



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΔΠΜΣ

Εφαρμογές της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας στην
Υπογονιμότητα – Ανδρικός και Γυναικείος Παράγοντας



Εργασιακές συνθήκες και Υπογονιμότητα

Δρ. Φωτεινή Μέλλου, MSc Χημικός

Ακ. Υπότροφος, Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Ως υπογονιμότητα ορίζεται η αδυναμία σύλληψης παιδιού μετά από ένα έτος σεξουαλικής επαφής χωρίς προστασία.

Επηρεάζει το 10-15 % όλων των ζευγαριών και ποικίλλει μεταξύ χωρών και γεωγραφικών περιοχών.

Άνδρες και γυναίκες συμβάλλουν εξίσου στο πρόβλημα, και συχνά εμπλέκονται περισσότεροι από ένας παράγοντες υπογονιμότητας



Η συσχέτιση μεταξύ της επαγγελματικής έκθεσης και υπογονιμότητας εξακολουθεί να παραμελείται, οι μελέτες είναι σπάνιες και στερούνται συστηματικής προσέγγισης, ακόμη και στις ανεπτυγμένες χώρες.

Πρωτόκολλα επαγγελματικής υγείας για πολλά επαγγέλματα που είναι γνωστό ότι οι τεχνολογικές διεργασίες μπορεί να περιλαμβάνουν έκθεση σε ενδοκρινικούς διαταρράκτες EDC (endocrine disrupting chemicals- EDCs), δεν περιλαμβάνουν καμία ιατρική εξέταση ή συλλογή δεδομένων για την κατάσταση γονιμότητας.

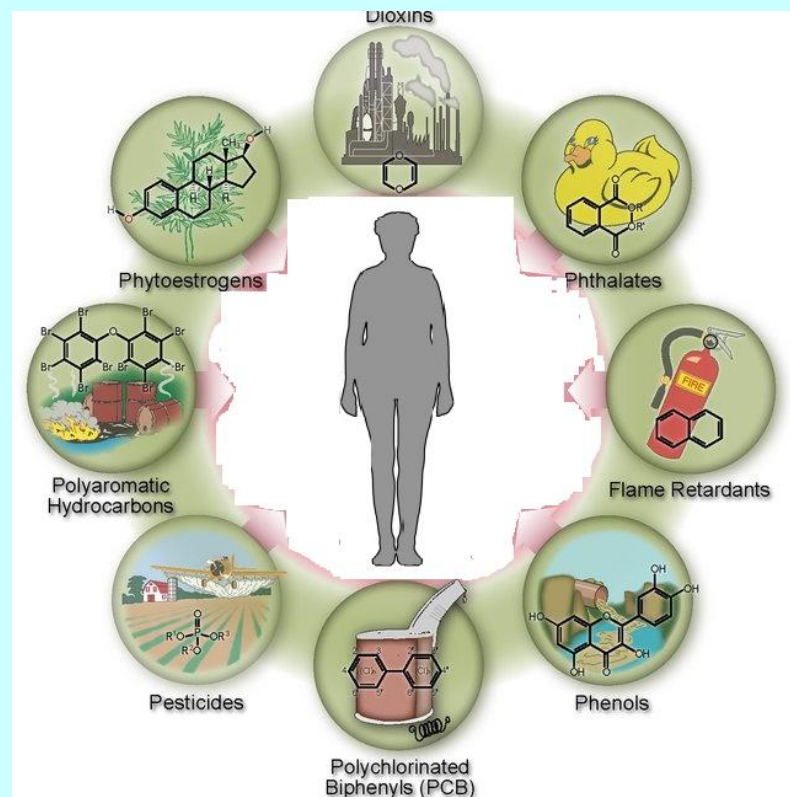
Μια σημαντική συμβολή, ωστόσο, έχει δοθεί από κλινικές υπογονιμότητας, οι οποίες προσπαθούν ενεργά να βρουν την αιτία της υπογονιμότητας, εφόσον αυτή μπορεί να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας υποβοηθούμενης αναπαραγωγής assisted reproductive technology (ART).

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν εντοπίσει αρκετές ομάδες ενώσεων που δυνητικά συνδέονται με υπογονιμότητα, αν και συνήθειες ζωής όπως το κάπνισμα και το αλκοόλ μπορούν να "καλύψουν" σημαντικά ή να αλληλεπιδράσουν με τις επιπτώσεις αυτών των ενώσεων που υπάρχουν σε επαγγελματικούς χώρους.

Καθώς η βιομηχανία άνθισε εκθετικά τις τελευταίες δεκαετίες και έφερε πολλές βελτιώσεις στην καθημερινή ζωή, έγινε επίσης η πηγή της επαγγελματικής και περιβαλλοντικής έκθεσης σε διάφορες χημικές ενώσεις και μείγματά τους

Αυτές που επηρεάζουν την ορμονική ρύθμιση συνήθως ορίζονται ως ενδοκρινικοί διαταράκτες endocrine disrupting chemicals (EDCs).

Μπορούν να βρεθούν σε φυτοφάρμακα, ρύπους τροφίμων, καλλυντικά προϊόντα, νερό και αέρα .



Η περιβαλλοντική υποβάθμιση μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο κίνδυνο έκθεσης του ανθρώπου σε EDCs και να οδηγήσει κατά συνέπεια σε αναπαραγωγικές διαταραχές.

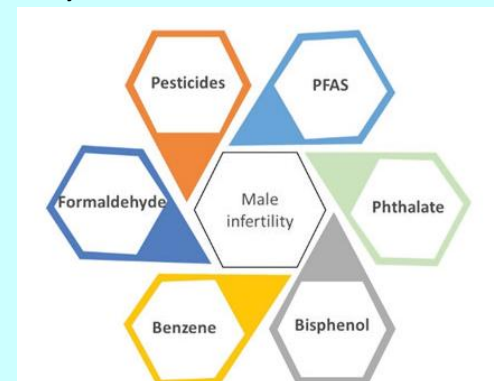
Υψηλότερη συχνότητα των γενετικών ανεπαρκειών στους απογόνους μπορεί να αποδίδεται σε πατρικά επαγγέλματα όπως:

- μαθηματικοί,
- φυσικοί
- επιστήμονες υπολογιστών,
- φωτογράφοι και φωτοεπεξεργαστές,
- καλλιτέχνες,
- εργαζόμενοι σε υπηρεσίες εστίασης,
- τοπιοτεχνίτες και κηπουροί,
- κοσμητολόγοι και κομμωτές,
- υπάλληλοι γραφείου και διοικητικής υποστήριξης,
- εργάτες πριονιστηρίων,
- χημικοί,
- εργάτες πετρελαιοειδών και φυσικού αερίου,
- εργάτες σε εκτυπώσεις,
- χειριστές εξοπλισμού μετακίνησης υλικών και
- χειριστές οχημάτων

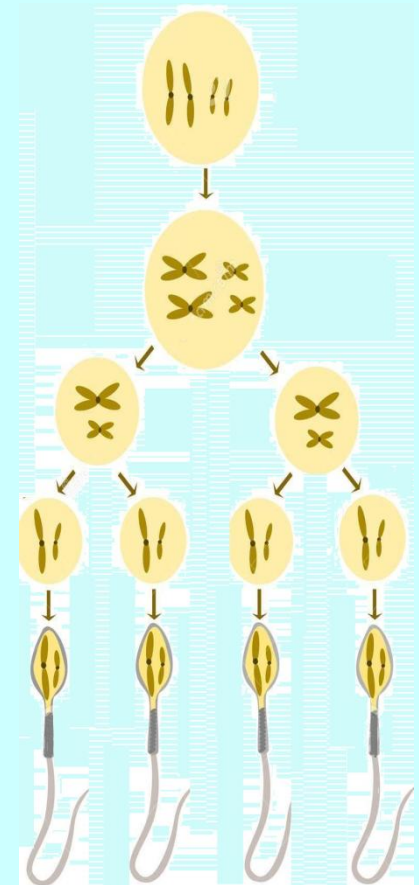
Ανδρική υπογονιμότητα

Η ιατρική διάγνωση της ανδρικής υπογονιμότητας βασίζεται στην αξιολόγηση της κατάστασης των σεξουαλικών ορμονών και ανάλυση σπέρματος που αξιολογεί το αριθμό σπέρματος, κινητικότητα και μορφολογία, και στους υπογόνιμους ασθενείς συνιστάται η χρήση τεχνολογίας υποβοηθούμενης αναπαραγωγής για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Αν και η ανάλυση σπέρματος πραγματοποιείται σε κλινικά και ερευνητικά εργαστήρια σε όλη τον κόσμο σε καθημερινή βάση, η αιτία παραμένει συχνά άγνωστη και δεν μπορεί να εξηγηθεί με ορμονικές και διαταραχές όρχεων καθώς και γενετικούς παράγοντες όπως το σύνδρομο Klinefelter (XXY), αναδιατάξεις στο γονίδιο AZF και μεταλλάξεις σε άλλα γονίδια που σχετίζονται με τη στειρότητα, όπως AR, CFTR, NR5A1, και SRY .



Η σπερματογένεση είναι μια εξαιρετικά περίπλοκη κυκλική διαδικασία της ωρίμανσης απλοειδών σπερματοζωαρίων από διπλοειδή αδιαφοροποίητη σπερματογονία και επομένως μπορεί να ανταποκριθεί σε καθημερινούς στρεσογόνους παράγοντες – επαγγελματικούς και περιβαλλοντικούς.



Στους άνδρες, τα EDC επηρεάζουν τον υποθάλαμο που διεγείρει την υπόφυση να εκκρίνει γοναδοτροπίνες – ωχρινοτρόπο ορμόνη (LH) και ωοθυλακιοτρόπο ορμόνη (FSH) – που ρυθμίζουν τη σπερματογένεση μέσω έκκρισης των ανδρογόνων κυττάρων Leydig και ενεργοποίηση κυττάρων Sertoli.

Εφόσον οι ορμόνες ελέγχουν στενά το ανδρικό αναπαραγωγικό σύστημα, τα EDC που δρουν ως αντι ανδρογόνα ή μιμούνται οιστρογόνα μπορεί να παρεμβαίνουν με αυτούς τους μηχανισμούς και να έχουν βαθύ αντίκτυπο στην παραγωγή υγιούς σπέρματος.

Ωστόσο, στοιχεία για τον αντίκτυπό τους στην ανθρώπινη αναπαραγωγική υγεία εξακολουθούν είναι ακόμα ελάχιστα και μηχανισμοί που δεν έχουν πλήρως διευκρινιστεί, ειδικά αφού τα EDC συνήθως υπάρχουν σε διαφορετικά μείγματα.

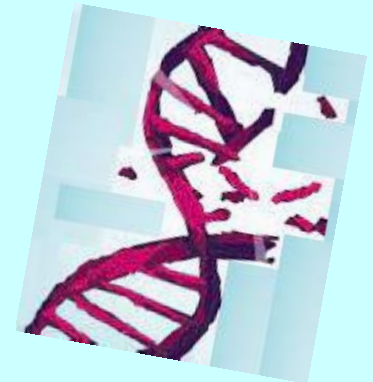
Μία πιο ξεκάθαρη αρνητική συσχέτιση έχει παρατηρηθεί μεταξύ διαταραγμένης σπερματογένεσης και παραγόντων τρόπου ζωής όπως

- η κατανάλωση αλκοόλ,
- το κάπνισμα,
- η χρήση ναρκωτικών και
- η παχυσαρκία που προκαλείται από δίαιτα υψηλής ενέργειας.

Επιπλέον, περιοδική έκθεση σε

- υπερβολική θερμότητα,
- θόρυβο,
- κραδασμούς και
- Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία...

...μπορεί να προκαλέσουν συσσώρευση βλαβών του DNA στο σπέρμα και να επηρεάσουν τη γονιμότητα.



Υπάρχουν πολλές μελέτες που επικεντρώνονται σε διάφορες εκθέσεις λόγω επαγγέλματος και τις επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη σπερματογένεση, στα μονοπάτια ορμονών φύλου και συνολικά στην ανδρική γονιμότητα.

Περιλαμβάνονται επιδημιολογικές μελέτες που προσπαθούν να βρουν συσχετίσεις μεταξύ ανδρικής υπογονιμότητας και ECD, φυτοφάρμακα, μέταλλα, ατμοσφαιρική ρύπανση, τρόπο ζωής, ζέστη, θόρυβο και ηλεκτρομαγνητικά κύματα

αλλά ...

...κάποιες δεν περιλαμβάνουν ιονίζουσα ακτινοβολία, εφόσον, σύμφωνα με τους τρέχοντες επαγγελματικούς κανονισμούς προστασίας, τα υπάρχοντα επίπεδα έκθεσης δεν αντιπροσωπεύουν οποιοδήποτε κίνδυνο γονιμότητας στους άνδρες (<https://www.iaea.org/resources/safety-standards>)

Μελέτες επαγγελματικής έκθεσης στο βενζόλιο και του μίγματός του με τολουόλιο και ξυλόλιο έχουν δείξει συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων βενζολίου στο αίμα και στο σπερματικό πλάσμα, σημαντική βλάβη στο γονιδίωμα, μη φυσιολογικό αριθμό σπερματοζωαρίων, κινητικότητα, μορφολογία, δισωμία Χ και Υ, και υπεραπλοειδία, ακόμη και σε χαμηλά επίπεδα (≤ 1 ppm).

Μια μεγάλη (Τυνησιακή) μελέτη με 2122 άνδρες που επισκέφτηκαν κλινικές υπογονιμότητας και συμπλήρωσαν ένα λεπτομερές ερωτηματολόγιο έδειξε ότι η επαγγελματική έκθεση σε φυτοφάρμακα συσχετίστηκε με σημαντικά υψηλότερο κίνδυνο ασθενοζωοσπερμίας και νεκροζωοσπερμίας, ενώ..

...η έκθεση στο τσιμέντο συσχετίστηκε με υψηλότερο κίνδυνο ολιγοζωοσπερμίας.

Ωστόσο, δε βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ διαταραχής του σπέρματος και της έκθεσης σε διαλύτες, υπερβολική θερμότητα ή μηχανικούς κραδασμούς.

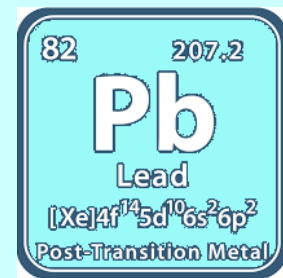
Αντίθετα, μια άλλη μελέτη έδειξε

συσχέτιση μεταξύ **ανδρικής στειρότητας** και έκθεσης σε

- **διαλύτες και υλικά βαφής,**
- **μόλυβδο,**
- **εργασία με υπολογιστές,**
- **εργασία με βάρδιες και**
- **στρες που σχετίζεται με την εργασία.**

Μια μεγάλη καναδική εθνική μελέτη βρήκε ..

..μια σημαντική **μείωση της κινητικότητας του σπέρματος** στους συμμετέχοντες που ήταν επαγγελματικά εκτεθειμένοι σε **υψηλά επίπεδα διαλυτών**, όπως έκανε μια πρόσφατη μετα-ανάλυση 272 εκτεθειμένων και 247 μη εκτεθειμένων ανδρών.



Φορμαλδεΐδη

Αν και η χρήση φορμαλδεΐδης σε συγκεντρώσεις $\geq 0,1$ % έχει απαγορευτεί στην ΕΕ λόγω της καρκινογόνου δράσης της, εξακολουθεί να είναι παρούσα στο περιβάλλον και

χρησιμοποιείται ευρέως

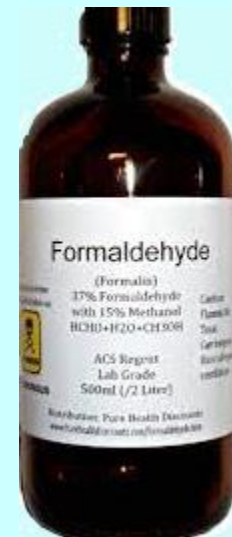
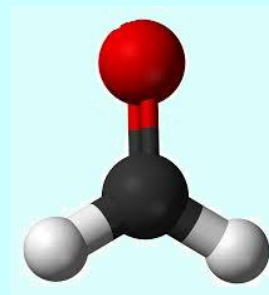
- στην παραγωγή ρητίνης,
- κατασκευές,
- επεξεργασία ξύλου,
- υφάσματα,
- νοσοκομεία,
- εργαστήρια, καθώς και
- στη χημική βιομηχανία

και οι πωλήσεις της αναμένεται να φτάσουν τα 34,8 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έως το 2026.

Έχοντας αυτό κατά νου, γίνονται συνεχείς προσπάθειες για τον περιορισμό/ έλεγχο της επαγγελματικής έκθεσης.

Όσον αφορά την ανδρική υπογονιμότητα...

η φορμαλδεΐδη έχει αποδειχθεί ότι μειώνει σημαντικά την προοδευτική και ολική κινητικότητα του σπέρματος με δόσοεξαρτώμενο τρόπο .



Αιθυλενογλυκόλη

Η χρήση χημικών ουσιών με βάση την αιθυλενογλυκόλη είναι συνηθισμένη σε πολλές εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων διαλυτών, αντιψυκτικών και ψυκτικών μέσων.



Μελέτη...

ανέφερε ότι η επαγγελματική έκθεση σχετίζεται με χαμηλή κινητικότητα και αριθμό σπερματοζωαρίων, αλλά ο κίνδυνος μειώθηκε μετά την προσαρμογή για συγχυτικούς παράγοντες. *In vitro*, αναφέρθηκε ότι η αιθυλενογλυκόλη αυξάνει τα επίπεδα οιστραδιόλης στα κύτταρα H295R.

Ενώ..

Σε αρουραίους, ο μονομεθυλαιθέρας αιθυλενογλυκόλης μείωσε την έκφραση των ειδικών για τα σπερματοκύτταρα γονιδίων.

Στους πιθήκους *cynomolgus*, κατέστρεψε σπερματοκύτταρα στο στάδιο του παχυτενίου (δηλαδή μεταγεννητικά και πριν την έναρξη της μείωσης).

Έχει αναφερθεί αυξημένος κίνδυνος υπογονιμότητας σε πλήρους απασχόλησης **πυροσβέστες**, εφόσον το επαγγελματικό τους περιβάλλον σχετίζεται..



..με την έκθεση σε ένα σύνθετο μείγμα χημικών ουσιών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που είναι γνωστό ότι είναι ενδοκρινικοί διαταράκτες (ED, endocrine disruptors), όπως

- επιβραδυντικά φλόγας,
- πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες (polyaromatic hydrocarbons, PAHs), καθώς και με
- υπερθερμία,
- στρες και
- διαταραχές του κιρκάδιου ρυθμού λόγω νυχτερινής εργασίας.



Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η έκθεση σε περ (15 F) και πολυ-φθοριωμένες αλκυλικές ουσίες (per- and poly-fluorinated alkyl substances, PFAS) όπως το κύριο συστατικό των υδατικών αφρών πυρόσβεσης που σχηματίζουν φιλμ .

Ένα μοντέλο σπερματογένεσης βασισμένο σε ανθρώπινα βλαστοκύτταρα έδειξε ότι...

οι PFAS μειώνουν την έκφραση των δεικτών για σπερματογονία και πρωτογενή σπερματοκύτταρα χωρίς άμεσα να επηρεάζουν τη βιωσιμότητα των γεννητικών

κυττάρων,



γεγονός που υποδηλώνει μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην ανδρική γονιμότητα μέσω της εξάντλησης της δεξαμενής των σπερματογονικών βλαστοκυττάρων και ανωμαλίες στα πρωταρχικά σπερματοκύτταρα .

Έχει αποδειχθεί με μελέτη ότι

..έκθεση σε φθαλικές ενώσεις, πιο συγκεκριμένα το δι-η-βουτύλιο και το φθαλικό δι-2-αιθυλεξυλεστέρα μειώνει την ελεύθερη τεστοστερόνη σε εργαζόμενους που κατασκευάζουν μη αφρώδες πολυβινύλο χλωριούχο δάπεδο.

Είναι ενδιαφέρον όμως ότι αυτή η μελέτη χρησιμοποίησε εργάτες του κατασκευαστικού τομέα για έλεγχο, που μπορεί να περιλαμβάνει σημαντική μεροληψία, εφόσον μπορεί και αυτοί να ήταν εκτεθειμένοι σε φθαλικές ενώσεις.

Σε μια μελέτη εργαζόμενοι με έκθεση σε πολυβινυλοχλωρίδιο (polyvinyl chloride , PVC), χαμηλότερη κινητικότητα σπέρματος συσχετίστηκε με υψηλότερους φθαλικούς μεταβολίτες στα ούρα, απόπτωση σπέρματος, και δημιουργία δραστικών ειδών οξυγόνου (ROS).

Σε παρόμοιο επαγγελματικό περιβάλλον, τα επίπεδα φθαλικών ενώσεων του περιβάλλοντος αέρα συσχετίστηκαν θετικά με κατακερματισμό του DNA και αρνητικά με την κινητικότητα του σπέρματος .

Σε εργάτες που χρησιμοποιούν εποξειδικές ρητίνες η επαγγελματική έκθεση σε δισφαινόλη Α συσχετίστηκε με αλλοιώσεις του σπέρματος LINE-1 Υδροξυμεθυλίωση .

Σε μια άλλη μελέτη, η έκθεση στη δισφαινόλη Α επηρέασε τη γονιδιακή έκφραση επηρεάζοντας την υδροξυμεθυλίωση του DNA, η οποία εξαρτάται εν μέρει από την τριμεθυλίωση της ιστόνης H3 στην ανθρώπινη σπερματογένεση.



Η ποιότητα του σπέρματος μπορεί να επηρεαστεί από επαγγελματικές και περιβαλλοντικές εκθέσεις μαζί με γενετικούς παράγοντες, επομένως ο προσδιορισμός ενός μοναδικού παράγοντα που σχετίζεται με την ποιότητα του σπέρματος φαίνεται να είναι δύσκολος.

Επαγγέλματα που απαιτούν εργασία σε ζεστά περιβάλλοντα ή μηχανικό τραύμα και σωματικό φορτίο στην περιοχή της πυέλου μπορούν να μειώσουν την ποιότητα του σπέρματος.

Έχει ήδη αναφερθεί μειωμένη σπερματογένεση και ποιότητα σπέρματος σε εργαζόμενους, συγκολλητές ή οδηγούς που ταξιδεύουν σε τροπικές περιοχές. Το ψυχολογικό στρες και η εμπύρετη ασθένεια έχουν μεγάλη επίδραση στη μείωση των παραμέτρων του σπέρματος. Το ίδιο το άγχος μπορεί να επηρεάσει τις παραμέτρους του σπέρματος και να μειώσει τη μορφολογία του σπέρματος.

Έχει επίσης αναφερθεί αρνητική επίδραση του στρες στη μείωση των επιπέδων τεστοστερόνης, προγεστερόνης, κορτιζόλης και προλακτίνης

Όσον αφορά τις επιπτώσεις της άσκησης και της έντονης σωματικής δραστηριότητας, έχει αποδειχθεί ότι οι ποδηλάτες και οι εργαζόμενοι διατρέχουν κίνδυνο μείωσης του αριθμού των σπερματοζωαρίων, πιθανώς λόγω αυξανόμενου μηχανικού τραύματος των όρχεων και της πυέλου.

Σε πρόσφατη μελέτη, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ εργατών και αυτοαπασχολούμενων εργαζομένων καθώς και στρατιωτικών και μη ως προς τις κινήσεις και τη βέλτιστη ταχύτητα σπέρματος.

Ως εκ τούτου, φαίνεται ότι οι στρατιωτικοί και οι εργάτες διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο για διαταραχές υπογονιμότητας και μειωμένη ποιότητα σπέρματος λόγω των ειδικών συνθηκών εργασίας και πιθανώς επαναλαμβανόμενου σωματικού τραύματος.

Μελέτη συμμετοχής “δωρητών” σπέρματος πολλών διαφορετικών επαγγελμάτων...

Σε κινεζική μελέτη συμμετοχής 12.301 δωρητών σπέρματος, εντοπίστηκε ότι ορισμένα επαγγέλματα είχαν χαμηλότερη ποιότητα σπέρματος.

Εργασία στον χρηματοοικονομικό ή ασφαλιστικό κλάδο σχετίστηκε με μειωμένο όγκο σπέρματος, συγκέντρωση σπέρματος και συνολικό αριθμό σπερματοζωαρίων.

Εργαζόμενοι στον κλάδο της πληροφορικής είχαν αυξημένο κίνδυνο για τη μείωση της προοδευτικής κινητικότητας του σπέρματος.

Οι άνεργοι άνδρες είχαν μεγαλύτερο κίνδυνο για τη μείωση της συγκέντρωσης του σπέρματος και του συνολικού αριθμού σπέρματος.

Επιπλέον,

ενασχόληση με
την **ψυχαγωγία** και
τον **αθλητισμό**



συσχετίστηκε με αυξημένο κίνδυνο
συγκέντρωσης σπέρματος

ενώ ,

εργασία στον κλάδο των **μεταφορών**



σχετίστηκε με υψηλό κίνδυνο για τον συνολικό
αριθμό σπερματοζωαρίων.

Οι περισσότερες από αυτές τις συσχετίσεις ήταν ισχυρές σε μοντέλα
παλινδρόμησης, και τα αποτελέσματα δεν τροποποιήθηκαν ανά

- ηλικία,
- επίπεδο εκπαίδευσης,
- κατάσταση γάμου και
- ιστορικό τεκνοποίησης.

Βρέθηκε ότι

οι **στρατιώτες** και

η **αστυνομία**



είχαν τον υψηλότερο όγκο σπέρματος.

Παραδόξως,

...η προοδευτική κινητικότητα του σπέρματος ήταν η χαμηλότερη.

Στρατιώτες και αστυνομία πάντα θεωρούνταν «ισχυροί» άνδρες, ωστόσο, η ποιότητα του σπέρματός τους δεν ήταν τόσο καλή όσο αναμενότανε σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας.

Άλλωστε η υψηλή ένταση του εργασιακού στρες μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη μείωση της κινητικότητας του σπέρματος στους στρατιώτες και την αστυνομία.

Ωστόσο, λόγω του περιορισμένου δείγματος στον πληθυσμό των στρατιωτών και της αστυνομίας, τα αποτελέσματα θα πρέπει να επιβεβαιωθούν με επιπλέον μελέτες.

Διαπιστώθηκε ότι οι εργαζόμενοι στον κλάδο της **πληροφορικής** διέτρεχαν κίνδυνο μείωσης της προοδευτικής κινητικότητας του σπέρματος.

Ήταν γνωστό ότι οι περισσότεροι εργαζόμενοι στον κλάδο της πληροφορικής ήταν προγραμματιστές και είχαν πολύωρη καθιστική εργασία.

Όπως είναι γνωστό, τα γεννητικά κύτταρα είναι αρκετά ευαίσθητα σε τοπική θέρμανση των όρχεων.

Ο υποκείμενος λοιπόν λόγος για αυτόν τον αυξημένο κίνδυνο μπορεί να οφείλεται στην εντοπισμένη υψηλή θερμοκρασία στους όρχεις των εργαζομένων πληροφορικής.

Μία μελέτη (στην Πολωνία) τεκμηρίωσε ότι το θερμικό στρες από καθιστική εργασία θα μπορούσε να διπλασιάσει τον κίνδυνο βλάβης του DNA του σπέρματος.

Ο πιθανός μηχανισμός μπορεί να είναι ότι ο μακροπρόθεσμος καθιστικός τρόπος εργασίας στον κλάδο της πληροφορικής αύξησε τη θερμοκρασία των όρχεων και ενεργοποίησε δραστικά είδη οξυγόνου και βλάβη του DNA, που οδηγεί στην καταστροφή των γεννητικών κυττάρων με απόπτωση.

Από την άλλη, το θερμικό στρες θα μπορούσε να προκαλέσει αλλοιωμένη συμπύκνωση χρωματίδης κατά τη διάρκεια της σπερματογένεσης.

Μια πειραματική μελέτη διαπίστωσε ότι τα σπερματοζωάρια στα μεταμειωτικά στάδια ανάπτυξης ήταν πιο ευαίσθητα στο θερμικό στρες και πρότεινε ότι ο επαναπρογραμματισμός μεθυλίωσης του DNA θα μπορούσε να ασκήσει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία.

Συμπερασματικά, αποδόθηκε ότι η έκθεση σε θερμότητα θα μπορούσε να είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για επιβλαβή ποιότητα σπέρματος μεταξύ των εργαζομένων στον κλάδο της πληροφορικής.

Κατά τον ίδιο τρόπο, η μελέτη έδειξε ότι η εργασία στην **χρηματοοικονομική** βιομηχανία σχετιζόταν με καθιστική εργασία.

Επιπλέον, είτε δουλεύοντας στον κλάδο της πληροφορικής είτε στον χρηματοοικονομικό κλάδο η ακτινοβολία απαιτούσε παρατεταμένη λειτουργία (παρακολούθησης) οθόνης .

Ο σύνδεση μεταξύ λειτουργίας οθόνης και ποιότητας σπέρματος δεν έχει μελετηθεί καλά σε προηγούμενες μελέτες.

Αντίθετα, περισσότερη σωματική δραστηριότητα και λιγότερη παρακολούθηση οθόνης σχετίστηκαν σημαντικά με βελτιωμένο αριθμό και συγκέντρωση σπερματοζωαρίων.

Επιπλέον, αν η καθιστική εργασία και η χειραγώγηση οθόνης είχε μια κοινή επιβλαβή επίδραση στην ποιότητα του σπέρματος πρέπει να επιβεβαιωθεί από περαιτέρω έρευνα.

Βρέθηκε ότι η εργασία στον τομέα των **οικονομικών ή των ασφαλίσεων** συνδέθηκε σημαντικά με μειωμένη

- ποιότητα σπέρματος,
- ειδικά με τον όγκο του σπέρματος,
- τη συγκέντρωση σπέρματος και
- τον αριθμό των σπερματοζωαρίων.

Ο λόγος γιατί η εργασία στον τομέα των οικονομικών ή των ασφαλιστικών θα μπορούσε να επηρεάσει την ποιότητα του σπέρματος δεν ήταν πλήρως κατανοητός. Υπήρχαν κάποιοι εύλογοι λόγοι. ..

Πρώτον, οι εργαζόμενοι μέσα στην οικονομία ή ασφάλιση, για παράδειγμα, οι τραπεζικοί υπάλληλοι, περνούν πάντα το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου εργασίας τους καθισμένοι μπροστά στον υπολογιστή και ασχολούνται με καθιστική εργασία.

Τα καθιστικά εργασιακά τους χαρακτηριστικά αύξησαν τη θερμοκρασία των όρχεων τους, όπως και οι εργαζόμενοι στη βιομηχανία της πληροφορικής.

Ως εκ τούτου, τα δεδομένα στήριξαν την σύνδεση μεταξύ της καθιστικής εργασιακής συμπεριφοράς στα οικονομικά ή ασφάλιση και τη μειωμένη ποιότητα σπέρματος.

Επομένως, θα πρέπει να εφαρμοστούν περισσότερες στρατηγικές για να μεταβούν οι εργαζόμενοι από τον καθιστικό τρόπο εργασίας σε μια πιο ενεργή μορφή εργασίας.

Δεύτερον, τα τρέχοντα δεδομένα υποδηλώνουν ότι μια θέση εργασίας στα οικονομικά ή την ασφάλιση περιείχαν υψηλά επίπεδα εργασιακού άγχους.

Μια μελέτη στην Ινδία διαπίστωσε ότι το 75,5% των τραπεζικών υπαλλήλων είχαν υψηλό και πολύ υψηλό επίπεδο εργασιακού άγχους.

Μία μελέτη στην Κίνα πίστευε ότι το υψηλό εργασιακό άγχος στους εργαζόμενους στα οικονομικά σχετίζονταν με υψηλή συγκέντρωση προσοχής κατά τη διάρκεια της εργασίας.

Ως εκ τούτου, η συσχέτιση μεταξύ εργαζομένων στον τομέα των οικονομικών ή ασφάλισης και τη μειωμένη ποιότητα σπέρματος μπορεί επίσης να εξηγηθεί από τη συνεργιστική επίδραση της τοπικής θερμοκρασίας στους όρχεις και του υψηλού εργασιακού στρες.

Μελέτη διαπίστωσε ότι η **ανεργία** σχετίζεται με μείωση της συγκέντρωσης του σπέρματος και του συνόλου του αριθμού των σπερματοζωαρίων.

Μια πιθανή εξήγηση για αυτή τη σύνδεση θα μπορούσε να είναι ότι η ανεργία σχετίζεται με την μειωμένη υγεία.

Οι άνεργοι άνδρες σχημάτισαν μια πολύ “ποικιλόμορφη” ομάδα, ωστόσο, διάφορα δημογραφικά και παράγοντες του τρόπου ζωής (lifestyle) μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ευημερία των ανέργων.

Προηγούμενες μελέτες ανέφεραν ότι οι άνεργοι άνδρες θα μπορούσαν να έχουν περισσότερες σωματικά επιβλαβείς συμπεριφορές, όπως

- ανθυγιεινή διατροφή,
- κατάχρηση αλκοόλ και
- το κάπνισμα.

Επιπλέον, η ανεργία είχε επιζήμια επίδραση στην ψυχική υγεία.

Επομένως, η μείωση στην ποιότητα του σπέρματος μεταξύ των ανέργων θα μπορούσε επίσης να εξηγηθεί από την κατάθλιψη και το άγχος.

Ως εκ τούτου, οι παρεμβάσεις, οι θεραπευτικές μέθοδοι και η αναζήτηση εργασίας μπορεί να είναι ευεργετικές για την αύξηση της απασχόλησης, και μετά να παρέχουν χρήσιμη βοήθεια για τη βελτίωση της ποιότητας του σπέρματος.

Όπως προαναφέρθηκε, βρέθηκε αυξημένος κίνδυνος μειωμένης συγκέντρωσης σπέρματος μεταξύ των εργαζομένων στην ψυχαγωγία και τον αθλητισμό, σύμφωνα με μελέτη στις ΗΠΑ.

Ωστόσο, μια προηγούμενη μελέτη στην Κίνα υποστήριξε τα αποτελέσματα ότι η σωματική δραστηριότητα θα μπορούσε να βελτιώσει τις παραμέτρους ποιότητας του σπέρματος σε υγιείς άνδρες.

Αρκετές εξηγήσεις υπάρχουν για αυτή τη συσχέτιση μεταξύ της εργασίας στη βιομηχανία της ψυχαγωγίας και του αθλητισμού και της μειωμένης ποιότητας σπέρματος.

Πρώτον, υπήρχε μεγάλη διαφορά στην ένταση της άσκησης μεταξύ αθλητών και συνηθισμένων προσώπων.

Αναμφίβολα, η μέτρια άσκηση είναι ευεργετική για έναν υγιή άνθρωπο.

Πράγματι..

Μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση επεσήμανε ότι η σωματική δραστηριότητα ήταν ευεργετική για την ανδρική αναπαραγωγική υγεία.

Ωστόσο, έντονες αθλητικές πρακτικές θα μπορούσαν να έχουν αρνητική επίδραση στην ποιότητα του σπέρματος, όπως π.χ. κατακερματισμός του DNA.

Επίσης..

ο περιορισμός της αθλητικής δραστηριότητας σε αθλητές θα μπορούσε να μειώσει τη βλαβερή επίδραση των αθλημάτων στην ποιότητα του σπέρματος.

Ως εκ τούτου, υποτέθηκε ότι ήταν η υπερβολική απόκλιση σωματικής δραστηριότητας που οδηγεί στην αύξηση της ποιότητας του σπέρματος μεταξύ των εργαζομένων στην ψυχαγωγία και τον αθλητισμό.

Ο δεύτερος πιθανός λόγος για τον αυξημένο κίνδυνο μπορεί να είναι η χρήση αναβολικών-ανδρογόνων στεροειδών, τα οποία ήταν παράγωγα τεστοστερόνης που χρησιμοποιούνται συνήθως από τους εργαζόμενους στον κλάδο της ψυχαγωγίας και του αθλητισμού για να βελτιώσουν τις αθλητικές επιδόσεις ή να βελτιώσουν την εμφάνιση.

Η μελέτη αυτή είχε αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα

Τα ευρήματα παρείχαν νέα εικόνα για τη σχέση μεταξύ των επαγγελματικών παραγόντων και την ποιότητα του σπέρματος.

➤ Δόθηκε μια ευκολονόητη κατανόηση του ποιο επάγγελμα έτεινε να βλάψει την ποιότητα σπέρματος.

➤ Βρέθηκε μια νέα σχέση μεταξύ της εργασίας στον χρηματοοικονομικό ή ασφαλιστικό κλάδο και τον αυξημένο κίνδυνο κατεστραμμένης ποιότητας σπέρματος.

➤ Άνεργοι άνδρες διέτρεχαν υψηλό κίνδυνο μειωμένης συγκέντρωσης σπέρματος και συνολικό αριθμό σπερματοζωαρίων.

➤ Εργασία στον κλάδο της πληροφορικής συσχετίστηκε με αυξημένο κίνδυνο για την προοδευτική κινητικότητα του σπέρματος.

➤ Είναι ενδιαφέρον ότι βρέθηκε ότι οι στρατιώτες και η αστυνομία είχε τον μεγαλύτερο όγκο σπέρματος αλλά τη χαμηλότερη κινητικότητα σπέρματος.

Με την έλευση της εκβιομηχάνισης, η συμμετοχή των γυναικών στους κλάδους εργασίας αυξάνεται, και πολλές από αυτές είναι σε αναπαραγωγική ηλικία.

Έτσι, οι γυναίκες είναι εκτεθειμένες σε ένα πλήθος χημικών, φυσικών, βιολογικών και ψυχοκοινωνικών παραγόντων.

Γυναικεία υπογονιμότητα

Επιδράσεις της επαγγελματικής έκθεσης σε ψυχοκοινωνικούς παράγοντες στο γυναικείο αναπαραγωγικό σύστημα μπορεί να γίνουν εμφανείς με τη μορφή

- αλλοίωσης σε επίπεδα ορμονών φύλου,
- μειωμένη σεξουαλική επιθυμία και ισχύ,
- διαταραχές εμμήνου ρύσεως,
- πρόωγη εμμηνόπαυση,
- καθυστερημένη εμμηναρχή,
- δυσλειτουργία των ωοθηκών,
- μειωμένη γονιμότητα και
- δυσμενή έκβαση της εγκυμοσύνης.

Η έκθεση της μητέρας κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης μπορεί να διακόψει την ανάπτυξη του εμβρύου.

Έκθεση σε τοξικές ουσίες μπορεί να οδηγήσει σε πολλές ευρείας κλίμακας επιδράσεις, π.χ.:

- ενδομήτρια επιβράδυνση της ανάπτυξης,
- εμβρυϊκός και μεταγεννητικός θάνατος,
- γενετική ανωμαλία,
- πρόωρος τοκετός (PTB),
- διαταραχές στη γνωστική ανάπτυξη και ανοσολογική λειτουργία.

Οι Slama και Cordier αξιολόγησαν τα δεδομένα χημικών και φυσικών παραγόντων αναφορικά με την εγκυμοσύνη και την έκβασή της.

Το υψηλότερο μέγεθος των επιδράσεων παρατηρήθηκε λόγω του παθητικού καπνίσματος κατά τη εμβρυϊκή ανάπτυξη ακολουθούμενη από προβάδισμα στην υπέρταση που προκαλείται από την εγκυμοσύνη και εμβρυϊκή ανάπτυξη και πολυχλωριωμένα διφαινύλια (polychlorinated biphenyls PCBs) στην ανάπτυξη του εμβρύου.

Επίδραση των ατμοσφαιρικών ρύπων στην ανάπτυξη του εμβρύου και τον πρόωρο τοκετό βρέθηκε να είναι σε μικρότερο μέγεθος.

Ανέφεραν επίσης ότι εκτός από τους ατμοσφαιρικούς ρύπους, τα στοιχεία για μη διαρκείς ενώσεις είναι ελάχιστα καθοριστικές.

Επίσης παρέχονται πληροφορίες για τους επαγγελματικούς παράγοντες στη γυναικεία αναπαραγωγή και έκβαση

Διαλύτες

Οι Hooiveld et al αξιολόγησαν τους κινδύνους των διαταραχών της αναπαραγωγής και γενετικές ανωμαλίες σε απογόνους ανδρών ελαιοχρωματιστών εκτεθειμένοι σε οργανικούς διαλύτες.

Αυξημένος κίνδυνος εκ γενετής δυσμορφιών παρατηρήθηκε στους απογόνους ελαιοχρωματιστών σε σύγκριση με τους απογόνους ξυλουργών. Ο κίνδυνος παιδιών με χαμηλότερο βάρος γέννησης (lower birth weight, LBW) ήταν ελαφρώς υψηλότερος, ενώ τα άλλα αποτελέσματα, όπως χρόνος έως εγκυμοσύνη (time to pregnancy, TTP), αποβολή και πρόωρος τοκετός (preterm birth, PTB) δεν εμφάνισαν υψηλότερους κινδύνους μεταξύ των ελαιοχρωματιστών

Οι Hannigan και Bowen ανέφεραν ότι τα παιδιά των οποίων οι μητέρες εκτέθηκαν σε υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών διαλυτών κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης είχαν υψηλότερο κίνδυνο επιπλοκών της εγκυμοσύνης, αναπτυξιακών καθυστερήσεων και νευροσυμπεριφορικές δυσκολίες. Αυτές οι επιπτώσεις βρέθηκαν να είναι περισσότερο μεταξύ των καταχραστών τολουολίου.

Οι Τσεν et al αξιολόγησαν τη συσχέτιση μεταξύ βάρους γέννησης και έκθεσης σε **βενζόλιο** και εργασιακό στρες.

Βρήκαν ότι το βάρος γέννησης συσχετίστηκε αρνητικά με την έκθεση στο βενζόλιο και το εργασιακό στρες ενώ οι Protano et al βρήκαν συσχέτιση μεταξύ της μητρικής έκθεσης σε βενζόλιο με πρώιμη έκθεση σε αρωματικούς διαλύτες και κίνδυνο PTB ή μείωση της ανάπτυξης της διαβρεγματικής διαμέτρου, ενώ δεν μπορούσαν να εξαχθούν συμπεράσματα με άλλα αποτελέσματα εγκυμοσύνης.



Οι Ekrenyong et al μελέτησαν τις επιδράσεις της εισπνοής βενζίνης στο έμμηνο και ορμονικό προφίλ της γυναίκας εργαζόμενης σε **αντλίες βενζίνης**.

Τα παράπονα της περιόδου ανάμεσα στις εκτεθειμένες και μη εκτεθειμένες εργάτριες ήταν 37,2 και 28,5 % αντίστοιχα, και η διάρκεια της έκθεσης συσχετίστηκε σημαντικά με υψηλότερες διαταραχές εμμήνου ρύσεως.

Υπήρχαν συνεχή χαμηλά επίπεδα οιστραδιόλης ορού και ασυνεπή επίπεδα άλλων αναπαραγωγικών ορμονών.



Οι Sallmén et al διερεύνησαν τη δυνατότητα γονιμότητας των γυναικών που εκτίθενται σε **οργανικούς διαλύτες** στις **βιομηχανίες υποδηματοποιίας**.

Η έκθεση σε οργανικούς διαλύτες βρέθηκε να είναι επικίνδυνη για τη γυναικεία αναπαραγωγή και σύνδεση θα μπορούσε να σχετιστεί με οποιονδήποτε από τους διαλύτες που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή υποδημάτων δηλ.,

- η-εξάνιο και τα ισομερή του,
- οξικό αιθυλεστέρα,
- μεθυλ αιθυλ κετόνη,
- τολουόλιο,
- ακετόνη και
- διχλωρομεθάνιο.



Οι Taskinen et al βρήκαν σημαντική καθυστέρηση στη σύλληψη μεταξύ της εκτεθειμένης σε φορμαλδεΰδη γυναίκας εργαζόμενης στην επεξεργασία ξύλου, ενώ δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ σκονών, σκόνες ξύλου, φαινόλες, έκθεση σε οργανικούς διαλύτες και TTP (TTP- time to pregnancy).

Έκθεση σε **φορμαλδεΰδη** και **οργανικούς διαλύτες** έχει

- κίνδυνο αποβολής,
- ενδομητρίωσης και
- δυσμενών επιπτώσεων στη γονιμότητα.



Άνθρωποι εκτίθενται επίσης σε **δισουλφίδιο του άνθρακα (CS_2)** σε χώρο εργασίας που χρησιμοποιείται στην κατεργασία της βισκόζης.

Αξιολογήθηκε η συχνότητα αποβολών μεταξύ συζύγων ανδρών εργαζομένων που εκτέθηκαν στο CS_2 .

Η επίπτωση της αποβολής βρέθηκε να είναι 5,7 % και 18,9 % μεταξύ των συζύγων εργαζομένων που εκτέθηκαν σε 1,69 και 12,28 ppm CS_2 , αντίστοιχα.

Μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι αναπαραγωγικές διαταραχές στις γυναίκες που εκτέθηκαν στο CS_2 στο χώρο εργασίας είχαν **διαταραχές στην έμμηνο ρύση, πρώιμη εμμηνοπαυσιακή ηλικία και διαταραχές στο νευροορμονικό σύστημα.**



Φθαλικές ενώσεις/πλαστικοποιητές

Οι φθαλικές ενώσεις είναι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για να μαλακώσουν και να αυξήσουν την ευελιξία του πλαστικού.

Οι φθαλικές ενώσεις έχουν επιζήμιες επιπτώσεις στη νευροανάπτυξη και τη Διαταραχή Ελλειμματικής Υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ, attention deficit hyperactivity disorder) ενώ τα δεδομένα είναι ασαφή σε σχέση με την αρνητική επίδραση των φθαλικών ενώσεων στην ηλικία κύησης και περιφέρεια κεφαλής.

Αλλά..

η έκθεση σε φθαλικές ενώσεις επηρεάζει τα επίπεδα των ορμονών αναπαραγωγής δηλαδή, την ωχρινοτρόπο ορμόνη (LH), την ελεύθερη τεστοστερόνη, τη σφαιρίνη που δεσμεύει την ορμόνη του φύλου (sex hormone-binding globulin), την ανωγεννητική απόσταση και τη λειτουργία του θυρεοειδούς.

Φθαλικές ενώσεις/πλαστικοποιητές

Τα επίπεδα φθαλικών στα ούρα ήταν σημαντικά υψηλότερα στην εφηβική γυναικομαστία ατόμων, κορίτσια με ανάπτυξη του μαστού και πρόωρη εφηβεία.

Σε μελέτη βρέθηκαν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα φθαλικών ενώσεων όπως διμεθύλιο, διαιθυλ, διβουτύλιο, και δι-(2-αιθυλεξύλιο) και ο κύριος μεταβολίτης τους ο μονο-(2-αιθυλεξυλ) φθαλικός εστέρας σε 68 % ασθενείς με ανάπτυξη μαστού ενώ βρέθηκε μόνο ένα κοντρόλ με σημαντικά επίπεδα φθαλικού δι-ισοοκτυλεστέρα υποδεικτικό του ρόλου των πλαστικοποιητών στην ανάπτυξη μαστού.

Φθαλικές ενώσεις/πλαστικοποιητές

Σε μελέτη βρέθηκε..

..Μία αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων μεταβολίτη του φθαλικού δι-2-αιθυλεξυλεστέρα (di-2-ethylhexyl phthalate, DEHP) και χαμηλότερης ολικής και ελεύθερης τεστοστερόνης' αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το φύλο του εμβρύου.

..Μια αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ συγκεντρώσεων μονοβουτυλ φθαλικού εστέρα (monobutyl Phthalate, MBP) και επίπεδων ολικής και ελεύθερης τεστοστερόνης βρέθηκαν επίσης σε γυναίκες που έφεραν αρσενικά έμβρυα.

..Δεν υπήρχε καμία σημαντική σχέση μεταξύ των προγεννητικών συγκεντρώσεων ορμονών με τα βρεφικά ανωγεννητικά αποτελέσματα.

Φθαλικές ενώσεις/πλαστικοποιητές

..Οι γυναίκες με ενδομητρίωση είχαν υψηλότερο επίπεδο DEHP στο πλάσμα και 92,6 % είχαν ανιχνεύσιμο επίπεδο DEHP και/ορμονο-αιθυλεξυλ φθαλικό άλας (MEHP) στο περιτοναϊκό υγρό.

..Φθαλικοί μεταβολίτες MBP, φθαλικός μονοβενζυλεστέρας (monobenzyl phthalate, MBzP), μονο (3-καρβοξυλοπροπυλ) φθαλικός εστέρας και τέσσερις μεταβολίτες του DEHP βρέθηκαν να είναι υψηλότεροι σε ούρα γυναικών που γέννησαν στη συνέχεια PTB.

Άλλη μελέτη αναφέρει ότι..

γυναίκες που εκτέθηκαν σε MEHP αλλά όχι σε MBP, MBzP και MEHP συσχετίστηκαν με μεγαλύτερο TTP.

Τα δεδομένα υποδηλώνουν αρνητικές επιπτώσεις ορισμένων από τις φθαλικές ενώσεις και των μεταβολιτών τους στη γυναικεία αναπαραγωγή και έκβαση εγκυμοσύνης.

Φυτοφάρμακα και αγροχημικά

Μερικά από τα φυτοφάρμακα τα οργανοχλωριούχα έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία συμπεριλαμβανομένων της αναπαραγωγής που εξαρτώνται από τη δόση, τη διάρκεια και την οδό έκθεσης.

Έρευνες ανέφεραν ότι τα βρέφη με γενετικές ανωμαλίες ήταν

- επτά φορές πιο πιθανό να γεννηθούν από μητέρα εκτεθειμένη σε χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σε κήπους και χωράφια και

- σχεδόν δύο φορές από μητέρες που ασχολούνταν με την εμφάνιση των ζώων για την πρόληψη των (παρασίτων) τσιμπουριών.

- 6,5 φορές περισσότερο πιθανόν να γεννηθούν από μητέρα που χρησιμοποιούσε πλαστικούς περιέκτες (που προηγουμένως περιείχαν φυτοφάρμακα) για νερό .

Φυτοφάρμακα και αγροχημικά

Μελέτες ανέφεραν ότι σημαντικά υψηλότερες ανεπιθύμητες εκβάσεις εγκυμοσύνης, όπως

➤ αποβολές (20,6/1000 ζώντες γεννήσεις) και

➤ πρόωρες γεννήσεις (6,7/1000 ζώντες γεννήσεις)

ήταν στις περιοχές που είχαν επηρεαστεί από ρύπανση από βαρέα μέταλλα και φυτοφάρμακα.

Σε μελέτη βρέθηκε η αναλογία αποβολών/κυήσεων για εφαρμοστές φυτοφάρμακων 0,27 και 0,07 για τους λιανοπωλητές τροφίμων.

Φυτοφάρμακα και αγροχημικά

Ορισμένη έκθεση σε φυτοφάρμακα μεταξύ των ανδρών ή γυναικών έχουν υψηλότερο κίνδυνο για

- ανωμαλίες του σπέρματος,
- μειωμένη γονιμότητα,
- αυξημένη αυτόματη αποβολή,
- έλλειμμα αρσενικών παιδιών,
- γενετικές ανωμαλίες ή
- εμβρυική επιβράδυνση ανάπτυξης.

Μελέτες ανέφεραν ότι η έκθεση σε δις(4-χλωροφαινυλ)-1,1,1- τριχλωροαιθάνιο (DDT) μπορεί να προκαλέσει PTB (preterm birth) ανακαλώντας το όφελος της μείωσης της βρεφικής θνησιμότητας από ελονοσία στις δόσεις που θα χρειάζονταν για τον έλεγχο της ελονοσίας.

Φυτοφάρμακα και αγροχημικά

Ερευνητές..

..διαπίστωσαν επίσης αυξημένο κίνδυνο γενετικών ανωμαλιών που σχετίζονται με υψηλή επαγγελματική έκθεση στο DDT.

..ανέφεραν υψηλότερα επίπεδα ενός μεταβολίτη του DDT (p,p'-DDE) σε 100% υπογόνιμων γυναικών.

..έχει επίσης αναφερθεί μια σχέση μεταξύ της αναλογίας μειωμένης γονιμότητας και έκθεσης σε φυτοφάρμακα.

Γονική απασχόληση στη γεωργία μπορεί να κλιμακώσει τον κίνδυνο συγγενών δυσπλασιών όπως εκ γενετής σημάδια με τη μορφή αιμαγγειώματος, στοματοπροσωπική σχισμή, βλάβη του νευρικού συστήματος και μυοσκελετικά ελαττώματα.

Φυτοφάρμακα και αγροχημικά

Τα οργανοχλωρίδια είναι οι κυρίαρχοι ρύποι σε ανθρώπους και επιπτώσεις όπως η αλλοίωση στην ποιότητα του σπέρματος, καρκίνος των όρχεων, διαταραχές του εμμηνορροϊκού κύκλου, αποβολές, και παρατεταμένο TTP, μειωμένο βάρος γέννησης και μεταβολή της ηλικίας της σεξουαλικής ανάπτυξης συνδέονται με υψηλότερες συγκεντρώσεις των οργανοχλωριδίων.

Μελέτη βρήκε μία σημαντική αύξηση του κινδύνου για αποβολές και/ή απώλεια εμβρύου και μικρότερο αριθμό αρσενικών παιδιών που γεννήθηκαν από συζύγους των ανθρώπων που χρησιμοποιούσαν μυκητοκτόνα.

Τα συνολικά στοιχεία προτείνουν την ανάγκη για πρόγραμμα ευαισθητοποίησης μεταξύ εργαζομένων σχετικά με πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις ορισμένων από τα φυτοφάρμακα για τη γονιμότητα και την έκβαση της εγκυμοσύνης.

Βάρδια και νυχτερινή εργασία

Εξετάστηκαν δεδομένα σχετικά με τον αντίκτυπο της νυχτερινής εργασίας για την αναπαραγωγική υγεία των γυναικών.

Μια ποικιλόμορφη σχέση υπάρχει μεταξύ των κιρκάδιων ρυθμών και αναπαραγωγικών ορμονών, και αυτό με τη σειρά του μπορεί να επηρεάσει την αναπαραγωγική υγεία των γυναικών.

Ωστόσο, ο αντίκτυπος της νυχτερινής εργασίας στη γυναικεία αναπαραγωγή είναι ασαφής

Η εργασία σε νυχτερινή βάρδια μπορεί να αυξήσει τη διαταραχή του εμμηνορροϊκού κύκλου και την ενδομητρίωση, αλλά τα στοιχεία είναι προκαταρκτικά.

Διαπιστώθηκε ότι το νοσηλευτικό προσωπικό με βάρδιες δεν έδειξε αυξημένο κίνδυνο διαταραχών εμμήνου ρύσεως.

Η νυχτερινή εργασία με βάρδιες οδήγησε σε 50 % αύξηση του κινδύνου ενδομητρίωσης και δουλεύοντας τις περισσότερες από τις μισές βάρδιες τη νύχτα διπλασίασε τον κίνδυνο

Υπάρχουν ορισμένα άλλα επαγγέλματα που μπορεί είναι υπεύθυνα για τις δυσμενείς επιπτώσεις στη γυναικεία αναπαραγωγή.

Μελέτη ανέφερε τη μέση TTP σε **διοικητικούς υπαλλήλους, οικιακούς εργάτες και εκπαιδευτικούς** ως 4, 12 και 3 μηνών, αντίστοιχα.

Μετά την προσαρμογή συγχυτικών παραγόντων οι οικιακές βοηθοί είχαν μία σημαντικά μικρότερη πιθανότητα σύλληψης ανά κύκλο σε σύγκριση με τους διοικητικούς υπαλλήλους.

Μελετήθηκε η επίδραση της έκθεσης στην ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων στα αποτελέσματα των γεννήσεων.

Σημαντικά αυξημένα ποσοστά θνησιγένειας, LBW (lower birth weight -LBW) και χαμηλότερες τιμές (APGAR Appearance, Pulse, Grimace, Activity, Respiration) (Εμφάνιση, Παλμός, Γκριμάτσα, δραστηριότητα, αναπνοή) και βάρος γέννησης παρατηρήθηκαν σε γεννήσεις σε εκτεθειμένες περιοχές με υψηλότερο επίπεδο μολύβδου στο αίμα ομφάλιου λώρου στα νεογνά.

Ιχνοστοιχεία

Έχει διαπιστωθεί ότι ορισμένα μέταλλα σε ίχνη είναι απαραίτητα για τη φυσιολογική ανάπτυξη, εξέλιξη, αναπαραγωγή και φυσιολογικές διεργασίες.

Ψευδαργύρος

Ερευνητές ανέφεραν πολλές δυσμενείς επιπτώσεις που εκτείνονται από στειρότητα, εμβρυϊκό θάνατο, έως καθυστέρηση ενδομήτριας ανάπτυξης και τερατογένεση λόγω μητρικής ανεπάρκειας ψευδαργύρου.

Χαλκός

Ο χαλκός είναι άλλο ένα σημαντικό ιχνοστοιχείο που είναι απαραίτητο για τις φυσιολογικές βιολογικές λειτουργίες.

Ασκεί ρόλο στη διατήρηση της φυσιολογική ανάπτυξη του εμβρύου στα θηλαστικά. Ωστόσο, σε υψηλότερο επίπεδο, μπορεί να είναι τοξικό στην αναπαραγωγή.

Μαγγάνιο

Το μαγγάνιο είναι επίσης απαραίτητο ιχνοστοιχείο και σημαντικό για την ανάπτυξη, την εξέλιξη και την κυτταρική λειτουργία. Ωστόσο, σε υψηλότερη δόση, μπορεί να έχει τοξικές επιδράσεις στις αναπαραγωγικές λειτουργίες.

Μελέτη ανέφερε ότι υψηλότερη συγκέντρωση της μητέρας σε μαγγάνιο συνδέθηκε με LBW.

Μια ανεστραμμένη σχήματος U συσχέτιση έχει αναφερθεί μεταξύ του επίπεδου μαγγανίου στο αίμα της μητέρας και βάρους κατά τη γέννηση. Το βάρους γέννησης παρατηρήθηκε ότι ήταν αυξημένο με τα επίπεδα μαγγανίου έως 4,18 $\mu\text{g}/\text{dl}$, ενώ ελαφρά μείωση σημειώθηκε σε υψηλότερα επίπεδα μαγγανίου.

Μελέτη βρήκε μια μη γραμμική σχέση μεταξύ της μητρικής έκθεσης σε μαγγάνιο και βάρους γέννησης. Το βάρους γέννησης αυξήθηκε με τα επίπεδα μαγγανίου μέχρι 3,1 $\mu\text{g}/\text{l}$, και στη συνέχεια, διαπιστώθηκε μικρή πτώση στα υψηλότερα επίπεδα.

Χρώμιο

Δεδομένα για τη γυναικεία αναπαραγωγή με έκθεση σε χρώμιο είναι περιορισμένη σε σύγκριση με την ανδρική.

Τα δεδομένα μοιάζουν πολύ με εκείνα που αναφέρθηκαν σε πειραματικές μελέτες σχετικά με την έκθεση στο Cr(VI) κατά την εγκυμοσύνη και την έκβασή της.

Ερευνητές ανέφεραν αυξημένο κίνδυνο αυθόρμητης καθώς και απειλούμενη άμβλωσης στις γυναίκες εργαζόμενες που εκτέθηκαν σε υψηλή δόση χρωμίου.

Μητέρες που εκτέθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα χρωμίου κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης μπορεί να έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο να γεννήσουν βρέφη LBW κυρίως για θηλυκούς απογόνους και PTB ιδιαίτερα συνδεδεμένο με τα αρσενικά βρέφη.

Υδράργυρος (Hg)

Ο υδράργυρος είναι ένα φυσικό στοιχείο και ένας ανθρωπογενής ρύπος του περιβάλλοντος.

Μελέτες..

..ανέφεραν σημαντική σχέση μεταξύ της έκθεσης σε υποξείδιο του αζώτου και αυθόρμητη αποβολή και μειωμένη γονιμότητα μεταξύ του **οδοντιατρικού προσωπικού**.

..ανέφεραν ότι το οδοντιατρικό προσωπικό αντιμετώπισε υψηλότερες πιθανότητες αυτόματης αποβολής, προεκλαμψία και βρέφη μικρά για την ηλικία κύησης (gestational age, SGA), και αυτό μπορεί να συνδέεται με το επαγόμενο από υδράργυρο οξειδωτικό στρες.

Μέταλλα και γυναικεία αναπαραγωγή

Υδράργυρος (Hg)

Οι Vejrup et al⁶ διαπίστωσαν ότι οι γυναίκες σε το υψηλότερο πεμπτημόριο έκθεσης στον υδράργυρο γέννησαν απόγονο με 34 g χαμηλότερο βάρος γέννησης (LBW), κίνδυνο SGA των απογόνων σε σύγκριση με το χαμηλότερο πεμπτημόριο εκτεθειμένων γυναικών.

Η έκθεση σε στοιχειακό υδράργυρο μπορεί σχετίζεται με υψηλότερη επικράτηση της ανώμαλων εμμηνορροϊκών κύκλων αλλά όχι με αποβολή.

Άλλη μελέτη ανέφερε ότι η επικράτηση του κοιλιακού πόνου και η δυσμηνόρροια ήταν σημαντικά υψηλότερη μεταξύ των εργατών εκτεθειμένων στον υδράργυρο.

Μόλυβδος (Pb)

Η επαγγελματική και περιβαλλοντική έκθεση σε μόλυβδο έχει συνδεθεί με διάφορα θέματα υγείας, όπως αλλοιώσεις στην ανάπτυξη, την ενδοκρινική λειτουργία, το σύστημα οργάνων και επιπτώσεις στην αναπαραγωγή και την έκβαση αυτής.

Μελέτη ανέφερε αυξημένο κίνδυνο υπογονιμότητας και καθυστέρηση εγκυμοσύνης μεταξύ των συζύγων ανδρών που εκτίθενται επαγγελματικά σε μόλυβδο.

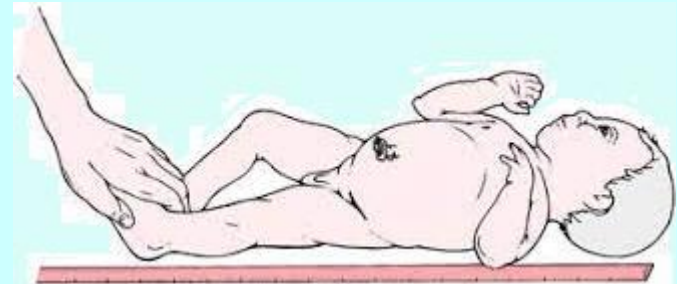
Υπάρχουν αναφορές σχετικά με την έκθεση της μητέρας σε μόλυβδο και δυσμενών εκβάσεων εγκυμοσύνης, όπως η καθυστέρηση στην εφηβική εξέλιξη και ανάπτυξη μεταξύ των κοριτσιών που εκτέθηκαν σε περιβαλλοντικό μόλυβδο¹⁰, τριπλάσια υψηλότερο PTB και τετραπλάσιος κίνδυνος γέννησης SGA μεταξύ εγκύων γυναικών με επίπεδο μολύβδου στο αίμα $\geq 10 \mu\text{g/dl}$ ¹³.

Μόλυβδος (Pb)

LBW απογόνων μητέρων με υψηλότερο επίπεδο μόλυβδου αίματος και αρνητική σχέση μεταξύ επιπέδων μόλυβδου του αίματος του ομφάλιου λώρου και διάρκεια γέννησης.

Αυξημένη τιμή μόλυβδου αίματος φάνηκε να σχετίζεται σημαντικά με μειώσεις του βάρους γέννησης, περιφέρεια κεφαλιού και μήκος στέμμα-φτέρνα (crown-heel length).

Έρευνες διευκρίνισαν τον πιθανό μηχανισμό που ρυθμίζεται από ελεύθερες ρίζες πίσω από PTB λόγω της έκθεσης σε μόλυβδο και αυξημένο οξειδωτικό στρες που προκαλείται από τον μόλυβδο που ίσως να είναι ένας από τους λόγους για PTB.



crown-heel length

Μόλυβδος (Pb)

Μελέτες βρήκαν ότι το υψηλότερο επίπεδο μολύβδου αύξησε τον κίνδυνο αυθόρμητης άμβλωσης.

Ωστόσο, χαμηλά επίπεδα μολύβδου στο αίμα ($<5 \text{ } \mu\text{g/ dl}$) στην αρχή της εγκυμοσύνης μπορεί να μην αποτελεί παράγοντα κινδύνου για αυθόρμητη άμβλωση.

Χαμηλή έως μέτρια έκθεση σε μόλυβδο μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο αυτόματης αποβολής που μπορεί να είναι δόσοεξαρτώμενη.

Κάδμιο (Cd)

Ο άνθρωπος εκτίθεται στο κάδμιο με την κατανάλωση τροφίμων μολυσμένα με κάδμιο, εισπνοή καπνού τσιγάρου και κατά τη **διάρκεια βιομηχανικών διεργασιών όπως η τήξη και επιμετάλλωση.**

Μητέρες εκτεθειμένες στο κάδμιο έχουν υψηλό κίνδυνο πρόωρου τοκετού, LBW και ίχνη καδμίου μεταφέρονται στην επόμενη γενιά μέσω του μητρικού γάλακτος.

Βρέθηκε διαφορά φύλου μεταξύ έκθεσης της μητέρας στο κάδμιο και το μέγεθος κατά τη γέννηση που ήταν εμφανής στα κορίτσια.

Έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ καδμίου και προεκλαμψίας σε εκτεθειμένες γυναίκες.

Κάδμιο (Cd)

Επίσης..

Χαμηλό επίπεδο έκθεσης στο κάδμιο παρεμβαίνει στη δράση στεροειδών ορμονών στα αναπαραγωγικά όργανα και των δύο φύλων και

το κάδμιο διαταράσσει τη στεροειδογένεση με ανάμειξη με τη βιοσύνθεση ανδρογόνων, οιστρογόνων και προγεστερόνης τόσο *in vivo* όσο και *in vitro*,

με συνέπεια...

να οδηγεί σε διαταραγμένη διαφοροποίηση φύλου και αλλοιωμένη γαμετογένεση.

Ώρες εργασίας

Μελέτη στόχευε να διερευνήσει εάν η πολύωρη εργασία σχετίζεται με τη στειρότητα μεταξύ των γυναικών κορεατών εργαζομένων, λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία.

Ο σταθμισμένος επιπολασμός της υπογονιμότητας αυξήθηκε καθώς οι εβδομαδιαίες ώρες εργασίας αυξήθηκαν μόνο για την υποομάδα ηλικίας κάτω των 40 ετών.

Συμπεράσματα: Η υπογονιμότητα σχετίζεται με την πολύωρη εργασία, ιδιαίτερα σε νεαρής ηλικίας εργαζόμενες.

Επομένως, το πρόγραμμα εργασίας πρέπει να είναι δομημένο έτσι ώστε να ταιριάζει καλύτερα στις νέες εργάτριες.

Έκθεση σε φυτοφάρμακα - ανδρική και γυναικεία υποτονικότητα

Μια αξιοσημείωτη μείωση της γονιμότητας και αύξηση των δυσμενών αναπαραγωγικών εκβάσεων κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχουν συσχετιστεί με εκθέσεις σε φυτοφάρμακα .

Τόσο οι επαγγελματικές όσο και οι περιβαλλοντικές εκθέσεις σε φυτοφάρμακα είναι σημαντικές, καθώς πολλά είναι ενδοκρινείς διαταράκτες, πράγμα που σημαίνει ότι ακόμη και σε επίπεδα έκθεσης σε πολύ χαμηλή δόση μπορεί να έχουν μετρήσιμες βιολογικές επιδράσεις

Έκθεση σε φυτοφάρμακα - ανδρική και γυναικεία υποτονικότητα

Το κύριο πρόβλημα με τα φυτοφάρμακα είναι ότι η έκθεση μπορεί να είναι τόσο περιβαλλοντική όσο και επαγγελματική.

Θα εξαρτηθεί από την τεχνολογία και το χρονοδιάγραμμα εφαρμογής φυτοφαρμάκων και τον τύπο καλλιέργειας.

Τα φυτοφάρμακα ως ομάδα χημικών ουσιών που περιλαμβάνει εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα και μυκητοκτόνα εκφράζουν ενδοκρινικές επιδράσεις από ξενοοιστρογόνα σε αναστολείς αρωματάσης.

Αυθόρμητη εμβρυϊκή απώλεια (αποβολή)

Επαγγελματική Έκθεση

Μελέτες που χρησιμοποιούν στρατηγικές αξιολόγησης έμμεσης έκθεσης

Μελετήθηκαν οι εκθέσεις σε φυτοφάρμακα και ο κίνδυνος απώλειας εγκυμοσύνης σε εθελοντές στις ΗΠΑ (98% άνδρες) και τις σύζυγοί τους (γυναίκες).

Οι γυναίκες ήταν ηλικίας 15 έως >35 ετών τον καιρό της εγκυμοσύνης.

Μεταξύ των 695 συμμετεχόντων, υπήρξε μια μέτρια αλλά σημαντική αύξηση στον κίνδυνο (1,6-πλάσιο έως 2-πλάσιο) αποβολών ή/και απώλειας εμβρύου που συμβαίνουν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους στους συζύγους των ανθρώπων που έκαναν χρήση μυκητοκτόνων, με τους μεγαλύτερους κινδύνους κατά τη διάρκεια εφαρμογής του φυτοφαρμάκου την άνοιξη.

Αυθόρμητη εμβρυϊκή απώλεια (αποβολή)

Επαγγελματική Έκθεση

Μελέτες που χρησιμοποιούν στρατηγικές αξιολόγησης έμμεσης έκθεσης

Οι γυναίκες που χρησιμοποιούσαν φυτοφάρμακα αντιμετώπισαν μεγαλύτερο κίνδυνο για αποβολή όπως και οι γυναίκες των οποίων ο άνδρας σύντροφος χρησιμοποιούσε φυτοφάρμακα που περιείχαν

- σουλφονουλουρία,
- ιμιδιζολίνη και
- ένα μίγμα από χλωροφαινοξυ, σουλφονουλουρία και βενζοθειοδιαζόλη (Garry et al.)



Λήφθηκε συνέντευξη από γυναίκες που εργάζονται σε θερμοκήπια και παντρεμένες για τουλάχιστον ένα χρόνο, με 338 μη εκτεθειμένες (control) από κοντινά χωριά, σε μια διατομεακή μελέτη από νότιο Ιράν.

Οι γυναίκες ήταν ηλικίας 16-49 ετών.

Οι εργάτες του θερμοκηπίου είχαν ένα σημαντικά ($p = 0,002$) μεγαλύτερο αριθμό αποβολών πριν από 20 εβδομάδες ολοκληρωμένης κύησης (μέσος όρος = 0,26) από τις γυναίκες ελέγχου (μέσος όρος = 0,18), αν και αυτό δεν είναι προσαρμοσμένο για διάφορους παράγοντες ή αριθμό κυήσεων (Rahimi et al).

Ηλικία εμμηναρχής

Επαγγελματική Έκθεση

Μελέτες με χρήση στρατηγικών αξιολόγησης άμεσης έκθεσης/βιοπαρακολούθησης

Σε μια μελέτη σε 151 θηλυκούς απογόνους αμερικανών **ψαράδων** ηλικίας 20-50 ετών, κάθε 15 ug/L αύξησης της έκθεσης σε DDE (dichlorodiphenyldichloroethylene) συσχετίστηκε με ένα έτος νωρίτερα εμμηναρχή ($p = 0,04$), προσαρμοσμένη για συγχυτικούς παράγοντες.

Ωστόσο, η συσχέτιση έγινε μη σημαντική κατά τον έλεγχο του εκτιμώμενου μεγέθους σώματος στην εμμηναρχή μεταξύ υποδείγματος $n = 102$.

Ανδρική Υπογονιμότητα

Επαγγελματική Έκθεση

Μελέτες με χρήση στρατηγικών αξιολόγησης έμμεσης έκθεσης/βιοπαρακολούθησης

Η επαγγελματική έκθεση σε φυτοφάρμακα έχει τεκμηριωθεί καλά σε αρκετές αγροτικές κοινότητες σε όλη την υφήλιο.

Μια δεκαετής αναδρομική μελέτη ανδρών από το Καμερούν που αναζητούσαν ουρολογικές υπηρεσίες έδειξαν ότι οι ασθενείς ηλικίας άνω των 50 ετών και οι **αγρότες** ήταν οι περισσότεροι ευπαθείς σε χαμηλότερη ποιότητα σπέρματος.

Οι ερευνητές πίστευαν ότι αυτό οφειλόταν σε υψηλότερη έκθεση σε φυτοφάρμακα, η οποία δεν μετρήθηκε άμεσα στη μελέτη, σε συνδυασμό με υψηλή θερμοκρασία .

Ανδρική Υπογονιμότητα

Επαγγελματική Έκθεση

Μελέτες με χρήση στρατηγικών αξιολόγησης έμμεσης έκθεσης/βιοπαρακολούθησης

Ανάλυση σπέρματος από αγρότες στη Μιανμάρ, οι οποίοι ήταν επαγγελματικά εκτιθέμενοι σε διαφορετικούς τύπους φυτοφαρμάκων σε καθημερινή βάση, παρουσίασαν μειωμένο αριθμό σπερματοζωαρίων κατά την περίοδο ανάπτυξης σε σύγκριση με τις μη καλλιεργητικές περιόδους.

Κατά την περίοδο ανάπτυξης, οι αγρότες ήταν ενεργά εκτιθέμενοι σε φυτοφάρμακα OP (organic pollutant).

Επιπλέον, κατά την περίοδο ανάπτυξης, τα επίπεδα των ορμονών αναπαραγωγής διέφεραν σημαντικά από τα επίπεδα που μετρήθηκαν εκτός της περιόδου ανάπτυξης.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι σε αυτήν την περιοχή οι άνδρες άρχισαν να εργάζονται ως αγρότες σχεδόν αμέσως μετά το δημοτικό σχολείο και δεν φορούσαν τακτικά προστατευτικό εξοπλισμό.

Ανδρική Υπογονιμότητα

Επαγγελματική Έκθεση

Μελέτες με χρήση στρατηγικών αξιολόγησης έμμεσης έκθεσης/βιοπαρακολούθησης

Αφρικανοί ερευνητές δήλωσαν ότι ο μειωμένος αριθμός σπερματοζωαρίων στους Αφρικανούς άνδρες μπορεί να οφείλονταν λόγω της έκθεσης σε φυτοφάρμακα, ιδιαίτερα το διβρωμοχλωροπροπάνιο μεταξύ των αγροτών στα τέλη της δεκαετίας του 1970.

Ιρανοί ερευνητές παρατήρησαν επίσης ότι οι αγρότες είχαν υψηλότερο επιπολασμό πρωτοπαθούς ανδρικής υπογονιμότητας σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό, πιθανώς λόγω της επαναλαμβανόμενης έκθεσης σε φυτοφάρμακα.

Ανδρική Υπογονιμότητα

Επαγγελματική Έκθεση

Μελέτες με χρήση στρατηγικών αξιολόγησης έμμεσης έκθεσης/βιοπαρακολούθησης

Οι νέοι άνδρες από αγροτικές περιοχές της Βραζιλίας επίσης εμφάνισαν φτωχότερη ποιότητα του σπέρματος από τους άνδρες από τα αστικά μέρη της χώρας.

Υπήρχε μικρότερο ποσοστό φυσιολογικής μορφολογίας του σπέρματος σε άνδρες που χρησιμοποιούσαν φυτοφάρμακα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, μαζί με υψηλότερους αριθμούς σπερματοζωαρίων και χαμηλότερα επίπεδα LH.

Από την άλλη, αυτή η μελέτη έδειξε επίσης ότι μεγαλύτεροι όγκοι όρχεων και μεγαλύτερες ανωγεννητικές αποστάσεις συσχετίστηκαν με τη μητρική ενασχόληση με την γεωργία κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης.

Έκθεση αγροτών σε φυτοφάρμακα που έχουν απαγορευτεί ή είναι αυστηρά ελεγχόμενα στις ανεπτυγμένες χώρες παραμένει μια ανησυχία στη Βενεζουέλα.

Εκτεθειμένοι σε φυτοφάρμακα αγρότες στη Βενεζουέλα είχαν υψηλότερο δείκτη κατακερματισμού DNA και χαμηλότερης ποιότητας σπέρμα από τους μη εκτεθειμένους αγρότες, ενώ το 44% των ατόμων είχαν αυξημένη LH.

Άλλη μελέτη έδειξε χαμηλότερο

όγκο σπέρματος,


κινητικότητα σπέρματος,

ποσοστό φυσιολογικής μορφολογίας,

συγκέντρωση ψευδαργύρου στο σπέρμα καθώς και

τεστοστερόνη και

LH



σε άνδρες που χρησιμοποιούσαν
φυτοφάρμακα.

Από την άλλη πλευρά, pH σπέρματος, χρόνος υγροποίησης, ποσοστό ανώριμου σπέρματος και συγκέντρωση λευκοκυττάρων ήταν υψηλότερα στην ίδια ομάδα σε σύγκριση με τους άνδρες που δεν ήταν χρησιμοποιούσαν φυτοφάρμακα.

Σε αυτή τη μελέτη, δεν συσχετίστηκαν συγκεκριμένοι μεταβολίτες OP με παραμέτρους ποιότητας σπέρματος.

Σύμφωνα με αυτές τις μελέτες,...

οι **αγρότες** από αγροτικές περιοχές είναι μια ομάδα που είναι κρίσιμα εκτεθειμένη στα φυτοφάρμακα, και ως εκ τούτου η ομάδα με τη μεγαλύτερη επίδραση φυτοφαρμάκων στη στειρότητα.

Επιπλέον, άνδρες από αγροτικές περιοχές μπορούν να εμφανίσουν διαταραγμένη ποιότητα των παραμέτρων του σπέρματος και χαμηλότερη τεστοστερόνη και LH ορού, που μπορεί δυνητικά συσχετίζονται με την έκθεση σε φυτοφάρμακα.

Μελέτες με χρήση στρατηγικών αξιολόγησης άμεσης έκθεσης/βιοπαρακολούθησης

Οι μεταβολίτες των OPs των ούρων εξετάστηκαν επίσης σε επαγγελματικά εκτεθειμένους Περουβιανούς άνδρες μέσω της χρήσης ψεκαστήρα.

Μειωμένος όγκος σπερματικού πλάσματος αυξημένο pH συσχετίστηκε με υψηλότερα επίπεδα μεταβολιτών OP.

Το πιο σημαντικό, το επίπεδο της έκθεσης και ο χρόνος της έκθεσης μαζί έδειξαν μια πιο βαθιά επίδραση στην ποιότητα του σπέρματος.

Η Abamectin (ABM), που χρησιμοποιήθηκε από Τούρκους αγρότες, συσχετίστηκε επίσης με χαμηλότερης ποιότητας σπέρμα.

Μελέτες με χρήση στρατηγικών αξιολόγησης άμεσης έκθεσης/βιοπαρακολούθησης

Τα επίπεδα της ABM που μετρήθηκαν στο πλάσμα των αγροτών, ήταν σχετικά υψηλά σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου ανδρών.

Επιπλέον, οι εκτεθειμένοι αγρότες είχαν σημαντικά μειωμένη κινητικότητα σπέρματος και μειωμένους δείκτες ωριμότητας σπέρματος, που παρατηρήθηκαν με τη μέτρηση της δέσμευσης του υαλουρονικού οξέος σπέρματος, καθώς και υψηλότερα ποσοστά μπλε ανιλίνης σπέρματος και αυξημένη κινάση κρεατινίνης - θετική σπέρματος.

Μεταξύ των ανδρών εργαζομένων στην ανθοκομία στο Μεξικό, συγκεντρώσεις των OP στα ούρα σχετίστηκαν με αυξημένες συγκεντρώσεις FSH και προλακτίνης στον ορό και με μειωμένη τεστοστερόνη ορού και αναστολίνη B

Μελέτη...

Ανάλυση σπέρματος σε αγρότες αραχιδών στη Μιανμάρ που χρησιμοποιούσε χλωροπυριφό (οργανοφωσφορικό φυτοφάρμακο που έχει χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργειες, ζώα και κτίρια, και σε άλλα περιβάλλοντα, για να σκοτώσει πολλά παράσιτα, συμπεριλαμβανομένων των εντόμων και των σκουληκιών) και καρβαμιδικά άλατα, συχνά παραπάνω από το συνιστώμενες δοσολογίες, αποκάλυψαν ότι το 74% είχε ολιγοζωοσπερμία στην καλλιεργητική περίοδο, η οποία ήταν λιγότερο έντονη (46 %) κατά τη μη καλλιεργητική περίοδο.



Μελέτες...

Σε εκτεθειμένους σε αβαμεκτίνη αγρότες, σημαντικά αυξημένα επίπεδα αβαμεκτίνης στο πλάσμα συσχετίστηκαν με σημαντική βλάβη του γονιδιώματος και ανωριμότητας των σπερματοζωαρίων, παρόλο που η τεστοστερόνη, η LH, και τα επίπεδα FSH ήταν φυσιολογικά.

Ομοίως, η έκθεση αγροτών σε οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά φυτοφάρμακα, που επιβεβαιώθηκε από αυξημένη ακετυλοχολινεστερινάσης ερυθροκυττάρων και βουτυρυλοχολινεστεράση (BuChE) στο πλάσμα, συσχετίστηκε με χαμηλότερη κινητικότητα σπέρματος και ανωριμότητα σπέρματος χωρίς σημαντικές αποκλίσεις από τη φυσιολογικά επίπεδα τεστοστερόνης ορού, LH και FSH .



Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Η διαπλακουντιακή έκθεση σε φυτοφάρμακα είναι μια πολύ περίπλοκη βιολογική διαδικασία της οποίας η τελική τοξική ή/και η ενδοκρινική διαταραχή εξαρτάται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες της ουσίας ή των μειγμάτων φυτοφαρμάκων.

Τα φυτοφάρμακα και οι μεταβολίτες τους μπορεί να αλληλεπιδρούν συνεργιστικά ή ανταγωνιστικά.

Με χρήση μοντέλου αιμάτωσης ανθρώπινου πλακούντα για μελέτη της πυρεθροειδούς κυπερμεθρίνης και των μυκητοκτόνων τριαζόλης προπικοναζόλη και βιτερτανόλη, φάνηκε ότι ο πλακούντας παράγει μεταβολίτες, εκθέτοντας έτσι τη μητέρα και το έμβρυο τόσο στις μητρικές ενώσεις όσο και τους μεταβολίτες τους.

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Η διαπλακουντιακή διαδικασία επηρεάζεται σημαντικά από το λιπιδικό κλάσμα, καθώς οι λιπόφιλες ενώσεις μπορούν να μετακινηθούν κατά μήκος του πλακούντα από την κυκλοφορία της μητέρας στην εμβρυική κυκλοφορία.

Αντίστοιχα, είναι σημαντικό να εφαρμοστεί η προσαρμοσμένη στα λιπίδια αναλογία των συγκεντρώσεων στην κυκλοφορία του εμβρύου και της μητέρας σε εκτιμήσεις κινδύνου, εφόσον το αίμα του ομφάλιου λώρου περιέχει χαμηλότερα επίπεδα λιπιδίων από το μητρικό αίμα.



Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Η σχέση του μητρικού και του ορού του ομφάλιου λώρου (ή του πλακούντα) υποδηλώνει ότι η προγεννητική έκθεση σε POP (persistent organic pollutants), μπορεί να εκτιμηθεί με βάση τις συγκεντρώσεις φυτοφαρμάκων στον ορό της μητέρας.

Η διαπλακουντιακή μεταφορά των OCP (organochlorine pesticides) είναι ένας συνδυασμός απλής διάχυσης και ενεργής μεταφοράς.

Η διαπλακουντιακή μεταφορά εξαρτάται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες των φυτοφαρμάκων όπως η πολικότητα μοριακό βάρος, λιποφιλικότητα και ο βαθμός χλωρίωσης ή βρωμίωσης, και μπορεί να εξηγήσει διαφορές στα επίπεδα φυτοφαρμάκων στον ορό της μητέρας και στο αίμα του ομφάλιου λώρου.

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Οι συγκεντρώσεις των οργανοχλωρικών φυτοφαρμάκων τείνουν να είναι υψηλότερα στις μητέρες από ότι στα νεογνά και στα δείγματα πλακούντα, εκτός από την περίπτωση του 4,4'-DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane, DDT), αφού οι μηχανισμοί μεταβολισμού και αποβολής του εμβρύου είναι λιγότερο αποτελεσματικές από αυτές της μητέρας.

Τα έμβρυα έχουν επίσης χαμηλότερα επίπεδα ενζύμων αποτοξίνωσης (π.χ. παραοξονάση ή χλωροπυρίφος-οξονάση) που απενεργοποιούν τα οργανοφωσφορικά από τους ενήλικες και είναι πιο επιρρεπείς σε αυτές τις εκθέσεις.

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Σε μια μακροχρόνια μελέτη παρακολούθησης στη Δανία με κορίτσια των οποίων οι μητέρες εκτέθηκαν πολύ νωρίς στην εγκυμοσύνη σε φυτοφάρμακα μέσω της εργασίας τους ως **εργαζόμενοι σε θερμοκήπια**, η μέση έναρξη της εφηβικής ανάπτυξης του μαστού ήταν σημαντικά νωρίτερα (8,9 έτη) σε προγεννητικά εκτεθειμένα κορίτσια, σε σύγκριση με κόρες μη εκτεθειμένων μητέρων (10,4 ετών) και τον πληθυσμό αναφοράς της Δανίας.

Τα κορίτσια που εκτέθηκαν διαπλακουντιακά είχαν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ανδροστενεδιόνης ορού και χαμηλότερη AMH σε σύγκριση με μη εκτεθειμένους συμμετέχοντες, ενώ τα επίπεδα τεστοστερόνης και οιστραδιόλης δεν διέφεραν μεταξύ των ομάδων.

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Ο όγκος όρχεων και μήκος πέους μειώθηκαν σε προγεννητικά εκτεθειμένους γιους μητέρων που εκτέθηκαν επαγγελματικά σε φυτοφάρμακα.

Οι επιδράσεις ήταν δοσοεξαρτώμενες, αν και οι συγκεντρώσεις ορμόνης της υπόφυσης και των όρχεων στον ορό δεν διέφεραν μεταξύ εκτεθειμένων και μη εκτεθειμένων γιων.

Από 59 προγεννητικά εκτεθειμένα αγόρια, 8 είχαν δυσπλασίες των γεννητικών οργάνων, ενώ δεν υπήρχαν δυσπλασίες μεταξύ των μη εκτεθειμένων αγοριών.

Ωστόσο, σε μια παρόμοια μελέτη, οι συγκεντρώσεις στον ορό της φυλετικής ορμόνης δέσμευσης σφαιρίνης (sex hormone-binding globulin, SHBG) και η αναλογία ωχρινοτρόπου ορμόνης: τεστοστερόνης αυξήθηκαν σε σύγκριση με αγόρια από μη εκτεθειμένες μητέρες.

Επαγγελματική έκθεση σε φυτοφάρμακα και στους δύο γονείς ήταν ένας στατιστικά σημαντικός κίνδυνος για κρυφορχία, υποσπαδία και μικρό πέος στα νεογνά.

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Επίπεδα Οργανοχλωριούχου παρασιτοκτόνου στο μητρικό αίμα, στο αίμα του ομφάλιου λώρου και στον πλακούντα μητέρων που γεννούσαν μικρά μωρά για την ηλικία κύησης ήταν υψηλότερες σε σύγκριση με τις μητέρες που γεννούσαν κατάλληλα μωρά για ηλικία κύησης.

Έκθεση της μήτρας σε εξαχλωροκυκλοεξάνιο (HCH) και άλλα OCP είχε σημαντική δυσμενή επίδραση στο μέγεθος γέννησης.

Ακολουθώντας τη Σύμβαση της Στοκχόλμης (2001), HCH μόνο του δεν παράγεται ούτε διατίθεται πλέον στην αγορά, αλλά εξακολουθεί να υπάρχει στο περιβάλλον και στους ανθρώπινους πληθυσμούς.

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Η κατανάλωση κρέατος και γάλακτος από τη μητέρα συμβάλλει σημαντικά στα επίπεδα βήτα HCH στο αίμα του ομφάλιου λώρου.

Κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ανάπτυξης, ο γυναικείος φαινότυπος είναι η προεπιλεγμένη κατάσταση και η ανδρική ανάπτυξη απαιτεί τεστοστερόνη όρχεων και AMH.

Έτσι, οι αντι-ανδρογόνες δράσεις OCP μπορεί να είναι πιο σοβαρές στα αγόρια από τις οιστρογονικές δράσεις στα κορίτσια.

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Αν και το DDT έχει απαγορευτεί στα περισσότερα μέρη του κόσμου, εξακολουθεί να υπάρχει στο περιβάλλον και η ανθρώπινη έκθεση ποικίλλει σημαντικά μεταξύ ηπείρων και χωρών.

Η ενδομήτρια έκθεση στο DDT σχετίζεται με μειωμένη περιφέρεια κεφαλής, απόσταση από το στέμμα του κεφαλιού έως τη φτέρνα, βάρος γέννησης και διάρκεια γέννησης, τα οποία είναι ανεξάρτητα από την ηλικία κύησης ή/και πρόωρους τοκετούς.

Ωστόσο...

έχει προταθεί ότι αυτή η επίδραση είναι επιζήμια.

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Η έκθεση σε p,p'-DDE ενδομητρίως σχετίζεται με μειωμένη ανωγεννητική απόσταση μεταξύ αγοριών αλλά όχι μεταξύ κοριτσιών, η οποία μπορεί να προκληθεί από ανεπάρκεια ανδρογόνων μετά τη μείωση της μεταγραφικής δραστηριότητας λόγω αποκλεισμού του AR από το p,p'-DDE στη μήτρα.

Ένα σημαντικά αυξημένο κίνδυνο ουρογεννητικών δυσπλασιών μεταξύ των γιων εκτεθειμένων μητέρων βρέθηκε στην παρουσία πλακούντα o,p'-DDT, p,p'-DDT, endosulfan-, lindane και Mirex.

Τα μητρικά προγεννητικά επίπεδα του p,p'-DDT συσχετίστηκαν σημαντικά αντιστρόφως με επίπεδα τεστοστερόνης, προσαρμοσμένα για το στάδιο Tanner, ενώ δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική συσχέτιση για p,p'-DDE.

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Στις κόρες μητέρων που εκτέθηκαν σε φυτοφάρμακα, η πιθανότητα εγκυμοσύνης μειώθηκε κατά 32% ανά 10 $\mu\text{g/L}$ p,p'-DDT στον ορό της μητέρας και αυξήθηκε 16% ανά 10 $\mu\text{g/L}$ p,p'-DDE.

Και οι δύο ενώσεις είναι ενδοκρινικοί διαταράκτες, οι οποίοι επηρεάζουν πολλούς μηχανισμούς, όπως p,p DDE επάγει την αρωματάση και το DDT καταστέλλει τη δραστηριότητα που ρυθμίζεται από υποδοχείς ανδρογόνων .

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Μια διαταραχή των ορμονών του φύλου σε νεογνά αναφέρθηκε σε σχέση με τη μητρική έκθεση σε φυτοφάρμακα σε διάφορες μελέτες.

Σημαντικές μειώσεις σε οιστραδιόλη, τεστοστερόνη και την αναλογία τεστοστερόνης/E2 αποδείχθηκε ότι σχετίζονται με το διαλκυλοφωσφορικό, έναν μεταβολίτη που μπορεί να διαταράξει την ανάπτυξη του νευροενδοκρινικού άξονα, στα νεογνά.

Ομοίως, ανιχνεύθηκαν διαταραχές της σεξουαλικής ορμόνης για το chlorpyrifos, οι οποίες αναστέλλουν μη αναστρέψιμα το CYP3A4 (κυτόχρωμα P450 3A4-σημαντικό ένζυμο στο σώμα, που βρίσκεται κυρίως στο ήπαρ και στο έντερο) και το σχηματισμό 3-υδροξυκαρβοφουρανίου σε μικροσώματα ανθρώπινου ήπατος, προκαλώντας ενεργοποίηση του μεταβολισμού της τεστοστερόνης και μειώσεις στα επίπεδα τεστοστερόνης

Επίδραση της διαπλακουντιακής έκθεσης στη γονιμότητα

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η διαπλακουντιακή έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να παρεμποδίσει όχι μόνο τη διαφοροποίηση του φύλου του εμβρύου, αλλά και την ανάπτυξη του εγκεφάλου του ανάλογα με το φύλο.

Μετά τη διέλευση του φραγμού του πλακούντα, τα φυτοφάρμακα περνούν μέσω του αιματοεγκεφαλικού φραγμού ενός εμβρύου, που μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά αργότερα στη ζωή και, όπως έχει υποτεθεί για ενδοκρινική διαταραχή, μπορεί να επηρεάζουν την ταυτότητα φύλου στους ανθρώπινους πληθυσμούς.

Γενετική ευαισθησία στην έκθεση σε φυτοφάρμακα

Η πλειοψηφία των μελετών σχετικά με την αλληλεπίδραση μεταξύ γενετικών πολυμορφισμών και έκθεσης στα φυτοφάρμακα έχουν επικεντρωθεί στον καρκίνο ή στις νευροεκφυλιστικές ασθένειες, πιο συχνά σε μοντέλα case-control.

Ωστόσο, ορισμένες μελέτες πολυμορφισμών ανθρώπινης παραοξονάσης 1 (PON1) και η έκθεση σε φυτοφάρμακα έχουν αντιμετωπίσει άλλες επιπτώσεις στην υγεία, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων σχετικά με τα αναπαραγωγικά αποτελέσματα.

Γενετική ευαισθησία στην έκθεση σε φυτοφάρμακα

Το PON1 είναι μια εστεράση που σχετίζεται με λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας (HDL) που υδρολύει ένα μεγάλο εύρος υποστρωμάτων, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων.

Επιπλέον έχει και αντιοξειδωτικές λειτουργίες και προστατεύει τις λιποπρωτεΐνες από οξειδωτικές τροποποιήσεις .

Το PON1 είναι γνωστό για την αποτοξίνωση οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων με υδρόλυση της μορφής οξονίου των μητρικών ενώσεων, και για τα περισσότερα οργανοφωσφορικά άλατα η καταλυτική απόδοση είναι υψηλότερη μεταξύ των R φορέων από τους QQ-ομοζυγώτες.

Ως εκ τούτου, οι QQ-ομοζυγώτες είναι πιο επιρρεπείς σε οξείες τοξικές επιδράσεις μετά από υψηλή έκθεση στα περισσότερα οργανοφωσφορικά.

Γενετική ευαισθησία στην έκθεση σε φυτοφάρμακα

Ωστόσο, για το διαζόξον (ο ενεργός μεταβολίτης οξόνιου της διαζινόνης), οι φορείς R έχουν υψηλότερο καταλυτικό ρυθμό, εξηγώντας την υψηλότερη ευαισθησία τους σε υψηλή έκθεση σε διαζινόνη μεταξύ των θηλυκών προβάτων που φέρουν το R-αλληλόμορφο.

Σε χαμηλότερα επίπεδα έκθεσης, η ικανότητα αποτοξίνωσης οργανοφωσφορικών θεωρείται ότι είναι ανεξάρτητη από τον γονότυπο PON1 Q192.

Έτσι, η μεγαλύτερη ευαισθησία μεταξύ των φορέων R192 που αναφέρθηκε σε ορισμένες από τις παραπάνω μελέτες φαίνεται να μη σχετίζεται με την ικανότητα υδρόλυσης του ενζύμου.

Οι προτεινόμενοι μηχανισμοί περιλαμβάνουν χαμηλότερες αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις που συνδέονται με το R-αλληλόμορφο κάνοντας τους φορείς R να είναι πιο ευάλωτοι σε δυσμενείς επιπτώσεις, π.χ., στη λειτουργία των ωοθηκών και στην ποιότητα σπέρματος που προκαλείται από το οξειδωτικό στρες μετά την έκθεση σε φυτοφάρμακα.

Γενετική ευαισθησία στην έκθεση σε φυτοφάρμακα

Ένα προφίλ διαφορετικής μεθυλίωσης στις νευροενδοκρινικές οδούς σηματοδότησης παρατηρήθηκε σε DNA που απομονώθηκε από δείγματα αίματος από παιδιά με το αλληλόμορφο R μετά από προγεννητική έκθεση σε φυτοφάρμακα σε σύγκριση με εκτεθειμένα παιδιά με γονότυπο QQ ή μη εκτεθειμένα παιδιά.

Έχουν εντοπιστεί αρκετοί πολυμορφισμοί στο PON1.

Ένας κοινός πολυμορφισμός στην αλληλουχία κωδικοποίησης, ένα υποκατάστατο γλουταμίνης (Q)/αργινίνης (R) στη θέση 192, επηρεάζει τόσο την καταλυτική ικανότητα αποτοξίνωσης οργανοφωσφορικών όσο και την αντιοξειδωτική δράση.

Σε μια μελέτη από το Μεξικό, γυναίκες που είχαν τον γονότυπο RR και ήταν εκτεθειμένες σε φυτοφάρμακα από ανθοκομικές εργασίες είχαν μεγαλύτερο κίνδυνο να αποκτήσουν μωρό με χαμηλό βάρος γέννησης από τις γυναίκες με γονότυπο QQ ή QR .

Γενετική ευαισθησία στην έκθεση σε φυτοφάρμακα

Σε μια άλλη μελέτη, η έκθεση στο οργανοφωσφορικό chlorpyrifos κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης συσχετίστηκε με μειωμένη περιφέρεια κεφαλιού σε παιδιά κατά τη γέννηση εάν οι μητέρες είχαν χαμηλή συγκέντρωση PON1, αλλά δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ της έκθεσης και του γονότυπου PON1 της μητέρας ή του παιδιού στην περιφέρεια κεφαλιού, βάρος γέννησης ή μήκος γέννησης.

Ωστόσο, μέσα στην ίδια ομάδα γεννήσεων, αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ των μητρικών συγκεντρώσεων οργανοφωσφορικών μεταβολιτών στα ούρα και γνωστικής ανάπτυξης παρατηρήθηκαν σε ηλικία 12 μηνών, εάν οι μητέρες είχαν ο γονότυπο QR/RR, αν και φάνηκε ότι τα παιδιά μητέρων με τον γονότυπο QQ επηρεάζονται περισσότερο στη μεταγενέστερη παιδική ηλικία.

Γενετική ευαισθησία στην έκθεση σε φυτοφάρμακα

Σε μια μελέτη στη Δανία μεταξύ παιδιών γυναικών εργαζόμενων σε θερμοκήπια, παιδιά εκτεθειμένα προγεννητικά σε φυτοφάρμακα και φέρουν το αλληλόμορφο PON1 192R είχαν μεγαλύτερη περιφέρεια κοιλίας, περιεχόμενο σωματικό λίπος, δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) Z scores, αρτηριακή πίεση και συγκεντρώσεις ορού λεπτίνης και αυξητικού παράγοντα ινσουλίνης-I στη σχολική ηλικία σε αντίθεση με μη εκτεθειμένα παιδιά.

Οι επιπτώσεις συσχετίστηκαν με την έκθεση της μητέρας σε φυτοφάρμακα κατά τους δύο πρώτους μήνες της εγκυμοσύνης.

Γενετική ευαισθησία στην έκθεση σε φυτοφάρμακα

Για ομόζυγα παιδιά Q192, καμία από τις μεταβλητές δεν επηρεάστηκαν από την προγεννητική έκθεση σε φυτοφάρμακα .

Επιπλέον, συγκεντρώσεις στον ορό λεπτίνης, γλυκαγόνης και αναστολέα ενεργοποιητή πλασμινογόνου τύπου-1 αυξήθηκαν σε προγεννητικά εκτεθειμένα παιδιά με το αλληλόμορφο R, επίσης μετά από προσαρμογή του ΔΜΣ.

Γενετική ευαισθησία στην έκθεση σε φυτοφάρμακα

Τα ευρήματα σχετικά με τη σύνθεση του σωματικού λίπους ήταν ακόμα εμφανή στην εφηβεία (11-16 ετών) όπου διπλή απορρόφηση ακτίνων Χ (dual X-ray absorptiometry, DXA), έδειξε ότι το % ανδρικού λίπους, το % γυναικείου λίπους και το ποσοστό ολικού λίπους ήταν θετικά συσχετιζόμενα με την προγεννητική έκθεση σε φυτοφάρμακα σε φορείς R.

Όταν συμπεριλήφθηκε επίσης μητρικός γονότυπος PON1, διαπιστώθηκε ότι οι συσχετισμοί ενισχύθηκαν περαιτέρω αν η μητέρα είχε και R-αλληλόμορφο.

Σε γενικές γραμμές, οι συσχετισμοί ήταν πιο έντονοι στα κορίτσια παρά στα αγόρια.

Έτσι, η πιθανή επίδραση της έκθεσης σε φυτοφάρμακα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης μπορεί να είναι τροποποιείται από τον γονότυπο τόσο της μητέρας όσο και του εμβρύου.

Γενετική ευαισθησία στην έκθεση σε φυτοφάρμακα

Όσον αφορά τις επιπτώσεις στην ανδρική αναπαραγωγή, μια κινεζική μελέτη σε εργαζόμενους σε εργοστάσια φυτοφαρμάκων διαπίστωσε ότι εκτιθέμενοι ομο/ετεροζυγώτες R192, αλλά όχι ομοζυγώτες Q192, είχαν σημαντικά χαμηλότερους αριθμούς σπερματοζωαρίων και λιγότερα μορφολογικά φυσιολογικά σπερματοζωάρια σε σύγκριση με μη εκτεθειμένους εργάτες κλωστοϋφαντουργίας.

Τα αποτελέσματα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή λόγω μικρού μεγέθους δείγματος, αλλά τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι ο γονότυπος PON1 μπορεί να τροποποιήσει την επίδραση της έκθεσης σε οργανοφωσφορικά άλατα στην ανδρική γονιμότητα η οποία υποστηρίχθηκε επίσης από άλλη μελέτη μεταξύ Μεξικανών αγροτών .

Γενετική ευαισθησία στην έκθεση σε φυτοφάρμακα

Μεταξύ των αγροτών που εκτίθενται σε Sheep Dip (υγρό σκεύασμα εντομοκτόνου και μυκητοκτόνου), χρησιμοποιώντας το οργανοφωσφορικό φυτοφάρμακο diazinon ως δραστικό συστατικό του, τα αυτοαναφερόμενα άρρωστα άτομα ήταν πιο πιθανό να είναι φορείς του αλληλόμορφου R192 σε σύγκριση με εκείνα χωρίς συμπτώματα.

Παρόμοια συσχέτιση παρατηρήθηκε σε μια μελέτη εκτεθειμένων σε φυτοφάρμακα Νοτιοαφρικανών αγροτών

Κοσμητολόγοι & κομμωτές

Αν και οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στα κομμωτήρια έχουν συνδεθεί με τη στειρότητα σε μοντέλα με ζώα, λίγα είναι γνωστά για το εάν η έκθεση στα κομμωτήρια σχετίζεται με τη στειρότητα των γυναικών.

Έτσι, διεξήχθη μια μελέτη βασισμένη σε έρευνα για τη διερεύνηση της υπογονιμότητας σε 448 κοσμητολόγους και 508 μη κοσμητολόγους που εργάζονται στη Βαλτιμόρη του Μέριλαντ και τις γύρω κομητείες της.

Η υπογονιμότητα αξιολογήθηκε με ερωτήσεις που αφορούσαν

- τη χρονική διάρκεια της εγκυμοσύνης (time-to-pregnancy TTP) (>ή=12 μήνες),
- τη συμβουλή ενός επαγγελματία γιατρού σχετικά με προβλήματα γονιμότητας και
- τη λήψη φαρμάκων για να επιτευχθεί ή να διατηρήσει μια εγκυμοσύνη.

Κοσμητολόγοι & κομμωτές

Η επαγγελματική έκθεση αξιολογήθηκε με βάση τα καθήκοντα εργασίας και τους πελάτες που εξυπηρετούνται ανά εβδομάδα.

Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της εργασίας ως κοσμητολόγος και των πιθανοτήτων $TTP > 12$ μηνών, συμβουλευτικής με γιατρό σχετικά με τη στειρότητα ή λήψης φαρμάκων είτε για να γίνει είτε για να επιτευχθεί είτε να διατηρήσει μια εγκυμοσύνη.

Τα στοιχεία δείχνουν ότι οι κοσμητολόγοι δεν διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο υπογονιμότητας σε σύγκριση με γυναίκες της ίδιας ηλικίας που εργάζονται σε άλλα επαγγέλματα.

Εργαζόμενοι στον τομέα της υγείας

Περιλαμβάνουν

- γιατρούς,
- νοσηλευτές,
- βοηθούς νοσηλευτών,
- μαίες,
- φαρμακοποιοί και οι βοηθοί τους,
- οδοντίατροι και οι βοηθοί τους, και
- φυσιοθεραπευτές

Εκτίθενται σε διάφορους κινδύνους στο χώρο εργασίας συμπεριλαμβανομένων των

- ❖ **χημικών παραγόντων** (συμπεριλαμβανομένων ενδεικτικά αναισθητικά αέρια, αντинеοπλασματικά μέσα και απολυμαντικά),
- ❖ **φυσικούς παράγοντες** (ιονίζουσα και μη ιονίζουσα ακτινοβολία),
- ❖ **βιολογικούς παράγοντες** (ιοί όπως π.χ. ιλαρά ή ανεμευλογιά) και
- ❖ παράγοντες που σχετίζονται με την **οργάνωση της εργασίας** ή
- ❖ το **φόρτο εργασίας**

Εργαζόμενοι στον τομέα της υγείας

Από τη δεκαετία του 1970, αρκετές επιδημιολογικές μελέτες έχουν αξιολογήσει τον κίνδυνο δυσμενών αναπαραγωγικών αποτελεσμάτων, όπως ο θάνατος του εμβρύου, συγγενείς ανωμαλίες και μειωμένη γονιμότητα, μεταξύ των εργαζομένων στον τομέα της υγείας σε σχέση με ορισμένους από τους συγκεκριμένους κινδύνους που αναφέρονται παραπάνω.

Η αναγνώριση των επιβλαβών επιπτώσεων πολλών από αυτούς οδήγησαν στη δημιουργία συστάσεων ασφάλειας για έγκυες γυναίκες.

Έτσι, ο Διεθνής Οργανισμός Εργασίας (International Labour Organization, ILO) συνέστησε ότι

...στις έγκυες γυναίκες δεν πρέπει να ανατίθενται εργασίες που αφορούν

- έκθεση σε ιονίζουσες ακτινοβολίες, ή
- αναισθητικές ουσίες

και

- εκείνες που εργάζονται νύχτες να ανατίθενται να εργάζονται ημέρα, εάν το ζητήσουν.

Εργαζόμενοι στον τομέα της υγείας

Το 1986, κατευθυντήριες γραμμές εργασίας δημοσιεύθηκαν για τη μείωση της έκθεσης των εργαζομένων στον τομέα της υγείας σε αντινεοπλασματικά φάρμακα, χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις για έγκυες εργαζόμενες (εκτός αν ζητηθεί).

Μελέτες δυνητικά επιβλαβών εκθέσεων, όπως μη ιονίζουσα ακτινοβολία, έχουν αναφερθεί πιο πρόσφατα, και οι συσχετίσεις τους με υπερβολικό κίνδυνο για δυσμενή αναπαραγωγικά αποτελέσματα παραμένουν ασαφείς.

Πολύ λίγες μελέτες έχουν αξιολογήσει την αναπαραγωγική ικανότητα και τα αποτελέσματα των ανδρών των εργαζομένων στον τομέα της υγείας παρά τη συνάφεια των πατρικών εκθέσεων στην ανάπτυξη του εμβρύου.

Εργαζόμενοι στον τομέα της υγείας

Το 2000 εξεταστήκαν τα αναπαραγωγικά προβλήματα μεταξύ των γυναικών εργαζομένων στον τομέα της υγείας σε μελέτες που δημοσιεύθηκαν τη δεκαετία του 1990 και συγκρίθηκαν με την προηγούμενη βιβλιογραφία.

Οι επαγγελματικοί κίνδυνοι που λήφθηκαν υπόψη στην ανασκόπηση περιελάμβαναν χημικούς, φυσικούς και οργανωτικούς κινδύνους και οι δυσμενείς αναπαραγωγικές εκβάσεις περιελάμβαναν εμβρυϊκό θάνατο, συγγενείς ανωμαλίες, έκτοπη κύηση, χαμηλό βάρος γέννησης, πρόωρη γέννηση και διαταραχές γονιμότητας.

Εργαζόμενοι στον τομέα της υγείας

Παρά τη θέσπιση συστάσεων για περιορισμό της έκθεσης σε εγκύους εργαζομένων στον τομέα της υγείας, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι υπερβολικοί κίνδυνοι δυσμενών αναπαραγωγικών αποτελεσμάτων συνεχίζουν να αναφέρονται, απαιτείται καλύτερος έλεγχος των συνθηκών εργασίας και, ενδεχομένως, της επανεκτίμησης των ορίων της έκθεσης.

Ορισμένες βελτιώσεις στις μελέτες των εργαζομένων στον τομέα της υγείας είναι επιθυμητές, ιδίως για να επιτευχθεί ακριβέστερη αξιολόγηση των συνθηκών εργασίας σε σχετικές χρονικές περιόδους. Γνώση του τομέα απασχόλησης εντός του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης είναι ζωτικής σημασίας καθώς καθορίζει το εργασιακό περιβάλλον.

Οι αλλαγές στις συνθήκες εργασίας, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, και η χρήση ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού θα πρέπει να γίνεται με τεκμηριωμένη με ακρίβεια.

Συμπερασματικά...

Η επαγγελματική έκθεση μπορεί να βλάψει τις αναπαραγωγικές διαδικασίες σε άνδρες ή γυναίκες.

Οι εκθέσεις μπορεί να επηρεάσουν τη γονιμότητα, την έκβαση της εγκυμοσύνης ή την υγεία του παιδιού μετά τον τοκετό.

Στόχος της διαχείρισης ασθενών είναι η παροχή συμβουλευτικής σε κατάλληλο επίπεδο.

Ο υπερβολικός περιορισμός του ασθενούς θα πρέπει να αποφεύγεται ενώ οι επικίνδυνες εκθέσεις θα πρέπει να εντοπίζονται και να μειώνονται.

Το επαγγελματικό ιστορικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του μεγέθους κάθε έκθεσης.

Συμπερασματικά...

Εάν η έκθεση είναι γνωστός αναπαραγωγικός κίνδυνος και το επίπεδο έκθεσης φαίνεται σημαντικό, υπάρχουν πολλές επιλογές για να γίνει η εργασία ασφαλέστερη.

Οι τροποποιήσεις στις εργασιακές πρακτικές μπορούν να επιτευχθούν με την παροχή συμβουλών στον ασθενή σχετικά με την αλλαγή πρακτικών εργασίας, τη σύνταξη επίσημων περιορισμών εργασίας και τη συνομιλία με τον εργοδότη.

Μπορεί να είναι διαθέσιμες προσωρινές μεταθέσεις εργασίας.

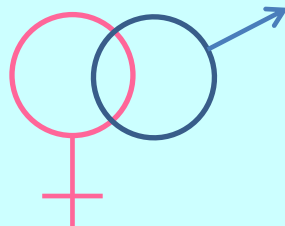
Σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτείται ιατρική άδεια.

Ο πάροχος πρωτοβάθμιας περίθαλψης μπορεί να διαδραματίσει βασικό ρόλο βοηθώντας τους ασθενείς να μειώσουν τους αναπαραγωγικούς κινδύνους.

Συμπερασματικά...

Το φαινόμενο της υπογονιμότητας μπορεί να προέρχεται από διαφορετικούς παράγοντες - είτε σε άνδρες είτε σε γυναίκες είτε και στα δύο φύλα, συμπεριλαμβανομένων λίγων ανεξήγητων παραγόντων.

Η έκθεση σε επαγγελματικούς κινδύνους, η μορφή και η κατάσταση της εργασίας και οι ανθυγιεινές συνήθειες συμπεριφοράς μπορεί να επηρεάσουν την κατάσταση της αναπαραγωγικής υγείας στις γυναίκες και τους άντρες εργαζόμενους..



Σας ευχαριστώ πολύ ◉



Ενδεικτική βιβλιογραφία

1. Association of occupations with decreased semen quality in eastern China: a cross-sectional study of 12 301 semen donors Feng Tang, Zhaoqiang Jiang, Mingying Jin, Huiqiang Sheng, Lingfang Feng, Junfei Chen, Yongxin Li, Jing Huang, Ling Xu, Jianlin Lou², BMJ Open. 2022, 12, 8.
2. Environmental and occupational exposures associated with male infertility Tihana Marić, Aleksandra Fučić, Anna Aghayanian, Arh Hig Rada Toksikol 2021, 72, 101-113 .
3. Review Reproductive Health Risks Associated with Occupational and Environmental Exposure to Pesticides Aleksandra Fucic, Radu C. Duca , Karen S. Galea, Tihana Maric, Kelly Garcia, Michael S. Bloom, Helle R. Andersen, John E. Vena, Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 6576 .
4. Spontaneous pregnancies and determinant factors in infertility: A cross-sectional study Nasrin Saadati, Roshan Nikbakht, Alireza Sattari, Fatemeh Sadat Amininezhad, Int J Reprod Biomed, 2020, 18, 10, 905-910.
5. Environmental & occupational exposure & female reproductive dysfunction Sunil Kumar, Anupama Sharma & Chaoba Kshetrimayum, Review Article Indian J Med Res 150, 2019, 532-545.
6. Infertility among cosmetologists Jackye Peretz, Lisa Gallicchio, Susan Miller, Teresa Greene, Howard Zacur, Jodi A Flaws], Reprod Toxicol. 2009, 28, 3, 359-64.
7. Associated Factors with Male Infertility: A Case Control Study Mohammad Reza Hafezi Ahmadi, Masood Yasemi, Hadi Peyman, Karim Hemati, Javaher Khajavikhan, Monireh Yaghoubi, Lida Bimanand] J Clin Diagn Res. 2014, 8, 9.
8. Workplace reproductive problems L M Frazier, Prim Care. 2000 27, 4, 1039-56.
9. The Association Between Long Working Hours and Infertility, Joonho Ahn¹, Sang Ha Lee , Min Young Park , Soo Hyun Oh , Wanhyung Lee Saf Health Work . 2021, 12, 4, 517-521.
10. An update systematic review of fetal death, congenital anomalies, and fertility disorders among health care workers, Charline Warembourg , Sylvaine Cordier, Ronan Garlantézec, Am J Ind Med. 2017, 60, 578–590
11. Reproductive health status of female workers in a railway system and possible influencing factors, H H Li , W L Yu, S W Huang, H J Qin, Q D Lu, Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi, 2017, 35, 8, 566-570.