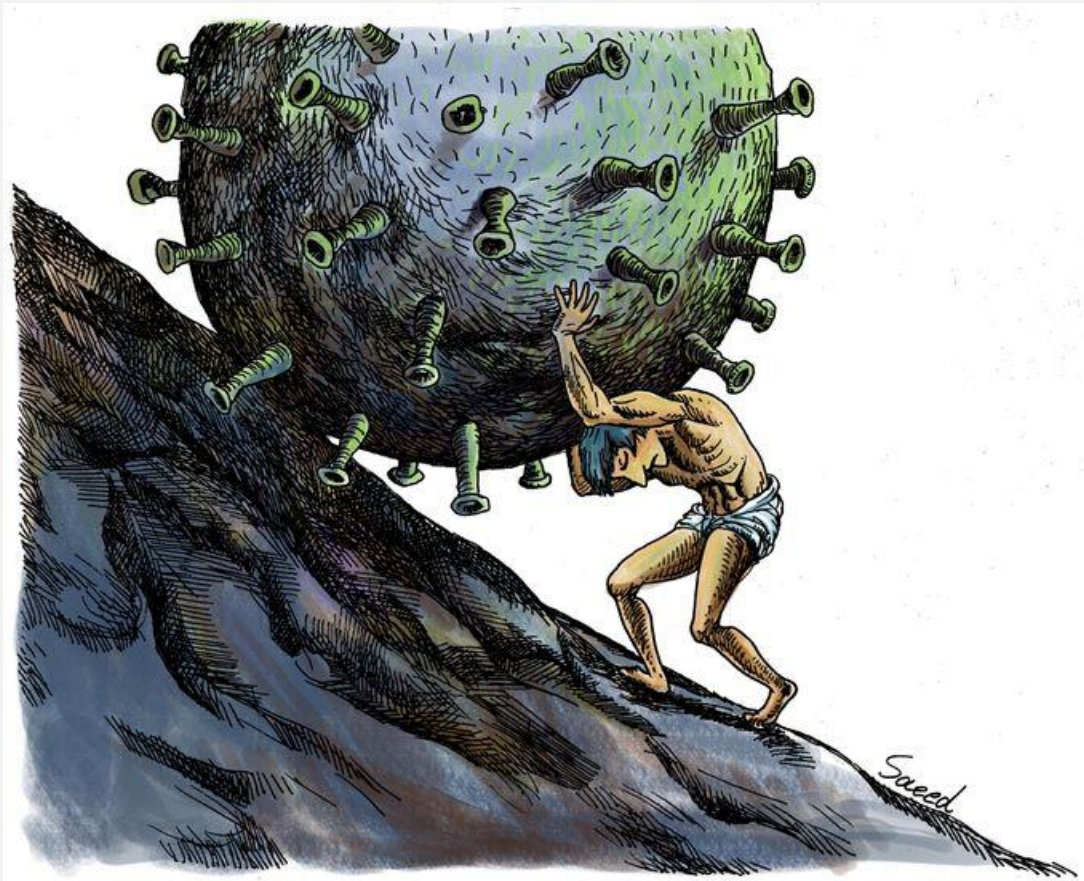


ახალი კორონავირუსი - მეცნიერება და პოლიტიკური რისკები



©Saeed Sadeghi

თბილისი 2020

მეცნიერება და პოლიტიკური რისკები¹

კორონავირუსის პანდემია არა მხოლოდ ტრაგიკული ისტორიებით, უპრეცედენტო ეკონომიკური შეზღუდვებით და ადამიანების უფლებების მასობრივი დარღვევით შევა ისტორიაში, არამედ, ასევე, მეცნიერთა გარკვეული ნაწილის უკიდურესად საეჭვო დასკვნებით და მათი დასკვნების პრესაში არაკრიტიკული აღქმით. უამრავი მაგალითი არსებობს, თუ როგორ ხდებოდა და ხდება სტატისტიკით და ელემენტარულ მეცნიერული კომპონენტის არმქონე ტექსტებით, საზოგადოებრივი აზრის მანიპულირება. ჩვენ ორ, ყველაზე გავრცელებული ტიპის შეცდომაზე გავამახვილებთ ყურადღებას.

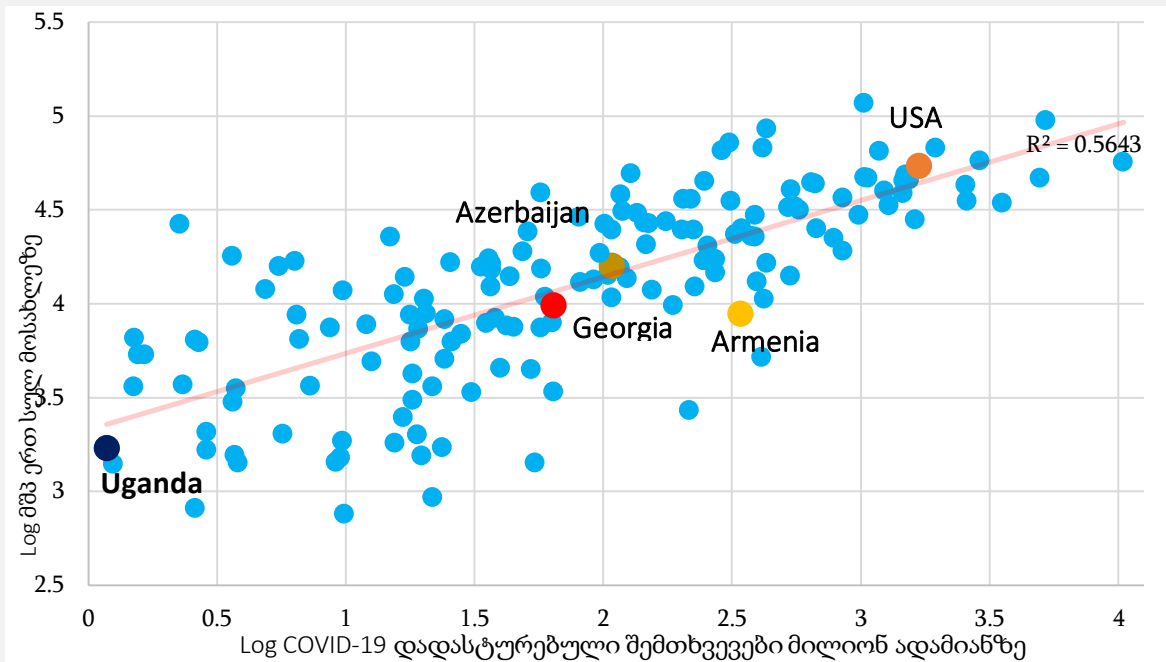
ხშირად მასმედიაში იმ სტატისტიკას, რომელიც იდენტიფიცირებული დაავადებული ადამიანების რაოდენობას ასახავს, წარმოადგენენ, როგორც ვირუსის გავრცელების ინდიკატორად. უკვე ბევრი კვლევა დაგროვდა, რომელიც მიუთითებს, რომ შემთხვევების უდიდეს ნაწილში ვირუსს ორგანიზმი უსიმპტომოდ უმკლავდება [9]². ისლანდიის შემთხვევაში [16], მასობრივი ტესტირების შემდეგ გამოვლინდა, რომ 50%-მდე ადამიანმა ისე გადაიტანა ვირუსი, რომ არც კი მიმართა ექიმს, ხოლო ცალკეული კვლევების თანახმად, ეს მაჩვენებელი 78%-მდე შეიძლება აღიოდეს [6]. Imperial College London-ის მკვლევარების სტატიის თანახმად კი, ინფიცირებული ადამიანების რაოდენობა, რომლებიც არ მოხვდა სტატისტიკაში, მხოლოდ ევროპის 11 ქვეყანაში, 7-43 მლნ ადამიანს შეიძლება უდრიდეს [15]. ამიტომ ის რაც პრესაში ხშირად წარმოდგენილია როგორც ინფიცირების შემთხვევების სტატისტიკა, სინამდვილეში ჩატარებული ტესტების სტატისტიკაა, რაც თავის მხრივ, რეალურად, შეიძლება არანაირ კავშირში იყოს იმასთან, თუ როგორ არის გავრცელებული ვირუსი კონკრეტულ ქვეყანაში. მაგალითად, შვედეთსა და იაპონიაში შედარებით ნაკლებ ტესტებს ატარებენ (ერთ სულ მოსახლეზე), ხოლო სამხრეთ კორეაში და აშშ-ში უფრო აქტიური ტესტირება ხორციელდება. გარდა ამისა, შედარებით ღარიბ ან ნაკლებად ეფექტიანი მთავრობის მქონე ქვეყნებში,

¹წინამდებარე პუბლიკაცია წარმოადგენს Gnomon Wise-ის პოლიტიკის დოკუმენტის „ახალი კორონავირუსი: ეკონომიკა, სამართალი და პოლიტიკა“ ერთ-ერთ ქვეთავს. დოკუმენტი სრულად იხილეთ: <http://gnomonwise.ug.edu.ge/public/storage/publications/April2020/M4fNQY001LHb4MBbwoaG.pdf>

² საინტერესოა, რომ ჯერ კიდევ თებერვლის დასაწყისში ასიმპტომური პაციენტების მაღალი წილი, დიდი ალბათობით, დადასტურებული იყო [13], თუმცა WHO კიდევ დიდი ხანი ამტკიცებდა, რომ მათი წილი რამდენიმე პროცენტს არ აღემატებოდა. შედეგად, პროტოკოლები და გაიდლაინები, რომლის მიხედვითაც ცალკეული მთავრობები დიაგნოსტიკებისა და მკურნალობის სტრატეგიას ქმნიდნენ, არასწორი აღმოჩნდა.

შესაძლებლობების შეზღუდულობიდან გამომდინარე, ტესტირება აქტიურად არ ტარდება. (იხ. გრაფიკი 9).

გრაფიკი 9: COVID-19-ის გამოვლენილი შემთხვევები და მშპ ერთ სულ მოსახლეზე



წყარო: [Our World in Data](#)

შესაბამისად, ვირუსის დადასტურებული შემთხვევები, ფაქტობრივად, არაფერს მიუთითებს ვირუსზე, თუმცა, გარკვეულწილად, კონკრეტული მთავრობის მიერ ვირუსთან ბრძოლის შერჩეულ სტრატეგიაზე მეტყველებს. მეტიც, მხოლოდ იდენტიფიცირებულ შემთხვევებზე კონცენტრაცია სიკვდილიანობის მაჩვენებლის ხელოვნურ ზრდას იწვევს. თუმცა ინფიცირების ყველა შემთხვევას თუ გავითვალისწინებთ, კორონავირუსით სიკვდილიანობა რადიკალურად მცირდება. მაგალითად, გერმანიის ერთ-ერთ ქალაქში, სადაც მაღალი სიკვდილიანობა იყო დაფიქსირებული, შემთხვევითი შერჩევით გადაამოწმეს ქალაქის მაცხოვრებლები [3]. სტატისტიკური შეფასების გათვალისწინებით კი გამოვიდა, რომ სიკვდილიანობის მაჩვენებელი 0.37% იყო, რაც სეზონურ გრიპზე მეტია, მაგრამ არა 10-ჯერ და 20-ჯერ, როგორც პანდემიის

დასაწყისში მიიჩნეოდა [14], არამედ 2-ჯერ.³ თუ აღრიცხვის პრობლემებსაც გავითვალისწინებთ (რის გამოც ხშირად კორონავირუსით გამოწვეულ სიკვდილების რიცხვში ის შემთხვევებიც ემატება, რომლებიც სხვა მიზეზებით იყო გამოწვეული [1]) და შესაძლო სხვა, ლოკალურად არსებულ რისკებს [11], პანდემია კარგავს მის „საგანგებო“ ელფერს.

მანიპულაციის კიდევ უფრო დიდი წყარო ეპიდემიის პროგნოზები გახდა, რომლებიც უკვე ცნობილ გრაფიკებად გავრცელდა. სადაც ექსპონენციალური ფუნქცია ჰოსპიტლების რესურს სწრაფად ცლებოდა. ხელშესახები და მნიშვნელოვანი სარგებელი ამ გრაფიკებს არ მოჰყოლია და ამავდროულად, შეცდომაში შეყავდა პოლიტიკოსები, ჟურნალისტები და ფართო საზოგადოება. აღნიშნული გრაფიკებით ყველაზე მარტივი მანიპულაციის მეთოდია როცა მონაცემების გარეშე მტკიცდება, რომ ვირუსის გავრცელება იმ სისწრაფით მოხდება, რომ ჰოსპიტლების რესურსი ვერ გაუმკლავდება პაციენტების რაოდენობას ე.წ. „პიკის“ პირობებში. ასეთ გრაფიკში, არაკრიტიკულად და უპირობოდ მიღებულია ის დაშვება, რომ ჰოსპიტლების რესურსი ცნობილია და ამავდროულად, ნაკლებია, ვიდრე საჭიროება, ხოლო სოციალური დისტანცირებისა და მთავრობის შეზღუდვების ეფექტი პროგნოზირებადი და ამავდროულად, ცალსახად საკმარისია (იხ. გრაფიკი 10). იქიდან გამომდინარე, რომ ყველა ეს პარამეტრი შეიძლება განსხვავდებოდეს, ასეთი ილუსტრაცია მნიშვნელოვანი დისკუსიისთვის არ გამოდგება.

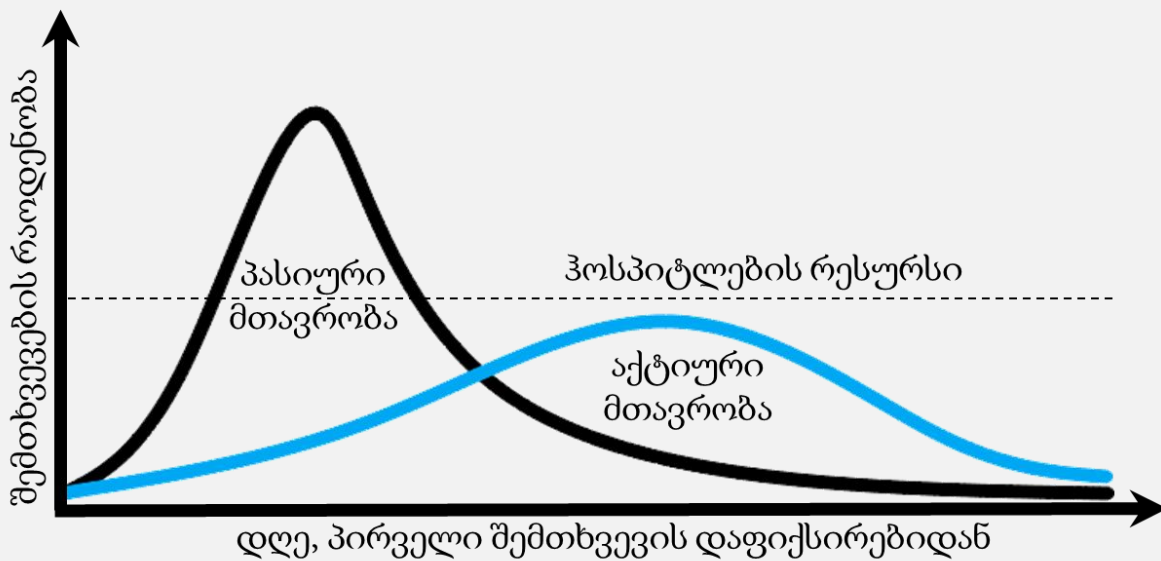
ამ გრაფიკებით უფრო დახვეწილი მანიპულაციის მეთოდია, როცა „ექსპონენტას“ და „პლატოს“ გარკვეულ ქვეყანაზე მორგებული მაჩვენებლები აღწერენ. თუმცა, როგორც წესი, ასეთი ციფრები საერთოდ არ მოიცავენ ქვეყნის სპეციფიკას და არსებული სტანდარტული ეპიდემიის პროგნოზის პროგრამების მიერ (რომლებიც დიდწილად თავისუფლად ხელმისაწვდომია ინტერნეტში),⁴ გენერირებულ მაჩვენებლებს იყენებენ [2], მაგრამ, მაგალითად, შვედეთსა და იტალიაში, საქართველოსა და იაპონიაში, სრულიად განსხვავებული კულტურული ნორმებია, რომლებიც სოციალურ დისტანციაზე და მშობლებთან ურთიერთობაზე ახდენენ გავლენას [7]. კრიტიკულად მნიშვნელოვანია მოსახლეობის სიმჭიდროვეც, რადგან დიდ ქალაქებში ვირუსი უფრო სწრაფად ვრცელდება, ვიდრე სოფლებში. გარდა ამისა, ასეთი

³ ოქსფორდის The Centre for Evidence-Based Medicine 12 აპრილის პროგნოზით, სიკვდილიანობა ამ მომენტისთვის 0.36%-ია, თუმცა მკვლევარები ვარაუდობენ, რომ ეს მაქსიმალური მაჩვენებელია და ინფორმაციის დაგროვების შემდეგ, სიკვდილიანობის მაჩვენებელი, შესაძლოა, რამდენჯერმე შემცირდეს [8]

⁴ ერთ-ერთი ასეთი მოდელი შემდეგ ვებ-გვერდზეა ხელმისაწვდომია: <http://covidsim.eu/>

მოდელები დიდწილად სეზონური გრიპის პროგნოზებზეა მორგებული და რადგან გრიპის ვირუსი კარგად შესწავლილია და მრავალწლიანი დაკვირვებებიც არსებობს, მისი გავრცელების პროგნოზირებაც შედარებით მარტივია. ახალი კორონავირუსი კი განსხვავებული სისწრაფით და გზებით ვრცელდება, არც საკმარისი და სანდო სტატისტიკაა დაგროვებული, ამიტომ სტანდარტული უნიფიცირებული მოდელი რეალური პრობლემების ანალიზის დროს უვარგისია.

გრაფიკი 10: „ექსპონენტა“ და „პლატო“



აღსანიშნავია, რომ ცალკეული მეცნიერები და ინსტიტუტები, უკეთესი პროგნოზის მისაღებად, თავიანთ მოდელებს ქმნიან. ეს მარტივი ამოცანა არაა, ამიტომ მოდელები არც სწრაფად ჩნდება და არც უშეცდომოდ მუშაობენ [5]. ისიც აღსანიშნავია, რომ რაც უფრო საშიშ პროგნოზს იძლეოდა მოდელი, მით უფრო პოპულარული ხდებოდა ის მასმედიაში. ერთი ასეთი პროგნოზი, რომელიც ცნობილი ეპიდემიოლოგის ნ. ფერგუსონის მიერ იყო მომზადებული და რომელიც დიდ ბრიტანეთში 500 ათასი, ხოლო აშშ 2.2 მლნ დამატებით სიკვდილს პროგნოზირებდა, მსოფლიო მასშტაბით გავრცელდა. თუმცა სულ რაღაც ერთ დღეში, ფერგუსონმა აღიარა, რომ შეცდომა ჰქონდა დაშვებული და მისი ახალი პროგნოზით, სავარაუდოდ, ვირუსის გამო დამატებითი სიკვდილიანობა დიდ ბრიტანეთში 20 ათასს არ გადააჭარბებს [4]. ეს მეორე ინფორმაცია არ იყო სენსაციური და საწყისი პროგნოზის გავრცელების მასშტაბი არ ჰქონია.

აღნიშნული მოდელების ყველაზე დიდი ნაკლი კი იმაში მდგომარეობს, რომ მათი ავტორები ზედაპირულად ან საერთო არ აფასებდნენ ჰოსპიტლების რესურსებს. თავისთავად ჭეშმარიტებად იყო მიჩნეული, რომ ჰოსპიტლების რესურსი ძალიან მალე ამოიწურებოდა, თუმცა გასაგებია, რომ ეს მაჩვენებელიც ასევე რადიკალურად განსხვავდება ქვეყნებს შორის. მაგალითად, აშშ-ში კრიტიკული განყოფილების საწოლების (critical care beds) რაოდენობა 100 ათასს ადამიანზე 34.7 უდრის, გერმანიაში - 29.2, იაპონიაში - 7.3, ხოლო მაგალითად ინდოეთში - 2.3 [12]. გასაგებია, რომ ამ ქვეყნებისთვის სათანადო გრაფიკები პრინციპულად განსხვავებული უნდა იყოს. გარდა ამისა, არც ადამიანური რესურსი არ არის კონსტანტა. ჰოსპიტლების რესურსი იცვლება იმისდა მიხედვით, თუ რა ინტენსიურობით და რამდენი ხანი შეძლებენ ექიმები და ექთნები მეტი დატვირთვით მუშაობას. ეს ფაქტორი მოკლევადიან პერსპექტივაში ჰოსპიტლების რესურსს ზრდის, თუმცა გრძელვადიან პერიოდში, პირიქით, ნორმალურ სიტუაციასთან შედარებით - ამცირებს. ამიტომ ამ გადმოსახედიდან, ინფიცირების შედარებით სწრაფი ზრდა შეიძლება უფრო მარტივად იყოს გადალახული, ვიდრე დროში გაწელილი ინფიცირების საშუალო ტემპები. ამავდროულად, თუ ამ მონაცემებს მედიცინური პერსონალის დაინფიცირების პროგნოზსაც დავამატებთ, შესაძლოა მთელი სურათი შეიცვალოს.

გასათვალისწინებელია განზრახ ფალსიფიცირების შემთხვევებიც. მაგალითად, ერთი ასეთი მოდელი, პროგნოზირებდა, რომ აშშ-ში ოქტომბრისთვის, მთავრობის პასიურობის პირობებში, 128 მლნ ინფიცირებული ადამიანი იქნებოდა, ხოლო მკაცრი იზოლაციის ზომების მიღების შემთხვევაში, მხოლოდ - 14 მლნ. თუმცა ორი მათემატიკოსი დაინტერესდა, თუ რა მოხდება ამავე მოდელების თანახმად ოქტომბრის შემდეგ და აღმოაჩინეს, რომ მკაცრი ზომების მიღების შემთხვევაში ინფიცირებულთა ჯამური რაოდენობა 194 მლნ იყო, ანუ კიდევ უფრო მეტი, ვიდრე მთავრობის პასიურობის პირობებში [10]. დიდი ალბათობით, ეს მეორე პიკი, რომელიც ზუსტად ოქტომბრის შემდეგ იწყებოდა, იმდენად არ იყო ავტორების მიზნებთან თანხვედრაში, რომ მათ მოდელის პროგნოზი მხოლოდ ოქტომბრამდე გამოაქვეყნეს.

ეს ყველაფერი, ბუნებრივია, არ ნიშნავს იმას, რომ ეპიდემიის მოდელირება არ არის საჭირო ან/და მეცნიერები თაღლითები არიან. პრობლემა საბოლოო ჯამში არა მეცნიერებაში, არამედ იმაშია, თუ როგორ აღვიქვამთ ჩვენ მეცნიერებას. ნებისმიერი დარგი, იქნება ეს ფიზიკა, ეკონომიკა თუ ბიოლოგია, არ არის ჭეშმარიტების კრებული, სადაც ყველა კითხვაზე არსებობს ერთი სწორი პასუხი. პირიქით, თანამედროვე მეცნიერება მრავალფეროვანია. იქ განსხვავებული მიმართულებები, სკოლები და კონცეფციები პერმანენტულად ეჯიბრებიან ერთმანეთს და ერთი

და იმავე პრობლემის გადაჭრის განსხვავებულ მეთოდებს ქმნიან. რაც დღეს რომელიმე მეცნიერების ძირითად მიმართულებად (ე.წ. mainstream) ითვლება, ხვალ შეიძლება მარგინალურ თეორიად იქცეს, ხოლო დღეს მარგინალურმა მიდგომამ მომავალში პოპულარობა მოიპოვოს აკადემიურ სფეროში. ისიც გასათვალისწინებელია, რომ მრავალი სახელმწიფო რეგულაციებისა და უნივერსიტეტების განსხვავებულ რეიტინგებში ფორმალური ნიშნით კონკურენციის შედეგად, სტატიების და კვლევების დიდი უმრავლესობა იწერება არა იმიტომ, რომ მეცნიერებაში ახალი სიტყვა იყოს ნათქვამი, არამედ ვიწრო კარიერული მიზნის მისაღწევად. შედეგად, ყოველდღიურად ათასობით სტატია და კვლევა იწერება, რომელთა შორის ორიენტირება არც ისე მარტივია და სათანადო უნარებს ითხოვს. მით უმეტეს, როცა საქმე ეხება ისეთ ახალ პრობლემას, როგორც არის კორონავირუსი. წინამდებარე კვლევის ფარგლებშიც კი, ჩვენ იძულებული ვიყავით ბევრ შემთხვევაში გაზეთების და ჟურნალების მონაცემები გამოგვეყენებინა, რადგან ვთვლით, რომ ეს უფრო სანდო წყაროა, ვიდრე მთავრობების უმრავლესობის ოფიციალური მონაცემები და კომენტარები, თუმცა მაინც მნიშვნელოვნად უარესი ხარისხის, ვიდრე მეცნიერული კვლევები.⁵

⁵ საინტერესოა, რომ ხშირად მედიაში მეცნიერული სტატიების და პრეპრინტების ერთმანეთს შორის გარჩევა არ ხდება. სტატია ცნობილ მეცნიერულ ჟურნალში - ეს არის ნაშრომი, რომელშიც აღწერილი იდეები, მინიმუმ ორი კომპეტენტური სპეციალისტის მიერ იყო გადამოწმებული, რომლის მონაცემები, როგორც წესი, ხელმისაწვდომია დამოუკიდებელი გადამოწმებისთვის, ხოლო მისი ავტორების ვინაობა და რეპუტაცია ჟურნალის რედაქციის მიერ დადასტურებულია. პრეპრინტი კი ტექსტია, რომელიც არანაირ წინასწარ შემოწმებას არ გადის, და ნებისმიერ ადამიანს შეუძლია პრეპრინტების არქივში (SSRN სოციალური მეცნიერებაში, Medarchive მედიცინაში, Arxiv.org მათემატიკა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში) რაიმე შეზღუდვების გარეშე განათავსოს. ამიტომ არქივზე, შეიძლება მომავალი ნობელის პრემიის ლაურეატის სტატია ან სრულიად თაღლითური და არაპროფესიონალური ტექსტი აღმოვაჩინოთ. ამდენად, არქივზე განთავსებული სტატიების გამოყენება, როგორი დამაჯერებელიც არ უნდა იყოს ავტორების რეგალიები, მაქსიმალური სიფრთხილით უნდა ხდებოდეს.

ამდენად, ინფორმაციული დეფიციტის, მაღალი ხარისხის მეცნიერული კვლევების ნაკლებობის და მრავალი შეცდომებისა და მონაცემებით მანიპულაციის პირობებში, პრობლემის კორექტული იდენტიფიკაცია და სიტუაციის პროგნოზირება ძალზედ გართულებულია. ამიტომ, როგორც არასდროს, მნიშვნელოვანი ხდება ღია დისკუსიები განსხვავებული აზრის შესაფასებლად და ურთიერთ კრიტიკის მიზნით. ხოლო, გადაწყვეტილებები ასეთ გარემოში, როგორც არასდროს ფრთხილი და კარგად გააზრებული უნდა იყოს. ჩვენი ქვევა რაც უფრო მეტად დაეყრდნობა ემოციებს და მანიპულაციებს, მით უფრო დიდია რისკი, რომ პრობლემის გადაჭრის საფასური უფრო ძვირი იქნება, ვიდრე უშუალოდ ამ პრობლემით მიყენებული ზარალი.

ავტორი: ალექსანდრე რაქვიაშვილი

Gnomon Wise-ის უფროსი მკვლევარი, საქართველოს უნივერსიტეტის პროფესორი

ბიბლიოგრაფია

1. ალექსანდრე რაქვიაშვილი “ახალ კორონავირუსთან ბრძოლის სტრატეგია”, Gnomon Wise, 2020-03-24, <http://gnomonwise.ug.edu.ge/public/storage/publications-/March2020/vC7JeAlbc9OxQPGdayhS.pdf>
2. „COVID-19 ეპიდემია საქართველოში პროგნოზი და პოლიტიკის მეთავაზებები“, საერთაშორისო ფონდი კურაციო, 2020, <http://curatiofoundation.org/ge/covid-19-epidemic-georgia-projections-policy-options/>
3. „Lockerung von Einschränkungen wegen Corona möglich“, Frankfurter Allgemeine Zeitung, 09.04.2020, <https://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/gesundheit/coronavirus/corona-in-heinsberg-virologe-streeck-sieht-moegliche-lockerung-16718884.html?fbclid=IwAR2uo5WfKZaj3dxAtOpZgvani5BF-zO7HIXNue3APa-qYpG4-XdwJilZ6oHc>
4. Amanda Prestigiacomo, “Epidemiologist Behind Highly-Cited Coronavirus Model Drastically Downgrades Projection”, Daily Wire, March 26th, 2020, https://www.dailywire.com/news/epid-emiologist-behind-highly-cited-corona-virus-model-adm-its-he-was-wrong-dras-tically-revises-model?utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=benshapiro
5. Andrew C. Mccarthy “COVID-19 Projection Models Are Proving to Be Unreliable”, National Review, April 9, 2020, <https://www.nationalreview.com/corner/coronavirus-pandemic-projection-models-proving-unreliable/?fbclid=IwAR3DododFwSGGomys9-hAc9JaN6M4nJI4yQVrvOc2-iB3jMgNAHbbxd-8T6Y0>
6. Day, Michael. “Covid-19: identifying and isolating asymptomatic people helped eliminate virus in Italian village”, BMJ 2020, 368:m1165, doi: 10.1136/bmj.m1165
7. Eurostat „Young people - social inclusion“, 14/12/2018, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Young_people_-_social_inclusion#Living_with_parents
8. Jason Oke, Carl Heneghan, “Global Covid-19 Case Fatality Rates”, The Centre for Evidence-Based Medicine, 15th April 2020, <https://www.cebm.net/covid-19/global-covid-19-case-fatality-rates/>
9. John Lee, “How deadly is the coronavirus? It’s still far from clear“, Spectator, 28 March 2020, <https://www.spectator.co.uk/article/The-evidence-on-Covid-19-is-not-as-clear-as-we-think?fbclid=IwAR1OP53BpEg37I0--4jtGYn6VG8uic5OUcDhh01z6Kj5ABb-HmAewuASh-EYQ>
10. Maria Chikina, Wesley Pegden, “A call to honesty in pandemic modeling”, Medium.com, Mar 30, 2020, <https://medium.com/@wpegden/a-call-to-honesty-in-pandemic-modeling-5c156686a64b>
11. Martha Henriques, “Coronavirus: Why death and mortality rates differ”, BBC, 2nd April 2020, <https://www.bbc.com/future/article/20200401-coronavirus-why-death-and-mortality-rates-differ>
12. Niall McCarthy, “The Countries With The Most Critical Care Beds Per Capita”, Statista, Mar 12, 2020, <https://www.statista.com/chart/21105/number-of-critical-care-beds-per-100000-inhabitants/>
13. Nishiura H, Kobayashi T, Suzuki A, Jung S-Mok, Hayashi K, Kinoshita R, Yang Y, Yuan B, Akhmetzhanov AR, Linton NM, Miyama T, Estimation of the asymptomatic ratio of novel coronavirus infections (COVID-19), International Journal of Infectious Diseases (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.020>

14. Rachael Rettner „Why are deaths from coronavirus so high in Italy?“, 29.03.2020, <https://www.livescience.-com/why-italy-coronavirus-deaths-so-high.html>
15. Seth Flaxman, Swapnil Mishra, Axel Gandy, H Juliette T Unwin, Helen Coupland, Thomas A Mellan, Harrison Zhu, Tresnia Berah, Jeffrey W Eaton, Pablo N P Guzman, Nora Schmit, Lucia Cilloni, Kylie E C Ainslie, Marc Baguelin, Isobel Blake, Adhiratha Boonyasiri, Olivia Boyd, Lorenzo Cattarino, Constanze Ciavarella, Laura Cooper, Zulma Cucunubá, Gina Cuomo-Dannenburg, Amy Dighe, Bimandra Djaafara, Iliaria Dorigatti, Sabine van Elsland, Rich FitzJohn, Han Fu, Katy Gaythorpe, Lily Geidelberg, Nicholas Grassly, Will Green, Timothy Hallett, Arran Hamlet, Wes Hinsley, Ben Jeffrey, David Jorgensen, Edward Knock, Daniel Laydon, Gemma Nedjati-Gilani, Pierre Nouvellet, Kris Parag, Igor Siveroni, Hayley Thompson, Robert Verity, Erik Volz, Caroline Walters, Haowei Wang, Yuanrong Wang, Oliver Watson, Peter Winskill, Xiaoyue Xi, Charles Whittaker, Patrick GT Walker, Azra Ghani, Christl A. Donnelly, Steven Riley, Lucy C Okell, Michaela A C Vollmer, Neil M. Ferguson, Samir Bhat “Estimating the number of infections and the impact of nonpharmaceutical interventions on COVID-19 in 11 European countries”, Imperial College COVID-19 Response Team, 30 March 2020, <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-03-30-COVID19-Report-13.pdf>
16. Tara John „Iceland lab's testing suggests 50% of coronavirus cases have no symptoms“ CNN, April 3, 2020, https://edition.cnn.com/2020/04/01/europe/iceland-testing-coronavirus-intl/index.html?fbclid=IwAR14WfolM6gZ-7gb8H-DZ06JWVSToWNZWOWj63J9kUk1VR7gAlDqyVJE_NI