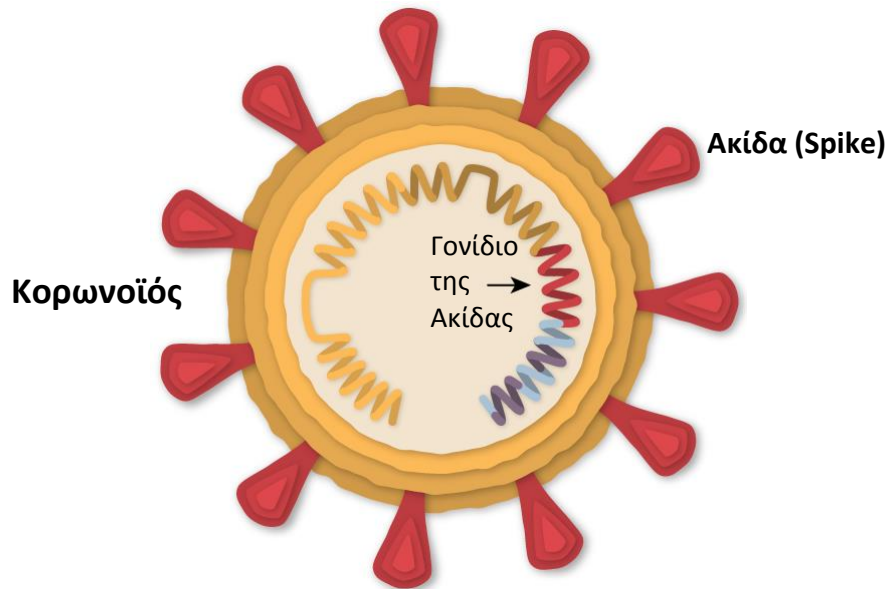


Ο ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΜΒΟΛΙΩΝ mRNA ΓΙΑ ΤΟΝ SARS-CoV-2

Ένα κομμάτι του Κορωνοϊού (Coronavirus, SARS-CoV-2)

Ο ιός SARS-CoV-2 είναι γεμάτος με πρωτεΐνες που χρησιμοποιεί για την είσοδο σε ανθρώπινα κύτταρα. Αυτές οι λεγόμενες αιχμές πρωτεΐνες αποτελούν έναν δελεαστικό στόχο για πιθανά εμβόλια και θεραπείες.



Το mRNA μέσα σε ένα λιπιδικό κέλυφος

Το εμβόλιο **mRNA** (των εταιριών Pfizer, και Moderna) χρησιμοποιεί το μεταφορικό (messenger) RNA του ιού (που ονομάζεται **mRNA** για συντομία) για την οικοδόμηση της πρωτεϊνικής **Ακίδας** (Spike). Δηλαδή, βασίζεται στις γενετικές οδηγίες του ιού για την οικοδόμηση της πρωτεΐνης Ακίδας. Την πληροφορία αυτή θα διαβάσει ένας μικρός αριθμός κυττάρων του σώματος μας (τα εμβολιασμένα κύτταρα κοντά στο σημείο εμβολιασμού) για την παραγωγή πρωτεϊνών.

Το μόριο mRNA είναι εύθραυστο και θα τεμαχιστεί σε τεμάχια από τα φυσικά ένζυμα των κυττάρων μας εάν εγχυθεί απευθείας στο σώμα. Για την προστασία του εμβολίου το mRNA τυλίγεται σε λιπιδικές φυσαλίδες (λιπιδικά νανοσωματίδια). Αυτά προστατεύουν το mRNA και το βοηθούν να εισέλθει στα κύτταρα ώστε να ξεκινήσει η παραγωγή των πρωτεϊνών της ιικής Ακίδας.

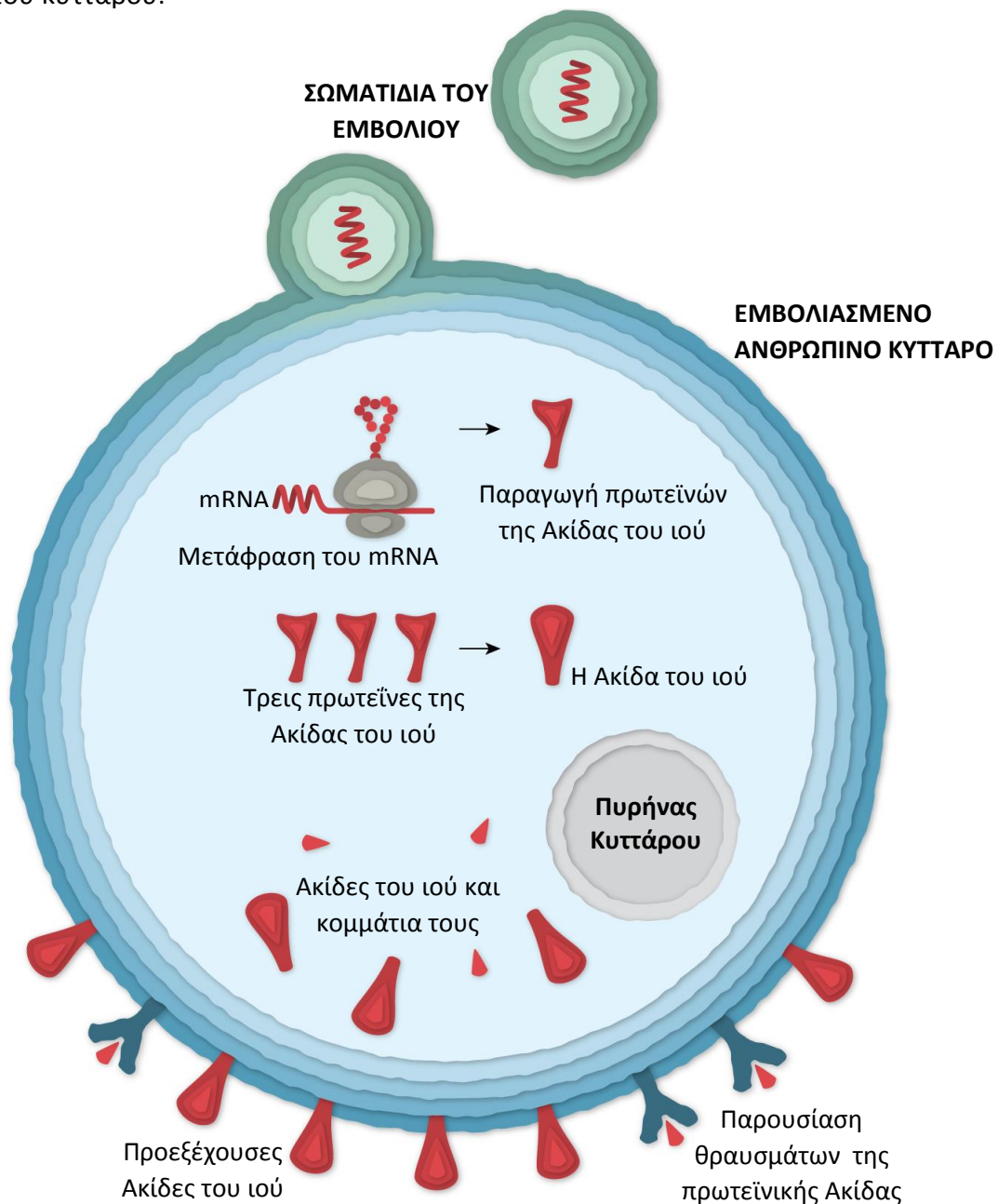


Λόγω της εύθραυστης φύσης τους, τα μόρια mRNA καταστρέφονται γρήγορα σε θερμοκρασία δωματίου. Για το λόγο αυτό, το εμβόλιο mRNA πρέπει να καταψυχθεί ώστε να παραμείνει σταθερό για έως και έξι μήνες. Η μεταφορά του και η αποθήκευση απαιτούν θερμοκρασίες από -20oC έως -70oC (ανάλογα με την εταιρία παραγωγής του εμβολίου).

Εισαγωγή στο κύτταρο

Μετά την εφαρμογή του εμβολίου (ένεση) στο ανθρώπινο σώμα, τα σωματίδια του προσκρούουν σε κύτταρα του σώματος και συντήκονται σε αυτά, απελευθερώνοντας μέσα σε αυτά το mRNA που φέρουν. Η μηχανή παραγωγής πρωτεϊνών του κυττάρου διαβάζει την πληροφορία του mRNA και δημιουργεί πρωτεΐνες της Ακίδας.

Στην συνέχεια το mRNA από το εμβόλιο καταστρέφεται και εξαφανίζεται από το κύτταρο τελικά, χωρίς να αφήνει κανένα μόνιμο ίχνος. Η παραπάνω διαδικασία δεν εμπλέκει το γενετικό υλικό (DNA) του ανθρώπινου κυττάρου, μια και το mRNA δεν εισέρχεται στον πυρήνα, όπου βρίσκεται το DNA του κυττάρου.

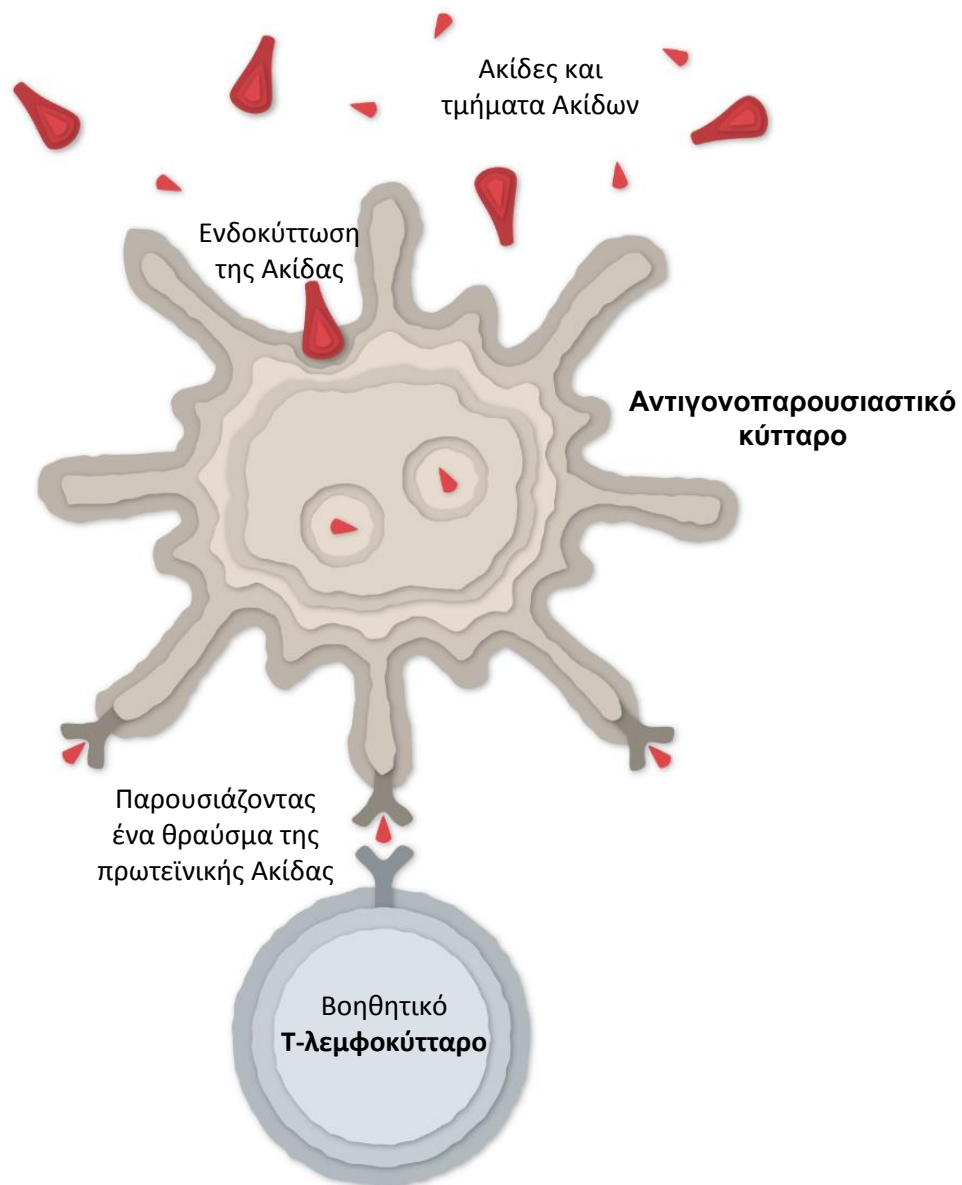


Ορισμένες από τις πρωτεϊνικές Ακίδες σχηματίζουν αιχμές που μεταναστεύουν στην επιφάνεια του εμβολιασμένου κυττάρου και κολλούν στις άκρες του.

Τα εμβολιασμένα κύτταρα διασπώνουν επίσης μερικές από τις πρωτεΐνες αυτές σε θραύσματα, τα οποία εμφανίζονται στην επιφάνειά τους. Αυτές οι προεξέχουσες αιχμές και τα πρωτεϊνικά θραύσματα των Ακίδων μπορούν στην συνέχεια να αναγνωριστούν από το ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου.

Εντοπίζοντας τον εισβολέα

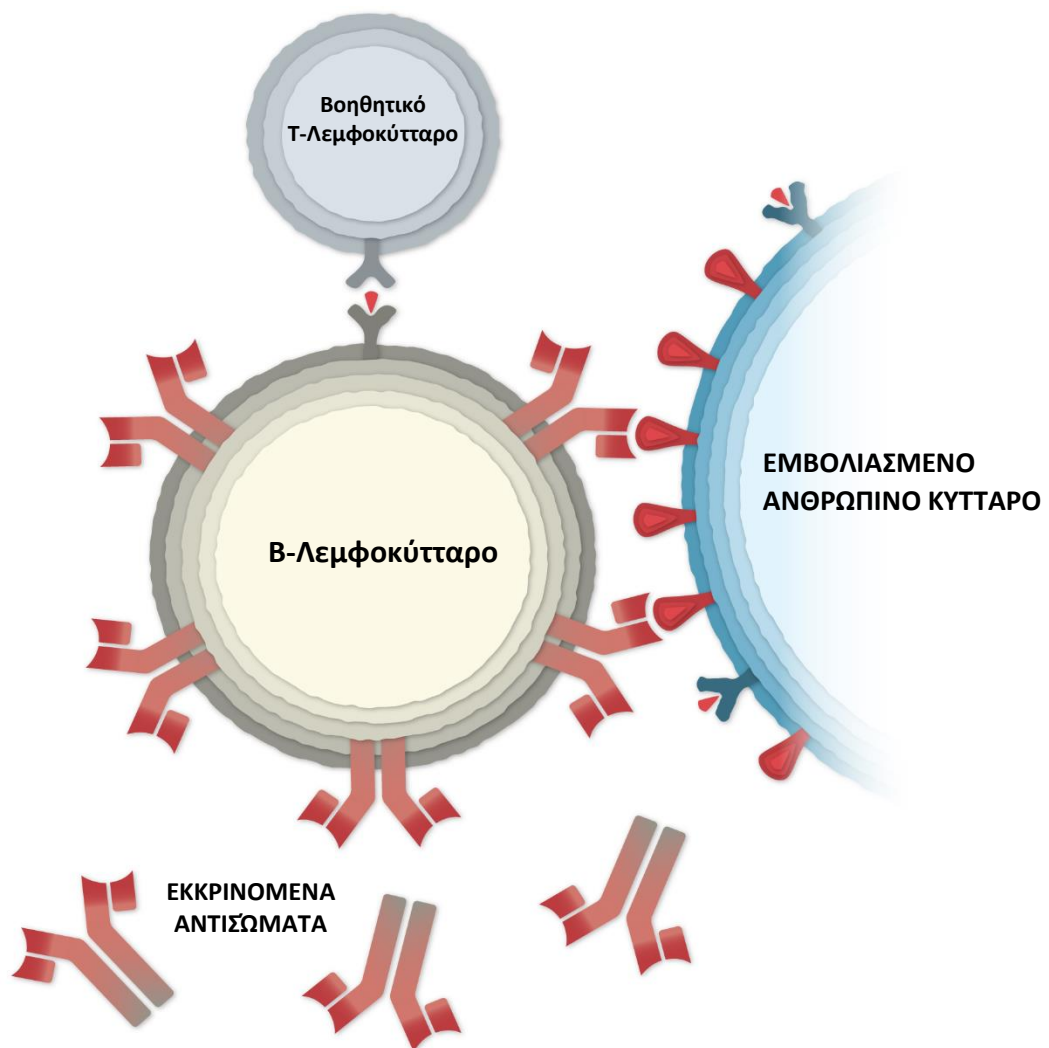
Επίσης, όταν ένα εμβολιασμένο κύτταρο ολοκληρώσει τον κύκλο του και πεθαίνει, τα συντρίμμια του θα περιέχουν και πολλές Ακίδες καθώς και πρωτεϊνικά θραύσματα, τα οποία μπορούν να απορροφηθούν από έναν τύπο ανοσοκυττάρου που ονομάζεται **αντιγόνοπαρουσιαστικό κύτταρο**.



Το αντιγόνοπαρουσιαστικό κύτταρο παρουσιάζει τα θραύσματα της Ακίδας στην επιφάνειά του. Όταν άλλα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος, που ονομάζονται **βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα**, ανιχνεύουν αυτά τα θραύσματα, αυξάνουν τον συναγερμό με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση και άλλων ομάδων κυττάρων του ανοσοποιητικού μας συστήματος.

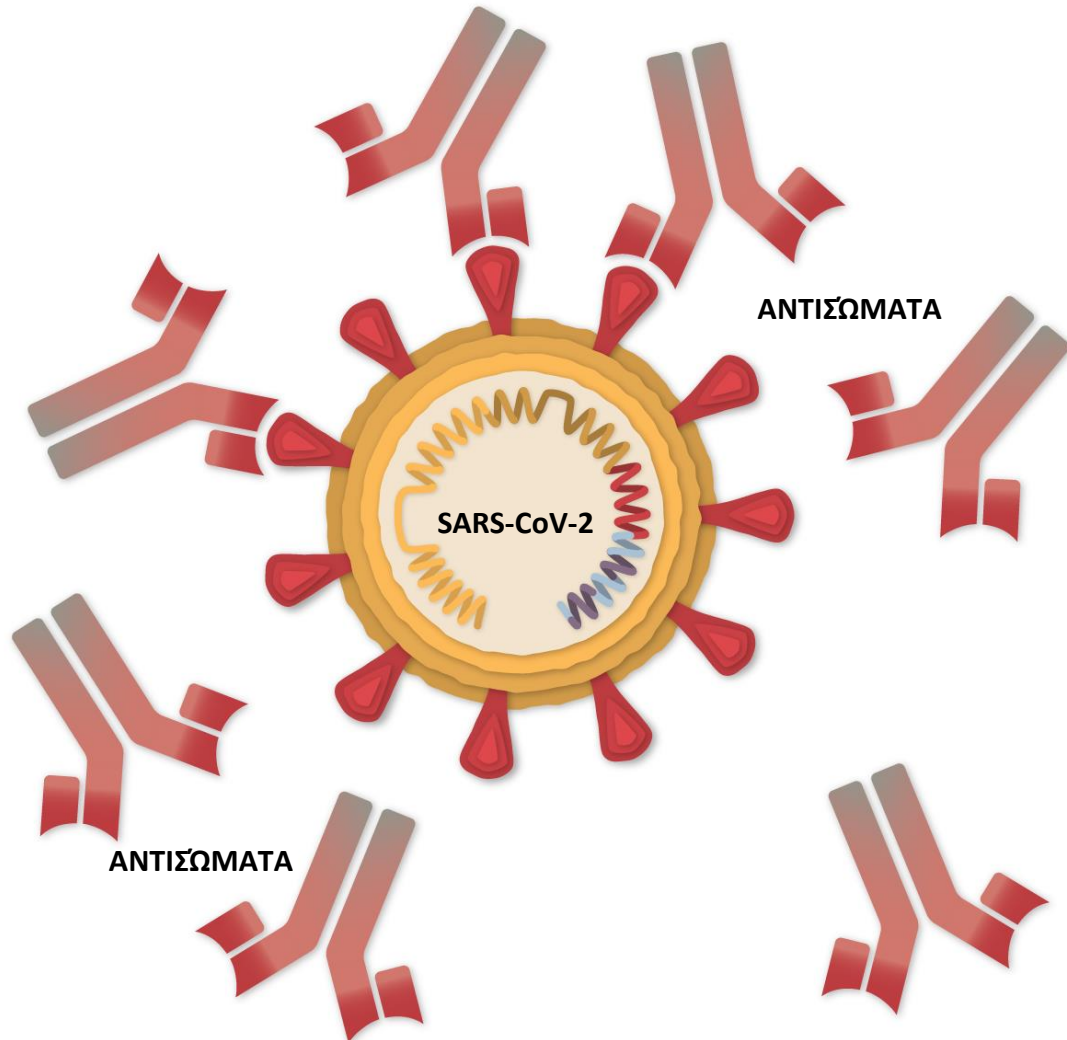
Δημιουργία αντισωμάτων

Μία κατηγορία ανοσοκυττάρων, που ονομάζονται **Β-λεμφοκύτταρα**, επίσης προσκρούουν στις ιικές ακίδες και τα θραύσματά τους, στην επιφάνεια των εμβολιασμένων κυττάρων. Τότε τα Β-λεμφοκύτταρα ενεργοποιούνται από τα βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα και αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται και να παράγουν αντισώματα που στοχεύουν την πρωτεϊνική Ακίδα του ιού.



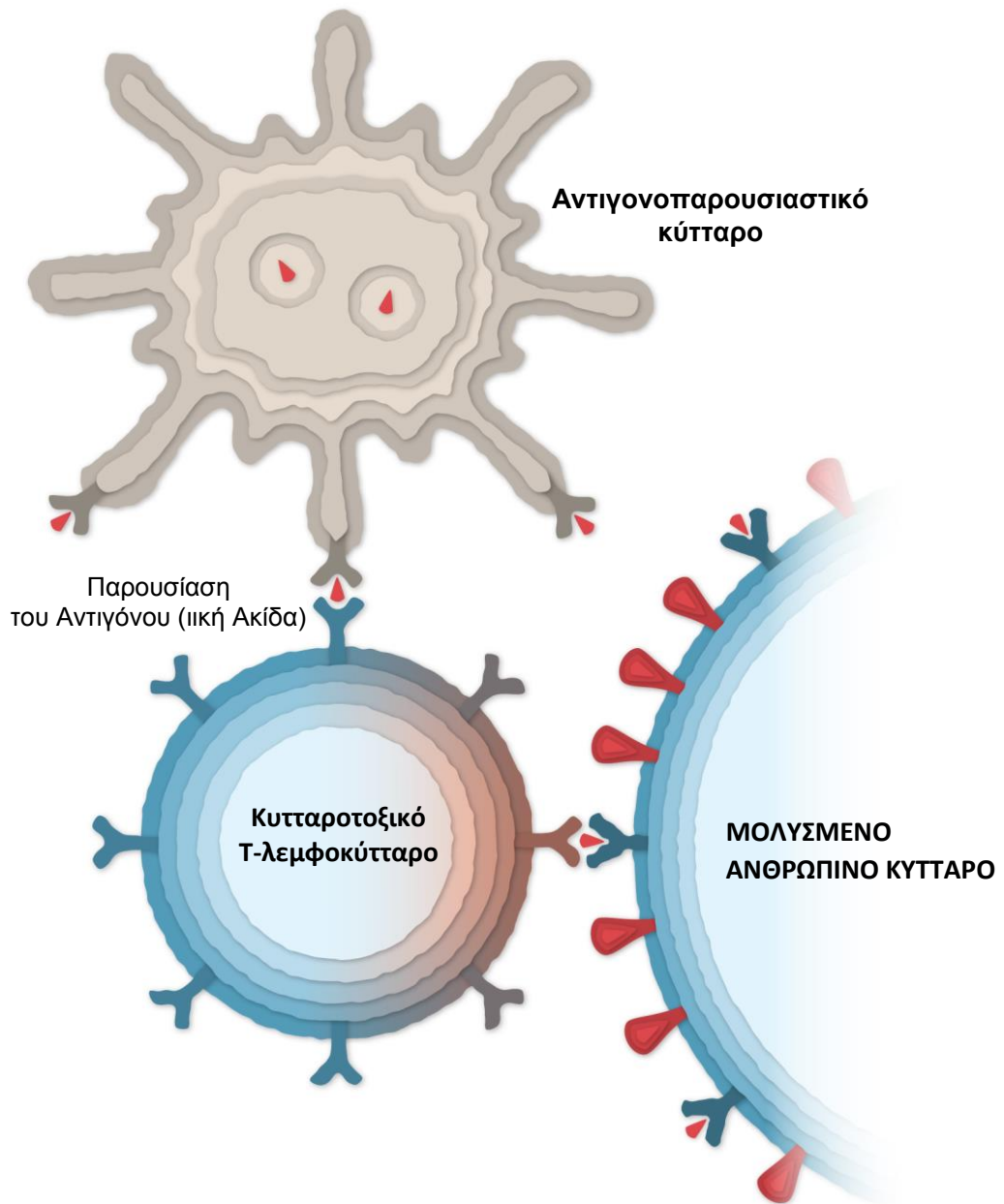
Σταματώντας τον ιό

Τα ειδικά αυτά αντισώματα κολλούν στις Ακίδες του κορωνοϊού, «σημαίνοντας» με αυτό τον τρόπο τον τακτικά σωματίδια για καταστροφή από το ανοσοποιητικό σύστημα, αποτρέψουν την μόλυνση, εμποδίζοντας επίσης την προσκόλληση των Ακίδων του ιού σε κύτταρα του ανθρώπινου σώματος.



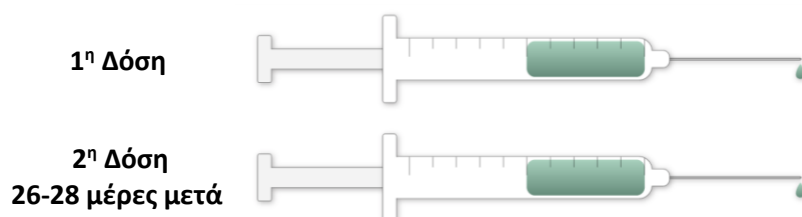
Σκοτώνοντας τα μολυσμένα κύτταρα

Τα αντιγονοπαρουσιαστικά κύτταρα μπορούν επίσης να ενεργοποιήσουν έναν ακόμα τύπο ανοσοκυττάρων που ονομάζεται **κυτταροτοξικά Τ-λεμφοκύτταρα**. Τα κύτταρα αυτά αναζητούν και καταστρέφουν τυχόν μολυσμένα με κορωνοϊό κύτταρα του ανθρώπου που εμφανίζουν πρωτεϊνικά θραύσματα της Ακίδας στις επιφάνειές τους με σκοπό να περιορίσουν τα της πηγές πολλαπλασιασμού του ιού στο σώμα μας.



Μνήμη για τον ιό

Το mRNA εμβόλιο (των εταιριών *Pfizer* και *Moderna*) απαιτεί δύο εφαρμογές, σε απόσταση 26 και 28 ημερών αντίστοιχα, ώστε να μπορέσει το ανοσοποιητικό σύστημα μας να ενεργοποιηθεί επαρκώς για να καταπολεμήσει τον κορωνοϊό. Επειδή το εμβόλιο είναι νέο, οι ερευνητές δεν γνωρίζουν πόσο καιρό μπορεί να διαρκέσει η προστασία αυτή.

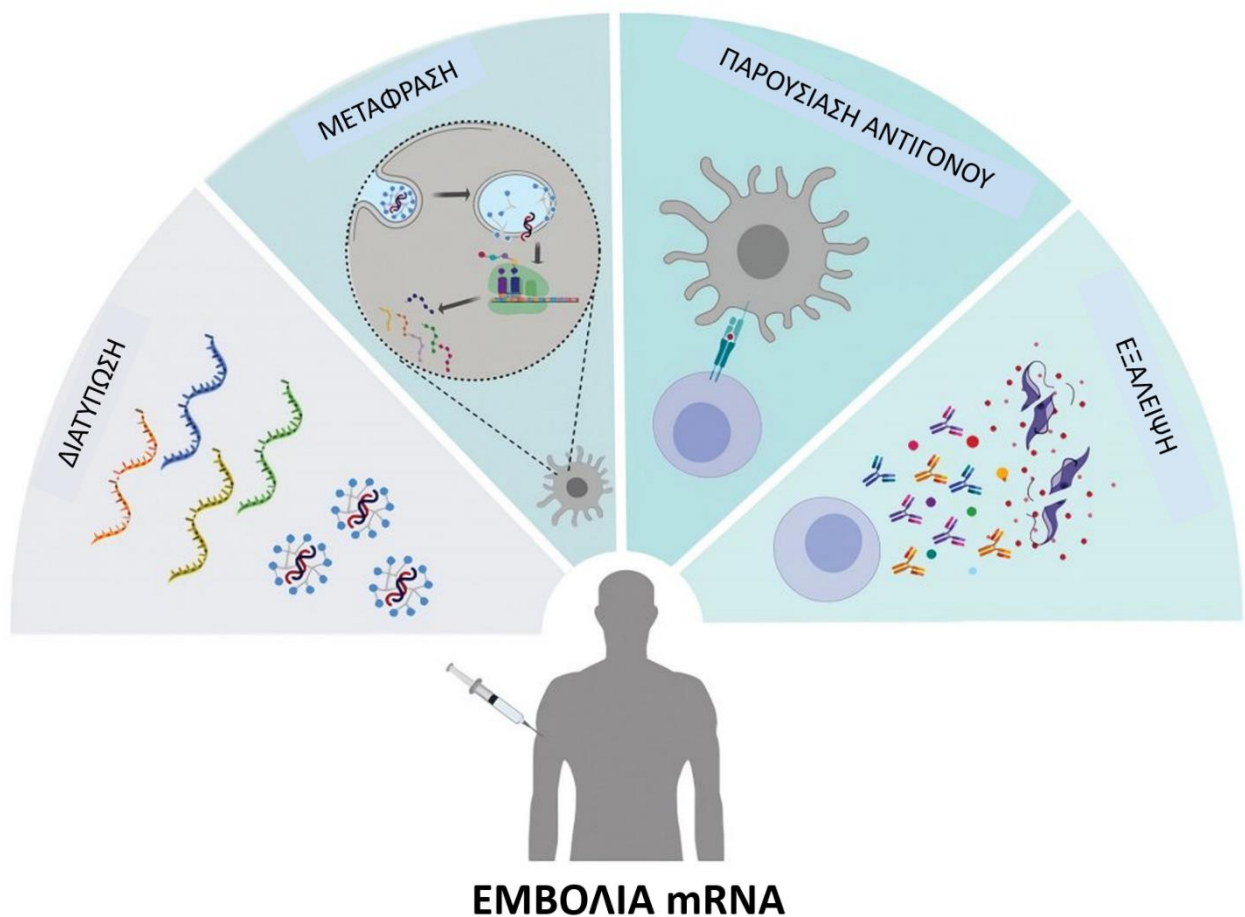


*Οι τροποποιημένες εικόνες προέρχονται από το εγχειρίδιο: «How Moderna's Vaccine Works»

Είναι πιθανό ότι κατά τους μήνες μετά τον εμβολιασμό, ο αριθμός των αντισωμάτων και των κυτταροτοξικών Τ-λεμφοκυττάρων θα μειωθεί. Αλλά το ανοσοποιητικό σύστημα περιέχει επίσης ειδικά κύτταρα που ονομάζονται **Β-λεμφοκύτταρα μνήμης** και **Τ-λεμφοκύτταρα μνήμη** που διατηρούν τις πληροφορίες για τον κορωνοϊό για χρόνια ή ακόμη και για δεκαετίες.

Μια πρώιμη μελέτη διαπίστωσε ότι το εμβόλιο της Moderna παρέχει προστασία για τουλάχιστον τρεις μήνες (δεν μπορούμε να γνωρίζουμε για μεγαλύτερο χρονικό διαστήματα, αφού το εμβόλιο αναπτύχθηκε και δοκιμάστηκε μόλις τρεις μήνες πριν).

Στο μέλλον θα έχουμε περισσότερα δεδομένα για την μακροχρόνια ανοσία μέσω του εμβολιασμού.



Δρ. Παναγιώτης Φ. Σαρρής

Επικ. Καθηγητής Μικροβιολογίας, Τμ. Βιολογίας, Παν. Κρήτης,
Επίτιμος Καθηγητής Μικροβιολογίας, Πανεπιστήμιο Exeter, UK.