ePublishing

Open Schools Journal for Open Science

Vol 6, No 1 (2023)

Open Schools Journal for Open Science - Special Issue -Πρακτικά του «3ου Μαθητικού Συνεδρίου Έρευνας και Επιστήμης»

Η Σύγχρονη Τεχνική Γενετικής Μηχανικής CRISPR

Filippos Akylas Kaloudis

doi: 10.12681/osj.31999

Copyright © 2023, Filippos Akylas Kaloudis

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

To cite this article:

Kaloudis, F. A. (2023). Η Σύγχρονη Τεχνική Γενετικής Μηχανικής CRISPR. *Open Schools Journal for Open Science*, *6*(1). https://doi.org/10.12681/osj.31999

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 25/01/2026 13:57:18

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 25/01/2026 13:57:18

«Η Σύγχρονη Τεχνική Γενετικής Μηχανικής CRISPR»

Φίλιππος Ακύλας Καλούδης

Εκπαιδευτήρια Δούκα

f.kaloudis@edu.doukas.gr

Επιβλέπουσες Καθηγήτριες:

Όλγα Μανούρη

Βιολόγος, Εκπαιδευτήρια Δούκα

o.manouri@doukas.gr

Ματίνα Μπαλαμπέκου

Βιολόγος, Εκπαιδευτήρια Δούκα

m.balabekou@doukas.gr

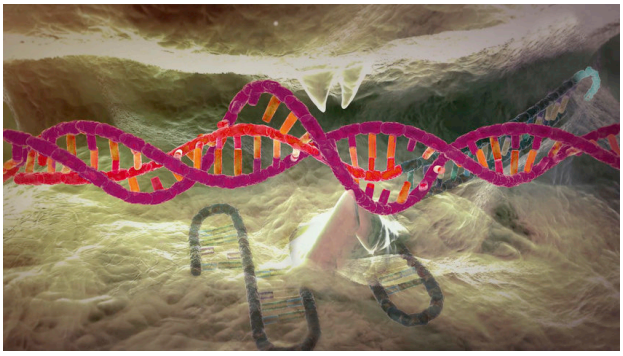
Περίληψη

Η γενετική μηχανική, δηλαδή η τροποποίηση των γονιδίων, που προκαλεί μεταβολή της γενετικής πληροφορίας και κατά συνέπεια των χαρακτηριστικών ενός οργανισμού έχει πολλές εφαρμογές. Το CRISPR είναι μία σύγχρονη τεχνική γενετικής μηχανικής που επιτρέπει την επιλεκτική τροποποίηση του γονιδιώματος, μέσω της αποκοπής συγκεκριμένου τμήματος του γονιδίου και εισαγωγής νέου τμήματος με υψηλή ακρίβεια. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η λειτουργία αυτού του «γενετικού ψαλιδιού» να θεραπεύει και να προλαμβάνει ασθένειες στον ανθρώπινο οργανισμό με παράλληλη αναφορά σε θέματα βιοηθικής που σχετίζονται με τη χρήση του και την ανθρώπινη επέμβαση στο γονιδίωμα. Παράλληλα παρατίθενται επιστημονικές απόψεις αλλά και οι απόψεις της μαθητικής κοινότητας για τη γενετική μηχανική και το CRISPR.

Λέξεις κλειδιά: CRISPR, πρόληψη, θεραπεία, ασθένεια, βιοηθική.

Τι είναι και πως λειτουργεί το CRISPR

Η Γενετική είναι η μελέτη των γονιδίων (πρώτη βαθμίδα οργάνωσης του γενετικού υλικού). Συμβάλλει στην κατανόηση της βιοποικιλότητας και της κληρονομικότητας σε πολλές εφαρμοσμένες επιστήμες της ζωής. Η **γενετική μηχανική** ή **γενετική τροποποίηση** είναι η άμεση χειραγώγηση του γονιδιώματος (σύνολο γονιδίων) ενός οργανισμού με τη χρήση της βιοτεχνολογίας, της τεχνολογίας δηλαδή των βιολογικών διεργασιών.



https://www.mpg.de/11823385/crispr-cas9

Το **CRISPR** (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat - «Σύμπλεγμα μικρών παλινδρομικών αλληλουχιών τακτικής χωροκατανομής») είναι μια επαναστατική τεχνική γενετικής μηχανικής που επιτρέπει την αποκοπή συγκεκριμένου τμήματος του γονιδίου και την εισαγωγή νέου τμήματος με υψηλή ακρίβεια. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιούνται ειδικές πρωτεΐνες, οι νουκλεάσες, που δρουν σαν μοριακά ψαλίδια τα οποία «κόβουν» το DNA σε επιλεγμένα σημεία.

Το CRISPR ανακαλύφθηκε στο πλαίσιο μελέτης του ανοσοποιητικού συστήματος κάποιων βακτηρίων. Ο Χ. Τσάν (2017 σελ. 2) αναφέρει «Το σύστημα αυτό αποτελείται από δύο συστατικά, το CRISPR και το Cas 9. Το CRISPR αναφέρεται σε περιοχές στο γονιδίωμα που εντοπίζονται επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες DNA και κοντά σε αυτές τις επαναλήψεις βρίσκονται τα γονίδια Cas που κωδικοποιούν σημαντικά ένζυμα του συστήματος CRISPR. Ένα από αυτά είναι η νουκλεάση Cas 9, ένα ένζυμο που κόβει νουκλεϊκά οξέα (DNA ή RNA)».

Ο Ε. Γεωργιάδης (2016 σελ. 1) αναφέρει «Όταν ένα ιός προσβάλει το βακτηριακό κύτταρο, το ανοσοποιητικό σύστημα CRISPR του βακτηρίου αιχμαλωτίζει ένα τμήμα του DNA του ιού, και το ενσωματώνει στο δικό του DNA. Έτσι, το ανοσοποιητικό σύστημα του βακτηρίου μπορεί να αναγνωρίσει τον ιό από τον οποίο προήλθε και να εξουδετερώσει την επίθεση καταστρέφοντας το γονιδίωμα του ιού που είναι απαραίτητο για την αναπαραγωγή του.

Η διαδικασία αυτή συντελείται σε 3 βήματα:

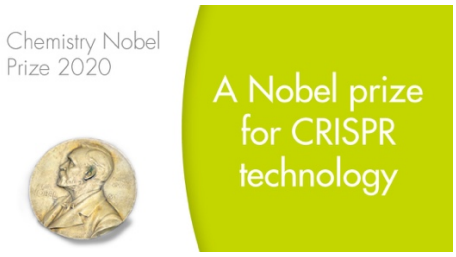
Προσαρμογή: Το DNA του επιτιθέμενου ιού τροποποιείται σε μικρά κομμάτια που ενσωματώνονται στην αλληλουχία CRISPR του βακτηριακού DNA.

Παραγωγή του CRISP RNA: Γίνεται μετάφραση (μετατροπή του DNA – διπλή έλικα σε RNA – μονή έλικα) των αλληλουχιών CRISP του βακτηριακού DNA. Το παραγόμενο RNA κόβεται σε μικρά τμήματα που ονομάζονται CRISP RNAs

Στοχοποίηση: Τα μικρά αυτά κομμάτια RNA καθοδηγούν το ανοσοποιητικό σύστημα του βακτηρίου, ώστε να καταστρέψει το γονιδίωμα του ιού αποτελεσματικά καθώς προέρχονται από το ίδιο το γονιδίωμα του ιού.

Οι επιστήμονες μπορούν να αντιγράψουν τον τρόπο λειτουργίας του CRISPR και να κόψουν ή αντικαταστήσουν κομμάτια του DNA και να χρησιμοποιήσουν αυτή την τεχνική σε DNA οποιασδήποτε προέλευσης».

Η τεχνική γενετικής μηχανικής CRISPR συμπεριελήφθη στις ιατρικές ανακαλύψεις που θα αλλάξουν τον Κόσμο του Παγκόσμιου Δείκτη Καινοτομίας (Global Innovation Index) 2019. Πρόκειται λοιπόν για ένα πραγματικό γενετικό ψαλίδι, που χάρισε στις γενετίστριες Emmanuelle Charpentier και Jennifer Doudna που το ανέπτυξαν στην τελική του μορφή, το Νόμπελ Χημείας 2020 καθώς σύμφωνα με την ανακοίνωση της επιτροπής Νόμπελ, η μέθοδος αυτή γενετικής τροποποίησης ξαναγράφει τον κώδικα της ζωής.



https://www.galchimia.com/a-nobel-prize-for-crispr-technology/

Η χρήση του CRISPR στην πρόληψη, διάγνωση και θεραπεία ασθενειών

Οι εφαρμογές της τεχνικής CRISPR είναι πολλές. Το CRISPR μπορεί να αποτελέσει βασικό εργαλείο στην Ιατρική και να χρησιμοποιηθεί τόσο στην πρόληψη, όσο και στη διάγνωση αλλά και τη θεραπεία ασθενειών.

Το CRISPR αποτελεί ένα νέο εργαλείο που χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες προκειμένου να επεξεργαστούν το ανθρώπινο γονιδίωμα και να προσπαθήσουν να κατανοήσουν τις γενετικές ασθένειες όπως η υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια. Επίσης εξετάζεται η χρήση του σε μεταλλάξεις που προκαλούν τη νόσο του Huntington (νευροεκφυλιστική γενετική διαταραχή που επηρεάζει την κινητικότητα αλλά και την συμπεριφορά του ατόμου) ή την κυστική ίνωση (γενετική ασθένεια που προκαλεί σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα), και μεταλλάξεις που σχετίζονται με καρκίνο.

https://www.newscientist.com/article/2232722-crispr-cancer-trial-finds-that-gene-edited-immune-cells-are-safe/#ixzz6lPgbArj7

Ο Χ. Τσάν (2017 σελ. 4) αναφέρει «Οι επιστήμονες έχουν ήδη χρησιμοποιήσει την τεχνική της γονιδιακής επεξεργασίας CRISP για την αποκοπή αλληλουχιών του ιού HIV και τη μη δυνατότητα αναπαραγωγής του σε ανθρώπινες κυτταρικές σειρές. Επίσης, η τεχνική αυτή έχει χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση μεταλλαγμένων αλληλουχιών από ποντίκια που πάσχουν από μυϊκή δυστροφία τύπου Duchenne μια αδυναμία που προκαλεί μυϊκή εξασθένιση, αναδεικνύοντας με τον τρόπο αυτό νέες θεραπευτικές ελπίδες για τους ασθενείς που πάσχουν από αυτή ή και παρόμοιες γενετικές παθήσεις. Επίσης έμβρυα χοίρου έχουν υποστεί εκτεταμένη γονιδιακή επεξεργασία με την μέθοδο CRISPR με την ελπίδα ότι θα παράσχουν ασφαλέστερα όργανα για ανθρώπινες μεταμοσχεύσεις».

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε επίσης στα πλαίσια πειραματικής γενετικής θεραπείας για την ίαση της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας και της β – θαλασσαιμίας.

Το CRISPR μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό εργαλείο για την ανίχνευση μολυσματικών και μη μολυσματικών ασθενειών χρησιμοποιώντας τα σίελα, το αίμα ή τα ούρα ενός ατόμου. Το πιο πρόσφατο παράδειγμα είναι η χρήση της ισχυρής τροποποίησης του CRISPR από ομάδα ερευνητών με επικεφαλής τη Jennifer Doudna για τη δημιουργία ενός τέστ εξπρές για την ανίχνευση του Κορωνοϊού SARS COV -2.

CRISPR και Βιοηθική

Η χρήση τεχνικών γενετικής μηχανικής και συγκεκριμένα του CRISPR συνδέεται και με προβληματισμούς βιοηθικής καθώς δεν θα μπορούσε να αποκλειστεί το ενδεχόμενο η τεχνική αυτή να χρησιμοποιηθεί για σκοπούς ευγονικής, την επιλογή δηλαδή συγκεκριμένων βιολογικών χαρακτηριστικών που δεν έχουν άμεσα σχέση με την υγεία όπως πχ το χρώμα των ματιών ή η νοημοσύνη. Η επιστημονική κοινότητα αιφνιδιάστηκε και προβληματίστηκε όταν το 2018 Κινέζοι επιστήμονες ανακοίνωσαν τη γέννηση διδύμων παιδιών με τροποποιημένο γονιδίωμα για να μη νοσήσουν από HIV. Αυτό έδωσε αφορμή σε σειρά συζητήσεων για την εφαρμογή των τεχνολογιών γονιδιακής επεξεργασίας και ανέδειξε την ανάγκη της ύπαρξης ενός συγκεκριμένου ρυθμιστικού πλαισίου για τη χρήση της βιοτεχνολογίας.

Οι απόψεις της σχολικής κοινότητας : Καθηγητές και Μαθητές

Τι λένε οι καθηγητές για τη Γενετική Μηχανική και το CRISPR;

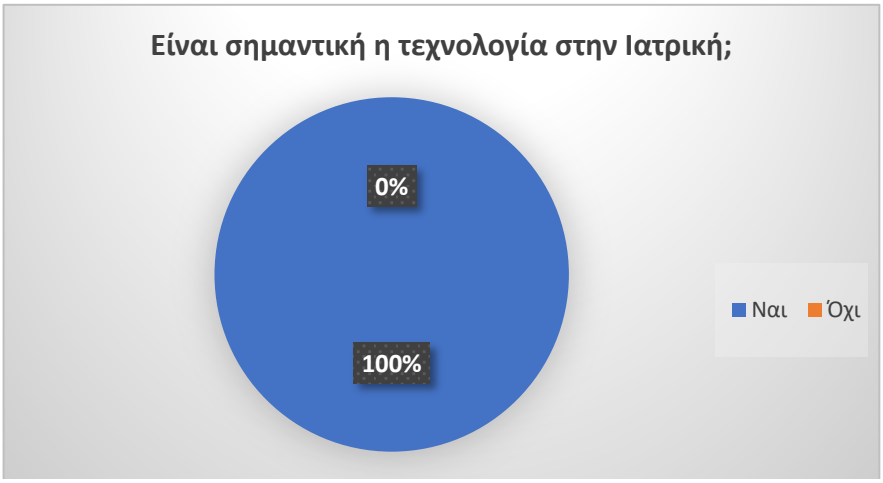
Στο πλαίσιο έρευνας μέσω γραπτού ερωτηματολογίου των καθηγητών Βιολογίας του Γυμνασίου και Λυκείου των Εκπαιδευτηρίων ΔΟΥΚΑ, το σύνολο των καθηγητών θεωρεί ιδιαίτερα σημαντικές της εξελίξεις στον τομές της Γενετικής Μηχανικής και συγκεκριμένα την μέθοδο CRISPR. Αν και θεωρούν ότι υπάρχουν ηθικοί προβληματισμοί στη χρήση τεχνικών γενετικής μηχανικής, αυτοί δεν θα πρέπει να εμποδίζουν την πρόοδο και την χρήση αυτών των μεθόδων για την πρόληψη ή θεραπεία ασθενειών με τους κατάλληλους κανόνες.

Τι γνωρίζουν οι μαθητές για τη γενετική μηχανική και το CRISPR;

Στο πλαίσιο έρευνας μέσω ερωτηματολογίου (Survey Monkey) με συμμετοχή 61 μαθητών του Σχολείου μου καταγράφηκαν οι απόψεις των μαθητών για τη γενετική μηχανική και τη χρήση της.

Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται παρακάτω:

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου στην ερώτηση «Είναι σημαντική η τεχνολογία στην Ιατρική;»



Πίνακας 1

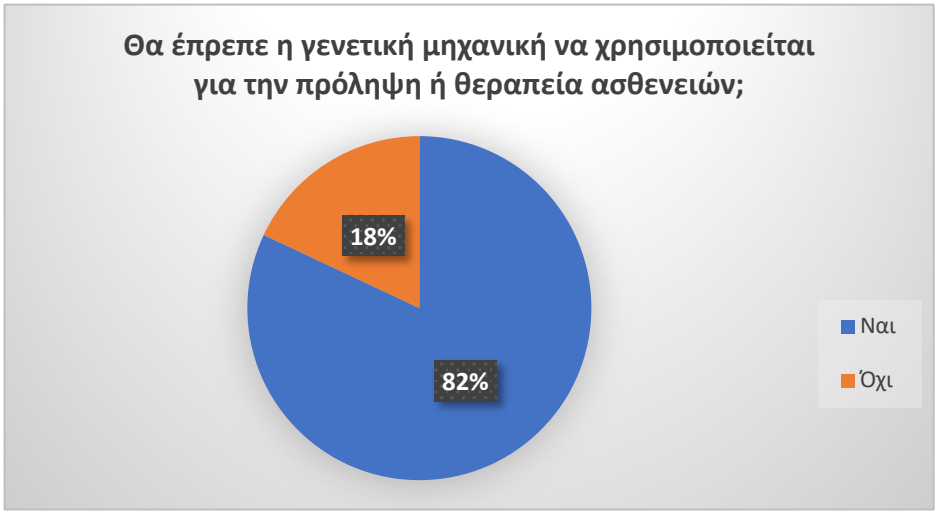
Το σύνολο των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα θεωρεί ότι είναι σημαντική η χρήση της τεχνολογία στην Ιατρική.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου στην ερώτηση «Γνωρίζετε τη γενετική μηχανική;»

Πίνακας 2

Από το σύνολο των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα το 61%, γνωρίζει τη γενετική μηχανική.

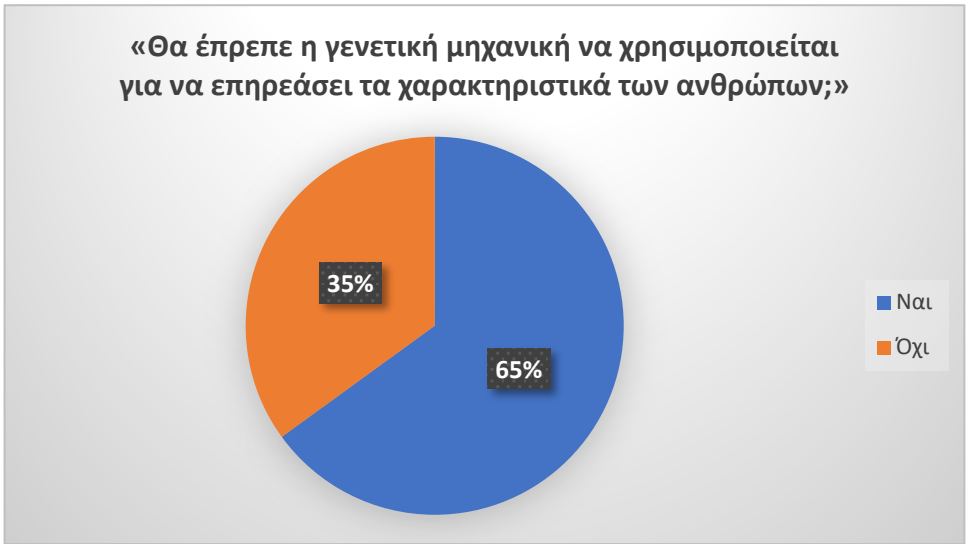
Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου στην ερώτηση «Θα έπρεπε η γενετική μηχανική να χρησιμοποιείται για την πρόληψη ή θεραπεία ασθενειών;»



Πίνακας 3

Από το σύνολο των μαθητών που γνωρίζουν τη γενετική μηχανική, το 82% θεωρεί ότι θα έπρεπε η γενετική μηχανική να χρησιμοποιείται για την πρόληψη ή θεραπεία ασθενειών.

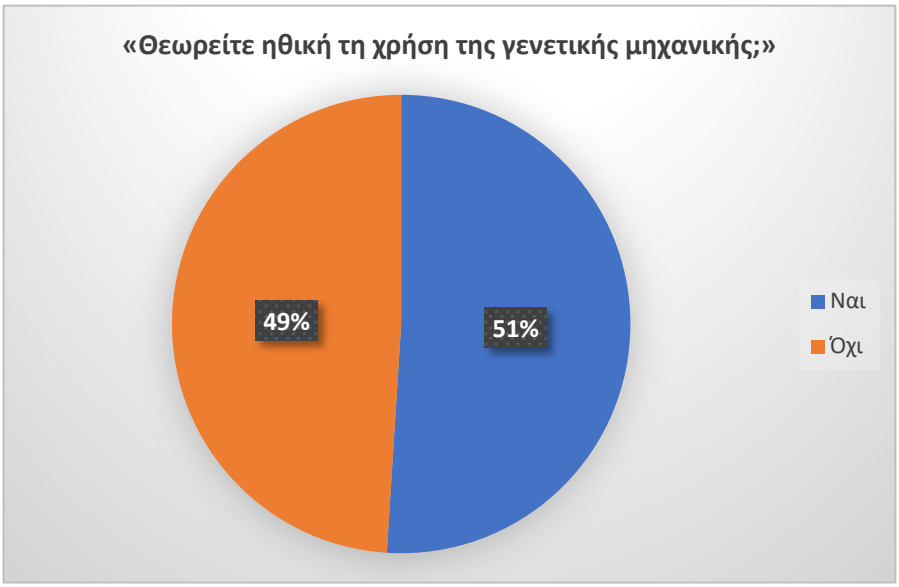
Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου στην ερώτηση «Θα έπρεπε η γενετική μηχανική να χρησιμοποιείται για να επηρεάσει τα χαρακτηριστικά των ανθρώπων;»



Πίνακας 4

Από το σύνολο των μαθητών που γνωρίζουν τη γενετική μηχανική, το 65% θεωρεί ότι θα έπρεπε η γενετική μηχανική να χρησιμοποιείται για να επηρεάσει τα χαρακτηριστικά των ανθρώπων.

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου στην ερώτηση «Θεωρείτε ηθική τη χρήση της γενετικής μηχανικής;»



Πίνακας 5

Από το σύνολο των μαθητών που γνωρίζουν τη γενετική μηχανική, το 51% θεωρεί ηθική τη χρήση της.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι μαθητές θεωρούν απαραίτητη την χρήση της τεχνολογίας στην Ιατρική, γνωρίζουν την ύπαρξη τεχνικών γενετικής μηχανικής αλλά αν και υποστηρίζουν την χρησιμοποίησή τους εκφράζουν ένα προβληματισμό αναφορικά με την ηθική της χρήσης τους.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η χρήση τεχνικών γενετικής μηχανικής όπως το CRISPR αποτελεί μια μεγάλη εξέλιξη της επιστήμης που μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη ή θεραπεία ασθενειών. Όπως κάθε νέο επιστημονικό επίτευγμα πρέπει να χρησιμοποιείται μέσα σε ένα πλαίσιο κανόνων που να εξασφαλίζουν την ορθή χρήση του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

"Γενετική μηχανική" https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE [Ημερομηνία ανάκτησης 02/01/2021]

Γεωργιάδης Ερμής, 2016.Τι είναι το CRISPR και πως δουλεύει; https://www.medicalmagazine.gr/ti-ine-to-crispr-ke-pos-doulevi/ [Ημερομηνία ανάκτησης 02/01/2021]

Τσαν Χόρας, 2017. Γρηγορότερα, οικονομικότερα, CRISPR: η νέα επανάσταση της γονιδιακής τεχνολογίας. Science in School, Issue 38 https://www.scienceinschool.org/el/content/%CE%B3%CF%81%CE%B7%CE%B3%CE%BF%CF%81%CF%8C%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B1-%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B1-crispr-%CE%B7-%CE%BD%CE%AD%CE%B1-%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B3%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82 [Ημερομηνία ανάκτησης 02/01/2021]

"What is genome editing?" https://www.yourgenome.org/facts/what-is-genome-editing [Ημερομηνία ανάκτησης 01/01/2021]

"How does genome editing work?", National Human Genome Research Institute, https://www.genome.gov/about-genomics/policy-issues/Genome-Editing/How-genome-editing-works [Ημερομηνία ανάκτησης 01/01/2021]

"Questions and answers about CRISPR". Broad Institute, https://broadinstitute.org/what-broad/areas-focus/project-spotlight/questions-and-answers-about-crispr [Ημερομηνία ανάκτησης 01/01/2021]

"Curing diseases through Gene editing – CRISPR", http://oxfordbrc.org/curing-diseases-through-gene-editing-crispr/ [Ημερομηνία ανάκτησης 01/01/2021]

"What are the ethical concerns of genome editing?" National Human Genome Research Institute, https://www.genome.gov/about-genomics/policy-issues/Genome-Editing/ethical-concerns [Ημερομηνία ανάκτησης 02/01/2021]

"Statement on the scientific and transnational impact of genome editing and arising ethical, legal and societal issues", Max Planck Gesellschaft https://www.mpg.de/13509625/statement-genome-editing-englisch.pdf [Ημερομηνία ανάκτησης 02/01/2021]