

Александар Р. Лукић¹
Институт за политичке студије
Београд (Србија)

Валентина С. Арсић Арсенијевић²
Друштво медицинских миколога Србије
Београд (Србија)

167:578.82/.93

001:1(09!)

Научна йолемика

Примљена 05/12/2022

Измењена 23/01/2023

Прихваћена 23/03/2023

doi: [10.5937/socpreg57-41592](https://doi.org/10.5937/socpreg57-41592)

ЛОГИКА И НАУЧНИ МЕТОД. ВИРУС И МОЗАИЧКА БОЛЕСТ ДУВАНА – ШТА ЗНАМО О ИНФЕКТИВНИМ АГЕНСИМА

Сажетак: У овом раду, на примеру открића вируса из историје науке у експериментима Д. Ј. Ивановског, аутори истражују на који начин функционише научно истраживање и како постепено долази до преображаја научне концепције која би могла да се одреди као владајућа парадигма. Поштујући логичке и научнометодолошке принципе, Ивановски је својим радом, дугорочно гледајући, довео до открића вируса као сасвим нових агенса и тиме до реконструкције парадигме о бактеријама као најситнијим живим изазивачима болести. Тиме је допринео ономе што се у филозофији науке одређује као научни раст. Компаративном анализом, на примеру заштитних маски, показаћемо да је данас присутна тенденција да се основни постулати научног рада који подразумевају критичко преиспитивање и могућност оповргавања више не поштују у довољној мери.

Кључне речи: вируси, мозаичка болест дувана, инфекције, наука, дедукција

Сматра се обично да су јасни они йојмови код којих смо у сйању да тйачно одредимо све оне йојединачне йредметйе који су обухваћени њиховим обимом.... Насу йројй тйоме, нејасни йојмови би били они чији нам је обим недовољно одређен, тйако да нисмо увек у сйању да одлучимо да ли он обухваййа или не обухваййа неки йредметй... На йример, сићушни изазивачи извесних болесййи – вируси – имају осодине и живе и неживе маййерије, они се налазе на йраници између живој и неживој свеййа. Ако вирус удројимо у живо диће, осйаје нејасно како једно живо диће може да крисййалише, и да извесно време не йоказује знаке измене маййерије, размножавање, ниийи икакве друје акййивносййи, за шййа је вирус сйосодан.

Михаило Марковић

¹ aleks.lukic@mail.ru

² mikomedlab@yahoo.com

УВОД

Ниједна дефиниција до сада није адекватно одредила шта су вируси. Вирусолози, следећи Лвофа (André Michel Lwoff), обично кажу „вирус је вирус“,³ што и нема научни смисао. С једне стране, вируси могу да се третирају као животни облици, јер имају способност да се мултипликују, да преносе генетске информације и да еволуирају. Међутим, с друге стране, вируси су неживи јер немају комплетну и самосталну ћелијску структуру која је у основи онога што називамо живим бићима или организмима. Такође, вируси имају способност кристализације, што ћелијски организми (живе јединке) немају.

За разлику од вируса, у својој једноћелијској структури бактерије имају комплетан систем који им је неопходан за репликацију, а највећи број њих може да се размножава самостално, ван других живих ћелијских система, што је карактеристика и других, сложенијих инфективних агенса (љива и паразита).

Све до краја 19. века сматрало се, међутим, да су бактерије најситнији живи ентитети изазивачи различитих болести.⁴ Била је то владајућа научна парадигма у тој области, а Пастер (Louis Pasteur) био је један од њених водећих заступника. У том смислу писао је: „Говорите, ако хоћете, о тровању. Направите ту хипотезу, прихватам је. Не познајем механизам смрти од било које болести више него ви или било ко други, не више него што знамо механизам живота. Говорите о отрову, ако желите, али бићете приморани да додате да, ако отров изазива смрт, микроб је тај који ствара отров“ (Pasteur, 1880, цитирано према: Cavaillon, 2022).

Парадигма је веома комплексан појам који у филозофију науке уводи Томас Кун (Thomas Kuhn) и поред филозофско-научног има и социолошки и психолошки аспект. Она представља владајућу научну теорију (или скуп теорија), али и метафизичку концепцију која научницима омогућава „модел-проблеме“ и „решења“. Ова теорија стоји у основи општеприхваћених ставова научне заједнице у одређеном времену који своју артикулацију налазе преваходно у (високо)школским уџбеницима и истраживачким публикацијама. Као таква она је *de facto* недодирљива, све док се не појави нека нова смела теорија која би, како би то Кун рекао, представљала реконструкцију старе теорије или њено укидање, на основу нових сазнања: „Њено присвајање захтева реконструкцију претходне теорије, као и преоцењивање претходних чињеница, што је у суштини револуционаран процес који је ретко кад у стању да изврши појединац, а никада преконоћ“ (Kuhn, 1984, str. 47).

У овом раду ћемо историјским приступом и компаративном анализом, на примеру открића вируса, пре свега на експериментима које је вршио Дмитриј Јосифович

³ Могло би да се каже да је Лвоф ову неодређену таутолошку дефиницију извео на основу своје карактеризације вируса која је садржала четири основна својства: вируси се састоје из само једног типа нуклеинске киселине (РНК или ДНК); мултипликују се помоћу нуклеинске киселине; у питању су унутарћелијски облигатни паразити; изграђени су од протеина и нуклеинске киселине (в. Marković *et al.*, 1995, стр. 2–3).

⁴ Данас је познато да постоје узрочници болести мањи и од вируса: вириоди (нуклеинске киселине вируса) и приони (протеинске структуре вируса).

Ивановски крајем 19. века, настојати да покажемо на који начин функционише рационално утемељено научно истраживање и како постепено долази до преображаја неке концепције која би могла да се одреди као владајућа парадигма. С друге стране, показаћемо да је у данашње време све присутнија тенденција да наука престаје да буде научна, тј. да се у науку уведе психологизми и делује на основу претпоставки. Као што је познато, још је Кант писао како „све што у том погледу само личи на хипотезу [јесте] забрањена роба која не сме да се нуди ни по најнижој цени“ (Kant, 1998, str. 10). Критичко преиспитивање престаје да буде пожељно, а принципи логике и научне методологије стављају се у одређеној мери на страну. Наука се тако у одређеном степену претвара у схоластичку догматику – оно што је одувек критиковала. Сагледаћемо такође, како се артикулишу те тенденције на примеру заштитних маски, из чега се може увидети и социолошка компонента те епидемиолошке мере коју су светске владе уводиле у оквиру проглашене пандемије SARS-CoV 2.

Како су откривени вируси и вирусне болести

Првобитно, вирусне болести чији узрочници нису били видљиви под тадашњим оптичким микроскопима научници су приписали деловању бактеријских отрова (Ivanosky, 1892).⁵ Много касније, са открићем електронског микроскопа, вируси су постали „видљиви“. Савремена биологија омогућила је да се детаљно изуче вируси (у вештачким системима живих ћелија) и јасно је утврђено да кад би они имали способност да се репликују, били би додати групи инфективних агенаса које изучава микробиологија.⁶ Оног тренутка када уђе у осетљиву и пермисивну ћелију (ћелија која одговара одређеном вирусу), он користи све потенцијале инфициране ћелије домаћина да се репликује (постаје жив).

Да би се развила инфективна болест изазвана вирусом, бактеријом, гљивом или паразитом, најчешће је потребно да се ови инфективни агенси умножавају (репликују) у организму, тј. да се повећава њихов број у толикој мери да надвладавају одбрамбене механизме имунског система и оштећују организам својим продукцима (ензими, токсини) или да покрећу имунски систем домаћина да делује аутодеструктивно на сопствени организам.

Због тога је основна стратегија лечења инфективних болести данас заснована или на примени антиинфективних агенаса који треба да редукују њихов број, али да при томе не оштете организам човека, или на примени имуномодулаторних лекова који треба да смање аутодеструктивни имунски одговор. Како за разлику од бактерија, гљива и паразита вируси немају свој метаболизам и како су унутар ћелије зараженог организма веома заштићени, антивирусни лекови често с великом тешкоћом

⁵ Ивановски је употребио израз *бактериальный яд*.

⁶ Важно је нагласити да је микробиологија уско повезана са епидемиологијом када је реч о идентификацији узрочника болести, тј. да је улога микробиологије пресудна у верификацији епидемиолошке претпоставке (Terzin, 1955).

могу да делују на смањење броја вируса, а да притом не оштете и ћелије домаћина (в. Terzin, 1955, str. 14).

Да ли знамо порекло вируса – наука некада и сада

Иако су молекуларна биологија и сродне науке значајно напредовале у прошлом веку у погледу открића структуре и функције вирусних гена, наука и даље мало зна о пореклу и правој природи вируса, а за много тога што је мислила да зна, испоставило се да постоје велика ограничења. У то нас је уверио и SARS-CoV (1) из 2003, а још више актуелни SARS-CoV (2) из 2019. године. Према мишљењу кинеских истраживача у раду објављеном 2020, SARS-CoV (1) „*вероватно* (истакао А. Л.) се преноси преко шишмиша и цибетке као домаћина посредника, најзад до човека“ (Chang *et al.*, 2020). У истом истраживању слично се тврди и за вирус SARS-CoV (2) за који је утврђена сличност од 96% са вирусом шишмиша означеним као RaTG13, док „посредни домаћин није јасан“, али се такође *ипретијосијавља* (истакао А. Л.) да је у питању азијски љускавац панголин (Chang *et al.*, 2020).

Мозаичка болест дувана – бактеријски отров или вирус

Само откриће вируса везује се за 1892. годину. Тада је руски научник Д. Ј. Ивановски објавио рад под насловом „О двама болестима дувана“ у часопису *Пољопривреда и шумарство* Руског слободног економског друштва. Чланак је плод његовог двогодишњег истраживања на дуванским плантажама Императорске Никитске баште на Криму 1890. и у ботаничкој лабораторији Императорске академије наука 1891. године. У то време производња дувана била је важна пољопривредна грана, а ове болести наносиле су велику штету, тако да је његов научни рад инициран пре свега економским интересима. Међутим, са друге стране, овај рад је значајан због принципа логике и научне методологије, па ћемо га нешто детаљније анализирати.

Оболевање дувана било је само проста чињеница, али је била повезана са економском штетом и зато је представљала озбиљан проблем који је требало решити. Научним радом је требало да се установи веза између те болести и њеног узрочника. Због тога је Ивановски поставио и испитивао неколико могућих хипотеза за које је веровао да су у основи ове болести, сматрајући да ће се потврдом бар једне од њих решити проблем мозаичке болести дувана.

Прво је одбацио оне хипотезе које се односе на гљиве или на неке дотад непознате мање бактерије, па је наставио да испитује хипотезу о бактеријском отрову као највероватнијем узрочнику ове болести. У то време његова хипотеза била је веома смела ако се сагледа дубина последица које је изазвала у даљем развоју науке. Наиме, он је пољуљао до тада општеприхваћену парадигму о бактеријама као најмањим живим узрочницима болести и осветлио пут за истраживања која су средином 1939. довела до тога да се вирус види помоћу електронског микроскопа.⁷ То је био мукотр-

⁷ Прве снимке вируса мозаика дувана електронским микроскопом 1939. направили су Густав Кауше, Едгар Пфанкух и Хелмут Руска (в. Kausche *et al.*, 1939).

пан научни пут, јер су највећи научници тога доба били непоколебљиви заступници тезе о бактеријама као најмањим инфективним агенсима.

Упркос великом труду и експерименталном раду Ивановског да изолује урочника болести од ког потиче отровна излучевина (веровао је да је то нека непозната бактерија), он то није успео. Хипотеза је била погрешна. Па ипак, поступак његовог истраживања који се односи на одбацивање или прихватање неких хипотеза налази се у основи научног објашњења стварности и показује да и „погрешне хипотезе“ могу да буду корисне.

Ивановски је у раду критиковао Мајерово (Adolf Eduard Mayer) становиште у вези с мозаичком болешћу дувана. Наиме, он је сматрао да она има два стадијума, док је Ивановски експериментално/дедуктивно показао да су то заправо две самосталне болести – дуванска мрља (*Рядуха* на руском, *Pockenkrankheit* на немачком, *Pox disease* на енглеском) и мраморна болест. За ову другу је прихватио назив мозаичка болест, сложивши се у том погледу с Мајером, који ју је тако назвао 1886. у оквиру својих истраживања у Холандији: „С обзиром на ово, ја сам за мраморну болест задржао Мајеров назив мозаичког обољења, иако под овим именом разумем само део онога што подразумева Мајер“ (Ivanovsky, 1892, стр. 9). Није се, међутим сложио са њим да је узрочник мозаичке болести бактерија: „Са друге стране, такво убеђење аутора, као што је већ речено, сасвим се не слаже са његовим мишљењем да мозаичка болест произлази из заразе бактеријама“ (Ivanovsky, 1892, стр. 19).

Како је Ивановски тестирао хипотезу о бактеријама и мозаичкој болести

До закључка да бактерије не изазивају мозаичку болест дувана Ивановски је дошао на основу следећих емпиријских чињеница:

- агенс није видљив под микроскопом (за разлику од бактерија);
- агенс пролази кроз Шамберланов порцелански филтер (бактерије не пролазе);
- агенс не расте на хранљивим подлогама⁸ (бактерије расту на хранљивим подлогама);

Из горе наведеног видимо да је веома значајна улога Шамберлановог филтера. Овај филтер Шарл Шамберлан (Charles Chamberland) направио је у сарадњи са Пастером (Louis Pasteur) 1884. године. Његове најситније поре биле су величине 0,1

⁸ У питању су вештачке неживе хранљиве подлоге за изолацију бактерија које је Ивановски користио у свом експерименту. У том погледу он каже: „Остало је, дакле, да се изолује микро-организам који изазива болест. У ту сврху, соком од болесних биљака инфицирао сам разне вештачке хранљиве смесе: кувани кромпир, месо-пептон-желатин, месо-пептон-агар, бујон, одвар дувана са додатком 1% пептона (слабо киселог и просечног), исти одвар са додатком 5% желатина и, најзад, дуван-пептон-желатин (тј. одвар свежих листова дувана с додатком 1% пептона и 10% желатина). Сви ови експерименти, који су захтевали много времена и труда, дали су негативан резултат; микроорганизам очигледно није у стању да расте на овим вештачким супстратима. Исти резултат имали су и Мајерови покушаји да култивише микроорганизме на Коховом апарату“ (Ivanovsky, 1892, стр. 21). С друге стране, међутим, треба нагласити да вирус могу да се изолују преко система живих ћелија.

ум и нису могле да пропусте бактерије и друге ћелије (величина бактерија је 1-10 μм или већа). Зато се сматрало да је течност пропуштена кроз овај филтер бактериолошки стерилна. Међутим, вируси су неколико десетина пута мањи од просечних бактерија. Вирус инфлуенце величине је око 0,1 μм (Terzin, 1955) и вируси зато пролазе кроз поре овог филтера, што је Ивановски експериментално доказао. Течност исцеђена из листова оболелог дувана када прође кроз Шамберланов филтер била је и даље инфективна: „Према мојим експериментима, сасвим очишћен таквом филтрацијом, екстракт добијен од листова дувана који имају мозаичку болест, изазива болест као и екстракт који је нефилтриран“ (Ivanovsky, 1892, str. 19).⁹

Логички и методолошки исправно дошао је до закључка да је у питању нешто друго, али ипак бактеријске природе и тај тзв. филтрабилни патоген назвао је „бактеријски отров“ (*бактериални отров*). У томе се позвао и на неке Руове (Émile Roux) увиде о томе да микроби делују преко својих специфичних отровних излучевина.¹⁰ Ру је сматрао да је свака зараза у ствари тровање: „Заразна болест је заправо случај тровања организма отровом, са том разликом што се отров у овом случају не прима споља, већ га унутар самог организма производе бактерије које су продрле у њега“ (Roux, 1891, цитирано према: Ivanovsky, 1892, str. 16).

Хипотезу о бактеријским отровима као узрочницима болести заступали су и други научници. Панум (Peter Ludvig Panum) је већ 1856. писао о бактеријским токсинима, а Бергман (Ernst von Bergmann) и Шмидеберг (Oswald Schmiedeberg) успели су, 1868, експериментално да изолују микробни отров који су назвали сепсин сулфат. Гамалеја (Nikolai Gamaleia) 1892. објавио је књигу на француском језику под насловом *Les Poisons Bactériens* („Бактеријски отрови“) у којој пише да се рађа нова наука – бактеријска токсикологија: „Из овог скупа чињеница рођена је нова наука, наука о микробним отровима, која истовремено повезује бактериологију, биолошку хемију и општу физиологију“ (Gamaleia, 1892, str. 3).

Ивановски је, дакле, установио да је код мозаичке болести дувана највероватније у питању микробни отров или нека до тада непозната бактерија (мање величине) па због тога пролази кроз Шамберланов филтер. Зато је себи као следећи задатак поставио то да изолује сам микроб. С тим циљем вршио је бројне експерименте са узгојем на различитим типовима хранљиве подлоге, али у томе није успео.

Шест година касније, 1898, холандски научник М. Бејјеринк (Martinus Willem Beijerinck) такође поставља хипотезу да мозаичку болест дувана не узрокују микроби. Он је филтрабилни патоген одредио као *contagium vivum fluidum* – живи течни агенс инфекције.

Он је први употребио израз „вирус“ за агенсе који се могу филтрирати и поставио кључну хипотезу да „зараза, да би се репродуковала, мора бити уграђена у живу цитоплазму ћелије, у чије је умножавање, такорећи, пасивно увучена“ (Horzinek, 1997, str. 19), али се Ивановски, нажалост, са тим ставом није сложио, чак је сматрао да таква хипотеза представља тужно поглавље у развоју науке.

⁹ Резултати експеримената, дати онако како их је представио Ивановски, изложени су у Табели 1 и Табели 2.

¹⁰ Ру је ове увиде изложио на Међународном конгресу хигијене и демографије (*International Congress of Hygiene and Demography*) у Лондону 1891. године.

Научна методологија и логика: експеримент и дедукција

Дедукција је логички поступак у ком закључак нужно следи из премиса и има важну улогу. Тражећи научно објашњење за мозаичку болест дувана, Ивановски је тражио универзалну повезаност између чињеница различитих врста. Како је то чинио? У свом одбацивању хипотезе о бактеријама као директним узрочницима болести, дедуктивно је разрадио своје експерименте. Хипотеза о бактеријама није могла да прође тај тест. Да подсетимо, агенс који је испитивао није могао да се види под микроскопом, пролазио је кроз филтер и није се размножавао на хранљивој подлози. Методологија и начин размишљања били су логички исправни. Аргументација коју је Ивановски употребио да одбаци прву теорију може да се изложи помоћу аристотеловских силогизама. (Силогизам је облик дедуктивног закључивања који се састоји из две премисе и закључка. По правилу има искључиво три различита појма. Закључак нужно следи из премиса.) Приказаћемо неке облике силогизама помоћу којих се може објаснити како је Ивановски доказао/оборио претпоставке о бактеријама:

Све бактерије могу да се виде под микроскопом.

Овај агенс се не види под оптичким микроскопом.

Овај агенс није бактерија.

Ништа веће од пора Шамберлановог филтера не пролази кроз њега.

Све бактерије су веће од пора Шамберлановог филтера.

Ниједна бактерија не пролази кроз Шамберланов филтер.

Ниједна бактерија не пролази кроз Шамберланов филтер.

Овај агенс пролази кроз Шамберланов филтер.

Овај агенс није бактерија.

Све бактерије се размножавају на хранљивој подлози.

Овај агенс се не размножава на хранљивој подлози.

Овај агенс није бактерија.

Иста аргументација може да се постави и посредством дедуктивног закључка *modus tollens*, у којем се негацијом последице у другој премиси у закључку негира и постављени услов:

Ако је агенс бактерија, види се под микроскопом.

Овај агенс се не види под микроскопом.

Овај агенс није бактерија.

Ако је агенс бактерија, не пролази кроз Шамберланов филтер.

Овај агенс пролази кроз Шамберланов филтер.

Овај агенс није бактерија.

Ако је агенс бактерија, расте на хранљивим подлогама.

Овај агенс не расте на хранљивим подлогама.

Овај агенс није бактерија.

У свим овим случајевима, било да се у првој премиси тврди универзални суд „Сви S су P“ (S је субјекат у суду, а P је предикат) или поставља импликација (A→B), експериментом добијене чињенице указују на то да тражени агенс не може да буде

бактерија. Решење је могло да се пронађе тако што би се оспорила прва премиса тврђењем да постоје неке мање бактерије од до тада познатих бактерија које се зато не виде под микроскопом и пролазе кроз филтер. Међутим, теза о мањим бактеријама је проблематична, јер би подразумевала да се те сићушне бактерије не понашају на хранљивој подлози као остале бактерије, чиме би се нарушило основно правило живог света. Ивановски зато одбацује тезу о бактеријама и прихвата кохерентну тезу о (неживом) бактеријском отрову као излучевини која пролази кроз филтер, не види се кроз микроскоп и не расте на хранљивој подлози. Међутим, оно што остаје на филтеру, а пре филтрирања налази се у соку лишћа дувана, требало би онда да садржи тражене бактерије које производе тај отров, а њих, као што смо споменули, Ивановски није успео да (открије) изолује, тако да је преостало логично решење проблема да су у питању отрови без одреднице „бактеријски“, тј. вируси, до чега је касније дошао Беијеринк.

Шамберланов филтер и улога маске током пандемије SARS COV 2

Шамберланов филтер и заштитне маске, као филтрирајуће заштитно средство током пандемије, могу да се упореде позивањем на експерименте које је вршио Ивановски. Заштитна мера ношење маске (било које врсте, од оних типа N95, до памучних из домаће радиности) и Шамберланов филтер требало би да раде по истом принципу и да имају исту функцију, што значи да би њихове поре морале да буду непропусне за инфективне агенсе. На примеру вируса узрочника мозаичке болести дувана показано је да инфективни агенс пролази кроз Шамберланов филтер јер је мањи од пора овог филтера. Када су у питању маске које су саветоване да се носе током пандемије, чини се као да овај принцип не важи.

На сајту Института за молекуларну генетику и генетичко инжењерство Универзитета у Београду стоји да је за разумевање ефикасности заштитних маски важно следеће:

- да је величина вируса SARS CoV 2 између 0,12 μm и 0,16 μm ;
- да маске са ознаком N95 блокирају 95% честица величине 0,3 μm ;
- да хируршке маске, ако их носи инфицирана особа, смањују вероватноћу да ће она заразити људе у својој околини Institute of Molecular Genetics and Genetic Engineering [IMGGE], 2020).

Величина пора на N95 маскама је 0,15–0,5 μm док је код хируршких маски око 1 μm . Код платнених маски (домаће израде) величина поре не може се тачно одредити, јер зависи од структуре материјала од којег су израђене, али се може претпоставити да није мања од пора хируршких маски.

Очигледно је, на основу датих параметара, да су поре код свих ових маски, па чак и код маски типа N95, веће од величине вируса чији продор треба да спрече. Уколико се примене логичко закључивање, научна методологија и експериментални пример са Шамберлановим филтером, следи да ове маске не могу да зауставе улазак вируса у респираторни тракт човека.

Аргументација би била следећа:

Све што је мање од пора заштитних маски пролази кроз њих.

Сви вируси су мањи од пора заштитних маски.

Сви вируси пролазе кроз заштитне маске.

Прва премиса у овом аргументу је претпоставка од које полазимо. Друга премиса је чињеничко стање, а закључак из њих нужно следи. Дакле, истинитост закључка условљена је важењем импликације:

Ако је агенс мањи од пора филтера, онда пролази кроз филтер.

Заштитне маске су, такође, филтери и имају поре одређене величине, које су већер промера од промера вируса, те под условом важења даге импликације, ове маске не могу бити непропусне за вирусе. Ово се посебно односи на хируршке и платнене маске.

У научној заједници нема опште сагласности по овом питању. Треба у том погледу правити разлику између науке и струке. Струка представља скуп одређених знања и вештина који могу да се стекну на основу разних уџбеника и прописане литературе на вечерњим курсевима, у школама и на факултетима. Стручњаци (пекар, лекар, апотекар и др.) имају за циљ да се заврши неки посао – да на основу установљених и проверених протокола направе или поправе нешто, излече, улепшају и т. сл. Струка је у том смислу зависна од владајуће научне парадигме. Наука, са друге стране, превасходно подразумева истраживање и разумевање света, поштујући логику и општу и специјалну научну методологију са циљем открића нових правилности у природи и друштву које ће се примењивати у одређеним струкама. Зато одговоре и о новим, до сада непознатим болестима, треба тражити од научника, а не од стручњака. Навешћемо у том смислу неке научне радове.

Ванг (Yuxin Wang) и др. дошли су у својим истраживањима до резултата који говоре у прилог коришћењу било каквих маски као заштитног средства: „Ношењем маске, чак и платнене, шанса да се зарази здрава особа је у великој мери смањена у овом окружењу високог ризика“ (Wang *et al.*, 2021). Они, међутим, такође истичу да постоје „прилично различита и контроверзна мишљења о питањима ношења маски, што је довело до конфузије у јавности“ (Wang *et al.*, 2021). Ченг (Yafang Cheng) и др. сматрају да су маске добра превентивна мера, посебно у комбинацији с вентилацијом и дистанцирањем, али и они наглашавају да се о ефикасности маски још увек воде озбиљне расправе међу научницима (Cheng *et al.*, 2021).

С друге стране, Макинтајер (C. Raina MacIntyre) и др. дошли су у свом раду до закључка да маске нису ефикасно средство заштите: „Стопа изолације вируса код контролне групе која није носила маску у првој кинеској рандомизираној клиничкој студији износила је 3,1%, што није битно другачије од стопе изолације вируса у групама које су носиле медицинске маске у било којем од три истраживања“ (в. MacIntyre *et al.*, 2015, стр. 6). Што се тиче платнених маски, оне су се у истом истраживању показале чак и штетне: „Платнене маске довеле су до битно већих стопа инфекције од медицинских маски, а такође су имале лошији утицај од контролне групе“ (в. MacIntyre *et al.*, 2015, стр. 1). Контролна група није морала да носи било коју маску, већ се понашала уобичајено.

Виола (Ignazio Maria Viola) и др. у свом истраживању наглашавају да хируршке и платнене маске, као и разни шлемови са штитовима, узрокују стварање јаких

млазова, услед чега се честице пуне вируса могу распршити и по неколико метара, па због тога треба избегавати лажни осећај сигурности који се често јавља код особа које користе ова заштитна средства (Viola *et al.*, 2021).

Д. Карингтон (David Carrington) са универзитета у Лондону у изјави за BBC каже да хируршке маске нису ефикасна заштита од вируса и бактерија које се преносе ваздухом зато што углавном нису довољно чврсте, немају филтере за ваздух, а при томе очи остају изложене деловању вируса (в. BBC NEWS на српском, 2020).

УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Симболика ношења маске

Одговор на питање зашто се, упркос контроверзама и неслагању научне заједнице, толико инсистирало на коришћењу маске, може се пронаћи у психолошким факторима. Тако се у „упутству за коришћење заштитних памучних маски за лице, медицинских и филтрирајућих маски“, које је објавио Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“,¹¹ посебно издваја једна од заштитних улога памучних маски – „маска подиже свест о потреби за физичким дистанцирањем од најмање два метра“ (Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, 2020, Табела 1). Такво деловање на свест људи може да се протумачи као психолошки и патерналистички моменат, што, по правилу, не би требало да се налази у једном медицинском (научно заснованом) упутству. Против психологизама у науци писао је и Кант: „Ако бисмо принципе узимали из психологије, то јест из запажања о нашем разуму, онда бисмо видели само то како се мишљење одвија и какво је оно при којекаким субјективним сметњама и условима; то би, дакле, доводило до сазнања само случајних закона“ (Kant, 2012, str. 10–11).

Колико је, међутим, ипак важан такав психолошки фактор, одлично је приказано пре неколико деценија у филму Горана Марковића *Variola vera*,¹² када лекар кога су „послали из Штаба“, на питање лекара из болнице која је била у карантину – зашто носи заштитно одело када му није потребно, одговара да то чини из психолошких разлога.¹³

О значају психолошког момента говоре и Шваб (Klaus Schwab) и Малре (Thierry Malleret) у својој књизи *Велики ресет*. Они подсећају на то да је сама реч „карантин“, настала у средњем веку из речи *quaranta* (на италијанском – 40), пошто је изолација заражених обично трајала 40 дана. Међутим, како истичу ови аутори: „Период од 40 дана није имао медицинско утемељење; изабран је из симболичких и религиозних разлога: И Стари и Нови завет често реферишу на број 40 у контексту прочишћења“ (Malleret & Schwab, 2020, str. 9).

Чини се, дакле, да ношење маске и гледање других људи са маскама има посебно велику психолошку и симболичку функцију која се састоји у томе да стално треба

¹¹ Видети: Табела 3.

¹² *Variola vera* се иначе по кључним параметрима, пре свега клиничкој слици и смртности, не може поредити са ковидом 19, иако то многи чине.

¹³ Горан Марковић, филм *Variola vera*, 1982.

да буде видљиво да је „невидљиви непријатељ“ ту негде, тј. да на један специфичан начин невидљиво постане видљиво. Зато је могуће да се једна од главних улога ношења маске састоји у томе да обележи сваку особу као потенцијално опасног заразивача од кога се треба социјално дистанцирати. У социолошком смислу таква дистанца је апстрактан појам, али како наводи У. Шуваковић: „Ту су предмет увек неки друштвени односи“ (Šuvaković, 2020, str. 451). Имају ли маске адекватну улогу у заштити од вируса важно је питање, али оно што је још важније, јесте да имају ефикасну психолошку и социолошку функцију. Зато су све маске биле „добродошле“, па чак и оне памучне које нису медицински производ, нису тестиране и не поседују никакав сертификат о заштити од инфективних агенаса (в. [Табела 3](#)).

Историја науке, као и актуелни догађаји, говоре нам да је Расел био у праву када је рекао да и када су сви стручњаци сагласни око нечега, могли би врло лако да не буду у праву (Russell, 2004, str. 2).

Aleksandar R. Lukić¹
Institute for Political Studies
Belgrade (Serbia)

Valentina S. Arsić Arsenijević²
Serbian Society of Medical Mycology
Belgrade (Serbia)

LOGIC AND THE SCIENTIFIC METHOD. VIRUS AND TOBACCO MOSAIC DISEASE - WHAT WE KNOW ABOUT INFECTIOUS AGENTS

(Translation *In Extenso*)

Abstract: In this paper, using the example of the discovery of viruses from the history of science in the experiments of D. J. Ivanovsky, the authors investigate how scientific research functions and how the scientific conception that could be determined as the ruling paradigm is gradually transformed. Respecting logical and scientific-methodological principles, Ivanovsky's discoveries, in the long run, led to the discovery of viruses as completely new agents and thus to the reconstruction of the paradigm of bacteria as the smallest living disease-causing agents. Thus, he contributed to what is defined as scientific growth in the philosophy of science. Through a comparative analysis, using the example of protective masks, we will show that today there is a tendency that the basic postulates of scientific work, which imply critical examination and the possibility of refutation, are no longer sufficiently respected.

Keywords: viruses, tobacco mosaic disease, infections, science, deduction

The concepts are usually considered as clear if with them we are able to determine accurately all those individual subjects included by their scope.... In contrast, unclear concepts would be those whose scope is insufficiently determined, so that we are not always able to decide whether they include a subject or not... For example, miniature agents that cause certain diseases – viruses – have the properties of both living and non-living matter; they are on the border between the living and non-living world. If we categorize a virus among living beings, it remains unclear how a living being can be crystallized and for a while not show any signs of matter exchange, reproduction or any other activity of which a virus is capable.

Mihailo Marković

¹ aleks.lukic@mail.ru.

² mikomedlab@yahoo.co.

INTRODUCTION

No definition so far has adequately determined what viruses are. Following Lwoff (André Michel Lwoff), virologists usually say that “a virus is a virus”³, which does not really have a scientific meaning. On the one hand, viruses may be treated like life form because they are able to multiply, to transfer genetic information and to evolve. However, on the other hand, viruses are inanimate because they do not have a complete and independent cell structure that is in the basis of everything we call living beings or organisms. In addition, viruses have the ability to crystallize, unlike cell organisms (living individuals).

Unlike viruses, in their unicellular structure, bacteria have a complete system that is necessary for replication, and the largest number of them can reproduce independently, outside other living cell systems, which is also a characteristic of other, more complex infectious agents (fungi and parasites).

However, until the end of the 19th century it was believed that bacteria were the smallest living entities that caused different diseases.⁴ It was the prevailing scientific paradigm in that field, while Louis Pasteur was one of its leading proponents. In that respect, he wrote: “You can speak, if you wish, of poisoning. Make that hypothesis, I will accept it. I do not know the mechanism of death from any disease more than you or anyone else, not more than we know about the mechanism of life. Speak of the poison, if you wish, but you will be forced to add that, if a poison causes death, it is the microbe that produces the poison” (Pasteur, 1880, according to: Cavillon, 2022).

A paradigm is a very complex concept introduced in the philosophy of science by Thomas Kuhn and, apart from its philosophical-scientific aspect, it also has its sociological and psychological aspects. It constitutes the prevalent scientific theory (or a set of theories), as well as the metaphysical concept enabling scientists to have “model-problems” and “solutions”. This theory lies in the basis of the generally accepted attitudes of the scientific community in a certain period of time that find their articulation mainly in the (high education) textbooks and research publications. As such, it is *de facto* intangible until a new and bold theory emerges that would, according to Kuhn, represent the reconstruction of the old theory or its refutation due to new findings: “Its adoption demands the reconstruction of the previous theory, as well as the assessment of the previous facts, which is essentially a revolutionary process that can rarely be conducted by an individual, and definitely never overnight” (Kuhn, 1984, p. 47).

In this paper we will apply the historical approach and comparative analysis to attempt, using the example of the virus discovery, primarily the experiments conducted by Dmitri Josifovich Ivanovsky at the end of the 19th century, to show how rationally founded scientific research functions and how a gradual transformation occurs of a concept that might be determined as the prevailing paradigm. On the other hand, we will show that nowadays

³ It could be said that Lwoff deduced this indefinite tautological definition based on his virus characterization that contained four basic properties: a virus consists of only one type of nucleic acid (RNA or DNA); it is multiplied with the aid of nucleic acid; those are intracellular obligate parasites; they are made of proteins and nucleic acid (see Marković *et al.*, 1995, pp. 2-3).

⁴ Today it is a known fact that there are disease-causing agents smaller than viruses: viroids (virus nucleic acids) and prions (virus protein structures).

there is an increasing tendency of introducing psychologisms in science, which affects the basis of hypotheses. As it is well known, Kant was the one who wrote that “everything that in such respect only resembles a hypothesis [is] forbidden goods that must not be offered at the lowest price” (Kant, 1998, p. 10). Critical reconsideration ceases to be desirable, while the principles of logic and scientific methodology are somewhat put aside. Thus, science turns, to a certain extent, into scholastic dogmatics – exactly what it has always criticized. We will also examine how those tendencies are articulated on the example of protective masks, from which the sociological component can also be seen of this epidemiological measure introduced by the governments worldwide within the declaration of the SARS-CoV 2 pandemic.

How viruses and viral diseases were discovered

Initially, virus diseases whose causing agents were invisible under the optical microscopes of the time were ascribed by the scientists to the action of bacterial poisons (Ivanovsky, 1892).⁵ Much later, with the discovery of the electronic microscope, viruses became “visible”. Modern biology enabled a detailed study of viruses (in the artificial systems of live cells) and it was clearly determined that, if they were able to replicate, they would be added to the group of infectious agents studied by microbiology.⁶ Once it enters the sensitive and permissive cell (the cell that suits a certain virus), it will use all the host’s potentially infected cells to replicate (i.e., it becomes alive).

For an infectious disease caused by a virus, bacterium, fungus or parasite to develop, it is most frequently necessary that these infectious agents are replicated in the body, i.e., that their number is increased to such an extent that they overpower the defence mechanisms of the immune system and damage the organism by its products (enzymes, toxins) or they force the host’s immune system to act self-destructively on the host’s own organism.

That is why the basic strategy of treating infectious diseases nowadays is based either on the application of anti-infectious agents that should reduce their number, but without damaging the human body, or on the application of immunomodulatory medications that should reduce the self-destructive immune response. Since, unlike bacteria, fungi and parasites, viruses do not have their metabolism and since they are quite protected within the cell of the infected organism, antiviral medications often have great difficulty in leading to the reduced number of viruses without damaging the host’s cells at the same time (see Terzin, 1955, p. 14).

Do we know the origin of viruses – science in the past and today?

Although molecular biology and related sciences have significantly progressed in the last century regarding the discovery of the structure and function of virus genes, science

⁵ Ivanovsky used the term *бактериальный яд*.

⁶ It is important to emphasize that microbiology is closely related to epidemiology when it comes to the identification of disease-causing agents, i.e., the role of microbiology is crucial in the verification of an epidemiological hypothesis (Terzin, 1955).

still knows little about the origin and true nature of viruses, whereas much of what science believed to know has turned out to have large limitations. We were assured of it by SARS-CoV (1) from 2003, and even more by the ongoing SARS-CoV (2) from 2019. According to Chinese researchers in the paper published in 2020, SARS-CoV (1) “is *probably* (emphasized by A. L.) transmitted by bats and civets as intermediary hosts and eventually onto the man” (Chang *et al.*, 2020). The same research has a similar claim regarding the SARS-CoV (2) virus, which was established to be 96% similar to the bat marked as RaTG13, while “the indirect host is not clear”, but it is also *presumed* (emphasized by A. L.) that it is the Asian scaly anteater pangolin (Chang *et al.*, 2020).

Tobacco mosaic disease – a bacterial toxin or a virus

The virus discovery goes back to 1892, when Russian scientist D. J. Ivanovsky published the paper entitled “On two tobacco diseases” in the journal *Agriculture and Forestry* of the Russian Free Economic Society. The article was the result of his two-year research at the tobacco plantations of the Imperial Nikita Garden in Crimea in 1890 and in the botanical laboratory of the Imperial Academy of Sciences in 1891. At that time, tobacco production was an important agricultural branch, and these diseases caused great damage, so that Ivanovsky’s scientific work was initiated primarily by economic interests. On the other hand, however, this paper is also important because of the principles of logic and scientific methodology, and that is why we will further analyze it in detail.

Tobacco being infected was a simple fact, but it was related to economic losses and thus constituted a serious problem that had to be resolved. Scientific work was supposed to establish a connection between the disease and its causing agent. That is why Ivanovsky proposed and examined several potential hypotheses he believed to be in the basis of this disease, thinking that by confirming at least one of the hypotheses he would resolve the problem of mosaic tobacco disease.

First, he refuted the hypotheses referring to fungi or some previously unknown smaller bacteria, and then went on to examine the hypothesis about a bacterial poison as the most probable cause of this disease. At that time, his hypothesis was rather bold having in mind the consequence it caused in the further development of science. Namely, he undermined the former generally accepted paradigm about bacteria as the smallest living disease-causing agents and paved the way for the research that in mid-1939 led to seeing the virus with the aid of the electronic microscope.⁷ It was a laborious scientific road because the greatest scientists of the time were staunch proponents of the thesis about bacteria as the smallest infectious agents.

Despite Ivanovsky’s great effort and experimental work in isolating the cause of the disease producing the poisonous excretion, (he believed it was an unknown bacterium), he failed. The hypothesis was wrong. Nevertheless, his research procedure referring to the refutation or acceptance of some hypotheses lies in the foundation of the scientific explanation of reality, showing that even “wrong hypotheses” can be useful.

⁷ The first images of the tobacco mosaic virus by the electronic microscope were made in 1939 by Gustav Kausche, Edgar Pfankuch and Helmut Ruska (see Kausche *et al.*, 1939).

In his work, Ivanovsky criticized Mayer's (Adolf Eduard Mayer) opinion in relation to mosaic tobacco disease. Namely, he believed that the disease had two stages, while Ivanovsky experimentally/ showed that those were actually two separate diseases – pox disease (*Рябуха* in Russian, *Pockenkrankheit* in German) and marble disease. For the latter, he accepted the name “mosaic disease”, agreeing about it with Mayer, who gave the disease this name within his research in 1886 in the Netherlands: “Having this in mind, I kept Mayer's name “mosaic disease” for marble disease, although I understand this name only as part of what is implied by Mayer” (Ivanovsky, 1892, p. 9). However, he did not agree with Mayer that a bacterium is the cause of mosaic tobacco disease: “On the other hand, the author's belief, as it has already been said, does not completely agree with his opinion that mosaic tobacco disease comes from a bacterial infection” (Ivanovsky, 1892, p. 19).

How *Ivanovsky* tested the hypothesis about bacteria and mosaic disease

Ivanovsky reached the conclusion that bacteria did not cause mosaic tobacco disease on the basis of the following empirical facts:

- the agent is not visible under the microscope (unlike bacteria);
- the agent passes through Chamberland's porcelain filter (while bacteria do not);
- the agent does not grow on nutrient media⁸ (while bacteria do);

From the above-mentioned we can see that Chamberland's filter had an extremely important role. Charles Chamberland made this filter in cooperation with Louis Pasteur in 1884. Its smallest pores had the size of 0.1 μm and could not filter bacteria and other cells (bacteria size is 1-10 μm or more). That is why it was believed that the liquid going through this filter was bacteriologically sterile. However, viruses are several dozen times smaller than average bacteria. The size of the influenza virus is about 0.1 μm (Terzin, 1955) and that is why viruses pass through the pores of this filter, which Ivanovsky proved experimentally. The liquid squeezed from the infected tobacco leaves, when passing through Chamberland's filter, was still infectious: “According to my experiments, the extract completely cleaned by such filtration, obtained from tobacco leaves infected by mosaic disease, will cause the disease just like the extract that has not been filtered” (Ivanovsky, 1892, p. 19).⁹

In a logical and methodologically proper manner he reached the conclusion that it was something else, but still of bacterial nature, and he named the so-called filterable pathogen

⁸ These are artificial inanimate nutrient media for isolating bacteria, used by Ivanovsky in his experiment. In that respect, he says the following: “Therefore, what remains is to isolate the microorganism that causes the disease. For that purpose, I infected with the juice of the affected plants different artificial nutrient mixtures: boiled potatoes, meat-peptone-gelatine, meat-peptone-agar, stock, tobacco decoction with 1% peptone (mildly acid and average), the same decoction with 5% gelatine and, in the end, tobacco-peptone-gelatine (i.e., the decoction of fresh tobacco leaves with 1% peptone and 10% gelatine). All these experiments, demanding plenty of time and effort, had a negative result; the microorganism is obviously unable to grow on these artificial substrates. Mayer's attempts had the same result when he tried to cultivate microorganisms by Koch's apparatus” (Ivanovsky, 1892, p. 21). On the other hand, however, it should be emphasized that viruses can be isolated through the living cell system.

⁹ The experiment results, given in the way as presented by Ivanovsky, are shown in [Table 1](#) and [Table 2](#).

a “bacterial poison” (*бактериальный яд*). In it, he also cited some insights by Émile Roux about microbes acting through their specific poisonous excretions.¹⁰ Roux believed that every infection was actually a case of poisoning: “An infectious disease is actually a case of the organism’s poisoning, while the difference is that in this case a poison is not taken from outside, but it is produced inside the organism itself by the bacteria penetrating into it” (Roux, 1891, according to: Ivanovsky, 1892, p. 16).

The hypothesis about bacterial poisons as disease-causing agents was advocated by other scientists as well. As early as 1856, Peter Ludvig Panum wrote about bacterial toxins, while in the 1868 experiment Ernst von Bergmann and Oswald Schmiedeberg managed to isolate a microbial poison which they called a sepsis sulphate. In 1892, Nikolai Gamaleia published a book in French entitled *Les Poisons Bactériens* (“Bacterial Poisons”), in which he claimed that a new science was being developed – bacterial toxicology: “From this set of facts, a new science was born, the science about microbe poisons, which at the same time connects bacteriology, biological chemistry and general physiology” (Gamaleia, 1892, p. 3).

Therefore, Ivanovsky found out that in mosaic tobacco disease there was most probably a microbial poison or some previously unknown bacterium (of smaller size), and that is why it could pass through Chamberland’s filter. That is why the next task he assigned to himself was to isolate the microbe itself. For that purpose, he conducted numerous experiments with growth on various types of nutrient media, but he failed in it.

Six years later, in 1898, Dutch scientist Martinus Willem Beijerinck also proposed a hypothesis that mosaic tobacco disease was not caused by microbes. He described the filterable pathogen as *contagium vivum fluidum* – a living liquid infectious agent.

He was the first to use the term “virus” for the agents that could be filtered and proposed the key hypothesis that “an infection, in order to reproduce, must be built into the living cell cytoplasm in whose replication is, so to say, passively involved” (Horzinek, 1997, p. 19). Ivanovsky, unfortunately, did not agree with that attitude and even thought that such a hypothesis constituted a sad chapter in the development of science.

Scientific methodology and logic: experiment and deduction

Deduction is a logic procedure in which a conclusion inevitably follows from the premises and has an important role. Searching for a scientific explanation for mosaic tobacco disease, Ivanovsky looked for a universal connection between facts of different types. How did he do it? In his refutation of the hypothesis about bacteria as direct disease-causing agents, he deductively elaborated his experiments. The hypothesis about bacteria could not pass that test. For the sake of reminding the readers, the agent he examined could not be seen under the microscope; it passed through the filter and did not reproduce on the nutrient medium. The methodology and scientific considerations were logically correct. The arguments used by Ivanovsky to refute the first theory can be presented with the aid of Aristotelian syllogisms. (A syllogism is a form of deductive concluding that consists of two

¹⁰ Roux presented these insights at the International Congress of Hygiene and Demography in London in 1891.

premises and conclusions. As a rule, it has solely three different concepts. The conclusion necessarily derives from the premises.) We will show some forms of syllogisms with the aid of which it is possible to explain how Ivanovsky proved/refuted the hypotheses about bacteria:

All bacteria can be seen under the microscope.

This agent is not visible under the optical microscope.

This agent is not a bacterium.

Nothing bigger than the pores of Chamberland's filter passes through it.

All bacteria are bigger than the pores of Chamberland's filter.

No bacteria pass through Chamberland's filter.

No bacteria pass through Chamberland's filter.

This agent passes through Chamberland's filter.

This agent is not a bacterium.

All bacteria reproduce on the nutrient medium.

This agent does not reproduce on the nutrient medium.

This agent is not a bacterium.

The same arguments may be posed through a deductive conclusion *modus tollens*, in which the negation of the consequence in the second premise also negates the established condition in the conclusion:

If the agent is a bacterium, it is seen under the microscope.

This agent is not seen under the microscope.

This agent is not a bacterium.

If the agent is a bacterium, it does not pass through Chamberland's filter.

This agent passes through Chamberland's filter.

This agent is not a bacterium.

If the agent is a bacterium, it grows on nutrient media.

This agent does not grow on nutrient media.

This agent is not a bacterium.

In all these cases, either when the first premise claims a universal judgment "All Ss are Ps" (S is the subject and P is the predicate) or poses implications ($A \rightarrow B$), the facts obtained from the experiment indicate that this agent could not be a bacterium. A solution might be found by refuting the first premise claiming that there are some smaller bacteria than the previously known bacteria, which are therefore not visible under the microscope and pass through the filter. However, the thesis about smaller bacteria is problematic because it could imply that those miniature bacteria do not act like other bacteria on the nutrient medium, which would disturb the basic rule of the living world. Therefore, Ivanovsky refutes the thesis about bacteria and accepts the coherent thesis about (inanimate) bacterial poison as an excretion that passes through the filter that cannot be seen under the microscope and does not grow on the nutrient medium. Yet, what remains on the filter and exists in the tobacco leaves juice before filtering should contain the said bacteria producing that poison, and, as we have already mentioned, Ivanovsky did not succeed in discovering (isolating) them. That is why a logical solution to the problem remained – that those were poisons without the determinant of "bacterial", i.e., viruses, which was later concluded by Beijerinck.

Chamberland's filter and the role of the mask during the SARS COV 2 pandemic

Chamberland's filter and protective masks, as a filtering protective means during the pandemic, can be compared by citing the experiments conducted by Ivanovsky. The protective measure wearing a mask (of any kind, from those of N95 type to the homemade cotton ones) and Chamberland's filter should act by the same principle and have the same function, meaning that their pores must be impermeable to infectious agents. The example of the virus causing mosaic tobacco disease served to show that the infectious agents passed through Chamberland's filter because it was smaller than the pores of this filter. This principle does not seem to refer to the masks recommended to be worn during the pandemic.

On the website of the Institute of Molecular Genetics and Genetic Engineering of the University of Belgrade, the following is said to be important for understanding the efficiency of protective masks:

- the size of the SARS CoV 2 virus is between 0.12 μm and 0.16 μm ;
- masks with the label N95 block 95% particles of the size 0.3 μm ;
- surgical masks, if worn by an infected person, reduce the probability of that person infecting other people in his/her surroundings (Institute of Molecular Genetics and Genetic Engineering [IMGGE], 2020).

The pore size on N95 masks is 0.15-0.5 μm , while the pore size on surgical masks is about 1 μm . It is impossible to determine the pore size on cotton (homemade) masks because it depends on the texture of the cloth they are made of, but it can be assumed that their size is not smaller than the pores on surgical masks.

Based on the given parameters, it is evident that the pores on all these masks, even those of N95 type, are bigger than the virus whose penetration they should block. If logical concluding, scientific methodology and the experimental example with Chamberland's filter are applied, it follows that these masks cannot block the penetration of the virus into the man's respiratory tract.

The argumentation would be as follows:

Everything that is smaller than the pores of protective masks will go through them.

All viruses are smaller than the pores of protective masks.

All viruses pass through protective masks.

The first premise in this argument is the proposition from which we start. The second premise is the factual state, while the conclusion inevitably follows from them. Therefore, the truthfulness of the conclusion depends on the validity of the implication:

If the agent is smaller than the filter pores, then it will pass through the filter.

Moreover, protective masks are also filters and they have pores of a certain size, which are of a larger diameter than that of the virus, and provided that the given implication is valid, these masks cannot be impermeable to viruses. This particularly refers to surgical and cloth masks.

In the scientific community, there is no general agreement about this matter. In that respect, difference should be made between science and profession. Profession constitutes a set of certain knowledge and skills that may be acquired on the basis of different textbooks and required literature in evening courses, at schools and the university. Professionals (bakers,

doctors or pharmacists) strive to finish a job – based on the established and verified protocols, to make or repair something, to cure someone, to make something more beautiful etc. To that end, profession depends on the prevailing scientific paradigm. On the other hand, science primarily implies researching and understanding the world, while respecting logic and special scientific methodology, with the aim of discovering new regularities in nature and society, which will be applied in certain professions. That is why answers about new, so far unknown diseases, should be searched from scientists and not professionals. In that respect, we will list several scientific papers.

In their research, Yuxin Wang et al. have obtained results that speak in favour of the use of any masks as a protective means: “By wearing a mask, even the cloth one, a healthy person’s likelihood of being infected is largely reduced in this high-risk environment” (Wang *et al.*, 2021). However, the authors also point out that there are “rather different and controversial opinions about the matter of mask wearing, which led to confusion in the public” (Wang *et al.*, 2021). Yafang Cheng et al. believe that masks are a good preventive measure, especially in combination with airing and social distancing, but they also emphasize that the efficiency of masks is still being seriously discussed by scientists (Cheng *et al.*, 2021).

In contrast, C. Raina MacIntyre et al. have reached a conclusion that masks are not an efficient protective means. “The rate of virus isolation in the control group that did not wear a mask in the first Chinese randomized clinical study was 3.1%, which does not significantly differ from the rate of virus isolation in groups wearing medical masks in any of the three research studies” (see MacIntyre *et al.*, 2015, p. 6). As for cloth masks, they even proved to be harmful in the same study: “Cloth masks led to substantially higher infection rates than the medical masks, and they also had a worse performance than the control group” (see MacIntyre *et al.*, 2015, p. 1). The control group did not have to wear any masks, but behaved in an ordinary way.

In their research, Ignazio Maria Viola et al. emphasize that surgical and cloth masks, as well as face shields, cause the formation of strong jets, due to which virus-filled particles may be dispersed several metres away. That is why the false feeling of safety should be avoided that often appears in persons using these protective means (Viola *et al.*, 2021).

David Carrington from the University of London, in his statement for BBC, says that surgical masks are not efficient protection against air-borne viruses and bacteria because they are mostly not strong enough, they have no air filters, while leaving the eyes exposed to the action of the virus (see BBC NEWS in Serbian, 2020).

INSTEAD OF A CONCLUSION

Symbolism of mask wearing

The answer to the question why, despite controversies and disagreement of the scientific community, it was insisted to that degree on mask wearing, can be found in psychological factors. Namely, in the “instruction for the use of protective cotton masks, medical and filtering masks”, published by the Institute of Public Health of Serbia “Dr Milan Jovanović Batut”,¹¹ there is a particularly outstanding role of cotton masks – “a mask raises awareness

¹¹ See Table 3.

of the need for physical distancing of minimum two metres” (Institute of Public Health of Serbia “Dr Milan Jovanović Batut”, 2020, [Table 1](#)). Such effect on the people’s consciousness could be interpreted as a psychological and paternalistic moment that, as a rule, should not be included in a medical (scientifically based) instruction. Kant was also one of those who wrote against psychologisms in science: “If we took principles from psychology, i.e., from the observance about our sense, then we would see only how an opinion develops and what it is like with all kinds of subjective obstacles and conditions; therefore, it would lead to findings of only random laws” (Kant, 2012, pp. 10-11).

Nevertheless, the degree of importance of such psychological factor was shown several decades ago in the film *Variola vera* directed by Goran Marković. When a doctor in the hospital with the quarantine regime asked the other doctor who had been “sent from the Headquarters” why he was wearing a protective suit when he did not need it, he answered that he did it for psychological reasons.¹²

The importance of the psychological moment is also spoken about by Klaus Schwab and Thierry Malleret in their book *The great Reset*. They remind that the very word “quarantine”, dating back to the Middle Ages and deriving from the word *quaranta* (40 in Italian), since the isolation of the infected usually lasted 40 days. However, as these authors stress: “The 40-day period did not have a medical foundation; it was chosen because of symbolic and religious reasons. Both the Old and the New Testament often refer to number 40 in the context of purification” (Malleret & Schwab, 2020, p. 9).

Therefore, it seems that mask wearing and seeing other people with masks have a particularly great psychological and symbolic function, contained in the fact that it should always be visible that the “invisible enemy” is somewhere out there, i.e., that the invisible should become visible in a specific manner. That is why one of the main roles of mask wearing is to mark every person as a potentially dangerous infection carrier from whom we should keep social distance. In sociological terms, such distance is an abstract concept, but, according to U. Šuvaković, “there, the subject always implies social relationships” (Šuvaković, 2020, p. 451). Whether masks have an adequate role in the protection against viruses is an important question, but what is even more important is that they have an efficient psychological and sociological function. That is why all masks were “welcome”, even the cotton ones that are not a medical product, have not been tested and had no certificate about protection against infectious agents (see [Table 3](#)).

The history of science, as well as current events, tell us that Russell was right when he said that even when all experts agree about something, they could very easily be wrong (Russell, 2004, p. 2).

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Aristotle (1970). *The Organon*. Beograd: Kultura [In Serbian]
BBC NEWS in Serbian (2020). *Corona virus: Can surgical masks protect you from disease or pollution*. Available at: <https://www.bbc.com/serbian/lat/svet-51220274> [In Serbian]

¹² Goran Marković, film *Variola vera*, 1982.

- Beijerinck, M. W. (1898). Concerning a contagium vivum fluidum as cause of the spot disease of tobacco leaves. *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen*. 5, 3–21 [In German]
- Cavaillon, J. M. (2022). From Bacterial Poisons to Toxins: The Early Works of Pasteurians. *Toxins* 14, No. 11: 759. Available at: <https://doi.org/10.3390/toxins14110759>
- Chamberland, C. (1884). *On a filter giving physiologically pure water*. Paris: *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* [In French]
- Chang, T. J. *et al.* (2020). Genomic analysis and comparative multiple sequences of SARS-CoV2. *Journal of the Chinese Medical Association*: 83(6), 537–543. Available at: <https://doi.org/10.1097/JCMA.0000000000000335>
- Cheng, Y. *et al.* (2021). Face masks effectively limit the probability of SARS-CoV-2 transmission. *Science* 372, 1439–1443. DOI: [10.1126/science.abg6296](https://doi.org/10.1126/science.abg6296)
- Cohen, M., Nagel, E. (2006). *An introduction to logic and the scientific method*. Beograd: Jasen [In Serbian]
- Divković, M. (1988). *Latin-Croatian dictionary for schools*. Zagreb: Naprijed [In Serbian]
- Gamaleia, N. (1892). *Bacterial Poisons*. Paris: Rueff et Cie, J., Ed. [In French]
- Horzinek, M. C. (1997). The birth of virology. *Antonie Van Leeuwenhoek* 71, 15–20. Available at: <https://doi.org/10.1023/A:1000197505492>
- Ivanovsky, D. I. (1892). About two tobacco diseases. *Agriculture and forestry*, No. 3, 1892. [In Russian]
- Institute of Public Health of Serbia “Dr Milan Jovanović Batut” (2020). *Instructions for using protective cotton face masks, medical and filtering masks*. Available at: <http://www.ncrc.ac.rs/wp-content/uploads/2020/08/Zastitne-maske-Batut.pdf> [In Serbian]
- Institute of Molecular Genetics and Genetic Engineering of the University of Belgrade, (2020). *The science about the SARS-CoV2 coronavirus*. Available at: <https://imgg.bg.ac.rs/lat/aktuelno/nauka-o-sars-cov2-koronavirusu> [In Serbian]
- Kant, I. (2012). *Logic*, Beograd: Neven [In Serbian]
- Kant, I. (1998). *Critique of Pure Reason*. Hamburg: Felix meiner [In German]
- Kausche, G. A. *et al.* (1939). Die Sichtbarmachung von pflanzlichem Virus im Übermikroskop. *Naturwissenschaften* 27, 292–299. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF01493353> [In German]
- Kuhn, T. (1974). *The Structure of scientific Revolutions*. Beograd: Nolit [In Serbian]
- Lechevalier, H. (1972). Dmitri Josifovich Ivanovsky. *Bacteriological Reviews*, Vol. 36, No. 2, June, 135–145. Available at: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/br.36.2.135-145.1972>
- Lecoq, H. (2001). Discovery of the first virus, tobacco mosaic virus: 1892 ou 1898? *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences – Series III – Sciences de la Vie*, Vol. 324, Issue 10, 929–933. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0764-4469\(01\)01368-3](https://doi.org/10.1016/S0764-4469(01)01368-3) [In French]
- MacIntyre, C. *et al.* (2015). A cluster-randomised trial of cloth masks compared with medical masks in healthcare workers. *BMJ open*, 5(4), e006577. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006577>
- Malleret, T., Schwab K. (2020). *COVID-19: The Great Reset*. Geneva: Forum publishing. Available at: <http://reparti.free.fr/schwab2020.pdf>
- Marković, Lj. *et al.* (1995). *General virology*. Beograd: Faculty of Medicine [In Serbian]
- Marković, M. (2020). *Logic*, 18th edition. Beograd: Zavod za udžbenike [In Serbian]
- Novaković, S. (1984). *Hypotheses and knowledge*. Beograd: Nolit [In Serbian]

- Pasteur, L. (1880). Relations of smallpox and vaccinia. Chicken cholera. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 9, 527–531 [In French]
- Popper, K. (1962). *Conjectures and Refutations, the Growth of Scientific Knowledge*. New York: Basic Books
- Roux, E. (1891). Immunity - Acquired Immunity and Natural Immunity. Speech delivered at the Congress of Hygiene and Demography in London, August 12 session, 1891 (Bacteriology section), Paris: Ann. Inst. Pasteur, 5, 517–533 [In French]
- Russell, B. (2004). *Sceptical Essays*. New York: Routledge
- Šuvaković, U. V. (2020). On the methodological issue of non-critical overtaking of concepts as illustrated by the use of the concept of “social distancing” during the COVID-19 pandemic. *Sociološki pregled*, 54(3), 445–470. DOI: [10.5937/socpreg54-27896](https://doi.org/10.5937/socpreg54-27896)
- Terzin, A. (1955). *Basics of medical virology*. Beograd: Medicinska knjiga [In Serbian]
- Viola, I. M. *et al.* (2021). Face Coverings, Aerosol Dispersion and Mitigation of Virus Transmission Risk. *IEEE open journal of engineering in medicine and biology*, 2, 26–35. <https://doi.org/10.1109/OJEMB.2021.3053215>
- Wang, Y. *et al.* (2021), How effective is a mask in preventing COVID-19 infection? *Medical Devices & Sensors*, 4: e10163. <https://doi.org/10.1002/mds3.10163>

APPENDIX / ПРИЛОГ

Табела 1. (*Ivanovsky, 1892, str. 20*)
/ Table 1. (*Ivanovsky, 1892, p. 20*)

I. Заражено / Infected by:		
	Филтрираним соком / Filtered juice	Нефилтрираним соком / Unfiltered juice
No. 1	+	+
No. 2	+	+
No. 3	+	+
No. 4	+	+
No. 5	+	+

← НАЗАД

← BACK

Табела 2. (Ivanovsky, 1892, str. 21) /
Table 2. (Ivanovsky, 1892, p. 20)

II. Заражено / Infected by:		
	Филтрираним соком / Filtered juice	Нефилтрираним соком / Unfiltered juice
No. 1	+	+
No. 2	+	+
No. 3	+	+
No. 4	+	+
No. 5	+	+
No. 6	+	+
No. 7	+	+

← НАЗАД

← BACK

Табела 3. Врста маски, њихова својства и намена (Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, 2020, Табела 1). Упутство за коришћење заштитних памучних маски за лице, медицинских и филтрирајућих маски / Table 3. Types of masks, their properties and purpose (Institute for Public Health of Serbia “Dr Milan Jovanović Batut”, 2020, Table 1). *Instructions for using protective cotton face masks, medical and filtering masks*

Врста маски / Type of mask	Памучна маска за лице / Cotton face mask	Медицинска маска / Medical mask	Филтрирајућа маска за лице / Filtering face mask
Опис / Description	маска домаће и кућне израде; помоћна маска за лице / home-made mask, additional face mask	хируршка маска / surgical mask	FFP2/FFP3 маске или N95/N99 и N100 / FFP2/FFP3 masks or N95/N99 and N100
Намена / Purpose	лична заштита становништва на јавним местима / personal protection of population in public places	заштита других / protection of others	заштита на раду у здравственим установима (ЛЗО) / protection at work in healthcare institutions (personal protective equipment)
Медицински производ односно део личне заштитне опреме (ЛЗО) / Medical product or part of personal protective equipment	не / no	да / yes	да / yes

← НАЗАД

← BACK

Врста маске / Type of mask	Памучна маска за лице / Cotton face mask	Медицинска маска / Medical mask	Филтрирајућа маска за лице / Filtering face mask
Тестиран са сертификатом/ лиценцом / tested, with a certificate/ licence	не/но	да, европски стандард EN 14683:2019-6 сертификат CE1 / yes, European standard EN 14683:2019-6 certificate CE1	да, европски стандард EN 149:2001-10 сертификат CE1/ yes, European standard EN 149:2001-10 certificate CE1
Заштитна улога / protective role	<ul style="list-style-type: none"> • ношењем се може успорити пренос капљица из респираторног тракта током говорења, кашљања, кијања / wearing this mask can slow down the transfer of droplets from the respiratory tract when speaking, coughing, sneezing • маска подиже свест о потреби за физичким дистанцирањем од најмање два метра / the mask raises awareness of the need for physical distance of minimum two metres • маска се мења када се овлажи / the mask is replaced when it becomes wet 	<ul style="list-style-type: none"> • заштита других од капљица из респираторног тракта које ослобађа особа која носи маску / protection of others from droplets from the respiratory tract that are released by the person wearing the mask • маска се мења на два сата, а уколико се овлажи и чешће / the mask is replaced every two hours and even more often in case it becomes wet 	<ul style="list-style-type: none"> • заштита особе која носи маску од аеросола у здравственим установама / protection of the person wearing a mask from aerosols in healthcare institutions • маска се мења на 4 сата – 6 сати / the mask is replaced every 4 to 6 hours