



Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας
Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών



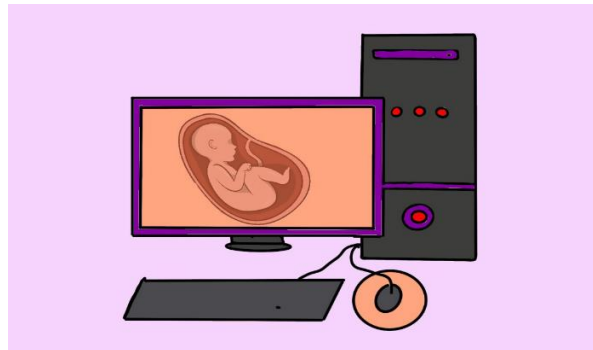
Εργαστήριο Χημείας, Βιοχημείας, Κοσμητολογίας

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης στην εξωσωματική γονιμοποίηση

GRADUATE THESIS

The role of artificial intelligent in In Vitro Fertilization



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ(ΤΩΝ)/NAME OF STUDENTS

Σεβαστή Αγγελική Κυπριάδη
Sevasti Angeliki Kypriadi

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Πέτρος Καρκαλούςος
Petros Karkalousos

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2024



Laboratory of Chemistry, Biochemistry, Cosmetology

GRADUATE THESIS
The role of artificial intelligent in In Vitro Fertilization

SEVASTI ANGELIKI KYPRIADI

20678143

s.kypriadi@hotmail.com

FIRST SUPERVISOR
PETROS KARKALOUSOS

SECOND SUPERVISOR
MARIA TRAPALI

THIRD SUPERVISOR
EFSTATHIOS MICHALOPOULOS

AIGALEO 2024

Επιτροπή εξέτασης

Ημερομηνία εξέτασης: 12/9/2024

	Ονόματα εξεταστών	Υπογραφή
1 ^{ος} Εξεταστής	Πέτρος Καρκαλούσος	
2 ^{ος} Εξεταστής	Μαρία Τράπαλη	
3 ^{ος} Εξεταστής	Ευστάθιος Μιχαλόπουλος	

Δήλωση συγγραφέα προπτυχιακής διπλωματικής εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Σεβαστή Αγγελική Κυπριάδη του Σακελλάρη, με αριθμό μητρώου 20678143 φοιτήτρια του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Σεβαστή Αγγελική Κυπριάδη



Υπογραφή φοιτητή/των

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια διπλωματική εργασία στα πλαίσια της φοίτησης μου στο τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές μου για την πολύτιμη καθοδήγηση τους στην διάρκεια της συγγραφής αλλά και την οικογένεια μου που με υπομονή και κουράγιο προσέφεραν την απαραίτητη ηθική συμπαράσταση ώστε να ολοκληρωθεί η παρακάτω εργασία.

Αφιέρωσεις

Στην οικογένεια μου. Στο μπαμπά μου, Σακελλάρη. Στη μαμά μου, Καλίνα. Στην αδελφή μου, Καλλιόπη.

Περίληψη

Ο κλάδος της πληροφορικής αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της επικοινωνίας στον σύγχρονο κόσμο, ενώ οι εφαρμογές που βρίσκει η τεχνητή νοημοσύνη είναι αμέτρητες. Γενικά, η τεχνητή νοημοσύνη, που αριθμοί πολλά χρόνια, είναι ανθρώπινο δημιούργημα με στόχο την επίλυση προβλημάτων. Μεταξύ άλλων συσχετίζεται και στον ιατρικό κόσμο και πιο συγκεκριμένα στην υπογονιμότητα. Αυτή κατηγοριοποιείται σε πρωτοπαθή και δευτεροπαθή, αφορά τόσο το γυναικείο όσο τον ανδρικό πληθυσμό και τα αίτια της ποικίλλουν.

Στον αντίποδα είναι σημαντικό να διακρίνεται η στειρότητα, μία μόνιμη κατάσταση, από την υπογονιμότητα που μπορεί να είναι παροδική. Για οδηγηθούν σε συμπεράσματα οι επιστήμονες υγείας υποβάλλουν το ζευγάρι σε εξετάσεις γονιμότητας. Για την γυναίκα οι εξετάσεις ποικίλλουν ενώ βασική εξέταση του άντρα είναι το σπερμοδιάγραμμα.

Εφόσον ένα ζευγάρι οδηγηθεί σε υποβοηθούμενη αναπαραγωγή διαθέτει ένα σύνολο πρωτοκόλλων που μπορεί να επιλέξει. Ένα από αυτά είναι η εξωσωματική γονιμοποίηση μία ευρέως διαδεδομένη τεχνική των τελευταίων δεκαετιών. Πρόκειται για πρωτόκολλο που διαθέτει στάδια τόσο *in vitro* όσο και *in vivo*. Ακόμη το κράτος διαθέτει νομικό πλαίσιο το οποίο οφείλεται να τηρείτε πιστά.

Ο συνδυασμός της τεχνητής νοημοσύνης με την εξωσωματική γονιμοποίηση αποτελεί ένα πολύ ελπιδοφόρο κομμάτι της επιστήμης. Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται αφορούν απεικονιστικά μοντέλα, ανάλυση δεδομένων, νοημοσύνη για επιλογή κατάλληλων ωαρίων, σπερματοζωαρίων και εμβρύων ακόμη και χαρτογράφηση του γυναικείου αναπαραγωγικού συστήματος. Τέλος, χρειάζεται προσοχή στα ηθικά όρια και στην οριοθέτηση αυτών.

Λέξεις κλειδιά: τεχνητή νοημοσύνη, εξωσωματική γονιμοποίηση, ωάριο, σπερματοζωάριο, υπολογιστής

Abstract

Computing is the cornerstone of communication in the modern world, and the applications of artificial intelligence are countless. In general, artificial intelligence, which has been around for many years, is a human creation designed to solve problems. Among other things, it is also related to the medical world and more specifically to infertility. This is categorized as primary and secondary, affects both the female and male population and its causes vary.

On the other hand, it is important to distinguish between infertility, a permanent condition, and infertility, which can be transient. To reach conclusions, health scientists subject the couple to fertility tests. For the woman, the tests vary, while the basic test for the man is a spermogram.

Once a couple is referred to assisted reproduction, they have a set of protocols to choose from. One of these is IVF, a widely used technique of the last few decades. It is a protocol that has both in vitro and in vivo stages. The State also has a legal framework which must be strictly adhered to.

The combination of artificial intelligence and IVF is a very promising piece of science. The applications used include imaging models, data analysis, intelligence for the selection of suitable eggs, sperm and embryos and even mapping of the female reproductive system. Finally, attention needs to be paid to ethical boundaries and their definition.

Key words: artificial intelligence, in vitro fertilization, egg, sperm, computer

Περιεχόμενα

Δήλωση συγγραφέα προπτυχιακής διπλωματικής εργασίας.....	iv
Αφιερώσεις.....	vi
Περίληψη.....	vii
Abstract.....	viii
Πρόλογος.....	1
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	4
Κεφάλαιο 2: Η επιστήμη της τεχνητής νοημοσύνης.....	5
2.1: Γενικές πληροφορίες για την τεχνητή νοημοσύνη	5
2.2 Ιστορική Αναδρομή.....	5
2.3: Συσχέτιση τεχνητής νοημοσύνης και ιατρικής	7
Κεφάλαιο 3. Η υπογονιμότητα και οι λύσεις που παρέχει η επιστήμη.....	7
Κεφάλαιο 4. Υποβοηθούμενη αναπαραγωγή.....	14
4.1 Είδη υποβοηθούμενης αναπαραγωγής.....	14
4.2 Νομικό Πλαίσιο	15
Κεφάλαιο 5: Εξωσωματική Γονιμοποίηση	16
5.1: Επιλογή Εξωσωματικής γονιμοποίησης	16
5.2: Στάδια εξωσωματικής γονιμοποίησης	17
5.3: Ποσοστά επιτυχίας και επιπλοκές	19
Κεφάλαιο 6: Οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην εξωσωματική γονιμοποίηση.....	20
Κεφάλαιο 7: Ηθικοί Περιορισμοί.....	25
Κεφάλαιο 8: Μελλοντικές προοπτικές για την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης σε συνδυασμό με την εξωσωματική γονιμοποίηση.....	27
Συζήτηση/Σχόλια/ Συμπεράσματα	29
Αναφορές.....	30

Πρόλογος

Η ζωή αποτελεί το υπέρτατο αγαθό για τον άνθρωπο και η διαίωσιση αυτής είναι σημαντική τόσο για την εξέλιξη όσο και για την επιβίωση του είδους. Κύριο λόγο στο ζήτημα διαθέτει η αναπαραγωγή η οποία θα μπορούσε να λάβει χώρα με φυσιολογικό τρόπο. Ωστόσο, στη σύγχρονη πραγματικότητα με τα προβλήματα υπογονιμότητας να καλύπτουν, πολλά ζευγάρια καταφεύγουν σε τεχνικές υποβοηθούμενης αναπαραγωγής για να «ολοκληρώσουν» την οικογένεια τους. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO), φαίνεται πως το 17,5 % του ενήλικου πληθυσμού ή αλλιώς ένας στους έξι αντιμετωπίζει θέματα στειρότητας (World Health Organization, 2023). Είναι λοιπόν επιτακτική ανάγκη η επιστήμη να κάνει ένα βήμα πίσω και να αναλογισθεί πως η υποβοηθούμενη αναπαραγωγή αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της ευδαιμονίας ορισμένων ατόμων.

Γενικά ως υπογονιμότητα ορίζεται η ανικανότητα επίτευξης εγκυμοσύνης έπειτα από δώδεκα ή περισσότερους μήνες όπου το ζευγάρι προσπαθεί να συλλάβει χωρίς τη χρήση αντισυλληπτικών μέτρων (Zegers-Hochschild, 2009). Από τις πληροφορίες που προαναφέρθηκαν και αναλογιζόμενοι τη σημαντικότητα του θέματος, καθίσταται φανερό πως προβλήματα αναπαραγωγικής φύσεως διαθέτουν πολυπαραγοντικά αίτια στα οποία κατατάσσονται ιατρικά ζητήματα ανδρικής και γυναικείας προέλευσης (World Health Organization, , 2023), ψυχολογικά ζητήματα (Alicja Malina, 2016) αλλά και περιβαλλοντικά θέματα σε συνδυασμό με τον τρόπο ζωής του εκάστοτε ατόμου (Sharpe, 2000).

Η συνθήκη της υπογονιμότητας, μπορεί να αποτελέσει την αρχή της αναζήτησης διαφορετικών μεθόδων γονιμοποίησης πρώτα σε συμβουλευτικό επίπεδο και έπειτα στη διενέργεια κατάλληλης τεχνικής. Μία από αυτές τις μεθόδους η οποία ανακαλύφθηκε το 1978 είναι η εξωσωματική γονιμοποίηση (Fisheh, 2018). Τεχνική ορόσημο για την ιστορία της αναπαραγωγής η οποία, σε συνδυασμό με την συνεχόμενη εξέλιξη της τεχνολογίας έδωσε το έναυσμα για την δημιουργία ενός αυτοτελούς κλάδου στον τομέα της Ιατρικής.

Φτάνοντας στο σήμερα, είναι ευρέως διαδεδομένο πως ο τομέας της τεχνητής νοημοσύνης εξελίσσεται ραγδαία με τις πρώτες αναφορές να λαμβάνουν χώρα το 1956 (Andreas Kaplan, 2019). Πρόκειται για ένα εργαλείο που έχει δημιουργηθεί από τον άνθρωπο ώστε να τον διευκολύνει και να τον βοηθάει στα διάφορα ζητήματα με τα οποία έρχεται αντιμέτωπος στην καθημερινότητα του. Οι εφαρμογές που βρίσκει ποικίλλουν ενώ καταπιάνεται έντονα στην Ιατρική (Pranav Rajpurkar, 2022) και κατ' επέκταση στην

εμβρυολογία και την εξωσωματική γονιμοποίηση (Nikica Zaninovic, 2020). Ενώ το συγκεκριμένο εργαλείο είναι έντονα βοηθητικό για τη πραγματοποίηση της διαδικασίας είναι σημαντικό να χρησιμοποιείται ως αρωγός από το αρμόδιο προσωπικό και να μη καταπατά ηθικά ζητήματα που «αμαυρώνουν» το αμετάβλητο της διαδικασίας.

Η συγκεκριμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση με γνώμονα τα τρέχοντα επιστημονικά δεδομένα εστιάζει στη συσχέτιση και στο ρόλο που κατέχει η τεχνητή νοημοσύνη στην πραγματοποίηση την εξωσωματικής γονιμοποίησης τόσο στο σήμερα όσο και τις παλαιότερες δεκαετίες. Παραθέτει τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα του συγκεκριμένου συνδυασμού ενώ παράλληλα εξετάζει την ηθική οπτική του θέματος. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη συμβουλευτική που μπορεί να προέλθει από την τεχνητή νοημοσύνη στο συγκεκριμένο κλάδο αλλά και στον ρόλο που θα κατέχει στο μέλλον. Τέλος, δίνει το έναυσμα στους ειδήμονες να θυμηθούν την ιστορία και να την χρησιμοποιήσουν ως κίνητρο για μεταγενέστερες ανακαλύψεις του κλάδου.

Πίνακες και διαγράμματα

Πίνακας 1:Γυναικεία αίτια υπογονιμότητας	8
Πίνακας 2:Ανδρικά αίτια υπογονιμότητας.....	10
Πίνακας 3:Περιβαλλοντικά αίτια	11
Πίνακας 4:Ανάλυση σπερμοδιαγράμματος	11
Πίνακας 5:Βαθμοί συγκολλήσεων	13
Πίνακας 6:Είδη συσσωρεύσεων	13
Πίνακας 7:Ποσοστά επιτυχίας εξωσωματικής γονιμοποίησης.....	20
Εικόνα 1:Ιστορική αναδρομή τεχνητής νοημοσύνης	6
Εικόνα 2:Είδη υπογονιμότητας	8
Εικόνα 3:Δομή σπερματοζωαρίου	10
Εικόνα 4:Στάδια καλλιέργειας	19
Εικόνα 5:Βήματα εξωσωματικής γονιμοποίησης	19
Εικόνα 6: chat-GPT1	22
Εικόνα 7:chat-GPT2	23
Εικόνα 8:chat-GPT3	23
Εικόνα 9:chat-GPT4	23
Εικόνα 10:chat-GPT5	24
Εικόνα 11:chat-GPT6	24

***Όλες οι εικόνες είναι πρωτότυπες και ζωγραφισμένες στο χέρι.**

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Ο άνθρωπος ανέκαθεν ερχόταν αντιμέτωπος με τις δυσκολίες της ζωής. Το θέμα της τεκνοποίησης αλλά και της διαίωσισης του είδους αποτελούσε πάντα ένα ζήτημα καθώς η νέα ζωή αποτελεί «λαμπαδηρόμο» της εξέλιξης αλλά και της χαράς. Δεν είναι λίγα τα άτομα που κατέχουν προβλήματα υπογονιμότητας. Ωστόσο, η επιστήμη έχει προνοήσει με τη δημιουργία μεθόδων , διαφορετικών των παραδοσιακών, μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η γονιμοποίηση.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μία βιβλιογραφική ανασκόπηση που έχει ως στόχο να συνδέσει τον σύγχρονο κόσμο της πληροφορικής και συγκεκριμένα την τεχνητή νοημοσύνη με τις τεχνικές υποβοηθούμενης αναπαραγωγής και κατ' επέκταση την εξωσωματική γονιμοποίηση. Μέσα από καταγραφή της πλειοψηφίας των διαθέσιμων πηγών ανά τα χρόνια διατυπώνεται ομαδοποιημένα η διαθέσιμη έως τώρα πληροφορία.

Κεφάλαιο 2: Η επιστήμη της τεχνητής νοημοσύνης

2.1: Γενικές πληροφορίες για την τεχνητή νοημοσύνη

Μέρα με τη μέρα η επιστήμη εξελίσσεται όλο και περισσότερο ενώ παράλληλα ο άνθρωπος την έχει κάνει κτήμα του ώστε να διευκολύνει την καθημερινότητα του. Η τεχνητή νοημοσύνη λοιπόν αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της τεχνολογίας, αν όχι η ίδια η τεχνολογία, και συμβάλει τόσο σε απλούστερα ζητήματα όσο και σε σημαντικότερα όπως στον κλάδο της πληροφορικής, της μάθησης αλλά και της ιατρικής.

Γενικά, αν ανατρέξει κανείς σε ένα λεξικό ως νοημοσύνη ορίζεται ένα σύνολο από λειτουργίες, κατά βάση πνευματικές, οι οποίες χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο ώστε να προσπελάσει τυχόν προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίσει στην καθημερινότητα του. Κατ' επέκταση, υπάρχει και ένας δείκτης που ονομάζεται δείκτης νοημοσύνης και δείχνει το βαθμό νοητικής ικανότητας ενός ατόμου.

Άρα, με βάση τα παραπάνω τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσε να οριστεί ως ένας επιστημονικός κλάδος που είναι ανθρώπινο δημιούργημα και βασίζεται στη χρήση των υπολογιστών και της πληροφορικής. Στόχος του συγκεκριμένου κλάδου αποτελεί η δημιουργία προγραμμάτων τα οποία είναι ικανά να μιμηθούν τον ανθρώπινο νου ώστε να μπορούν να κατανοούν και να επιλύουν προβλήματα σε μικρότερο χρονικό διάστημα (Ευροκοινοβουλίου, 2021). Για να εδραιωθεί όμως ένα τέτοιο σύστημα έχει προηγηθεί ένα σύνολο ερευνών και ανακαλύψεων τα οποία μεταπίπτουν πολλά χρόνια πίσω.

2.2 Ιστορική Αναδρομή

Η ιστορία της τεχνητής νοημοσύνης έχει αποτελέσει κομβικό κλάδο μελέτης από τις πρώτες κιόλας «εμφανίσεις» της. Από το ξεκίνημα στην αρχαιότητα έως και σήμερα πραγματεύεται ένα σύνολο στοιχείων και είναι υπεύθυνη για πολλές τεχνολογικές εξελίξεις. Ακόμα, και οι Έλληνες φιλόσοφοι είχαν καταπιαστεί με το συγκεκριμένο αντικείμενο. Συγκεκριμένα, ο Αριστοτέλης την εποχή του 384-322 π.Χ. διατύπωσε μέσω της Αριστοτέλειας λογικής, συλλογισμούς που σχετίζονταν με την ορθή σκέψη και του τρόπου κωδικοποίησης. Παρακάτω φαίνονται οι ημερομηνίες των κομβικών γεγονότων του θέματος:

- 1950: Ο Alan Turing ένας από τους πρωτεργάτες της τεχνητής νοημοσύνης παρουσιάζει το Test Turing που σχετίζεται με τις έξυπνες μηχανές (TURING, 1950)
- 1951: Δημιουργία του SNARC, το πρώτο νευρωνικό που αποτελείται από 40 νευρώνες και 3000 λυχνίες από τους Minsky και Edmonds.

- 1956: Συνέδριο το οποίο διοργανώθηκε από τους McCarthy, Minsky, Shannon και Rochester και αφορούσε την γέννηση του όρου τεχνητή νοημοσύνη αλλά και εννοιών όπως τη θεωρία αυτομάτων, νευρωνικά δίκτυα και τη μελέτη της ευφυΐας(McCarthy et al., 2006).
- 1966:Μέσω έρευνας για την κατανόηση των γλωσσών και την αντίληψη των μηχανών, ο Weizenbaum δημιούργησε το ELIZA. (Weizenbaum, 1966)
- 1969: Εμπόδιο για την έρευνα καθώς σταματάει η χρηματοδότηση όταν οι Marvin Minsky και Seymour Papert έγραψαν ένα σχολιαστικό άρθρο στο οποίο μείωναν τα απλά νευρικά δίκτυα (Marvin Minsky, 2017).
- 1970-1980: Ανάπτυξη συμβολικών και υπολογιστικών μορφών τεχνητής νοημοσύνης
- 1981: Ανάπτυξη ειδικών συστημάτων XCON και άλλων από Ιάπωνες (McCorduck, 1984).
- 1986: Επαναφορά νευρωνικών δικτύων (David E. Rumelhart, 1986).
- 1997: Χρήση συστήματος IBM Deep Blue σε πρωτάθλημα σκάκι το οποίο κερδίζει έναντι του ανθρώπινου εγκεφάλου. (Murray Campbell, 2002)
- 2023: Δημιουργία Chat-GPT ενός προηγμένου συστήματος τεχνητής νοημοσύνης το οποίο είναι διαθέσιμο και στον απλό πολίτη (Chat-GPT, 2023).



Εικόνα 1: Ιστορική αναδρομή τεχνητής νοημοσύνης

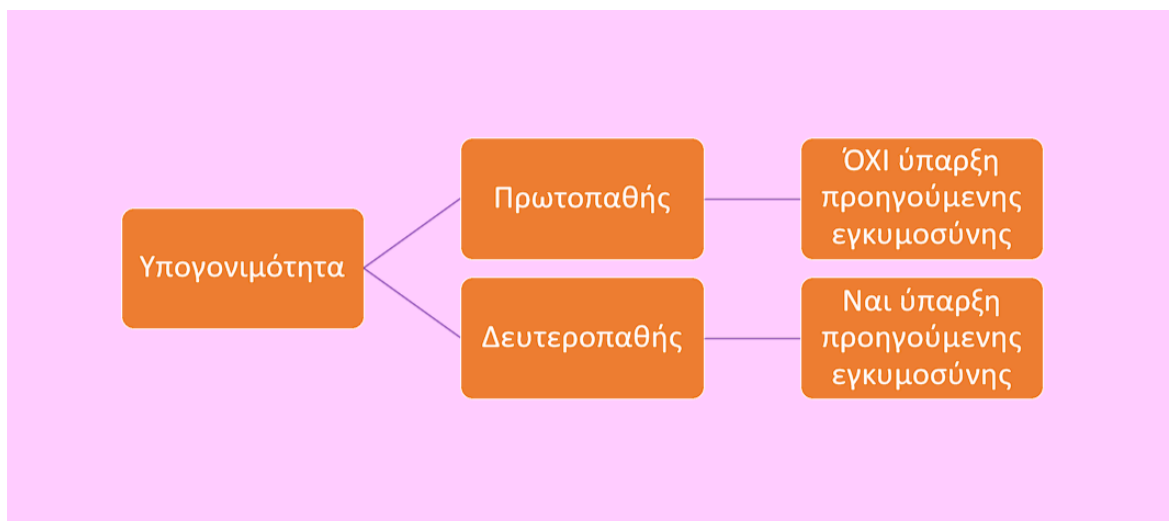
2.3: Συσχέτιση τεχνητής νοημοσύνης και ιατρικής

Τα σύγχρονα δεδομένα έχουν αποδείξει πως η τεχνητή νοημοσύνη είναι ικανή να χρησιμοποιηθεί με αποτελεσματικότητα και στον κλάδο της ιατρικής. Συγκεκριμένα μπορεί να συμβάλει σε χειρουργεία μέσω της ρομποτικής ιατρικής που αποτελεί παρακλάδι του θέματος που μελετάται. Επίσης, βρίσκει εφαρμογή στην ανανέωση δεδομένων σχετικά με παθήσεις αλλά και τυχόν φάρμακα τα οποία μπορεί να λάβει ένας ασθενής ώστε να διενεργείται έλεγχος αξιοπιστίας. Ακόμη, κατέχει σημαντικό ρόλο στη διάγνωση ασθενειών μέσω μηχανημάτων, στην παθολογία αλλά και στην εξέλιξη των ενδοσκοπικών μηχανημάτων. Τέλος, αναπτύσσεται και στον κλάδο της υποβοηθούμενης παραγωγής και μάλιστα αποτελεί ένα εφελτήριο βήμα το οποίο υπόσχεται μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας.

Κεφάλαιο 3. Η υπογονιμότητα και οι λύσεις που παρέχει η επιστήμη

Η υπογονιμότητα είναι παγκόσμιο φαινόμενο και αποτελεί πρόκληση για πολλά νέα και μη ζευγάρια του σήμερα που επιθυμούν να δημιουργήσουν οικογένεια. Πιο συγκεκριμένα, ως υπογονιμότητα ορίζεται η αδυναμία επίτευξης εγκυμοσύνης έπειτα από συστηματικές προσπάθειες ενός έτους μέσω σεξουαλικής επαφής και χωρίς τη χρήση προφύλαξης. Στις γυναίκες άνω των 35 ετών ο χρόνος μεταπίπτει σε 6 μήνες (Zegers-Hochschild, 2017). Ενώ, σύμφωνα με τον ΠΟΥ (Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας) παγκοσμίως 1 στους 6 έχει αντιμετωπίσει θέματα υπογονιμότητας κάποια στιγμή στη ζωή του. Αξίζει να σημειωθεί πως πρόκειται για έννοια η οποία χρησιμοποιείται τόσο για το ανδρικό όσο και για το γυναικείο φύλλο καθώς και οι δύο μπορούν να έρθουν αντιμέτωποι με ένα τέτοιο ζήτημα.

Γενικά, διακρίνεται σε πρωτοπαθής και δευτεροπαθής. Πρωτοπαθής υπογονιμότητα για το γυναικείο πληθυσμό είναι η ύπαρξη υπογονιμότητας με την προϋπόθεση πως δεν έχει υπάρξει προηγούμενη εγκυμοσύνη. Ενώ, δευτεροπαθής υπογονιμότητα είναι η ύπαρξη υπογονιμότητας με τη διαφορά ότι σε προγενέστερο χρόνο η γυναίκα ήταν κανονικά έγκυος. Στην περίπτωση του άνδρα, το νόημα των εννοιών παραμένει ίδιο ωστόσο δεν κυοφορεί. Πιο συγκεκριμένα, πρωτοπαθής υπογονιμότητα για το ανδρικό πληθυσμό εννοείται η απουσία σύλληψης στο παρελθόν και δευτεροπαθής να έχει επιτευχθεί προγενέστερη σύλληψη (Zegers-Hochschild, 2017).



Εικόνα 2:Είδη υπογονιμότητας

Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ της στειρότητας και της υπογονιμότητας. Η έννοια στειρότητα αποτελεί μία μόνιμη και μη αναστρέψιμη κατάσταση κατά την οποία το άτομο δεν μπορεί να τεκνοποιήσει σε αντίθεση με την υπογονιμότητα η οποία μπορεί να είναι παροδική και τα αίτια της να ποικίλουν. Αυτά μπορεί να σχετίζονται με την γυναίκα, με τον άνδρα, με συνδυασμό των δύο ακόμα και με εξωτερικούς παράγοντες.

Το φυσιολογικό σύστημα της γυναίκας είναι αρκετά περίπλοκο με αποτέλεσμα το ίδιο να είναι και η παθολογία του. Αναφορικά με το αναπαραγωγικό της σύστημα αποτελείται από τα εσωτερικά και τα εξωτερικά γεννητικά όργανα που αποσκοπούν μεταξύ άλλων και στην τεκνοποίηση. Στα εξωτερικά γεννητικά όργανα ή αλλιώς το αιδοίο ανήκουν, τα μεγάλα χείλη, τα μικρά χείλη, η κλειτορίδα, το στόμιο της ουρήθρας και την είσοδο του κόλπου με τον παρθενικό υμένα ενώ στα εσωτερικά γεννητικά όργανα συγκαταλέγονται οι ωοθήκες, η μήτρα, οι σάλπιγγες ο τράχηλος και ο κόλπος.

Αναφορικά με τα αίτια της γυναικείας υπογονιμότητας σχετίζονται κατά βάση με δυσλειτουργίες στις παραπάνω δομές. Πιο συγκεκριμένα αυτά τα αίτια είναι:

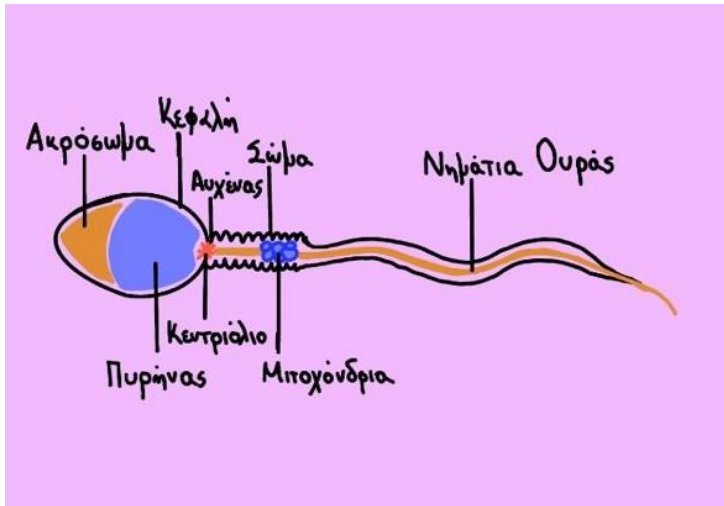
Πίνακας 1:Γυναικεία αίτια υπογονιμότητας

ΓΥΝΑΙΚΕΙΑ ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ	
Ανωμαλίες Σαλπίγγων	Πυελική φλεγμονώδης νόσος
	Απόφραξη Σαλπίγγων
Ανωμαλίες Ωοθυλακιορρηξίας	Δυσλειτουργία Υποθάλαμου
	Σύνδρομο Πολυκυστικών Ωοθηκών
	Πρόωρη Ωοθηκική Ανεπάρκεια
Ανωμαλίες Μήτρας	Διαταραχή μορφολογίας

	Ενδομητρίωση
	Ινομύωμα
Γενετικά Αίτια	Κληρονομικότητα
	Χρωμοσωμικές Ανωμαλίες
Ηλικία	Μετά τα 35 επηρεάζεται η γονιμότητα στις γυναίκες
Άλλα	Σακχαρώδης Διαβήτης
	Ανωμαλίες Θυρεοειδούς
	Αντιφωσφολιδικό Σύνδρομο
	Περιβαλλοντικοί Παράγοντες
	Σωματικό Βάρος/ Παχυσαρκία
	Χημειοθεραπεία
	Ακτινοθεραπεία
	Χειρουργικές Επεμβάσεις

Στον αντίποδα το αντρικό αναπαραγωγικό σύστημα αποτελείται από επίσης από τα εξωτερικά όργανα τα οποία είναι: το πέος, το όσχεο και τα εσωτερικά όργανα τα οποία είναι: οι όρχις, η επιδιδυμίδα, ο σπερματικός πόρος, οι αγωγοί εκσπερμάτωσης, η σπερματοδόχος κύστη, η ουρήθρα, τα σπερματικά κυστίδια, ο προστάτης αδένας και οι βουλβουρηθρικοί αδένες.

Συγκεκριμένα τα σπερματοζώαρια, που αποτελούν με τη «συνεργασία» των ωαρίων την κινητήρια δύναμη για την γονιμοποίηση κατέχουν μία ευκατανόητη δομή. Αρχικά αποτελούνται από την κεφαλή, δομή ωοειδές σχήματος με ένα πιο ανοιχτό μπροστινό τμήμα το λεγόμενο ακρόσωμα. Έχει μήκος 4-5μm και πλάτος 2,5-3,5μm. Στη συνέχεια ακολουθεί ο αυχένας, που θα μπορούσε να θεωρηθεί η αρχή της ουράς με μήκος 7-8 μm και μέγιστο πάχος 1μm. Τέλος έχουμε την ουρά η οποία βρίσκεται συμμετρικά τοποθετημένη στη βάση της κεφαλής και έχει μήκος περίπου 45μm.



Εικόνα 3: Δομή σπερματοζωαρίου

Τα αίτια ανδρικής υπογονιμότητας σχετίζονται με ανωμαλίες στη λειτουργία των παραπάνω τμημάτων (John Hopkins Medicine, n.d.) και μπορεί να είναι:

Πίνακας 2: Ανδρικά αίτια υπογονιμότητας

ΑΝΔΡΙΚΑ ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ	
Είδος Ανωμαλίας	Αίτιο
Δομικές Ανωμαλίες	Βουρικοκήλη
	Αποφράξεις οδών σπέρματος
Ανωμαλία Στην Παραγωγή Σπέρματος	Σύνδρομο Klinefelter
	Υπογοναδισμό
	Κρυσορχία
Λοιμώξεις	Προστατίτιδα
	Ορχίτιδα
Διαταραχές τις σεξουαλικής λειτουργίας	Πρόωρη εκσπεμάτωση
	Ανωμαλίες εκσπεμάτωσης
	Στυτική Δυσλειτουργία
Άλλα	Ανωμαλίες στη παραγωγή ορμονών
	Χημειοθεραπεία
	Ακτινοθεραπεία
	Χειρουργικές Επεμβάσεις
	Ανωμαλίες σε υποθάλαμο και υπόφυση

Συγχρόνως, υπάρχουν ορισμένα περιβαλλοντικά αίτια κοινά τόσο για το ανδρικό όσο και για το γυναικείο φύλλο. Αυτά είναι:

Πίνακας 3: Περιβαλλοντικά αίτια

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΙΤΙΑ
Κάπνισμα
Άγχος
Αυπνία
Έκθεση σε χημικά
Αλκοόλ
Ακραίες Θερμοκρασίες
Ακτινοβολία
Χημικές Ουσίες
Χρήση Ουσιών

Είναι κατανοητό πως στην περίπτωση ενός τέτοιου θέματος πρώτα εξετάζεται ενδελεχώς ο άντρας. Αυτό συμβαίνει καθώς το γεννητικό του σύστημα μπορεί να είναι περίπλοκο αλλά είναι λιγότερο από το γυναικείο. Με το τρόπο αυτό, μπορεί το ζευγάρι να οδηγηθεί πιο εύκολα σε συμπεράσματα. Παρακάτω αναφέρονται οι διαγνωστικές εξετάσεις που πρέπει να λάβουν χώρα τόσο στους άντρες όσο και στις γυναίκες για τη διάγνωση της στειρότητας.

Βασική εξέταση της αντρικής γονιμότητας αποτελεί το σπερμοδιάγραμμα κατά το οποίο γίνεται τόσο ποιοτικός όσο και ποσοτικός έλεγχος σπερματοζωαρίων. Αποτελείται από ένα σύνολο διαδικασιών το οποίο λαμβάνει χώρα τα οποία επισημαίνονται παρακάτω.

Πίνακας 4: Ανάλυση σπερμοδιαγράμματος

ΦΥΣΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ	
ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ	ΤΙΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
pH	7,2
Χρώμα/Χροιά	Φαίον Ιριδίζον
Οσμή	Ιδιάζουσα
Ρευστότητα	20-60 min
Ιξώδες/Γλοιότητα	Φυσιολογική
Όγκος	>1,4 ml
ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΗΣΗ ΑΜΕΣΟΥ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ	

Υπάρχουν Συγκολλήσεις;	Καθόλου
	Λίγες
	Πολλές
	Πάρα πολλές
Υπάρχουν Συσσωρεύσεις;	Καθόλου
	Λίγες
	Πολλές
	Πάρα πολλές
Υπάρχουν Ερυθρά Αιμοσφαίρια; (0-5/οπτικό πεδίο)	Ναι
	Όχι
Υπάρχουν Στρογγυλά Κύτταρα; ($<5.000.000/ml$)	Ναι
	Όχι
Υπάρχουν επιθηλιακά Κύτταρα;	Ναι
	Όχι
Υπάρχουν Μικρόβια;	Ναι
	Όχι
Υπάρχουν Πυοσφαίρια; ($<1.000.000/ml$)	Ναι
	Όχι
Δείκτης Τερατοζωοσπερμίας	$>1,60$
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	
*Μετρούνται 200 σπερματοζωάρια x2 φορές σε δύο δείγματα Άμεσου Παρασκευάσματος και μέσω ποιοτικού ελέγχου εξάγεται το αποτέλεσμα. $>32\%$ Προωθητική Κίνηση , $>40\%$ Κινούμενα	
ΕΙΔΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	
Προωθητική	
Νωθρή Προωθητική	
Μη Προωθητική	
Ακίνητα	
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ	
C	$>15 * 10^6/ ml$
n	$>39*10^6/ εκσπερμάτωση$

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΖΩΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	
Ζωτικότητα	>54% ζωντανά σπερματοζωάρια

Όπως φαίνεται συγκαταλέγεται και η μικροσκοπηση άμεσου παρασκευάσματος για τον έλεγχο συγκολλήσεων και συσσωρεύσεων. Συγκόλληση, ονομάζεται η ένωση των κινητών σπερματοζωαρίων μεταξύ τους και διακρίνεται σε βαθμούς όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5:Βαθμοί συγκολλήσεων

ΒΑΘΜΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ	ΕΡΜΗΝΕΙΑ
Βαθμός 1	Συγκόλληση <10 σπερματοζωαρίων
Βαθμός 2	Μέτρια συγκόλληση 10-50 σπερματοζωαρίων
Βαθμός 3	Μεγάλη συγκόλληση >10 σπερματοζωάρια
Βαθμός 4	Όλα τα σπερματοζωάρια είναι συγκολλημένα

Αντίθετα, συσσώρευση εξετάζει τον τρόπο ένωσης των σπερματοζωαρίων και διακρίνεται ως εξής:

Πίνακας 6:Είδη συσσωρεύσεων

ΕΙΔΗ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΕΩΝ
1. Κεφαλή με Κεφαλή
2. Ουρά με Ουρά
3. Άκρο ουράς με Άκρο ουράς
4. Μικτές

Ακόμα υπάρχει ο έλεγχος κινητικότητας η μέτρηση συγκέντρωσης, η ζωτικότητα, η μορφολογία και ο προσδιορισμός των πυσφαιρίων που σχετίζεται με λοιμώξεις (Daniel R Franken, 2012). Σε περιπτώσεις που απαιτείται περαιτέρω έλεγχος υπάρχουν τα αντισπερματικά αντισώματα, οι βιοχημικές εξετάσεις, η βιοψία (Cerilli LA, 2010) και η γενετική ανάλυση σπέρματος.

Στον αντίποδα, ο γυναικείος εργαστηριακός έλεγχος γονιμότητας περιλαμβάνει, έλεγχο ωορρηξίας(καμπύλη προγεστερόνης και τεστ ωορρηξίας), έλεγχος σαλπίγγων, υπερηχογράφημα, λαπαροσκόπηση, υστεροσκόπηση, Γενετικός έλεγχος, έλεγχος ωοθηκικού αποθέματος, ορμονικές εξετάσεις, ορμόνη AMH, τεστοστερόνη, ανδρογόνα, ανοσολογικές εξετάσεις (Joanne Kwak-Kim, 2022),γενετικές εξετάσεις, τεστ κολπικής

έκκρισης και γενικά πληθώρα εξετάσεων μέχρι να κατανοηθεί το ζήτημα (American College of Obsteterians and Gynecologist, 2022).

Κεφάλαιο 4. Υποβοηθούμενη αναπαραγωγή

4.1 Είδη υποβοηθούμενης αναπαραγωγής

Με τον όρο Υποβοηθούμενη Αναπαραγωγή συμπεριλαμβάνεται μια πληθώρα τεχνικών που μπορεί να ακολουθηθεί. Αυτές επιλέγονται με βάση τις ανάγκες του εκάστοτε ζευγαριού και είναι οι εξής:

Εξωσωματική γονιμοποίηση

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος η οποία αποτελείται από ένα σύνολο σταδίων και αρκετές μέρες προετοιμασίας.

1. Ενδοσαλπική μεταφορά γαμετών
2. Ενδοσαλπική μεταφορά ζυγωτών

Γονιμοποίηση στο εργαστήριο και εισαγωγή ενδοσαλπικά με την χρήση λαπαροσκοπίου.

3. Υποβοηθούμενη εκκόλαψη

Γενικά, το έμβρυο στο στάδιο της βλαστοκύστης, περιβάλλεται από μία διαφανή ζώνη η οποία πρέπει να πάθει ρήξη ώστε το έμβρυο να εξέλθει και να εισαχθεί στη μήτρα. Αν για κάποιο λόγο αυτό δεν συμβεί φυσικά, αν για παράδειγμα η ζώνη είναι σκληρή, δημιουργείται μία οπή τεχνητά πριν γίνει η εμβρυομεταφορά ώστε να συνεχίσει κανονικά η διαδικασία (The ESHRE Capri Workshop Group, 2009).

4. Ενδομήτριο σπερματέγχυση (IUI)

Πρόκειται για μία επεμβατική μέθοδο κατά την οποία το επεξεργασμένο σπέρμα τοποθετείται από τον γιατρό στη μήτρα της γυναίκας. Μπορεί να γίνει και σε φυσικό κύκλο της γυναίκας έπειτα από παρακολούθηση μέσω υπερηχογραφήματος ώστε να διαπιστωθεί η ύπαρξη ωορρηξίας (The ESHRE Capri Workshop Group, 2009). Τις περισσότερες φορές όμως συνδυάζεται με φαρμακευτική αγωγή κατά την οποία επιτυγχάνεται διέγερση των ωοθυλακίων.

5. Μικρογονιμοποίηση (ICSI)

Είναι μέθοδος επιλογής στην περίπτωση που η ποιότητα των σπερματοζωαρίων είναι χαμηλή. Δηλαδή όταν υπάρχει χαμηλός αριθμός ή μειωμένη κινητικότητα. Η γονιμοποίηση λαμβάνει χώρα σε ειδικό μικροσκόπιο ώστε να αυξηθούν οι πιθανότητες επιτυχίας. Η διαδικασία συλλογής ωαρίων παραμένει ίδια με την IVF.

6. Frozen Embryo Transfer-FET

7. Προεμφυτευτική Γενετική Διάγνωση (PGS)

Διαδικασία την οποία υπόκεινται ζευγάρια- φορείς γενετικών ασθενειών

8. Ειδικές μορφές (παρένθετη, κλωνοποίηση, μεταθανάτια δωρεά γενετικού υλικού κλπ).

4.2 Νομικό Πλαίσιο

Όπως και σε όλες τις νομικές διαδικασίες έτσι και εδώ το Ελληνικό κράτος διαθέτει νόμους, οι οποίοι θα πρέπει να ακολουθούνται για την διασφάλιση ποιότητας της Ιατρικής Υποβοηθούμενης Αναπαραγωγής και ρυθμίζουν τα πλαίσια λειτουργίας των Μονάδων Ιατρικής Υποβοηθούμενης Αναπαραγωγής (Μ.Ι.Υ.Α.).

Ακόμα, υπάρχει και η Εθνική Αρχή Ιατρικής Υποβοηθούμενης Αναπαραγωγής. Πρόκειται για έναν κρατικό φορέα που διασφαλίζει και ελέγχει ένα κοινό πλαίσιο ενεργειών για τις Μ.Ι.Υ.Α. ώστε μέσω αξιολογήσεων, συστάσεων και καταγραφής των περιστατικών, να λειτουργούν εναρμονισμένα και υπό έγκυρη διαπίστευση.

Οι νόμοι που βρίσκουν εφαρμογή και λειτουργούν σήμερα είναι ο 3089/2002, ο 3305/2005, ο 4272/2014, 4958/2022 και ο 5102/2024 ενώ ταυτόχρονα λαμβάνονται αποφάσεις και από την Εθνική Αρχή Ιατρικής Υποβοηθούμενης Αναπαραγωγής. (Εθνική Αρχή Ιατρικής Υποβοηθούμενης Αναπαραγωγής, 2023) Παρακάτω αναλύονται συνοπτικά τα περιεχόμενα κάθε νόμου:

- Νόμος 3089/2002
 - Εγκαθίδρυση της υποβοηθούμενης αναπαραγωγής
 - Πλαίσια κατά τα οποία μπορεί να διεξαχθεί
 - Κανονισμός για τη χρήση παρένθετης μητέρας
 - Νομικό πλαίσιο κρυοσυντήρησης
 - Ανωνυμία δοτών
 - Ορισμοί εννοιών
- Νόμος 3305/2005
 - Είδη Υποβοηθούμενης Αναπαραγωγής
 - Αποσαφήνιση εννοιών
 - Προϋποθέσεις εφαρμογής
 - Συναίνεση
 - Γενικές πληροφορίες Κρυοσυντήρησης
 - Περιορισμοί

- Δημιουργία Μονάδων υποβοηθούμενης αναπαραγωγής και τραπεζών κρυσυντήρησης
 - Νομικά ζητήματα/Αρμοδιότητες
 - Ποινικές Κυρώσεις
 - Ασφαλιστική Κάλυψη
 - Νόμος 4272/2014
 - Αναβάθμιση παλαιότερων νόμων και διατάξεων
 - Νόμος 4958/2022
 - Ίδρυση νέων μονάδων
 - Αλλαγή χαρακτηριστικών φύλλου.
 - Νόμος 5102/2024
 - Ρυθμίσεις για την Υποβοηθούμενη αναπαραγωγή
- Γίνεται κατανοητό πως οι νόμοι εξελίσσονται και αυτό που ισχύει τώρα αργότερα να διαφοροποιηθεί.

Κεφάλαιο 5: Εξωσωματική Γονιμοποίηση

5.1: Επιλογή Εξωσωματικής γονιμοποίησης

Γενικά κάθε είδος υποβοηθούμενης αναπαραγωγής διαθέτει ορισμένα κριτήρια επιλογής και μάλιστα πολλά είδη διαθέτουν παρόμοια κριτήρια. Συγκεκριμένα για την εξωσωματική γονιμοποίηση πρέπει αρχικά να ληφθεί το ιατρικό ιστορικό του ζευγαριού και να διενεργηθούν οι βασικές εξετάσεις τόσο κλινικές όσο και εργαστηριακές. Στο σημείο αυτό είναι καλό να αναφερθούν τυχόν προηγούμενες προσπάθειες του ζευγαριού είτε με τη συγκεκριμένη τεχνική είτε με κάποια άλλη. Στόχος αποτελεί ο καθορισμός των αιτιών υπογονιμότητας και η αποσαφήνιση τους. Επιπλέον, πρέπει το ζευγάρι να πληροφορεί τον γιατρό για τυχόν κληρονομικές παθήσεις καθώς επίσης και για τον τρόπο με τον οποίο οι ίδιοι θέλουν να προχωρήσει η διαδικασία.

Η εξέταση στις οποίες υποβάλλεται η γυναίκα πρώτου την έναρξη της διαδικασίας είναι:

1. Κλινική γυναικολογική εξέταση
2. Υστεροσαλπιγγογραφία

Δίνει πληροφορίες για την μορφολογία και την κατάσταση των σαλπιγγών και της μήτρας. Διενεργείται 3-6 μέρες μετά το πέρας της περιόδου.

3. Υπερηχογράφημα

Ελέγχεται η ανατομία της περιοχής με την βοήθεια υπερήχων

4. Διαπίστωση Ωοθυλακιορρηξίας

Λαμβάνει χώρα είτε μέσω του ιστορικού, είτε με τη πρωινή μέτρηση της θερμοκρασίας του σώματος, είτε με πολλαπλή μέτρηση της ωχνοτρόπου ορμόνης.

5. Ορμονολογικός έλεγχος

6. Υστεροσκόπηση

7. Λαπαροσκόπηση

8. Μαστογραφία (σίγουρα στην περίπτωση που η γυναίκα είναι άνω των 35 ετών)

Στη περίπτωση του άντρα η διαδικασία είναι πιο απλή και ο διαγνωστικός έλεγχος έγκειται σε ένα σπερμοδιάγραμμα. Ωστόσο και οι δύο οφείλουν να κάνουν διαγνωστικές εξετάσεις για τυχόν μεταδιδόμενα νοσήματα (P.C. Steptoe, 1978).

5.2: Στάδια εξωσωματικής γονιμοποίησης

Αφού πραγματοποιηθεί η χαρτογράφηση του ζευγαριού και καταστεί το πλάνο δράσης είναι η στιγμή να ξεκινήσει η διαδικασία. Στα στάδια της εξωσωματικής γονιμοποίησης περιλαμβάνονται ο προκαταρτικός έλεγχος που παρουσιάστηκε παραπάνω, η διέγερση των ωοθηκών, η ωοληψία, η γονιμοποίηση, η καλλιέργεια εμβρύων, η εμβρυομεταφορά, το τεστ κύησης και η απάντηση του (Johnson, 2011). Βασική προϋπόθεση για κάθε επόμενο στάδιο είναι να έχει ολοκληρωθεί το προηγούμενο.

• Διέγερση Ωοθηκών

Διαρκεί μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και λαμβάνει χώρα τη δεύτερη ή την Τρίτη ημερολογιακή μέρα του εμμηνορυσιακού κύκλου. Στόχος αποτελεί η παραγωγή μεγάλου αριθμού ωοθυλακίων ώστε να αναπτυχθούν πολλά ωάρια. Για να γίνει αυτό, η γυναίκα λαμβάνει γοναδοτροπίνες όπως την ανθρώπινη εμμηνοπαυσιακή γοναδοτροπίνη (hMG), την FSH και την LH σε δόσεις που ποικίλλουν (από 150 έως 450 IU/ημέρα) αναλόγως την εκάστοτε περίπτωση (Saswati Sunderam, et al., 2022). Ο έλεγχος στο αν ο οργανισμός ανταποκρίνεται στα φάρμακα γίνεται μέσω υπερηχογραφήματος (Murray Campbell, 2002) και μόλις 4 ωοθυλάκια αποκτήσουν διάμετρο 17-18mm σταματάει η χορήγηση γοναδοτροπινών και αντ' αυτού δίνονται 10,000 IU ανθρώπινων χοριακών γοναδοτροπινών (HCGs) για να αναπτυχθούν επαρκώς και να ωριμάσουν (Gregory Pincus, 1936). Τα πρωτόκολλα που σχετίζονται με αυτή τη διαδικασία ονομάζονται συναγωνιστής εκλυτικής ορμόνης γοναδοτροπινών (GnRH) και ο ανταγωνιστής GnRH+ (W. Ombetlet, 2015), (Heape, 1891).

• Ωοληψία

Το συγκεκριμένο βήμα διεξάγεται σε χρονικό διάστημα 34-36 ωρών από τη στιγμή της ωορρηξίας με τη βοήθεια διακολλικού υπερηχογραφήματος και αναισθησίας σε μικρό βαθμό (Gregory Pincus, E. V. Enzmann, 1936). Τα βήματα για την λήψη είναι, ο καθαρισμός του κόλπου με φυσιολογικό όρο ώστε να τοποθετηθεί ένας καθετήρας ο οποίος θα εντοπίσει τις ωοθήκες και κατεπέκταση τα ωοθυλάκια. Τέλος μέσω μιας βελόνας θα πραγματοποιηθεί η ωοληψία και το υγρό θα μεταφερθεί στο εργαστήριο για να εξεταστεί η ποσότητα και η καταλληλότητα των ωαρίων (John Rock, 1944).

- Γονιμοποίηση

Στο στάδιο αυτό παίρνει ενεργό ρόλο και ο άντρας καθώς για τη γονιμοποίηση χρειάζονται τόσο τα ωάρια όσο και τα σπερματοζωάρια. Έτσι, λαμβάνεται ένα <<φρέσκο>>, από αποχή, δείγμα σπέρματος από τον άντρα και ξεκινάει η επεξεργασία. Αυτό, υπόκειται φυγοκέντρηση ή έκπλυση ώστε να διατηρηθεί το κινητό και μορφολογικά φυσιολογικό κλάσμα του σπέρματος. Στη συνέχεια επωάζεται για 60 λεπτά σε ατμόσφαιρα 5% CO₂ στον αέρα ώστε να αφαιρεθεί το υπερκείμενο ή αλλιώς το κινητό κλάσμα σπέρματος και να γίνει η γονιμοποίηση με όποιον τρόπο επιλεγθεί (Johnson, 2011). Οι τρόποι που υπάρχουν είναι δύο. Ο πρώτος είναι γνωστός ως κλασσική εξωσωματική γονιμοποίηση όπου συμβαίνει φυσιολογικά και ο δεύτερος ως μικρογονιμοποίηση που γίνεται κάτω από ειδικό μικροσκόπιο με τη βοήθεια βελόνας (M.C.Chang, 1958).

- Καλλιέργεια

Ακολουθεί της γονιμοποίησης και σημαντικό ρόλο κατέχουν οι συνθήκες στις οποίες συμβαίνει το φαινόμενο της ανάπτυξης. Χρειάζεται 5% CO₂ με 98% υγρασία για περίπου 18 ώρες ώστε να παρατηρηθούν διαιρέσεις. Οι παρακάτω εικόνα αντιστοιχεί σε κάθε στάδιο (Klein R, 1961).

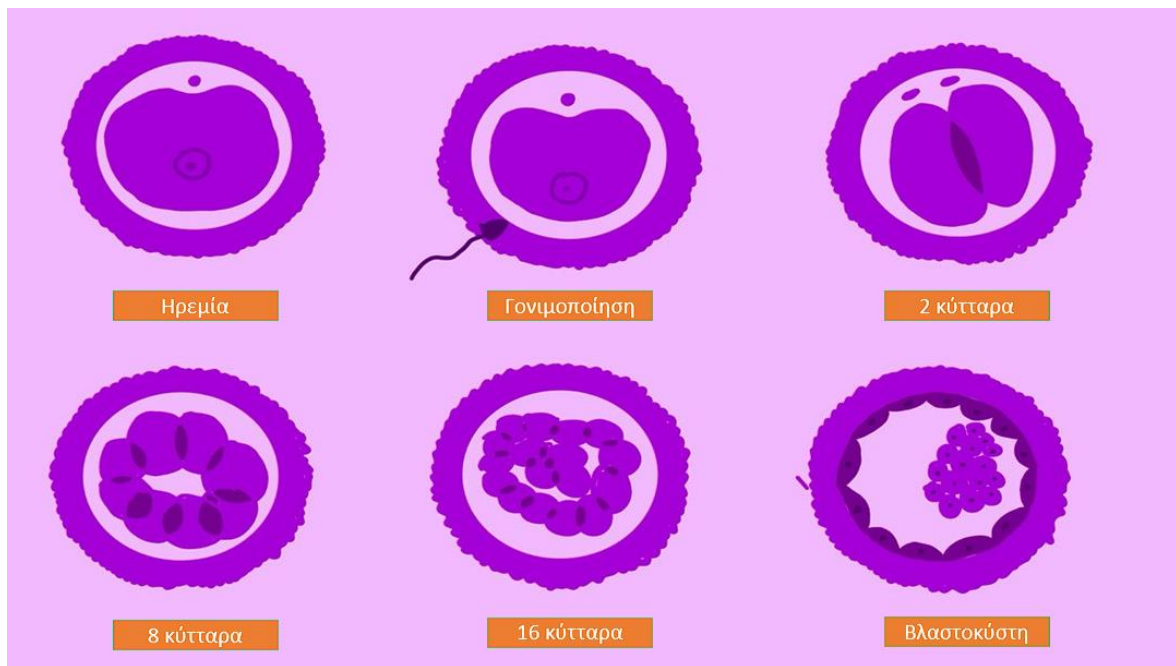
A- 2 πυρήνες/ 18 ώρες μετά

B- 4-8 πυρήνες / 36-48 ώρες μετά

Γ- 16 πυρήνες/ 48-72 ώρες μετά

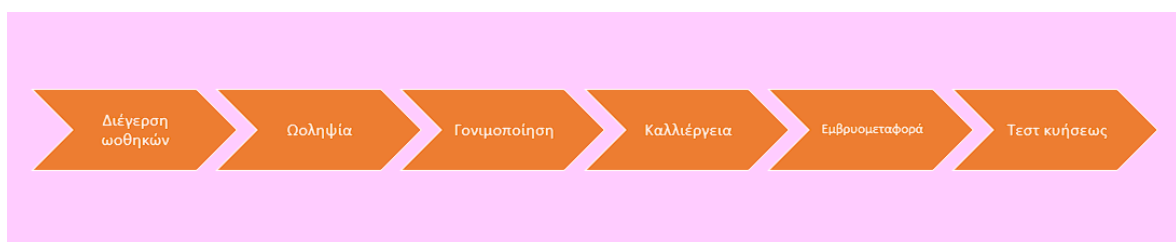
Δ- Βλαστοκύστη / 96-120 ώρες μετά

Εδώ γίνεται ταξινόμηση των εμβρύων και επιλογή του καταλληλότερου για εμβρυομεταφορά (Biggers, 2012).



Εικόνα 4:Στάδια καλλιέργειας

- Εμβρυομεταφορά
Αποτελεί το τελευταίο στάδιο της διαδικασίας και γίνεται έγχυση 15 -20 μl καλλιέργειας (Edwards RG, Donahue RP, Baramki TA, Jones HW Jr. , 1966) με τη βοήθεια υπερηχογραφήματος. Για την αύξηση των πιθανοτήτων για θετικό αποτέλεσμα χρησιμοποιούνται κατά βάση περισσότερα από ένα έμβρυα, ωστόσο υπάρχει και η άποψη πως μέσω εκλεκτικής μεταφοράς του ποιοτικότερου εμβρύου μειώνονται τα ποσοστά πολλαπλών κήσεων (dDe Kretzer D, 1973).
- Τεστ κήσεως
Γίνεται περίπου 14 ημερολογιακές μέρες μετά την εμβρυομεταφορά και επιβεβαιώνει την παρουσία ή μη μίας εγκυμοσύνης.



Εικόνα 5:Βήματα εξωσωματικής γονιμοποίησης

5.3: Ποσοστά επιτυχίας και επιπλοκές

Τα ποσοστά επιτυχίας μιας εξωσωματικής γονιμοποίησης σχετίζονται με την ποιότητα των εμβρύων που μεταφέρονται (G. Palermo, MD,H. Joris, MD, Prof A.C. Van Steirteghem,MD,

1992) και είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την ηλικιακή ομάδα της γυναίκας (Εθνική Αρχή Ιατρικώς Υποβοηθούμενης Αναπαραγωγής, 2023). Αυτά κατανέμονται ως εξής:

Πίνακας 7: Ποσοστά επιτυχίας εξωσωματικής γονιμοποίησης

ΗΛΙΚΙΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ
<35	32%
35-37	25%
38-39	19%
40-42	11%
43-44	5%
>44	4%

Σημειώνεται πως τα συγκεκριμένα ποσοστά αφορούν ζευγάρια τα οποία έχουν χρησιμοποιήσει τα δικά τους ωάρια και σπέρμα αντίστοιχα.

Στο δρόμο προς την επιτυχή κύηση μπορεί να προκύψουν και διάφορες επιπλοκές όπως παρενέργειες από φάρμακα οι οποίες οδηγούν σε κόπωση, αδιαθεσία, αδυναμία αλλά και πονοκεφάλους. Πολλαπλές κυήσεις το οποίο μπορεί να μην θεωρείται αρνητικό για πολλούς αλλά μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο αποβολών και νοσημάτων. Μία άλλη επιπλοκή αποτελεί το σύνδρομο υπερδιέγερσης ωοθηκών από την έντονη λήψη ορμονών το οποίο προκαλεί έντονο πόνο. Και τέλος, αυξάνονται οι πιθανότητες για μία έκτοπη κύηση.

Κεφάλαιο 6: Οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην εξωσωματική γονιμοποίηση.

Όπως και σε άλλους ιατρικούς κλάδους, η τεχνητή νοημοσύνη βρίσκει εφαρμογή και στην εξωσωματική γονιμοποίηση. Αυτό συμβαίνει μέσω της δημιουργίας λογισμικών τα οποία είναι ικανά να ανταποκρίνονται και να δίνουν λύσεις στα βήματα της διαδικασίας. Όπως για παράδειγμα στην καλλιέργεια των εμβρύων. Είναι γνωστό, πως κάθε βήμα της διαδικασίας χρειάζεται υψηλής ποιότητας ωάρια αλλά και σπερματοζωάρια ώστε να αυξηθούν τα ποσοστά επιτυχίας. Ο όρος ποιότητα στηρίζεται τόσο στη μορφολογία ωαρίων όσο και σε αυτή των σπερματοζωαρίων σε συνδυασμό με την κινητικότητα τους. Μάλιστα έρευνα που διεξάχθηκε ανάμεσα σε 899 ασθενείς με τη χρήση νευρωνικών δικτύων ώστε να εκτιμηθεί

η αποτελεσματικότητα που κατέχουν σε αυτό τον τομέα έδειξε πως βοηθούν στην ερμηνεία δεδομένων και πρόβλεψαν τα ποσοστά ναί ή όχι εγκυμοσύνης (Robert Milewski 1, 2009), (A Mostaar, 2019).

Καθώς η αύξηση των εξωσωματικών γονιμοποιήσεων είναι ραγδαία η επιστήμη θα χρειαστεί βοήθεια ώστε να εκπληρώσει τον στόχο της. Αυτό μπορεί να γίνει με την εκμετάλλευση της τεχνητής νοημοσύνης. Η προσφορά της στον κλάδο σχετίζεται με την ανάλυση δεδομένων, την εξαγωγή συμπερασμάτων, την δημιουργία εξατομικευμένων θεραπειών, την εικονική απεικόνιση αλλά και την επιλογή των κατάλληλων ωαρίων, σπερματοζωαρίων και εμβρύων.

Ο κλάδος που σχετίζεται με την εικονική απεικόνιση καταγράφεται ως Machine Learning. Έρευνα που διεξάχθηκε με την συμβολή τέτοιου προγράμματος σε 949 κύκλους έδειξε μέσω ανάλυσης δεδομένων πως οι 380 κύκλοι είχαν επιτυχή κύηση (Jen-Yu Wen, 2022). Επιπλέον, βρίσκει εφαρμογή και σε προκαταρκτικό επίπεδο μέσω συμβουλευτικής η οποία λαμβάνει χώρα από την ανάλυση δεδομένων.

Η εφαρμογή Machine Learning συστημάτων σε αναδρομικά σύνολα έχει δείξει τη δυνατότητα εξατομίκευσης των δόσεων στις ορμόνες που λαμβάνει η γυναίκα στα αρχικά στάδια της εξωσωματικής (Simon Hanassab, 2024).

Ακόμη, ένα είδος τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να αναλύσει δεδομένα και να προλάβει τυχόν έκτοπη κύηση ή ακόμη και προεκλαμψία. Συγκεκριμένα για την έκτοπη κύηση ο Fernandez, ανέπτυξε ένα σύστημα 12 μεταβλητών με στόχο την πρόληψη αλλά και τη θεραπεία του θέματος. Στην περίπτωση της προεκλαμψίας, έρευνα έδειξε πως η ανάλυση των δεδομένων είχε 97,3% επιτυχία (Cecula, 2021).

Γενικά, η τεχνητή νοημοσύνη βρίσκει εφαρμογή στα επιμέρους στάδια της εξωσωματικής γονιμοποίησης. Οι βασικές χρήσεις της είναι τόσο στην εξατομικευμένη χορήγηση ορμονών αφού μέσω λογισμικού μπορεί να γίνεται ανάλυση των επιπέδων και κατ' επέκταση αλλαγή των συνιστομένων δόσεων, στην επιλογή ωαρίων, σπερματοζωαρίων (Chow, 2021) αλλά και στην ανάπτυξη αλλά και επιλογή των εμβρύων. Ενώ μέσω πιο εξελιγμένων απεικονιστικών μεθόδων θα γίνεται χαρτογράφηση του εσωτερικού γεννητικού συστήματος της γυναίκας (Nikica Zaninovic, 2020). Η επιλογή ωαρίων και σπερματοζωαρίων βασίζεται στη μορφολογία, τη δομή και για τα σπερματοζωάρια στη κινητικότητα τους. Δυστυχώς, μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει εφικτή η εντόπιση τυχόν κατακερματισμού του DNA. Ωστόσο, είναι δυνατός ο έλεγχος της ανάπτυξης του εμβρύου και αφού αναπτυχθεί η νοημοσύνη μπορεί να το κατατάξει βαθμολογικά ή αλλιώς να το κατηγοριοποιήσει βάση ποιότητας ώστε να ληφθεί και να

γονιμοποιηθεί εκείνο με τις περισσότερες πιθανότητες επιτυχούς κήσης (Simon Hanassab, 2024). Ενώ αρχίζουν και διατυπώνονται πρωτόκολλα για όλα τα βήματα της διαδικασίας (Siristatidis, 2021).

Τέλος, κάποιου είδους λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης είναι ικανό να λειτουργήσει επικουρικά εκπαιδώντας από τη μία τους υποψήφιους γονείς για την διαδικασία αλλά και προσφέροντας τους συμπαράσταση. Το γνωστό σε όλους chat-GPT, το πιο νέο εργαλείο τεχνητής νοημοσύνης που προσφέρεται στο κοινό μπορεί να αλληλοεπιδράσει με οποιονδήποτε. Γι' αυτό, στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας του δόθηκαν ορισμένες ερωτήσεις σχετικά με το θέμα. Η συνομιλία διατυπώνεται παρακάτω.

Ερώτηση: Πιστεύεις πως η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην εξωσωματικής γονιμοποίηση;

Απάντηση:

- ☞ Ναι, η τεχνητή νοημοσύνη (AI) μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην εξωσωματική γονιμοποίηση (IVF) και ήδη χρησιμοποιείται σε διάφορα στάδια της διαδικασίας. Οι κύριοι τρόποι με τους οποίους η AI μπορεί να βοηθήσει είναι οι εξής:
1. **Ανάλυση εμβρύων:** Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αναλύσει εικόνες εμβρύων που λαμβάνονται κατά την καλλιέργεια τους στο εργαστήριο. Χρησιμοποιώντας τεχνικές machine learning, η AI μπορεί να εκτιμήσει την ποιότητα των εμβρύων με βάση την ανάπτυξη και τη μορφολογία τους, προβλέποντας ποια έχουν τις μεγαλύτερες πιθανότητες επιτυχούς εμφύτευσης. Αυτό μειώνει την ανθρώπινη υποκειμενικότητα και αυξάνει την ακρίβεια της διαδικασίας.
 2. **Προγνωστική ανάλυση επιτυχίας:** Η AI μπορεί να αναλύσει δεδομένα από προηγούμενες θεραπείες εξωσωματικής γονιμοποίησης και να προβλέψει τις πιθανότητες επιτυχίας για κάθε ζευγάρι. Αυτή η δυνατότητα βοηθάει τους γιατρούς να προσαρμόσουν τις θεραπείες και να επιλέξουν τη βέλτιστη προσέγγιση για κάθε ασθενή.
 3. **Αυτοματοποίηση διαδικασιών:** Η AI μπορεί να βελτιώσει και να αυτοματοποιήσει διαδικασίες

Εικόνα 6: chat-GPT1

που παραδοσιακά απαιτούν ανθρώπινη παρέμβαση, όπως η επιλογή σπερματοζωαρίων για μικρογονιμοποίηση (ICSI). Μέσα από αλγόριθμους, η AI μπορεί να εντοπίζει τα καλύτερα σπερματοζωάρια με βάση την κινητικότητα και τη μορφολογία τους.

4. **Διαχείριση δεδομένων:** Η εξωσωματική γονιμοποίηση παράγει τεράστιες ποσότητες δεδομένων, από τον κύκλο του ασθενούς μέχρι τα δεδομένα εμβρύων και σπερματοζωαρίων. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να επεξεργάζεται αυτά τα δεδομένα, εντοπίζοντας τάσεις και μοτίβα που δεν είναι άμεσα εμφανή στον άνθρωπο.
5. **Μείωση σφαλμάτων:** Με τη χρήση AI για την παρακολούθηση και ανάλυση των διαφόρων σταδίων της IVF, μειώνεται ο κίνδυνος ανθρώπινου λάθους και βελτιώνεται η συνολική ακρίβεια της διαδικασίας.

Συνολικά, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να κάνει την εξωσωματική γονιμοποίηση πιο αποτελεσματική, πιο εξατομικευμένη και με μεγαλύτερες πιθανότητες επιτυχίας, μειώνοντας τον χρόνο και το κόστος για τα ζευγάρια που την επιλέγουν.

Εικόνα 7: chat-GPT2

Ερώτηση: Δηλαδή θα μπορούσε να αντικατασταθεί η εργασία ενός επιστήμονα από την τεχνική νοημοσύνη;

Απάντηση:



Φυσικά! Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα στην εξωσωματική γονιμοποίηση, αλλά δεν μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως έναν επιστήμονα. Οι γιατροί παραμένουν απαραίτητοι για ηθικές αποφάσεις, εξατομικευμένη φροντίδα και συναισθηματική στήριξη, ενώ η AI λειτουργεί ως εργαλείο που ενισχύει την εργασία τους.



Εικόνα 8: chat-GPT3

Ερώτηση: Δεν υπάρχουν όμως ηθικά ζητήματα;

Απάντηση:



Ναι, υπάρχουν ηθικά ζητήματα στη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εξωσωματική γονιμοποίηση. Κάποια από αυτά περιλαμβάνουν:

- **Επιλογή εμβρύων:** Η AI μπορεί να επιλέξει "καλύτερα" έμβρυα, εγείροντας ηθικά ερωτήματα σχετικά με την "ανθρωποποιία" και τη γενετική παρέμβαση.
- **Ιδιωτικότητα δεδομένων:** Η διαχείριση ευαίσθητων ιατρικών και γενετικών πληροφοριών χρειάζεται προσεκτική προστασία.
- **Αποκλεισμός ανθρώπινης κρίσης:** Η πλήρης εξάρτηση από την AI σε ηθικά και ιατρικά θέματα μπορεί να είναι επικίνδυνη.


Η ανθρώπινη εποπτεία παραμένει κρίσιμη για να διασφαλίζεται η ηθική χρήση της τεχνολογίας.



Εικόνα 9: chat-GPT4

Ερώτηση: Άρα πιστεύεις πως αυτή η εξέλιξη είναι καλή ή κακή;

Απάντηση:

 Η εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης στην εξωσωματική γονιμοποίηση μπορεί να θεωρηθεί **καλή**, εφόσον χρησιμοποιείται υπεύθυνα. Από τη μία, βελτιώνει την ακρίβεια, αυξάνει τις πιθανότητες επιτυχίας και μειώνει τον χρόνο και το κόστος των διαδικασιών. Από την άλλη, υπάρχουν **ηθικά ζητήματα** που πρέπει να αντιμετωπιστούν, όπως η διαχείριση δεδομένων και η επιλογή εμβρύων.


Η τεχνολογία, όταν χρησιμοποιείται με σωστή ανθρώπινη εποπτεία, μπορεί να είναι πολύ επωφελής. Το κλειδί είναι η ισορροπία μεταξύ της προόδου και της ηθικής.



Εικόνα 10: chat-GPT5

Ερώτηση: Πιστεύεις ότι στο μέλλον τα πράγματα θα είναι καλύτερα ή χειρότερα στον συγκεκριμένο τομέα;

Απάντηση:

 Στο μέλλον, είναι πιθανό ότι τα πράγματα στον τομέα της εξωσωματικής γονιμοποίησης θα είναι **καλύτερα**. Η πρόοδος στην τεχνητή νοημοσύνη και την ιατρική τεχνολογία μπορεί να:

- **Βελτιώσει την ακρίβεια:** Περισσότερες ακριβείς διαγνώσεις και επιλογές θεραπειών.
- **Αυξήσει τις πιθανότητες επιτυχίας:** Καλύτερη επιλογή εμβρύων και προσωποποιημένη προσέγγιση.
- **Μειώσει το κόστος:** Αυτοματοποίηση και βελτιστοποίηση διαδικασιών.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι η τεχνολογία χρησιμοποιείται με **ηθική υπευθυνότητα** και ότι αντιμετωπίζονται προληπτικά τα ηθικά ζητήματα που ενδέχεται να προκύψουν.



Εικόνα 11: chat-GPT6

Αυτή η συνομιλία έλαβε χώρα καθώς πρόκειται για ένα θέμα που έχει άμεσα ανταπόκριση στον άνθρωπο. Έτσι, κρίνεται σημαντικό ο άνθρωπος να γνωρίζει τα μέγιστα τα οποία μπορεί να προσφέρει το συγκεκριμένο μέσω.

Κεφάλαιο 7: Ηθικοί Περιορισμοί

Πρόκειται για ένα κεφάλαιο στο οποίο αναλύονται δύο θέματα. Αρχικά, γίνεται αναφορά στα ηθικά ζητήματα που υπάρχουν για την υποβοηθούμενη αναπαραγωγή συνολικά και στη συνέχεια καταγράφονται οι ηθικοί φραγμοί για τον συνδυασμό μεταξύ εξωσωματικής γονιμοποίησης και τεχνητής νοημοσύνης.

Γενικά η αλματώδης ανάπτυξη των επιστημών της γενετικής, της βιοϊατρικής, της βιοτεχνολογίας αλλά και άλλων μπορεί να διευκολύνουν σημαντικά την καθημερινότητα αλλά ταυτόχρονα αυξάνουν ορισμένα ηθικά διλήματα με τα οποία αναγκάζεται ο άνθρωπος να έρθει σε επαφή και να λάβει αποφάσεις. Συγκεκριμένα για την υποβοηθούμενη αναπαραγωγή, βρίσκεται διαρκώς στο τραπέζι το ερώτημα σχετικά με την ηλικία κατά την οποία μία γίνεται μπορεί να υποβληθεί. Ναι μεν τα ποσοστά εγκυμοσύνης μειώνονται ωστόσο δεν παύει να είναι ποσοστά. Επίσης, υπάρχουν προβλήματα τα οποία σχετίζονται με το πώς ένα άτομο πολύ μεγάλης ηλικίας θα ανταπεξέλθει σωστά στις γονικές του υποχρεώσεις.

Η χρήση παρένθετης μητέρας για περιπτώσεις οι οποίες δεν μπορούν να κυοφορήσουν αποτελεί μία διαδεδομένη τεχνική. Ωστόσο, είναι συνυφασμένη με ένα σύνολο αποριών και προβλημάτων τα οποία χρήζουν αποσαφήνιση. Η συγκεκριμένη διαδικασία, στην αρχή της τουλάχιστον, διαταράσσει λίγο την έννοια της πυρηνικής οικογένειας με τον τρόπο που είναι διαδεδομένη. Σε αυτό το σχήμα μπορεί να προκύψουν από 2 έως 3 «μητέρες». Η μία ονομάζεται γενετική μητέρα και είναι η δότρια ωαρίων. Η συγκεκριμένη συμμετέχει στην περίπτωση που η εξεταζόμενη για γονιμοποίηση γυναίκα δεν παράγει δικά της ωάρια. Έπειτα υπάρχει η μητέρα κηδεύουσα η οποία κυοφορεί το έμβρυο και το φέρνει στη ζωή και τέλος είναι εκείνη που μεγαλώνει το παιδί ή αλλιώς κοινωνική μητέρα (Ber, 2000). Πρόκειται λοιπόν για μία διαδικασία στην οποία αν υπολογισθεί ο γιατρός που είναι ο συντονιστής και ο υποψήφιος πατέρας συμμετέχουν έως και 5 άτομα. Σε μία τέτοια διαδικασία για την αποφυγή προβλημάτων πρέπει να συμπληρώνονται ορισμένα νομικά έγγραφα και να υπάρχει συγκατάθεση από όλους, ενώ πολύ συχνά προκύπτουν θέματα συναισθηματισμού και οικονομικής εξαπάτησης (Saxena, et al., 2012)

Αναφορικά με τις διαφορετικά δομημένες οικογένειες (πχ μονογονεϊκές, ομοφυλόφιλοι), που κατατάσσεται περισσότερο στα κοινωνικά ζητήματα, θα μπορούσε να υποστηρίξει κάποιος ότι η έλλειψη πλήρους κοινωνικής αποδοχής των οικογενειών αυτών μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς συνέπειές στην ανάπτυξη και στην ψυχολογία του παιδιού.

Μπορεί η τεκνοποίηση να αποτελεί ένα δικαίωμα για κάθε άνθρωπο ωστόσο στο βωμό του κέρδους λαμβάνουν χώρα αγοραπωλησίες γενετικού υλικού. Ένα σημαντικό ηθικό ζήτημα που προκύπτει σχετίζεται με την ανωνυμία του δότη. Πάνω σε αυτό το θέμα διατυπώνονται δύο θέσεις. Η μία σχετίζεται με την ανωνυμία του δότη και αναφέρει πως αν το παιδί δεν γνωρίζει, διατηρείται ένα ισορροπημένο, αρμονικό οικογενειακό περιβάλλον χωρίς αμφιβολίες και ανασφάλειες από την πλευρά του παιδιού για τη σχέση με τους γονείς του (Δ. Φράγκου, 2016). Ενώ η άλλη η λεγόμενη επωνυμία του δότη αναφέρει θεωρούν ότι με τη γνωριμία του δωρητή αποφεύγονται ζητήματα όπως η άγνοια σε σχέση με γενετικές ανωμαλίες που μπορεί να κληροδοτηθούν στο παιδί (V.H. Eisenberg, 1998).

Πολύ συχνά και λόγω των γεγονότων που συμβαίνουν στη ζωή ο άντρας μπορεί να αποβιώσει έχοντας όμως καταψύξει το γενετικό του υλικό. Το ερώτημα που απορρέει σχετίζεται με την ηθικότητα από πλευράς της γυναίκας να το χρησιμοποιήσει (Simana, 2018). Στην ίδια κατηγορία εντάσσεται και η γονιμοποίηση άγαμων γυναικών με τη βοήθεια δότη. Ουσιαστικά πρόκειται για τη δημιουργία μονογονεϊκής οικογένειας και δεν έχει να αντιμετωπίσει καμία διαφορετική κοινωνική πίεση από αυτή της συγκεκριμένης κατηγορίας (Καλλιόπη Κηπουρίδου, 2018).

Διλλήματα δημιουργούνται και στην επιλογή του φύλλου παρόλο που σαν διαδικασία είναι επιτρεπτή στην περίπτωση αποφυγής γενετικών παθήσεων. Αυτό συμβαίνει καθώς γεννιέται το ερώτημα πόσο οι γονείς μπορούν να επέμβουν στην φύση και να δημιουργήσουν ένα ιδανικό παιδί για αυτούς; (Δ. Φράγκου, 2016). Η στάση της εκκλησίας απέναντι στην υποβοηθούμενη αναπαραγωγή είναι ουδέτερη. Ωστόσο, θεωρεί την υιοθεσία μία καλύτερη επιλογή.

Για το δεύτερο μέρος του κεφαλαίου και συγκεκριμένα για τους ηθικούς φραγμούς του συνδυασμού μεταξύ εξωσωματικής γονιμοποίησης και τεχνητής νοημοσύνης έχει καταγραφεί ένα σύνολο πληροφοριών. Συγκεκριμένα επικεντρώνεται στην αξία της διαιώνισης του είδους και στην υπόσταση του εμβρύου. Έτσι αναδύεται το ερώτημα κατά πόσο είναι ηθικό ο ανθρώπινος χειρισμός να αντικατασταθεί με ένα απρόσωπο μηχάνημα. Ωστόσο από την αντίθετη πλευρά του νομίσματος πρόκειται για τεχνολογία η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως αρωγός για τον άνθρωπο ο οποίος θα τη χρησιμοποιεί ηθικά και ανθρωποκεντρικά. (Tamir, 2022)

Καταληκτικά σημειώνεται πως κάθε άνθρωπος διαθέτει τους δικούς του περιορισμούς που απορρέουν από τα βιώματα αλλά και από την ιδιοσυγκρασία του. Άρα είναι λογικό κάτι που θεωρεί κάποιος ηθικό να μην είναι για κάποιον άλλο. Σημαντική σε τέτοια ζητήματα κρίνεται η αρωγή του επαγγελματία υγείας (Joyce Harper, 2014) ο οποίος

θα πρέπει μέσω τις πληροφορίες που του δίνει το ζευγάρι και τη γλώσσα του σώματος να κατανοήσει την ιδιοσυγκρασία τους και να κρίνει αν είναι κατάλληλοι υποψήφιοι ώστε να γίνουν γονείς οι οποίοι θα μπορέσουν να ανατρέψουν ένα μωρό με γνώμονα την αγάπη και όχι οποιοδήποτε άλλο κακοποιητικό στοιχείο.

Κεφάλαιο 8: Μελλοντικές προοπτικές για την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης σε συνδυασμό με την εξωσωματική γονιμοποίηση.

Γενικά, όπως φάνηκε και στο κεφάλαιο 6 η τεχνητή νοημοσύνη βρίσκει εφαρμογές στην εξωσωματική γονιμοποίηση. Στόχος του συγκεκριμένου κεφαλαίου όμως αποτελεί ο σχολιασμός των εφαρμογών, οι πιθανότητες εγκαθίδρυσης τους, τυχών προοπτικές εξέλιξης αλλά και η καταγραφή ορισμένων ιδεών οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στον συγκεκριμένο κλάδο.

Είναι σημαντικό ο επιστήμονας να μην φοβάται την επιστήμη, ακόμα και αν αυτή δεν είναι του κλάδου του, αλλά να προσπαθεί να την εκμεταλλεύεται στο έπακρο και να τη χρησιμοποιεί για μεγαλύτερη επιτυχία. Για αυτό έχει διατυπωθεί ένα άρθρο από ένα σύνολο επιστημόνων με απλές συμβουλές για το πώς η τεχνητή νοημοσύνη θα γίνει κτήμα κάθε επιστήμονα (Awni Malik, 2021). Οι συμβουλές αυτές είναι:

1. Ηρεμία

Κανείς πριν 10 χρόνια δεν κατείχε τις γνώσεις που έχει σήμερα. Είναι φυσικό η επιστήμη να εξελίσσεται και ο άνθρωπος να μαθαίνει μαζί της.

2. Πρέπει να καταρριφθεί ο μύθος ότι η τεχνητή νοημοσύνη θα κυβερνήσει τον κόσμο.

Όπως αναφέρθηκε και στα αρχικά κεφάλαια, η τεχνητή νοημοσύνη είναι αυτή που έχει δημιουργήσει ο ανθρώπινος νους και την έχει προγραμματίσει ώστε να διευκολύνει την καθημερινότητα.

3. Πρέπει να κατανοηθούν εις βάθος οι έννοιες της ώστε να μην μοιάζει με κάτι ξένο.

4. Να βρει ο καθένας ξεχωριστά πως θα τον διευκολύνει στην καθημερινότητα του

5. Η χρήση της να μην υπερβαίνει τα ηθικά όρια και

6. Να γίνει κατανοητό πως αποτελεί μία νέα πραγματικότητα.

Όπως φάνηκε και παραπάνω οι προοπτικές που απορρέουν από το «πάντρεμα» της τεχνητής νοημοσύνης και της εξωσωματικής γονιμοποίησης είναι πάρα πολλές και ωφέλιμες τόσο στη διάγνωση όσο και στη θεραπεία. Με την είσοδο του αυτοματισμού κατά τα στάδια της γονιμοποίησης θα αυξηθούν οι ευαισθησία και η ειδικότητα της τεχνικής ενώ

επίσης θα μειωθούν σημαντικά τα τυχαία σφάλματα που οφείλονται κατά βάση σε ανθρώπινο παράγοντα.

Τέλος, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν προσομοιωτές οι οποίοι θα λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη και θα έχουν εκπαιδευτικό ρόλο. Έτσι, οι επαγγελματίες υγείας θα εξοικειώνονται από την αρχή κιόλας με τη διαδικασία και δεν θα τους τρομάζει η εφαρμογή της κατά την διαδικασία.

Συζήτηση/Σχόλια/Συμπεράσματα

Πρόκειται για ένα πολυπαραγοντικό ζήτημα που επιδέχεται αλματώδη εξέλιξη. Μπορεί η βιβλιογραφία του μέχρι σήμερα να είναι περιορισμένη σε σχέση με άλλα θέματα. Ωστόσο, αποτελεί ένα κλάδο που συνεχώς αναπτύσσεται και με λίγη προσπάθεια ο ρόλος που θα κατέχει η τεχνητή νοημοσύνη στα εργαστήρια γονιμοποίησης θα διευκολύνει αισθητά την διεκπεραίωση των διαδικασιών.

Όπως φάνηκε και στην ανασκόπηση των κεφαλαίων τα έως τώρα δεδομένα είναι αρκετά ενδιαφέροντα. Μάλιστα είναι γεγονός πως τα αίτια του προβλήματος ποικίλλουν έτσι, με την νέα τεχνολογία θα μπορεί η επιστήμη να εξετάζει μεμονωμένα τα περιστατικά και να δίνει εξατομικευμένες θεραπείες.

Επιπλέον είναι σημαντικό οι επιστήμονες να συμβαδίζουν με τις νέες εξελίξεις και να τις κάνουν κτήμα τους. Με τον τρόπο αυτό, θα μπορέσουν να βοηθήσουν όλο και περισσότερα ζευγάρια (και όχι μόνο) να αποκτήσουν παιδί. Όμως, οφείλουν να λειτουργούν πάντα με γνώμονα την ηθική και σεβόμενοι την δεοντολογία

Αναφορές

- A Mostaar, M. R. S. S. H. M. R. D., 2019. Use of Artificial Neural Networks and PCA to Predict Results of Infertility Treatment in the ICSI Method. *J Biomed Phys Eng*, 1 12, pp. 679-686.
- Alicja Malina, A. B. U. O., 2016. Psychosocial aspects of infertility and its treatment. *Ginekologia Polska*, 29 7, pp. 527-531.
- American College of Obsteterians and Gynecologist, 2022. *American College of Obsteterians and Gynecologist*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.acog.org/womens-health/faqs/evaluating-infertility> [Πρόσβαση 8 7 2024].
- Andreas Kaplan, M. H., 2019. Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 1, pp. 15-25.
- Avni Malik, P. P. , E. , G. , H. , A. , S., 2021. Ten simple rules for engaging with artificial intelligence in biomedicine. *PLOS*, 11 2.
- Ber, R., 2000. Ethical Issues in Gestational Surrogacy. *Theoretical Medicine and Bioethics*, 4, pp. 159-169.
- Biggers, J. D., 2012. IVF and embryo transfer: historical origin and development. *Reproductive Biomedicine Online*, 8, pp. 118-127.
- Cathy, O. N., 2017. *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Chicago: Crown Random House.
- Cecula, P., 2021. Artificial intelligence: The current state of affairs for AI in pregnancy and labour. *Journal of Gynecology Obstetrics and Human Reproduction*, 9.
- Center, I. A., 2024. *IVF Athens Center*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.ivfathenscenter.gr/%ce%bd%ce%bf%ce%bc%ce%bf%ce%b8%ce%b5%cf%83%ce%af%ce%b1/> [Πρόσβαση 12 9 2024].
- Cerilli LA, K. W. R. D., 2010. A Practical Approach to Testicular Biopsy Interpretation for Male Infertility. *Arch Pathol Lab Med*, 1 8, pp. 1197-1204.
- Chat-GPT, 2023. *Chat-GPT*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://openai.com/chatgpt/> [Πρόσβαση 15 6 2024].
- Chow, D. J. X., 2021. Does artificial intelligence have a role in the IVF clinic?. *Reproduction Fertility*, 15 9.
- Daniel R Franken, S. O., 2012. Semen analysis and sperm function testing. *Asian Journal of Andrology*, 14 1, pp. 6-13.

- David E. Rumelhart, G. E. H. & R. J. W., 1986. Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 09 10, pp. 533-536.
- dDe Kretzer D, D. P. H. B. L. J. L. A. O. K. T. J. W. C., 1973. TRANSFER OF A HUMAN ZYGOTE. *Lancet*, 29 2, pp. 728-729.
- Edwards RG, Donahue RP, Baramki TA, Jones HW Jr. , 1966. Preliminary attempts to fertilize human oocytes matured in vitro. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 15 9, pp. 192-200.
- Fishel, S., 2018. First in vitro fertilization baby—this is how it happened. *Fertility and Sterility Home*, 13 6, pp. 5-11.
- G. Palermo, MD, H. Joris, MD, Prof A.C. Van Steirteghem, MD, 1992. Pregnancies after intracytoplasmic injection of single spermatozoon into an oocyte. *Lancet*, 4 7, pp. 17-18.
- Gregory Pincus, E. V. Enzmann, 1936. The comparative behavior of mammalian eggs in vivo and in vitro. II. The activation of tubal eggs of the rabbit. *Journal of Experimental Zoology*, 5, pp. 195-208.
- Gregory Pincus, E. V. E., 1936. The comparative behavior of mammalian eggs in vivo and in vitro. II. The activation of tubal eggs of the rabbit. *Journal of Experimental Zoology*, 5, pp. 195-208.
- Guanglun, M. M., Yang, H. & Yan, W., 2017. Building resilience of students with disabilities in China: The role of inclusive education teachers. *Teacher and Teaching Education*, October, pp. 125-134.
- Guanglun, M. M., Yang, H. & Yan, W., 2017. Building resilience of students with disabilities in China: The role of inclusive education teachers. *Teacher and Teaching Education*, 10, pp. 125-134.
- Heape, W., 1891. Preliminary note on the transplantation and growth of mammalian ova within a uterine foster-mother. *Proceedings of the royal society of London*, 1 1.
- Huxley, A., 1932. *Brave New World*. 2004 επιμ. Ηνωμένο Βασίλειο: Vintage Publishing.
- Jen-Yu Wen, C.-F. L. M.-T. C. Y.-C. T., 2022. Artificial intelligence model to predict pregnancy and multiple pregnancy risk following in vitro fertilization-embryo transfer (IVF-ET). *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*, 9, pp. 837-846.
- Joanne Kwak-Kim, M. M., 2022. The role of immunologic tests for subfertility in the clinical environment. *Fertility and Sterility Home*, 6 5, pp. 1132-1143.
- John Hopkins Medicine, χ.χ. *John Hopkins Medicine*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/infertility?_cf_chl tk=f.bFCdLpbqmpW HapL6ilZyKq7a3nHDnyhABAoPS2u

I-1721467584-0.0.1.1-5119

[Πρόσβαση 5 7 2024].

John Rock, M. F. M., 1944. In Vitro Fertilization and Cleavage of Human Ovarian Eggs. *Science*, 4 8, pp. 105-107.

Johnson, M. H., 2011. Robert Edwards: the path to IVF. *Reprod Biomed Online*, 23 8, pp. 245-262.

Joyce Harper, J. G. P. B. M. C. C. W. J. D. L. G. G. H. T. M. H. K. I. L. M. M. J. S. K. S. F. S. H. S. S. S., 2014. Current issues in medically assisted reproduction and genetics in Europe: research, clinical practice, ethics, legal issues and policy. *Human Reproduction*, 8, pp. 1603-1609.

kallipos, χ.χ. *kallipos*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: http://repfiles.kallipos.gr/html_books/93/00e-introduction.html#_idTextAnchor000

[Πρόσβαση 2 6 2024].

Klein R, P. R., 1961. Technique of sampling human ova by follicular puncture under celioscopy.. *Comptes rendus des séances de la Société de biologie et de ses filiales*, pp. 1919-1921.

M.C.Chang, 1958. Fertilization of Rabbit Ova in vitro. *Nature*, pp. 466-467.

Marvin Minsky, S. A. P., 2017. *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*. 1η επιμ. s.l.:MIT Press.

McCorduck, E. A. F. a. P., 1984. Japan's Computer challenge. Στο: *Japan's Computer Challenge: Edward A. Feigenbaum and Pamela McCorduck, The Fifth Generation; Artificial Intelligence and Japan's Computer Challenge to the World*. Αγγλια: s.n., pp. 173-275.

Mohammed K. Mahmoud, D. P. T. M., 2013. In vitro fertilization. *Obstetrics, Gynaecology & Reproductive Medicine*, 8, pp. 238-246.

Morrissey, J., 2018. *The New York Times*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.nytimes.com/2018/08/02/education/learning/writing-college-application-essay.html?rref=collection%2Fsectioncollection%2Feducation&action=click&contentCollection=education®ion=rank&module=package&version=highlights&contentPlacement=2&pgtype=s>

Murray Campbell, A. H. J.-h. H., 2002. Deep Blue. *Science Direct*, 1, pp. 57-83.

Nikica Zaninovic, Z. R., 2020. Artificial intelligence in human in vitro fertilization and embryology. *Fertility and Sterility*, 11, pp. 914-920.

Nikica Zaninovic, Z. R., 2020. Artificial intelligence in human in vitro fertilization and embryology. *Fertility and Sterility*, 11, pp. 914-920.

- P.C. Steptoe, R., 1978. BIRTH AFTER THE REIMPLANTATION OF A HUMAN EMBRYO. *Lancet*, 12 8, p. 366.
- Pincus, G., 1930. Observations on the living eggs of the rabbit. *Royal Society*, 1 10.
- Pranav Rajpurkar, E. C. O. B. & E. J. T., 2022. AI in health and medicine. *Nature Medicine*, 20 1, pp. 31-38.
- Robert Milewski 1, J. J. J. M. A. J. D. J. S. S. W., 2009. [Prognosis of the IVF ICSI/ET procedure efficiency with the use of artificial neural networks among patients of the Department of Reproduction and Gynecological Endocrinology]. *Ginekol Pol*, 5 12, pp. 900-906.
- Saswati Sunderam, P. και συν., 2022. Assisted Reproductive Technology Surveillance. *Surveillance Summaries*, 18 2, pp. 1-19.
- Saxena, P., Mishra, A. & Malik, S., 2012. Surrogacy. *Indian Journal of Community Medicine*, 10-12, pp. 211-213.
- Sharpe, R. M., 2000. Environment, lifestyle and male infertility. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 9, pp. 489-503.
- Simana, S., 2018. Creating life after death: should posthumous reproduction be legally permissible without the deceased's prior consent?. *Journal of Law and the Biosciences*, 8, pp. 329-354.
- Simon Hanassab, A. A. A. C. Y. M. V. K. T.-A. T. W. K. G. H. T. S. M. N. T. H. & W. S. D., 2024. The prospect of artificial intelligence to personalize assisted reproductive technology. *npj Digital Medicine*, 1 3.
- Simon Hanassab, A. A. A. C. Y. M. V. K. T.-A. T. W. K. G. H. T. S. M. N. T. H. & W. S. D., 2024. The prospect of artificial intelligence to personalize assisted reproductive technology. *npj Digital Medicine*, 1 3.
- Siristatidis, C., 2021. *Omics and Artificial Intelligence to Improve In Vitro Fertilization (IVF) Success: A Proposed Protocol*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.mdpi.com/2075-4418/11/5/743>
[Πρόσβαση 19 7 2024].
- Tamir, S., 2022. Artificial intelligence in human reproduction: charting the ethical debate over AI in IVF. *Original Research*, 8 9, pp. 947-961.
- The ESHRE Capri Workshop Group, 2009. Intrauterine insemination. *Human Reproduction Update*, 5-6, pp. 265-277.
- TURING, A. M., 1950. COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE. *Mind, Volume LIX, Issue 236*, 10, pp. 433-460.
- V.H. Eisenberg, J. S., 1998. Pre-embryo donation: ethical and legal aspects. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 1, pp. 51-57.

W. Ombelet¹, 2. a. J. V. R., 2015. Artificial insemination history: hurdles and milestones. *Facts Views Vis Obgyn*, 2 7, pp. 137-143.

Weizenbaum, J., 1966. ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *ACM*, 1 1, pp. 36-45.

WHO, χ.χ. *WHO*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: https://www.who.int/health-topics/infertility#tab=tab_1

[Πρόσβαση 1 7 2024].

World Health Organization, , 2023. *World Health Organization*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infertility>

[Πρόσβαση 27 3 2024].

World Health Organization, 2023. *World Health Organization*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.who.int/news/item/04-04-2023-1-in-6-people-globally-affected-by-infertility>

[Πρόσβαση 27 3 2024].

Zegers-Hochschild, F. A. G. D. D. S. R. C. d. M. J. S. R. R. L. S. A. S. L. C. I. D. S. J. L. v. d. P. S., 2017. The International Glossary on Infertility and Fertility Care. *Fertility and Sterility*, 28 7, pp. 393-406.

Zegers-Hochschild, F. e. a., 2009. International Committee for Monitoring Assisted Reproductive Technology (ICMART) and the World Health Organization (WHO) revised glossary of ART terminology, 2009*. *Fertility and sterility*, 14 11, pp. 1520-1524.

Δ. Φράγκου, Π., 2016. Ηθικά ζητήματα στην ιατρικά. *Αρχεία ελληνικής ιατρικής*, pp. 680-688.

Εθνική Αρχή Ιατρικώς Υποβοηθούμενης Αναπαραγωγής, 2023. *Εθνική Αρχή Ιατρικώς Υποβοηθούμενης Αναπαραγωγής*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://eaiya.gov.gr/law-fek/>

[Πρόσβαση 11 7 2024].

Ελλάδος, Ε., χ.χ. *ECCLESIA.GR*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: https://ecclesiagreece.gr/main_next.html

[Πρόσβαση 16 7 2024].

Ευροκοινοβουλίου, Ο., 2021. *Ευρωκοινοβούλιο*. [Ηλεκτρονικό]

Available at:

<https://www.europarl.europa.eu/topics/el/article/20200827STO85804/ti-einai-i-techniti-noimosuni-kai-pos-chrisimopoeitai>

[Πρόσβαση 2 6 2024].

Καλλιόπη Κηπουρίδου, Μ. Μ., 2018. The legal framework of post mortem fertilization in Greece and Sweden. *Bioethica*, 22 2.

Mayo Clinic, χ.χ. *Mayo Clinic*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/in-vitro-fertilization/about/pac-20384716>

[Πρόσβαση 2 7 2024].

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*.

Turing, A. M. (1950). *M I N D A QUARTERLY REVIEW OF PSYCHOLOGY AND PHILOSOPHY I.- COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE*. <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>