terapiyaga o'tish zarurati e'lon qilingan.

Monoklonal antitelolar (mAb) so'nggi 5 yilda virusologiya va onkologiyada katta o'rin egalladi. Kasirivimab/imdevimab, sotrovimab va boshqa mAb'lar SARS-CoV-2 ning oldingi variantlariga qarshi muvaffaqiyatli qo'llanilgan, biroq Omikron va undan keyingi variantlar bu davolash usulining samaradorligini sezilarli darajada pasaytirdi

3-jadval. Viruslar va bakteriyalarni davolash strategiyalarining qiyosiy tahlili.

Parametr	Virusli infektsiya	Bakterial infektsiya
Asosiy preparat sinfi	Antiviral dorilar (asiklovir, oseltamivir, remdesivir, paksiovid, ART)	Antibiotiklar (β -laktamlar, makrolidlar, ftorxinolonlar)
Antibiotik samaradorligi	Ta'sir qilmaydi (asossiz)	Asosiy davolash usuli
Davolash maqsadi	Virus replikatsiyasining muayyan bosqichini bloklash	Bakteriyani yo'q qilish (battsid) yoki ko'payishini to'xtatish (battsistatik)
Davolash davomiyligi	Qisqa (5–10 kun) yoki umrbod (HIV, surunkali B/C gepatit)	Qisqa (5–14 kun); sil uchun 6–9 oy
Rezistentlik muammosi	Mavjud, ayniqsa HIV, HBV, HCV va influentsa virusi uchun	Global salomatlik tahdidi (AMR) — ESKAPE patogenlari
Simptomatik davolash	Ko'pgina virusli infektsiyalarda asosiy yondashuv	Yordamchi rolda (analjetik, antipiretik, regidratatsiya)
Profilaktik vaktsinatsiya	Keng joriy etilgan (gripp, COVID-19, qizamiq, HPV, B gepatit)	Mavjud bo'lsa-da, kamroq (BCG, ko'kyo'tal, qoqshol, pnevmokokk)

3.8. Profilaktika va vaktsinatsiya

Profilaktika choralari quyidagi darajalarda amalga oshiriladi: birlamchi profilaktika — kasallikning paydo bo'lishining oldini olish (vaktsinatsiya, qo'l yuvish, antiseptiklar); ikkilamchi profilaktika — kasallikni erta aniqlash va davolash (skrining); uchlamchi profilaktika — asoratlarning oldini olish va reabilitatsiya

COVID-19 pandemiyasi mRNK vaktsinalarini global miqyosda joriy etish uchun katalizator vazifasini bajardi. Pfizer-BioNTech BNT162b2 vaktsinasi 2020 yil dekabr oyida FDA tomonidan favqulodda tasdiqlandi va 2021 yilning oxiriga kelib 5 milliarddan ortiq doza yetkazib berildi. mRNA platformasi endi gripp, RSV, malariya va saraton vaktsinalari uchun ham qo'llanilmoqda. Yangi avlod inson papilloma

virusiga qarshi vaksinalar (Gardasil-9) HPV bilan bog'liq bachadon bo'yni saratoni hodisalarini Avstraliya va Buyuk Britaniyada 60–80 foizga kamaytirgan

Bakterial vaksinalar nisbatan kamroq sonda mavjud bo'lib, asosan toksoidlilar (qoqshol, difteriya), kapsulali polisaxaridlar (pnevmokokk, meningokokk) va inaktivatsiyalangan hujayralar (BCG) asosida ishlab chiqilgan. Hozirda Mycobacterium tuberculosis ga qarshi yangi avlod vaksinalari (M72/AS01E, MTBVAC) klinik sinovlardan o'tmoqda

Xulosa

Ushbu maqola viruslar va bakteriyalar o'rtasidagi asosiy mikrobiologik, klinik va terapevtik farqlarni tizimli ravishda taqqoslab chiqdi. Olib borilgan tahlil quyidagi asosiy xulosalarga olib keldi:

Birinchidan, viruslar va bakteriyalar tubdan farqli biologik tabiatga ega. Bakteriyalar mustaqil prokariot hujayralar bo'lib, o'z metabolizmiga, ko'payish qobiliyatiga va to'liq hujayra mexanizmlariga ega; viruslar esa nohujayraviy, majburiy hujayra ichi parazitlari bo'lib, faqat tirik xo'jayin hujayrasida ko'paya oladi. Bu fundamental farq ularning klinik xususiyatlarining barchasini, jumladan davolash strategiyasini ham belgilab beradi.

Ikkinchidan, antibiotiklar faqat bakterial infeksiyalarda samarali bo'lib, viruslarga umuman ta'sir qilmaydi. Antibiotiklarni asossiz ravishda virusli infeksiyalarda (oddiy shamollash, gripp, ko'pchilik bronxit holatlari) qo'llash antimikrob rezistentlikning rivojlanishiga olib keladi va global salomatlikka jiddiy tahdid solmoqda. Klinik amaliyotda antimikrob nazorati dasturlari va to'g'ri tashxis qo'yish algoritmlari joriy etilishi shart.

Uchinchidan, profilaktik vaktsinatsiya ham virusli ham bakterial infeksiyalarning oldini olishning eng samarali va xarajatga eng maqbul usulidir. COVID-19 pandemiyasidan keyin mRNK vaksinalari yangi standartga aylanib, infeksiya va onkologik kasalliklarni davolashda yangi imkoniyatlar yaratdi. Aholini vaktsinatsiya bilan qoplab olish davlat dasturlari va xalqaro kooperatsiya orqali ta'minlanishi kerak.

To'rtinchidan, zamonaviy molekulyar diagnostika usullari (PCR, NGS, MALDI-TOF, CRISPR-asosli platformalar) yuqumli kasalliklarni tashxislashda inqilob qildi, biroq bu texnologiyalarga rivojlanayotgan mamlakatlarda kirish hali ham cheklangan. Diagnostika imkoniyatlarining global tengligini ta'minlash — kelajakdagi sog'liqni saqlash siyosatining ustuvor vazifalaridan biridir.

Foydalanilgan adabiyotlar

- [1] World Health Organization. (2024). Global Health Estimates 2023: Leading causes of death and disability worldwide. WHO, Geneva. <https://www.who.int/data/gho>
- [2] Murray, C.J.L., Ikuta, K.S., Sharara, F., Swetschinski, L., Aguilar, G.R., Gray, A., et al. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a

- systematic analysis. The Lancet, 399(10325), 629–655.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)
- [3] World Health Organization. (2024). WHO COVID-19 Dashboard: Global situation by WHO region. <https://covid19.who.int>
- [4] Madigan, M.T., Bender, K.S., Buckley, D.H., Sattley, W.M., & Stahl, D.A. (2021). Brock Biology of Microorganisms (16th ed.). Pearson Education.
- [5] Flint, S.J., Racaniello, V.R., Rall, G.F., & Hatzioannou, T. (2020). Principles of Virology (5th ed.). ASM Press.
- [6] World Health Organization. (2023). Antimicrobial resistance: global report on surveillance 2023. WHO, Geneva.
- [7] O'Neill, J. (2016). Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. Review on Antimicrobial Resistance, UK Government.
- [8] Gardy, J.L., & Loman, N.J. (2018). Towards a genomics-informed, real-time, global pathogen surveillance system. Nature Reviews Genetics, 19(1), 9–20.
<https://doi.org/10.1038/nrg.2017.88>