

Open Schools Journal for Open Science

Vol 3, No 8 (2020)



Γενετική Μηχανική: Εφαρμογές και συνέπειες»
Το πεπρωμένο φυγείν αδύνατον; Είναι δυνατόν τα
γονίδια μας να μην πουν το μάθημά τους;

Γεώργιος Βολτυράκης, Αλεξάνδρα Ντρουμπογιάννη

doi: [10.12681/osj.24366](https://doi.org/10.12681/osj.24366)

Copyright © 2020, Γεώργιος Βολτυράκης, Αλεξάνδρα
Ντρουμπογιάννη



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

To cite this article:

Βολτυράκης Γ., & Ντρουμπογιάννη Α. (2020). Γενετική Μηχανική: Εφαρμογές και συνέπειες» Το πεπρωμένο φυγείν αδύνατον; Είναι δυνατόν τα γονίδια μας να μην πουν το μάθημά τους;. *Open Schools Journal for Open Science*, 3(8). <https://doi.org/10.12681/osj.24366>



«Γενετική Μηχανική: Εφαρμογές και συνέπειες» Το πεπρωμένο φυγείν αδύνατον; Είναι δυνατόν τα γονίδια μας να μην πουν το μάθημά τους;

Βολτυράκης Γεώργιος¹, Ντρουμπογιάννη Αλεξάνδρα²

¹1^ο ΓΕΛ Ρεθύμνου, Ρέθυμνο, Ελλάδα, ²Βιολόγος, Med, MSc, Δρ. Βιοηθικής, 1^ο ΓΕΛ Ρεθύμνου, Ρέθυμνο, Ελλάδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πρόοδος της επιστήμης της Βιολογίας ήταν αλματώδης από το 1953, που οι Watson και Crick πρότειναν το μοντέλο της τρισδιάστατης δομής του DNA (διπλή έλικα). Το DNA είναι το γενετικό υλικό των περισσότερων οργανισμών το οποίο καθορίζει τη μορφή και τη λειτουργία τους. Στην αρχαιότητα που οι άνθρωποι δεν γνώριζαν την ύπαρξη αυτού του χημικού μορίου, πίστευαν ότι οι τρεις μοίρες, η Κλωθώ, η Λάχεσις και η Ατροπός όριζαν το νήμα της ζωής με διαφορετικό τρόπο η καθεμία. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει τον τρόπο που η Γενετική Μηχανική, αφενός έδωσε γνώσεις στον επιστήμονα να βελτιώσει την ποιότητα ζωής του ανθρώπου κατανοώντας τα μυστήρια της ζωής και αφετέρου στην τεράστια δύναμη με την οποία τον όπλισε, ώστε να επηρεάζει την εξέλιξη των οργανισμών προκαλώντας ηθικά διλήμματα. Η ανάπτυξη της παρούσας εργασίας θα στηριχθεί στη βιβλιογραφική επισκόπηση μέσω των θεωρητικών προσεγγίσεων.





ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

DNA, διπλή έλικα, φορείς κλωνοποίησης, περιοριστικές ενδονουκλεάσες, πλασμίδιο, βιοηθική, γενετική μηχανική, τεχνολογία ανασυνδυασμένου DNA

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ
2. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ
3. ΤΟ DNA ΚΑΙ Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ
4. ΑΝΑΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ DNA
5. ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ
 - 5.1. Θεραπευτική-Προληπτική Γενετική Μηχανική
 - 5.2. Τελειοποιητική Γενετική Μηχανική
 - 5.3. Ηθική Γενετική Μηχανική
6. ΒΙΟΗΘΙΚΗ
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία επιχειρεί να προσεγγίσει το ζήτημα της γενετικής μηχανικής υπό το πρίσμα τόσο των θετικών αποτελεσμάτων που πρόκειται να επιφέρει στον τομέα της πρόληψης και θεραπείας πολλών ασθενειών, όσο και των πολλαπλών ζητημάτων ηθικής που έχουν προκύψει κατά την εφαρμογή της. Πρόκειται για μία εργασία η οποία έχει συνταχθεί μετά από έρευνα βιβλιογραφικού χαρακτήρα, αφού μελετώντας και εξετάζοντας τη μέχρι τώρα βιβλιογραφία και έρευνα συλλέχθηκαν δεδομένα τα οποία απαντούν στα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν εξ αρχής. Στα επόμενα κεφάλαια παρουσιάζονται οι τομείς που μας απασχόλησαν: το DNA και η δομή του, η γενετική μηχανική και οι θετικές της προεκτάσεις, η βιοηθική και τα τελικά μας συμπεράσματα. Στο τέλος της εργασίας παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν για τη σύνταξή της.





2. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Τα ερευνητικά ερωτήματα διαμορφώθηκαν με σκοπό τη συλλογή πληροφοριών οι οποίες θα μας οδηγήσουν σταδιακά σε ορισμένα συμπεράσματα.

A) Με ποιον τρόπο η γενετική μηχανική μπορεί να επιδράσει θετικά στις ζωές μας, θεραπεύοντας και προλαμβάνοντας ασθένειες;

B) Ποια είναι τα όρια μεταξύ επιστήμης και ηθικής στον τομέα της γενετικής μηχανικής και ποι οι προβληματισμοί που εκφράζονται;

3. ΤΟ DNA ΚΑΙ Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ

Το δεσοξυριβονουκλεϊνικό οξύ, γνωστό και ως DNA, είναι ένα νουκλεϊκό οξύ το οποίο περιέχει τις γενετικές πληροφορίες που καθορίζουν τη βιολογική ανάπτυξη όλων των κυτταρικών μορφών ζωής και των περισσότερων ιών. Ανιχνεύεται στα ευκαρυωτικά κύτταρα κυρίως μέσα στον πυρήνα του κυττάρου, τα μιτοχόνδρια και τους χλωροπλάστες, ενώ στα προκαρυωτικά κύτταρα ανιχνεύεται στο κυτταρόπλασμα σε συγκεκριμένη περιοχή (Wikipedia.org).

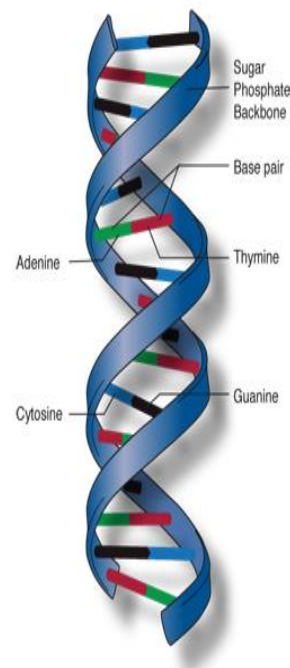
Αναμφισβήτητα, μία από τις σημαντικότερες βιολογικές ανακαλύψεις του 20ού αιώνα θεωρείται η ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA. Το 1953 οι James D. Watson και Francis Crick, ερευνητές του Πανεπιστημίου του Cambridge, παρουσίασαν το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, το DNA συγκροτείται από τέσσερις αζωτούχες βάσεις: την κυτοσίνη (C), τη γουανίνη (G), τη θυμίνη (T) και την αδενίνη (A), από φωσφορικές ρίζες και από ένα μονοσακχαρίτη με πέντε άτομα άνθρακα (πεντόζη), τη δεσοξυριβόζη (Jeremy & Berg & Tymoczko, 2017). Σύμφωνα με το μοντέλο που πρότειναν οι Watson και Crick η μορφή του DNA, ως διπλή έλικα φαίνεται στην Εικόνα 1. και παρουσιάζεται με τα τέσσερα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες σε μορφή δύο αντιπαράλληλων κλώνων που σχηματίζουν μια δεξιόστροφη διπλή έλικα.
- Οι αζωτούχες βάσεις κάθε πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι κάθετες ως προς τον άξονα του μορίου και προεξέχουν προς το εσωτερικό της συστροφής.





- Οι δύο πολυνουκλεοτιδικοί κλώνοι του μορίου DNA συγκρατούνται του μεταξύ τους με δεσμούς υδρογόνου. Τα ζευγάρια των αζωτούχων βάσεων όπου αναπτύσσονται μεταξύ τους δεσμοί υδρογόνου είναι καθορισμένα: η αδενίνη (A) με τη θυμίνη(T) και η γουανίνη(G) με την κυτοσίνη (C).
- Μεταξύ των αζωτούχων βάσεων της αδενίνης (A) και της θυμίνης (T) σχηματίζονται δύο δεσμοί υδρογόνου, ενώ μεταξύ της γουανίνης(G) και της κυτοσίνης(C) τρεις δεσμοί υδρογόνου (Jeremy etc., 2017).



Εικόνα 1. Το DNA με τη μορφή διπλού έλικα

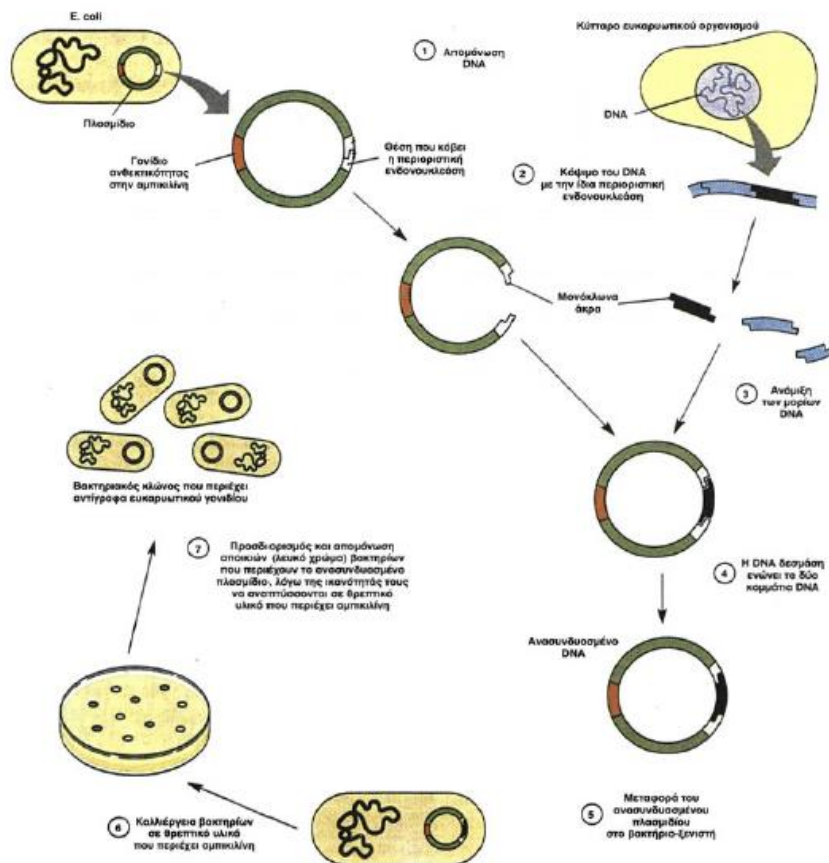
4. ΑΝΑΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ DNA

Το ανασυνδυασμένο DNA προκύπτει όταν γενετικό υλικό από έναν οργανισμό μεταφερθεί τεχνητά στο γενετικό υλικό ενός άλλου οργανισμού. Πρόκειται δηλαδή για ένα μόριο DNA το οποίο είναι κατασκευασμένο από τον άνθρωπο και περιέχει γονίδια από δύο ή και περισσότερους διαφορετικούς οργανισμούς. Ο συνδυασμός των διαφορετικών μορίων, συνήθως, πραγματοποιείται μέσα σε ένα πλασμίδιο (φορέας κλωνοποίησης) (Wikipedia.org). Για να γίνει όμως αυτό, ακολουθείται μία συγκεκριμένη διαδικασία, γνωστή και ως τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA, μία επίτευξη η οποία έχει επιτρέψει την πρόοδο των βιολογικών επιστημών, αφού μέσω της επέμβασης και τροποποίησης του γενετικού υλικού, παράγονται προϊόντα όπως φάρμακα, εμβόλια, φυτά και ζώα με βελτιωμένα, όμως, χαρακτηριστικά. Αυτή η διαδικασία αποτελείται από 7 στάδια, όπως φαίνονται και στην Εικόνα 2. Στο πρώτο στάδιο απομονώνεται το DNA του οργανισμού που μας ενδιαφέρει και στο δεύτερο στάδιο το πλασμίδιο και το μόριο DNA του οργανισμού δότη κόβονται με τις ίδιες περιοριστικές





ειδικά ένζυμα, τα οποία παράγονται από βακτήρια και αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες 4-8 νουκλεοτιδίων στο δίκλωνο DNA. Έπειτα, στο τρίτο στάδιο, τα δύο τμήματα, το πλασμίδιο και το DNA συνδέονται επειδή έχουν συμπληρωματικά άκρα, με τη βοήθεια ενός άλλου ενζύμου, της λιγάσης ή DNA δεσμάσης. Το τεχνητό μόριο DNA που δημιουργείται είναι το ανασυνδυασμένο DNA το οποίο στη συνέχεια με μετασχηματισμό εισάγεται σε διαπερατά κύτταρα-ξενιστή (βακτήρια ή ευκαρυωτικά κύτταρα). Τα κύτταρα αυτά πολλαπλασιάζονται σε θρεπτικό υλικό, το οποίο όμως περιέχει και το αντιβιοτικό για το οποίο έχει γονίδιο ανθεκτικότητας το πλασμίδιο. Έτσι, αναπτύσσονται αποικίες στις οποίες τα βακτήρια έχουν το επιθυμητό πλασμίδιο, οι οποίες όμως αργότερα απομονώνονται και γίνεται έλεγχος εκείνων που έχουν το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο (Watson & Witkowski & Myers & Caudy, 2007).



Εικόνα 2.
Βασικά
στάδια

παραγωγής ανασυνδυασμένου DNA με φορέα πλασμίδιο και μετασχηματισμό κυττάρου-ξενιστή.





5. ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Η Γενετική Μηχανική αποτελεί έναν κλάδο ο οποίος ολοένα και εξελίσσεται τα τελευταία χρόνια προσφέροντάς μας εντυπωσιακά αποτελέσματα σε τομείς, όπως η Ιατρική, η Γεωργία, η Βιομηχανία και η Έρευνα. Θέλοντας να την ορίσουμε, μπορούμε να πούμε ότι είναι το σύνολο των τεχνικών εκείνων που χρησιμοποιούνται, ώστε να τροποποιηθεί το γενετικό υλικό των κυττάρων και να μεταφερθεί από έναν οργανισμό σε έναν άλλο (Nelson & Cox, 2007). Ταυτίζεται πολλές φορές με την τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA την οποία παρουσιάσαμε παραπάνω. Επίσης, κάτω από τη μεγάλη ομπρέλα της Γενετικής Μηχανικής περιλαμβάνεται και η κλωνοποίηση, η επιλεκτική αναπαραγωγή, η έρευνα βλαστικών κυττάρων (Alberts & Johnson & Lewis & Rafi & Roberts & Walter, 2006). Ποιες είναι, όμως, οι θετικές προεκτάσεις της γενετικής μηχανικής και μέχρι ποιο σημείο μπορεί ο άνθρωπος να επέμβει στο γενετικό υλικό; Σίγουρα τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, όπως ποικίλα είναι και τα ζητήματα βιοηθικής που προκύπτουν. Παρακάτω θα παρουσιαστούν μερικά από αυτά τα ζητήματα.

5.1. Θεραπευτική-Προληπτική Γενετική Μηχανική

Είναι ένας τομέας της γενετικής μηχανικής τον οποίο αντιλαμβανόμαστε ως παρέμβαση σε έναν ανθρώπινο γονότυπο, έτσι ώστε να απαλλάξουμε τον ίδιο ή κάποιον άλλο γονότυπο από γενετικής προέλευσης ασθένειες ή από παράγοντες που θα επιβαρύνουν στο μέλλον την υγεία του (Σούρλας, 2001). Ουσιαστικά πρόκειται για πρόληψη κάποιας ασθένειας που εντοπίζεται προγεννητικά και περικλείει την άμεση παρέμβαση στο γενετικό υλικό ενός εμβρύου προκειμένου να αποκαταστήσουμε μία βλάβη, εάν αυτό είναι εφικτό, ή να προβούμε στην καταστροφή του εμβρύου, όταν δεν μπορούμε να παρέμβουμε βοηθητικά. Σίγουρα όμως, γύρω από αυτού του είδους τις παρεμβάσεις εγείρονται ποικίλες αντιδράσεις και προβληματισμοί οι οποίοι θα συζητηθούν στο κεφάλαιο της βιοηθικής παρακάτω. Το βασικό όμως, είναι η θεραπευτική και προληπτική γενετική μηχανική να προσφέρεται με ευθύνη της πολιτείας σε όλους ανεξαιρέτως, ώστε να αποφεύγονται ηθικά επιλήψιμες ανισότητες που αφορούν στην υγεία του πληθυσμού. Η μέθοδος των βλαστοκυττάρων, τα οποία συλλέγονται κατά τις πρώτες





δεκατέσσερις μέρες ενός γονιμοποιημένου ωαρίου, είναι η μέθοδος εκείνη που βοηθάει τους επιστήμονες της γενετικής μηχανικής να εντοπίσουν και να παρέμβουν, όπου κρίνουν απαραίτητο.

5.2. Τελειοποιητική Γενετική Μηχανική

Με τον όρο της τελειοποιητικής γενετικής μηχανικής εννοούμε την παρέμβαση στο γονότυπο ενός υγιούς ανθρώπινου οργανισμού με στόχο όμως, την επιλογή κάποιου χαρακτηριστικού όπως το ύψος, το χρώμα των ματιών, τη μυϊκή δύναμη, την ευφυΐα, το φύλο κ.ά., η οποία θεωρείται πλεονεκτική και συμφέρουσα για τη μελλοντική ζωή του ανθρώπου. Σίγουρα αυτού του είδους οι παρεμβάσεις θα δημιουργήσουν πολλούς προβληματισμούς για το κατά πόσο μπορούν και έχουν τέτοιο δικαίωμα οι γονείς δηλαδή να επιλέξουν ποια χαρακτηριστικά θα έχουν οι απόγονοί τους, ενώ σίγουρα θα δημιουργήσει και χάσμα μεταξύ οικογενειών με μεγάλη οικονομική ευρωστία, που θα μπορούν να επιλέξουν τα «καλύτερα» χαρακτηριστικά για τα παιδιά τους, έναντι οικογενειών που δεν θα έχουν αυτή τη δυνατότητα (Diane, 2005).

5.3. Ηθική Γενετική Μηχανική

Είναι ένας τομέας στον οποίο βρισκόμαστε ακόμα σε ανεξερεύνητα μονοπάτια, που όμως έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Πρόκειται για την παρέμβαση στον ανθρώπινο γονότυπο με στόχο την ενίσχυση εγγενών μορφών συμπεριφοράς οι οποίες κρίνονται ηθικά αποδεκτές και επιθυμητές στο πλαίσιο της κοινωνίας μας (Bonioio & Vezzoni, 2006). Βέβαια, θα δημιουργηθούν αναπόφευκτα συγκρούσεις ως προς το ποιες μορφές ηθικής πρέπει να καθιερωθούν, αφού κάθε κοινωνία και κάθε άνθρωπος έχει διαφορετική αντίληψη για το σωστό, το καλό και το δίκαιο (Tristram, 1996).

6. ΒΙΟΗΘΙΚΗ

Ηθική για πολλούς σημαίνει ο προσανατολισμός για μία καλή και δίκαιη ζωή ανάμεσα στους κόλπους μιας κοινωνίας. Για τον Αριστοτέλη ο σκοπός της ηθικής είναι ένας αγώνας για ευτυχία, μία ευτυχία που δεν εστιάζει στην επίτευξη του στόχου στο τέλος ενός μακρινού δρόμου της





ζωής, αλλά στον τρόπο που οι άνθρωποι θα πορευτούν στο δρόμο της ζωής (Αριστοτέλης, Ηθικά Νικομάχεια). Στη σύγχρονη πραγματικότητα, αυτή της γενετικής μηχανικής και των ερευνών που γίνονται για την ανθρώπινη παρέμβαση στο DNA κάποιων έμβιων οργανισμών με σκοπό είτε τη θεραπεία τους είτε τη βελτίωση και τελειοποίησή τους, υπάρχουν ποικίλοι προβληματισμοί σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής τους. Σίγουρα όμως, καμία τεχνολογική πρόοδος δεν έχει γίνει χωρίς αμφισβημία. Το ερώτημα είναι: πού βρίσκεται το όριο μεταξύ καλής και δίκαιης εφαρμογής της γενετικής μηχανικής και μέχρι ποιο σημείο δεν βλάπτουμε ηθικά τα έμβια όντα στα οποία παρεμβαίνουμε;

Η αναζήτηση του «μέσου», της ισορροπίας μεταξύ της ολικής, χωρίς περιορισμούς βιοϊατρικής έρευνας πάνω σε ανθρώπινα όντα και της ολικής απαγόρευσης οποιασδήποτε τέτοιας έρευνας, αποτελεί ένα ιδιαίτερα δύσκολο μονοπάτι. Για τον Αριστοτέλη η ιδέα του μέσου είναι η πιο βασική ιδέα στην ηθική του. Ουσιαστικά μιλάει για κάτι διαφορετικό, διακρίνει το μέσο που μπορεί να υπάρχει σε σχέση με τις αναλογίες ενός πράγματος (π.χ. στη γεωμετρία) με το μέσο που οφείλουμε να εντοπίσουμε σε σχέση με τον εαυτό μας, σε σχέση δηλαδή με τα ακραία συναισθήματα και πράξεις που γνωρίζουμε. Όταν και εφόσον καταφέρουμε να επιτύχουμε το μέσο στην πράξη, έχουμε επιτύχει το «άριστον» σύμφωνα με τον Αριστοτέλη (Αριστοτέλης, Ηθικά Νικομάχεια).

Αναφορικά με τη βιοηθική στη γενετική μηχανική και συγκεκριμένα στη θεραπευτική-προληπτική παρέμβαση, όλα ξεκινούν από τη σωστή ενημέρωση που οφείλει να έχει ο θεραπευόμενος από τον υπεύθυνο ιατρό. Είναι ιδιαίτερα κρίσιμο ο γιατρός να ενημερώσει αμερόληπτα για τα θετικά που πρόκειται να έχει η ιατρική παρέμβαση, αλλά και τους κινδύνους και τα αρνητικά που ίσως προκύψουν, ώστε να μπορέσει να παρθεί η σωστή απόφαση. Σίγουρα, η αυτονομία της απόφασης είναι δύσκολο να γίνει όταν πρόκειται για ένα μικρό παιδί, όπου την απόφαση την παίρνουν οι γονείς του, αλλά και αδύνατο, όταν αυτό συμβαίνει σε ένα έμβρυο (Smith, 2003).

Τα πράγματα γίνονται πιο περίπλοκα, όταν η συζήτηση έρθει στην τελειοποιητική και ηθική γενετική μηχανική, όπου οι γονείς των παιδιών επιθυμούν να βελτιώσουν ή να επιλέξουν τα χαρακτηριστικά των παιδιών τους. Ουσιαστικά, κάτι τέτοιο πηγαίνει κόντρα στο νόμο της





φυσικής επιλογής, κατά τον οποίο επικρατούν τα γονοτυπικά και φαινοτυπικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν την επιβίωση και την ανάπτυξη ενός οργανισμού.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Άκριτη αποδοχή ή κάθετη απαγόρευση της γενετικής μηχανικής και της προόδου που αυτή έχει συντελέσει; Ό,τι κι αν διαλέξει κανείς, θα πρέπει να αναλογιστεί και τις συνέπειες αυτής της επιλογής. Σίγουρα οι δύο επιλογές είναι τα δύο άκρα, δηλαδή όλα ή τίποτα. Επιλέγοντας κάποιο «άκρο» σε απαλλάσσει από δεύτερες σκέψεις, από ενδοιασμούς, από το «μέχρι σε ποιο βαθμό μπορώ να επέμβω;», «κάνω καλό στη ζωή του;», «μπορώ εγώ να επιλέξω για κάποιον άλλο», «είναι δίκαιο να τερματίσω τη ζωή του εμβρύου, αν διαπιστώσω κάποιου είδους προβληματική και μη αναστρέψιμη κατάσταση;». Είναι όμως αυτό το σωστό, το δίκαιο, το «άριστο»;

Δεν χωράει αμφιβολία, ότι η σημερινή κοινωνία οφείλει να προχωρήσει μέσα στη νέα εποχή των γενετικών επιτευγμάτων λαμβάνοντας υπόψη ότι η γενετική μηχανική, μέσω των επεμβάσεών της, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καλό σκοπό και προς βελτίωση της ζωής των ανθρώπων. Είναι όμως, εξίσου σημαντικό, όλοι μας να είμαστε σε ετοιμότητα και εγρήγορση, ώστε να απολαμβάνει η ανθρωπότητα τα θεραπευτικά αποτελέσματα της νέας μεθόδου, ενώ παράλληλα, θα αποτραπεί οποιαδήποτε αλόγιστη χρήση της.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] Alberts B., Johnson A., Lewis J., Rafi M., Roberts K., Walter P., (2006). *Βασικές Αρχές Κυτταρικής Βιολογίας*, 2^η Έκδοση, Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης Α.Ε., Αθήνα.

[2] Boniolo Giovanni & Vezzoni Paolo, (2006). «Genetic Influences on Moral Capacity: What Genetic Mutants Can Teach Us» στο *Evolutionary Ethics and Contemporary Biology*, Cambridge University Press.

[3] Diane B. Paul, (2005). «Genetic Engineering and Eugenics: The Uses of History», στο *Is Human Nature Obsolete? Genetics, Bioengineering and the Future of the Human Condition*, Cambridge, The MIT Press.





- [4] Jeremy M., Berg John L., Tymoczko Lubert Stryer, με τη συνεργασία του Gregory J. Gatto, Jr., (7^η έκδοση, 2017). Απόδοση στα ελληνικά: Διονύσης Δραϊνός, Ευστάθιος Χατζηλουκάς, Γεώργιος Κ. Παπαδόπουλος, Αλέξης Αλετράς, Αικατερίνη Κωνσταντίνου, Ηλίας Κούβελος. *Βιοχημεία*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- [5] Nelson D., Cox M., (2007), *Βασικές Αρχές Βιοχημείας*, Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης Α.Ε., Αθήνα.
- [6] Smith K., (2003). «Gene Therapy: theoretical and bioethical concepts» στο *Archives of Medical Research*.
- [7] Tristram Engelhardt, (1996). «Germ-line Genetic Engineering and Moral Diversity: Moral Controversies in a Post-Christian World» στο *Social Philosophy and Policy*.
- [8] Watson J., Witkowski J., Myers R., Caudy A. (2007). *Ανασυνδυασμένο DNA*, Ακαδημαϊκές Εκδόσεις Μπάσδρα & ΣΙΑ, Αλεξανδρούπολη.
- [9] Wikipedia.org
- [10] Αριστοτέλης, «Ηθικά Νικομάχεια», μετάφραση του Δημήτριου Λυπουρλή (2006), (1098a 19).
- [11] Αριστοτέλης, «Ηθικά Νικομάχεια», μετάφραση του Δημήτριου Λυπουρλή (2006), (1107a).
- [12] Σούρλας Π., (2001). «Τα βλαστοκύτταρα στη βιοϊατρική έρευνα: Βασικά ηθικά προβλήματα», Στο: *Ισοπολιτεία*, τεύχος 5^ο.

