ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Βιοηθικά

Τόμ. 1, Αρ. 2 (2015)

Bioethica

CRISPR/Cas9: Η νέα τεχνολογία τροποποίησης του γονιδιώματος που άνοιξε τον ασκό του Αιόλου (;)

Βασιλική Μολλάκη (Vassiliki Mollaki)

doi: 10.12681/bioeth.19626

Βιβλιογραφική αναφορά:

Μολλάκη (Vassiliki Mollaki) Β. (2015). CRISPR/Cas9: Η νέα τεχνολογία τροποποίησης του γονιδιώματος που άνοιξε τον ασκό του Αιόλου (;). *Βιοηθικά*, *1*(2), 2–3. https://doi.org/10.12681/bioeth.19626

CRISPR/Cas9: Η νέα τεχνολογία τροποποίησης του γονιδιώματος που άνοιξε τον ασκό του Αιόλου (;)

Βασιλική Μολλάκη, PhD

v.mollaki@bioethics.gr

Κατά πολλούς, το σύστημα CRISPR/Cas9 (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/associated protein-9 nuclease) αποτελεί την ανακάλυψη του αιώνα που θα φέρει επανάσταση στην επεξεργασία του γονιδιώματος. Τον Μάρτιο του 2015, η τεχνολογία CRISPR/Cas9 εφαρμόστηκε σε ανθρώπινα έμβρυα από Κινέζους επιστήμονες και, μολονότι η έρευνα αυτή κατέδειξε τεχνικά προβλήματα που πρέπει να λυθούν[1], έφερε το θέμα στο επίκεντρο του προβληματισμού για τα ηθικά όρια στην επεξεργασία του γονιδιώματος. Πολέμιοι και υποστηρικτές της τεχνολογίας CRISPR/Cas9 διασταυρώνουν τα ξίφη τους, και η «μάχη» θυμίζει κατά πολύ τις προκλήσεις που δημιούργησε η γενετική μηχανική τη δεκαετία του 1970.

Το σύστημα CRISPR/Cas9[2] και παρόμοιες τεχνολογίες, όπως οι νουκλεάσες δακτύλων ψευδαργύρου (ZFNs, Zinc Finger Nucleases)[3] και οι νουκλεάσες τύπου TALEN (Transcription Activator-Like Effector Nucleases)[4], χρησιμοποιούν ειδικά ένζυμα για να στοχεύσουν σε συγκεκριμένα, επιθυμητά σημεία στο DNA και στη συνέχεια το επιδιορθώνουν, παρέχοντας πολλές δυνατότητες για επεξεργασία του γονιδιώματος. Αν και ανακαλύφθηκε πιο πρόσφατα, χάρη στην απλότητα, την αποτελεσματικότητα και την ευελιξία του, το σύστημα CRISPR/Cas9 αποτελεί το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο εργαλείο και έχει ήδη χρησιμοποιηθεί σε μικροοργανισμούς (ζύμες), σε φυτά (καπνός, σόργο, ρύζι), σε ζώα (ψάρια, ποντίκι, πίθηκος) αλλά και σε ανθρώπινες κυτταρικές σειρές και ανθρώπινα έμβρυα, όπως προαναφέρθηκε.

Έτσι, οι εφαρμογές της τεχνολογίας CRISPR/Cas9 είναι θεωρητικά απεριόριστες:

- Επιδιόρθωση γονιδιακών μεταλλάξεων στον άνθρωπο, που οδηγούν σε ασθένειες, τόσο σε βλαστοκύτταρα για γονιδιακή θεραπεία όσο και απευθείας σε έμβρυα και γαμέτες.
- Επεξεργασία γονιδιώματος με σκοπό τη βελτίωση των φυσικών ή πνευματικών χαρακτηριστικών του ανθρώπου (human enhancement), τόσο σε ενήλικες όσο και σε έμβρυα (“designer babies”) ή ακόμη και γαμέτες.
- Δημιουργία ζωικών μοντέλων εργαστηρίου για τη μελέτη ασθενειών του ανθρώπου.
- Δημιουργία ζώων με επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως μεγαλύτερη μάζα σώματος και καλύτερη παραγωγή γάλακτος, για εμπορικούς λόγους.
- Δημιουργία φυτών με επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως η ευκολότερη και μαζικότερη καλλιέργεια και η αντοχή σε παράσιτα.
- Παραγωγή βιοκαυσίμων.

Το ζήτημα της τροποποίησης του γονιδιώματος σε κύτταρα της βλαστικής σειράς είναι εξαιρετικά αμφιλεγόμενο, ακόμη και για ιατρικούς λόγους, καθώς οι αλλαγές στο γονιδίωμα θα κληρονομηθούν από τις επόμενες γενεές. Το κρίσιμο ερώτημα που τίθεται εδώ είναι: *Η εφαρμογή της τεχνολογίας CRISPR/Cas9 στον άνθρωπο, και ιδιαίτερα σε ανθρώπινα έμβρυα, άνοιξε τον ασκό του Αιόλου για ευγονική και για τη δημιουργία «υπερανθρώπων»;*

Οι αντιδράσεις στο θέμα της χρήσης της τεχνολογίας CRISPR/Cas9 σε ανθρώπινα έμβρυα ήταν ποικίλες: Τον Απρίλιο του 2015, η κύρια πηγή δημόσιας χρηματοδότησης στις Η.Π.Α., το National Institutes of Health, ανακοίνωσε ότι δεν θα χρηματοδοτήσει οποιαδήποτε χρήση των τεχνολογιών επεξεργασίας του γονιδιώματος σε

έμβρυα[5]. Άλλοι επιστήμονες υποστήριξαν ότι θα πρέπει να εφαρμοστεί moratorium (παύση των εργασιών) στην κλινική εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών αλλά όχι στην έρευνα *in vitro*[6,7]. Στην παρούσα φάση, όλοι αναμένουν τα αποτελέσματα της Φθινοπωρινής διεθνούς συνόδου που διοργανώνουν το National Academy of Sciences και το Institute of Medicine των Η.Π.Α, με στόχο να χαράξουν ένα σύστημα ηθικών κατευθυντήριων γραμμών ως προς τη χρήση τεχνικών επεξεργασίας ανθρώπινου γονιδιώματος[8].

Πάντως, εάν η τεχνολογία CRISPR/Cas9 αποδειχθεί τόσο σημαντική όσο πιστεύουν οι επιστήμονες, ο έλεγχος της τεχνολογίας αυτής θα αξίζει δισεκατομμύρια. Ήδη, δίνονται μάχες για την κατοχύρωση διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, και η τεχνολογία αυτή τρέχει με πολύ γρήγορους ρυθμούς.

Το ζήτημα λοιπόν είναι οι «άνεμοι» που σπρώχνουν την τεχνολογία CRISPR/Cas9 να χρησιμοποιηθούν χωρίς βιασύνη, ώστε να καταλήξουμε σε καλύτερη επιστήμη και πρόοδο για τον άνθρωπο. Στην περίπτωση αυτή, ο Αίολος δεν θα οριστεί ως «ταμίας» των ανέμων από τον Δία. Η ίδια η επιστημονική κοινότητα θα «αυτοοριστεί» ως Αίολος που θα ρυθμίσει τους ανέμους να πνέουν ευνοϊκά.

Βιβλιογραφία

1. Liang P, Xu Y, Zhang X, Ding C, Huang R, Zhang Z, Lv J, Xie X, Chen Y, Li Y, Sun Y, Bai Y, Songyang Z, Ma W, Zhou C, Huang J. CRISPR/Cas9-mediated gene editing in human tripronuclear zygotes. Protein Cell. 2015 May;6(5):363-72.
2. Jinek M, Jiang F, Taylor DW, Sternberg SH, Kaya E, Ma E, Anders C, Hauer M, Zhou K, Lin S, Kaplan M, Iavarone AT, Charpentier E, Nogales E, Doudna JA. Structures of Cas9 endonucleases reveal RNA-mediated conformational activation. Science. 2014 Mar 14;343(6176):1247997.
3. Kim YG, Cha J, Chandrasegaran S. Hybrid restriction enzymes: zinc finger fusions to Fok I cleavage domain. Proc Natl Acad Sci U S A 1996;93:1156–60.
4. Christian M, Cermak T, Doyle EL, Schmidt C, Zhang F, Hummel A, Bogdanove AJ, Voytas DF. Targeting DNA double-strand breaks with TAL effector nucleases. Genetics. 2010 Oct;186(2):757-61.
5. Statement on NIH funding of research using gene-editing technologies in human embryos. April 29, 2015. http://www.nih.gov/about/director/04292015_statement_gene_editing_technologies.htm.
6. Baltimore D, Berg P, Botchan M, Carroll D, Charo RA, Church G, Corn JE, Daley GQ, Doudna JA, Fenner M, Greely HT, Jinek M, Martin GS, Penhoet E, Puck J, Sternberg SH, Weissman JS, Yamamoto KR. Biotechnology. A prudent path forward for genomic engineering and germline gene modification. Science. 2015 Apr 3;348(6230):36-8.
7. The ISSCR Statement on Human Germline Genome Modification. 19 March, 2015 http://www.isscr.org/home/about-us/news-press-releases/2015/2015/03/19/statement-on-human-germline-genome-modification.
8. US science academies take on human-genome editing. 18 May 2015. Nature. http://www.nature.com/news/us-science-academies-take-on-human-genome-editing-1.17581.