

რა არის რნმ ვაქცინა და როგორ მუშაობს იგი?

compound interest თარგმანი: ლამა ხუციშვილი



დღესდღეობით ჩვენ კორონავირუსის აგებულებას/სურათს ვიცნობთ. წითელი/მწვანე წვეტიანი ბურთულები ჟურნალისტების რეპორტაჟის ფონადაა ხოლმე გამოკრული და სოციალური ქსელიც ამ „ბრაზიანი“ ბურთულებითაა დახუნძლული, მანდელბროტის ფლუქტუაციებით. უახლოეს დღეებში კორონავირუსის სურათს ახლავს ხოლმე იმედისმომცემი ამბავი, რომელის მიხედვითაც, COVID-19-ის წინააღმდეგ შექმნილმა ვაქცინამ მე-3 ფაზის ცდები წარმატებით გაიარა. ვაქცინების წარმატება დამოკიდებულია სწორედ იმ წვეტებზე, რომლებიც კორონავირუსს აქვს ასე არხეინად გამოშვებული.

მოდით, დავბრუნდეთ ცოტა უკან და განვიხილოთ COVID-19-ის ვაქცინის ფართო სურათი. 2020 წლის 1 დეკემბრის მონაცემებით, 13-მა ვაქცინამ მიაღწია ტესტირების ბოლო საფეხურს, ათასობით მოხალისე აღამიანზე ვაქცინის გამოცდა, რათა შემოწმდეს, მუშაობს თუ არა იგი ახალი კორონავირუსის, SARS-CoV-2-ის, წინააღმდეგ. მიუხედავად იმისა, რომ ნებისმიერი ვაქცინის მიზანი ერთია, სხვადასხვა ვაქცინები სხვადასხვაგვარად ასტიმულირებენ ორგანიზმის იმუნიტეტს ვირუსის ამოსაცნობად, თუმცა რნმ ვაქცინა ახალი „ხილია“...

უახლოეს დღეებში ორმა ვაქცინამ აჩვენა დადებითი შედეგი, რომელთაგან ორივე რნმ ვაქცინას წარმოადგენს. ისინი ორმა კომპანიამ: Moderna-მ და Pfizer & BioNTech-მა შექმნეს. სხვა რნმ ვაქცინები, რომლებიც იგივე გზას გადიან და საკმაოდ წარმატებული შედეგი აჩვენებს ჯერ-ჯერობით, შექმნილია შემდეგი კომპანიების მიერ: CureVac; Imperial College London; Archturus. დეკემბრის დასაწყისში Pfizer-ის ვაქცინა გახდა პირველი რნმ ვაქცინა, რომლის გამოყენებაც გაერთიანებულ სამეფოში (UK) დაიშვა, მიენიჭა ლიცენზია.

სხვა ტიპის ვაქცინები შედგება არააქტიური ან დასუსტებული ვირუსისაგან იმისათვის, რომ პროვოცირდეს ორგანიზმში იმუნური პასუხი, ხოლო ახალშექმნილი რნმ ვაქცინა თვით ვირუსის გენეტიკური მასალის საშუალებით აღწევს მიზანს. რნმ რიბონუკლეინის მქავის აბრევიატურაა. თქვენ ალბათ დნმ-ს უფრო უკეთ იცნობთ და, როგორც იცით, იგი ადამიანის გენეტიკურ მასალას/კოდს წარმოადგენს, ხოლო რიბონუკლეინის მქავა, იგივე რნმ, - ვირუსის გენეტიკურ კოდს. იგი შეიცავს ცილის სინთეზისთვის საჭირო ინსტრუქციებს.

პანდემიის დასაწყისში ჩინელმა მეცნიერებმა შეძლეს ახალი კორნავირუსის, SARS-CoV-2-ის, იზოლირება, მისი გენეტიკური კოდის განსაზღვრა. ამან გაშიფრა ვირუსის ინსტრუქცია, რომლის მიხედვითაც მას შეუძლია სხვადასხვა ცილები დაასინთეზოს, მათ შორის წვეტოვანი (ანუ წვეტიანი/სფაიქ) ცილებიც. ამ წვეტოვან ცილებს გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვთ, რადგან მათი საშუალებით ხდება ვირუსის უჯრედულ მემბრანაში შეჭრა და ინფექციის განვითარება.

სფაიქ ცილები, აგრეთვე, მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ რნმ ვაქცინებში. მეცნიერებს შეუძლიათ ლაბორატორიაში მიიღონ რნმ, რომელიც ვირუსის წვეტოვან ცილას ასინთეზებს. ამ სინთეზური რნმ-ის საშუალებით შეგვიძლია ადამიანის უჯრედში ეს ცილები წარმოვქმნათ.

ადამიანის გენეტიკურ მასალას წარმოადგენს დნმ, რომელიც თითქმის ყველა უჯრედის ბირთვშია მოთავსებული. ცილის სინთეზის დროს უჯრედში არსებულ დნმ-ის ორჯაჭვიან პოლიმერს, სპეციალური ენზიმი ჭრის შუაზე, რის შემდეგაც წარმოიქმნება ინფორმაციული რნმ (ი-რნმ). ი-რნმ უჯრედის ბირთვიდან გამოდის და ციტოპლაზმაში ჩერდება. აქ სპეციალური მოლეკულების, რომლებსაც რიბოსომები ჰქვია, საშუალებით რნმ კოდი ცილაში „გარდაიქმნება“. მოკლედ რომ ვთქვათ, რიბოსომები ცილების მინიქარხანაა, ხოლო ი-რნმ, რომელიც ჩვენი დნმ-ისგან მიიღება, ერთგვარ ინსტრუქციას წარმოადგენს, თუ რომელი ცილა უნდა დასინთეზდეს.

რნმ ვაქცინების მუშაობაც სწორედ ამ პრინციპზეა დაფუძნებული. რიბოსომების ქარხანას არ აინტერესებს საიდან მოვიდა ინსტრუქცია, მთავარია იგი ი-რნმ-ის სახით იყოს. მაშასადამე, თუ ჩვენ ვირუსის სფაიქ ცილების სინთეზის ინსტრუქციას შევიყვანთ უჯრედში, რიბოსომები მოიმარაგებენ ამინომჟავებს და ააწყობენ სფაიქ ცილას. მიღებული წვეტოვანი ცილა მიეკრობა ჩვენი უჯრედების ზედაპირს და იმუნური სისტემის პროვოცირებას მოახდენს.

უჯრედში ინსტრუქციის შეყვანას ესე პირდაპირ ვერ შევძლებთ, რადგან თუ მხოლოდ რნმ-ის ინექციას მოვახდენთ, ჩვენს ორგანიზმში არსებული ენზიმები დაშლიან მას მანამ, სანამ იგი უჯრედში შეაღწევს. ამის გამო რნმ ლიპიდის ნანონაწილაკების „კაფსულაში“ არიან

მოთავსებულნი: ცხიმის მცირე წვეთებში, რომლის დიამეტრი მეტრის ერთი მემილიარდეა. ეს ნანონაწილაკები რნმ-ს დაშლისგან იცავენ და ეხმარებიან მას შეაღწიოს უჯრედში.

COVID-19-ის ვაქცინებს შორის, ორი ტიპის რნმ ვაქცინა არსებობს: ინფორმაციული რნმ-ის შემცველი (ი-რნმ), რომელიც ფირმებმა Moderna-მ და Pfizer/BioNTech-მა შექმნეს, და თვითამპლიფიცირებადი რნმ-ის შემცველი (თა-რნმ), რომელიც Imperial College London-ის მიერაა გამოგონებული.

ი- და თა-რნმ-ის სტრუქტურა, რომლებიც ვაქცინებში გამოიყენება, მსგავსია, თუმცა არის ერთი ძირითადი განსხვავება. ორივე შეიცავს რნმ-ის იმ უბანს, რომელიც სფაიქ ცილას აკოდირებს. ორივე შეიცავს ე.წ. რნმ-ის კეპს, რომელიც რნმ-ის დაშლას უშლის ხელს და ეხმარება ცილის სინთეზის ინიცირებას ჩვენს უჯრედში. ორივე რნმ შეიცავს ე.წ. კუდს, რომელიც რნმ-ის სტაბილიზაციას ეხმარება. ი-რნმ-ისგან განსხვავებით, თა-რნმ შეიცავს ვირუსის ენზიმის კოდს. ეს ენზიმი ეხმარება ვირუსული რნმ-ის ბევრი ასლის წარმოქმნას, რაც უზრუნველყოფს ცილის უფრო სწრაფ სინთეზს.

ვინაიდან და რადგანაც თა-რნმ უჯრედში შეღწევისას წარმოქმნის თა-რნმ-ის ბევრ ასლს („ეგზემპლარს“), ჩვენ შეგვიძლია, რომ თა-რნმ-ის შემცველი ვაქცინა შედარებით ნაკლები დოზით შევიყვანოთ ორგანიზმში. ეს უზრუნველყოფს თა-რნმ ვაქცინის შედარებით დაბალ ფასს. გარდა ამისა, თუ ავიღებთ ერთნაირი მოცულობის თა-რნმ-ის და სხვა ვაქცინას, თა-რნმ ვაქცინიდან უფრო მეტი დოზის მიღება შეიძლება.

რნმ-ის სტაბილურობა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კრიტერიუმია, როდესაც საქმე ტრანსპორტირებასა და შენახვას ეხება. ზოგიერთ ვაქცინა მხოლოდ დაბალ ტემპერატურაზეა სტაბილური. მაგალითად, Pfizer/BioNTech-ის ვაქცინა საჭიროა შენახული იყოს -70°C -ზე (ტრანსპორტირებისას) და იგი მხოლოდ 5 დღეს ძლებს. Moderna-ს ვაქცინის ტრანსპორტირების ტემპერატურა -20°C -ია და გაღებობის შემდეგ მაცივარში 30 დღემდე შენახვის საშუალებას იძლევა. ტემპერატურა საკმაოდ მნიშვნელოვანი ფაქტორია: მაღალ ტემპერატურაზე ქიმიური რეაქციები უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ამიტომ დაბალი ტემპერატურა რნმ-ის სტაბილურობის გარანტიას იძლევა.

მიუხედავად იმისა, რომ ეს ვაქცინები პირველი ლიცენზირებული რნმ ვაქცინების სიაში მოხვდებიან, რნმ ვაქცინების განვითარება მანამდეც მიმდინარეობდა ოდონდ სხვა ვირუსების წინააღმდეგ, როგორებიც არიან: გრიპის, შიდსისა და ზიკას. გარდა ამისა, პირველი რნმ-ზე დაფუძნებული მედიკამენტი, რომელმაც გამოყენების ნებართვა მიიღო, Onpattro-ს წამალია, 2018 წლიდან ევროპასა და ამერიკაში ამ წამალს ნერვული აშლილობის წინააღმდეგ იყენებ.

რნმ ვაქცინის ზოგიერთი მახასიათებელი სხვა ვაქცინებთან შედარებით უკეთესია. ერთ-ერთი არის დამზადების სიმარტივე. როგორც წესი, წამლის გამოგონებას საშუალოდ 10 წლის სჭირდება, მაგრამ COVID-19-ის ვაქცინებმა ყოველგვარი რეკორდი მოხსნეს ამ მხრივ, რადგან ვაქცინის შექმნა და გამოყენებაზე ნებართვის გაცემა გაცილებით ნაკლებ დროში მოხდა.

სინთეზური დნმ-ის ლაბორატორიაში დამზადება დიდი დროს არ მოითხოვს. ავიდოთ Moderna: მას შემდეგ, რაც ჩინელმა მეცნიერებმა გამოაქვეყნეს SARS-CoV-2-ის გენეტიკური მასალა, მოდერნამ 2 დღეში შეძლო თავიანთი ვაქცინისთვის რნმ-ის მიმდევრობის შემუშავება და მხოლოდ 25 დღე დასჭირდა ვაქცინის პირველი კლინიკური ნიმუშების დამზადებას.

რნმ ვაქცინები, ამავდროულად, უსაფრთხოების მხრივაცაა უკეთესი. სინთეზურ რნმ-ს დაავადების გამოწვევა არ შეუძლია, მიუხედავად იმისა, რომ იგი ვირუსის სფაიქ ცილის კოდს წარმოადგენს. ამ ცილის წარმოქმნა ინფექციას არ განავითარებს. თვითონ რნმ ჩვეული პროცესების საშუალებით იშლება უჯრედში, რის გამოც იგი დიდი ხანი არ ჩერდება ორგანიზმში.

არსებობს ცდების საფუძველზე მიღებული დამამტკიცებელი საბუთი, რომლის მიხედვითაც რნმ ვაქცინები COVID-19-ის განვითარებას ხელს უშლის. Moderna-ს ვაქცინამ მწვავე დაავადების წინააღმდეგ 100%-იანი ეფექტურობა აჩვენა. ზოგადი ეფექტურობა 94.1%-ია, თუმცა მომავალში უფრო მეტს ელიან. Pfizer/BioNTech ვაქცინამ, ანალოგიურად, 95%-იანი ეფექტურობა აჩვენა. ეს საკმაოდ კარგი მაჩვენებელია, თუ გავითვალისწინებთ სხვა ვაქცინების ეფექტურობას, მაგ., გრიპის ვირუსის საშუალო ეფექტურობა 2010 წლიდან 42%-ია.

სხვა ვაქცინების მსგავსად COVID-19-ის წინააღმდეგ რნმ-ის ვაქცინაციასაც ორი დოზა სჭირდება. სხეულის იმუნური პასუხი მოიცავს ანტისხეულებისა და მეხსიერების უჯრედების წარმოქმნას, როდესაც ორგანიზმში კორონავირუსის სფაიქ ცილა მოხვდება. ეს პროცესი ორგანიზმს ეხმარება შემჩნევისთანავე სწრაფად განავითაროს საპასუხო რეაქცია ვირუსის წინააღმდეგ. რამდენიმე დოზა წარმოქმნილ მეხსიერების უჯრედების რაოდენობას ზრდის, რაც უფრო სწრაფი და ეფექტური პასუხის შესაძლებლობას იძლევა, თუ ვირუსი შეეყარა ორგანიზმს.

მართალია, ვაქცინის შექმნამ ბრძოლის დამატებითი ინსტრუმენტი გააჩინა, მაგრამ ბრძოლა ჯერ ბოლომდე არაა მოგებული, იგი ისევ მიმდინარეობს. რა თქმა უნდა, ვაქცინის შექმნა გადამწყვეტია, თუმცა ჯერ კიდევ დრო დასჭირდება იმას, რომ ადამიანების საკმარის რაოდენობას ჩაუტარდეს ვაქცინაცია, რომ ვირუსმა გავრცელება ვეღარ შეძლოს (ანუ ჯოგური/კოლექტიური იმუნიზაციისთვის). გაერთიანებულმა სამეფომ შეუკვეთა Pfizer/BioNTech-ის ვაქცინების ის რაოდენობა, რომელიც 20 მილიონ ადამიანს ეყოფა, მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ, რომ გაერთიანებული სამეფოს მოსახლეობა 65 მილიონია, გაცილებით დიდი რაოდენობა დასჭირდებათ კოლექტიური იმუნიზაციის განსავითარებლად. ამასთან ერთად, შეკვეთილი ვაქცინები ერთდროულად არ ჩამოვა - ვაქცინების პირველი პარტია საკმარისი იქნება 400 000 ადამიანის ვაქცინაციისთვის.

გავიმეორებ, ვაქცინების შექმნა სასიხარულოა... რამდენადაც ბორის ჯონსონის ივლისის განცხადება: „ახალი წლისთვის ყველაფერი თავის კალაპოტში ჩაქდება“, ახლა სასაცილოდ გვეჩვენება (და, სიმართლე რომ ვთქვათ, მაშინაც სასაცილო იყო), უსაფრთხო და ეფექტური ვაქცინების ქონა, ალბათ, საშუალებას მოგვცემს, რომ 2021 წელს ნელ-ნელა დაუბრუნდეთ ჩვეულ რეჟიმს, ანუ პანდემიამდელ ცხოვრებას.

ბიბლიოგრაფია და დამატებითი საკითხავი:

- Seven vital questions about the RNA Covid-19 vaccines emerging from clinical trials – Wellcome;
- Comparison of new vaccine approaches – COVID-19 – J Liddell, European Pharmaceutical Review;
- Coronavirus vaccine tracker – C Zimmer, J Corum & S L Wee, New York Times;
- Why mRNA represents a disruptive new drug class – BioNTech;
- COVID-19 vaccines were developed in record time – but are these game-changers safe? – W Petri, The Conversation;
- Moderna’s work on a COVID-19 vaccine candidate – Moderna;
- How the COVID-19 vaccine works – Imperial College London;
- mRNA vaccines: A new era in vaccinology – N Pardi and others, Nature Reviews Drug Discovery;
- Phase I/II study of COVID-19 RNA vaccine BNT162b1 in adults – M Mulligan & others, Nature;
- Vaccines for COVID-19 – J S Tregoning and others, Clinical and Experimental Immunology;
- mRNA vaccine delivery using lipid nanoparticles – A M Reichmuth and others, Therapeutic Delivery.