

ΤΑ ΒΑΡΕΑ ΤΟΞΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΑ
ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΝΤΑΙ ΣΤΑ
ΨΑΡΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ
ΑΝΘΡΩΠΟΥ

2020-2021

Τα βαρέα τοξικά μέταλλα που περιέχονται στα ψάρια και οι επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου

1. Περίληψη:

Το ψάρι θεωρείται σημαντικό μέρος μιας υγιεινής, ισορροπημένης διατροφής λόγω των εξαιρετικών θρεπτικών ιδιοτήτων του (πρωτεΐνες υψηλής ποιότητας, βιταμίνες, απαραίτητα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα). Επίσης, τα ψάρια και τα θαλασσινά είναι μοναδικές διατροφικές πηγές καρδιοπροστατευτικών docosahexaenoic (DHA) και eicosapentaenoic (EPA) λιπαρών οξέων. Έτσι, πολλές αρχές δημόσιας υγείας προτείνουν την τακτική κατανάλωση ψαριών ισοδύναμη με τουλάχιστον 1-2 μερίδες την εβδομάδα, προκειμένου να αποφευχθούν οι χρόνιες ασθένειες που σχετίζονται με τη διατροφή. Δυστυχώς, οι ανθρωπογενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις (βιομηχανία, γεωργία, ορυχεία) αυξάνουν σημαντικά τις φυσικές ποσότητες βαρέων μετάλλων στο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένου του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Κατά συνέπεια, οι θαλάσσιοι οργανισμοί (ψάρια, οστρακοειδή, καρκινοειδή) μπορούν να βιοσυσσωρεύσουν αυτά τα μέταλλα σε δυνητικά τοξικές συγκεντρώσεις.

2. Το πρόβλημα:

Στον 21ο αιώνα, τα βαρέα μέταλλα συγκεντρώθηκαν όλο και περισσότερο στο υδρόβιο και χερσαίο περιβάλλον, μπήκαν στον βιογεωχημικό κύκλο. Το τραγικό αποτέλεσμα, είναι η χρόνια τοξικότητα στους πληθυσμούς των οικοσυστημάτων. Δυστυχώς, τα βαρέα μέταλλα αποσταθεροποιούν τα υδατικά οικοσυστήματα λόγω της βιοσυσσώρευσης τους σε οργανισμούς. Ακόμη, προκαλούν τοξικές επιδράσεις στους βιότοπους, και προκαλούν ακόμη θάνατο στα περισσότερα άτομα των πληθυσμών. Όλα τα βαρέα μέταλλα, πάρα ορισμένα, που έχουν απαραίτητα μικροθρεπτικά συστατικά για τη ζωή, έχουν τοξικές επιδράσεις στους οργανισμούς μέσω μεταβολικών παρεμβολών και μεταλλαξογένεσης. Ωστόσο, τα πιο τοξικά βαρέα μέταλλα θεωρούνται για τον άνθρωπο, τα ψάρια και για το περιβάλλον ο μόλυβδος, το κάδμιο, ο ψευδάργυρος και ο υδράργυρος. Συμπερασματικά οι υψηλές συγκεντρώσεις τέτοιων μετάλλων είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς.

Η βιοσυσσώρευση τέτοιων βαρέων μετάλλων μπορεί να συμβεί σε ένα άτομο ενός πληθυσμού καθώς επίσης και στην τροφική αλυσίδα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα βαρέα μέταλλα διαφέρουν στα ψάρια, ανάλογα με την ηλικία τους, την ανάπτυξή τους και σε άλλους φυσιολογικούς παράγοντες. Τα ψάρια καθίστανται ως ένας από τους πιο επηρεασμένους πληθυσμούς από έμμοτους οργανικούς ρίπου και βαρέα μέταλλα. Η μόλυνση των ψαριών από βαρέα μέταλλα μπορεί να συμβεί σε διάφορα ζωτικά όργανα. Τέλος, τα βαρέα μέταλλα μπορούν να εισέλθουν στο νερό, από την ατμόσφαιρα, από τη διάβρωση του εδάφους, από την όξινη βροχή, που καταστρέφει τα εδάφη και απελευθερώνει βαρέα μέταλλα σε λίμνες, ποτάμια και υπόγεια ύδατα και από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Παραδείγματα, τέτοιων ανθρώπινων δραστηριοτήτων είναι η αποβολή βιομηχανικών και καταναλωτικών υλικών σε θάλασσας, λίμνες και ποτάμια. Η τοξικότητα των βαρέων μετάλλων προκαλείται επίσης από διαφορετικά μέσα όπως, από τη μόλυνση του πόσιμου νερού (σωλήνες μόλυβδου) και από ανωμαλίες στην τροφική αλυσίδα. Συμπερασματικά, τα βαρέα μέταλλα είναι επίσης επιβλαβείς για πολλούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπινου, αφού βιοσυσσωρεύονται.

3. Βιοσυσσώρευση:

Η βιοσυσσώρευση είναι η σταδιακή συσσώρευση ουσιών, όπως βαρέων μετάλλων σε έναν οργανισμό. Η βιοσυσσώρευση εμφανίζεται όταν ένα ψάρι απορροφά μια ουσία γρηγορότερα από ότι η ουσία χάνεται ή εξαλείφεται μέσω καταβολισμού και απέκκρισης. Ως εκ τούτου, όσο μεγαλύτερη είναι η βιολογική ζωή μιας τοξικής ουσίας, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος χρόνιας δηλητηρίασης, ακόμη και αν οι περιβαλλοντικές συγκεντρώσεις της τοξίνης δεν είναι πολύ υψηλές. Συμπερασματικά, όταν ο άνθρωπος καταναλώσει το μολυσμένο ψάρι, συνακόλουθα θα μολυνθεί και ο ίδιος με τα βαρέα μέταλλα.

4. Τα βαρέα μέταλλα:

Μερικά ελαφρύτερα μέταλλα και μεταλλοειδή είναι τοξικά και επομένως ονομάζονται βαρέα μέταλλα, αν και ορισμένα βαρέα μέταλλα, όπως ο χρυσός, δεν είναι συνήθως τοξικά

Τα περισσότερα βαρέα μέταλλα έχουν υψηλό ατομικό αριθμό, υψηλό ατομικό βάρος. Τα βαρέα μέταλλα περιλαμβάνουν ορισμένα μεταλλοειδή, μεταβατικά μέταλλα, βασικά μέταλλα, λανθανίδια και ακτινίδια. Παρόλο που ορισμένα μέταλλα πληρούν ορισμένα κριτήρια και άλλα δεν το κάνουν, οι περισσότεροι συμφωνούν ότι τα στοιχεία του υδραργύρου και του μολύβδου είναι τοξικά μέταλλα με αρκετά υψηλή πυκνότητα.

Λιγότερο συχνά, μέταλλα όπως ο σίδηρος, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος, το αργίλιο, το βηρύλλιο, το κοβάλτιο, το μαγγάνιο και το αρσενικό μπορούν να θεωρηθούν βαρέα μέταλλα.

Υδράργυρος (Hg):

Ο υδράργυρος είναι ένα χημικό στοιχείο με το σύμβολο (Hg) και ατομικό αριθμό 80, είναι υγρό μέταλλο της ομάδας 12 (IIB) του περιοδικού πίνακα. Ο υδράργυρος έχει 3 μορφές: Μηδενικός στοιχειακός, Ανόργανος, Μεθυλ-υδράργυρος ο πιο τοξικός υδράργυρος. Επίσης, Μπορεί να βρεθεί σε μερικές χημικές, ηλεκτρικές συσκευές και σε εξαρτήματα αυτοκινήτου. Ο υδράργυρος μπορεί να υπάρχει σε αέρια μορφή και έτσι να εισπνέεται. Τέλος, η μόλυνση του υδραργύρου στον άνθρωπο μπορεί να οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως τα αστικά λύματα, την γεωργία, την εξόρυξη και τα βιομηχανικά λύματα [1].

Ο **μεθυλυδράργυρος** είναι μια οργανική μορφή υδραργύρου που είναι η πιο τοξική και η κύρια αιτία δηλητηρίασης από υδράργυρο. Ο μεθυλυδράργυρος απορροφάται εύκολα στους ζωντανούς ιστούς των υδρόβιων οργανισμών και βιοσυσσωρεύεται στα ψάρια.

Κάδμιο (Cd):

Το κάδμιο είναι ένα χημικό στοιχείο με το σύμβολο (Cd) και ατομικό αριθμό 48. Είναι μαλακό, μέταλλο, χημικά παρόμοια με τα δύο άλλα σταθερά μέταλλα στην ομάδα 12 (IIB) του περιοδικού πίνακα, τον ψευδάργυρο και τον υδράργυρο. Η πλειοψηφία του καδμίου, χρησιμοποιείται ως συστατικό ηλεκτροδίου στην παραγωγή αλκαλικών μπαταριών. Το κάδμιο αποβάλλεται από τις βιομηχανικές διεργασίες και από χυτήρια

καδμίου. Τέλος, η ανθρώπινη έκθεση στο κάδμιο μπορεί να είναι με την κατάποση μολυσμένων τροφίμων, ιδίως δημητριακών [2].

Αρσενικό (As):

Το αρσενικό είναι ένα χημικό στοιχείο με το σύμβολο (As) και ατομικό αριθμό 33. Το αρσενικό εμφανίζεται σε πολλά μέταλλα, συνήθως σε συνδυασμό με το θείο αλλά και ως καθαρός κρύσταλλος. Τέλος, το αρσενικό είναι ένα μεταλλοειδές. Οι ανόργανες μορφές όπως οι ενώσεις αρσενίτη και αρσενικού είναι θανατηφόρες ανθρώπους και άλλους οργανισμούς στο περιβάλλον. Το πόσιμο νερό μπορεί να μολυνθεί με αρσενικό το οποίο υπάρχει σε συντηρητικά ξύλου, ζιζανιοκτόνα, φυτοφάρμακα, μυκητοκτόνα και χρώματα [3].

Χρώμιο (Cr):

Το χρώμιο είναι ένα χημικό στοιχείο με το σύμβολο (Cr) και τον ατομικό αριθμό 24. Είναι ένα γκρίζο, λαμπερό και σκληρό μέταλλο. Επίσης, το χρώμιο είναι το κύριο πρόσθετο στον ανοξείδωτο χάλυβα, στο οποίο προσθέτει αντιδιαβρωτικές ιδιότητες. Το χρώμιο χρησιμοποιείται εκτενώς σε βιομηχανίες όπως στην συντήρηση ξύλου, στην ηλεκτρολυτική επίστρωση, στην μεταλλουργία, στην παραγωγή χρωμάτων και χρωστικών και στην παραγωγή χαρτοπολτού και χαρτιού. [4]

Μόλυβδος (Pb):

Ο μόλυβδος είναι ένα χημικό στοιχείο με το σύμβολο (Pb) και ατομικό αριθμό 82. Είναι ένα βαρύ μέταλλο, που είναι πυκνότερο από περισσότερα κοινά υλικά. Επίσης, ο μόλυβδος είναι μαλακός και ελαστικός και έχει σχετικά χαμηλό σημείο τήξεως.

Οι βιομηχανικές πηγές μόλυβδου περιλαμβάνουν την βενζίνη, τις βαφές, τις υδραυλικές σωλήνες, τις σφαίρες μόλυβδου, τις μπαταρίες, κάποια παιχνίδια και βρύσες. Ο μόλυβδος απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα και από βιομηχανικές. Επομένως, μπορεί να μπει στο έδαφος και να ρέει στα υδάτινα σώματα · ως εκ τούτου μπορεί επίσης να εκτεθεί στον άνθρωπο, η έκθεση σε μόλυβδο μπορεί να είναι μέσω τροφής ή πόσιμου νερού [5].

5. Πηγές έκθεσης βαρέων μετάλλων στον άνθρωπο:

Αρχικά, τα βαρέα μέταλλα υπάρχουν φυσικά στο περιβάλλον μας. Οι πηγές των βαρέων μετάλλων μπορούν, να διακριθούν ως φυσικές και ανθρωπογενείς. Μάλιστα, είναι παρόντα στην ατμόσφαιρα, στην λιθόσφαιρα, στην υδρόσφαιρα και στην βιόσφαιρα [8]. Αν και τα βαρέα μέταλλα υπάρχουν στο οικοσύστημα, η έκθεσή τους στον άνθρωπο, είναι από τελείως διαφορετικές ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Στον φλοιό της γης, υπάρχουν σε μεταλλεύματα, που ανακτώνται κατά την διάρκεια των εξορυκτικών δραστηριοτήτων. Στα περισσότερα μεταλλεύματα · βαρέα μέταλλα, όπως: αρσενικό, σίδηρος, μόλυβδος, ψευδάργυρος, χρυσός, νικέλιο, ασήμι και κοβάλτιο υπάρχουν ως σουλφίδια, ενώ · άλλα όπως το μαγγάνιο, το αργίλιο, το σελήνιο και το αντιμόνιο υπάρχουν ως οξειδία. Ωστόσο, ορισμένα βαρέα μέταλλα όπως ο χαλκός, ο σίδηρος και το κοβάλτιο, μπορούν να υπάρχουν τόσο ως μεταλλεύματα σουλφιδίου όσο και οξειδίου. Κατά

την διάρκειά των εξορυκτικών δραστηριοτήτων, τα βαρέα μέταλλα απελευθερώνονται από τα μεταλλεύματα στο περιβάλλον· μένουν στο έδαφος, μεταφέρονται με τον αέρα και το νερό, σε άλλες περιοχές. Επιπλέον, όταν αυτά τα βαρέα μέταλλα χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες για διάφορους βιομηχανικούς σκοπούς, μερικά από αυτά τα στοιχεία απελευθερώνονται στον αέρα, κατά την διάρκεια της καύσης τους ή στο έδαφος ή στα υδάτινα σώματα ως βιομηχανικά απόβλητα. Ακόμη, τα βιομηχανικά προϊόντα, όπως τα χρώματα, τα καλλυντικά, τα φυτοφάρμακα και τα ζιζανιοκτόνα αποτελούν πηγές βαρέων μετάλλων. Τέλος, υπάρχει πιθανότητα τα βαρέα μέταλλα να μεταφέρονται μέσω της διάβρωσης, της απορροής, της όξινης βροχής σε διαφορετικές τοποθεσίες: (σε εδάφη και υδάτινα σώματα). [9]

- **Φυσικές πηγές:**

Οι φυσικές πηγές τους στο περιβάλλον περιλαμβάνουν τις καιρικές συνθήκες, τους μεταλλικούς βράχους και τις ηφαιστειακές εκρήξεις.

- **Ανθρωπογενείς πηγές:**

Από την άλλη, οι κύριες ανθρωπογενείς πηγές περιλαμβάνουν τις βιομηχανικές εκπομπές, την εξόρυξη, την τήξη και τις γεωργικές δραστηριότητες, όπως η χρήση φυτοφαρμάκων και φωσφορικών λιπασμάτων.

6. Διαφορές μεταξύ χρόνιας και οξείας τοξικότητας:

Η οξεία τοξικότητα περιγράφει τις ανεπιθύμητες ενέργειες μιας ουσίας που προκύπτουν είτε από μία μόνο έκθεση είτε από πολλαπλές εκθέσεις σε σύντομο χρονικό διάστημα. Για να χαρακτηριστεί ως οξεία τοξικότητα, οι ανεπιθύμητες ενέργειες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν εντός 2 εβδομάδων από τη χορήγηση της ανεπιθύμητης ουσίας. Η οξεία τοξικότητα διακρίνεται από τη χρόνια τοξικότητα, η οποία περιγράφει τις δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία από επαναλαμβανόμενες εκθέσεις, συχνά σε χαμηλότερα επίπεδα, σε μια ουσία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Θεωρείται ευρέως ανήθικο να χρησιμοποιούνται οι άνθρωποι ως υποκείμενα δοκιμών για έρευνα οξείας τοξικότητας. Ωστόσο, ορισμένες πληροφορίες μπορούν να ληφθούν από τη διερεύνηση τυχαίων ανθρώπινων εκθέσεων. Διαφορετικά, τα περισσότερα δεδομένα οξείας τοξικότητας προέρχονται από δοκιμές σε ζώα ή, πιο πρόσφατα, in vitro μεθόδους δοκιμών.[24]

7. Επιπτώσεις από κάθε βαρέο μέταλλο:

Η τοξικότητα των βαρέων μετάλλων μπορεί να έχει πολλές επιπτώσεις στην υγεία του σώματος. Αρχικά, τα βαρέα μέταλλα μπορούν να βλάψουν και να αλλάξουν τη λειτουργία των οργάνων, όπως: ο εγκέφαλος, τα νεφρά, οι πνεύμονες, το συκώτι και το αίμα. Η τοξικότητα των βαρέων μετάλλων μπορεί να είναι οξεία ή χρόνια. Η μακροχρόνια έκθεση του σώματος σε βαρέα μέταλλα μπορεί σταδιακά να οδηγήσει σε μυϊκές, φυσικές και νευρολογικές εκφυλιστικές παθήσεις που είναι παρόμοιες με ασθένειες, όπως η νόσος του Πάρκινσον, η σκλήρυνση κατά πλάκας, η μυϊκή δυστροφία και η νόσος του Αλτσχάιμερ. Επίσης, η χρόνια μακροχρόνια έκθεση ορισμένων βαρέων μετάλλων μπορεί να προκαλέσει καρκίνο.

Όταν τα βαρέα μέταλλα καταπίνονται μέσω τροφής ή νερού στο σώμα, αυτά οξειδώνονται από το υδροχλωρικό οξύ του στομάχου. Στο υδροχλωρικό οξύ υπάρχουν:

(Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , As^{2+} , As^{3+} , Ag^{+} , Hg^{2+} , κλπ.) τα οποία μπορούν εύκολα να συνδεθούν με βιολογικά μόρια, όπως ένζυμα και πρωτεΐνες, σχηματίζοντας έτσι: σταθερούς και ισχυρούς δεσμούς.

I. Αρσενικό:

Η έκθεση στο αρσενικό μπορεί να οδηγήσει σε οξεία ή χρόνια τοξικότητα. Η οξεία δηλητηρίαση από αρσενικό μπορεί, να οδηγήσει στην καταστροφή των αιμοφόρων αγγείων, του γαστρεντερικού ιστού και μπορεί στην χειρίστη περίπτωση να επηρεάσει την καρδιά και τον εγκέφαλο. [10] Η μειωμένη έκθεση στο αρσενικό μπορεί ακόμη να προκαλέσει: ναυτία και εμετό, μειωμένη παραγωγή ερυθροκυττάρων και λευκοκυττάρων και βλάβη στα αιμοφόρα αγγεία. Ακόμη, μπορεί να προκαλέσει μη φυσιολογικό καρδιακό ρυθμό και αίσθηση τρυπήματος στα χέρια και στα πόδια. Παράλληλα, με την μακροχρόνια έκθεση, προκαλούνται δερματικές αλλοιώσεις, πνευμονικές παθήσεις, νευρολογικά προβλήματα, σακχαρώδης διαβήτης, υπέρταση και άλλες πολυάριθμες καρδιαγγειακές παθήσεις. [11] Η χρόνια αρσενίωση, μπορεί να οδηγήσει σε μη αναστρέψιμες αλλαγές στα ζωτικά όργανα και στην χειρίστη περίπτωση να οδηγήσει σε θάνατο. Τέλος, η χρόνια έκθεση σε αρσενικό μπορεί να προωθήσει την ανάπτυξη ορισμένων καρκίνων όπως: καρκίνο του δέρματος, καρκίνο της ουροδόχου κύστης, καρκίνο του πνεύμονα, καρκίνο του ήπατος, καρκίνο του παχέος εντέρου και των νεφρών.

II. Μόλυβδος:

Αρχικά θα πρέπει να αναφερθεί πως η τοξικότητα που οφείλεται στην έκθεση σε μόλυβδο ονομάζεται δηλητηρίαση από μόλυβδο. Η δηλητηρίαση από μόλυβδο κυρίως σχετίζεται με τον γαστρεντερικό σωλήνα και το κεντρικό νευρικό σύστημα στα παιδιά και ενήλικες. [12] Η δηλητηρίαση από μόλυβδο μπορεί να είναι πάλι οξεία ή χρόνια. Η οξεία έκθεση μόλυβδου μπορεί να προκαλέσει πονοκέφαλο, απώλεια όρεξης, κοιλιακό άλγος, κόπωση, αϋπνία, παραισθήσεις, ίλιγγο, νεφρική δυσλειτουργία, υπέρταση και αρθρίτιδα· ενώ η χρόνια έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε γενετικές ανωμαλίες, διανοητική καθυστέρηση, αυτισμό, ψύχωση, αλλεργίες, παράλυση, απώλεια βάρους, δυσλεξία, υπερκινητικότητα, μυϊκή αδυναμία, νεφρική βλάβη, εγκεφαλική βλάβη, κώμα και μπορεί ακόμη και να προκαλέσει θάνατο. Παρόλο που η δηλητηρίαση από μόλυβδο μπορεί να αποφευχθεί, παραμένει μια εξίσου επικίνδυνη ασθένεια, καθώς μπορεί να επηρεάσει το μεγαλύτερο μέρος των οργάνων του σώματος. [10] Η έκθεση σε αυξημένα επίπεδα μόλυβδου μπορεί να προκαλέσει τη μετακίνηση της μεμβράνης του πλάσματος του αιματοεγκεφαλικού φραγμού στους διαμετρικούς χώρους που οδηγούν σε οίδημα. Επίσης, η έκθεση σε μόλυβδο μπορεί να διαταράξει τα ενδοκυτταρικά συστήματα δεύτερου αγγελιοφόρου και να αλλάξει τη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος. Πρέπει να σημειωθεί, ότι τα παιδιά είναι πιο ευάλωτα σε νευροτοξικές επιδράσεις λόγω της έκθεσης σε μόλυβδο. Ένας αριθμός ερευνών σε παιδιά ηλικίας κάτω των 5 ετών, έδειξαν ότι το χαμηλό επίπεδο έκθεσης σε μόλυβδο είχε ως αποτέλεσμα την πνευματική ανάπτυξη που εκδηλώθηκε από την απώλεια νοημοσύνης.

III. Υδράργυρος:

Καταρχήν, ο υδράργυρος βρίσκεται στα υψηλότερα επίπεδα στα ψάρια. Ο υδράργυρος είναι ένα στοιχείο που μπορεί εύκολα να συνδυαστεί με άλλα στοιχεία για να σχηματίσει ανόργανο και οργανικό υδράργυρο. Αρχικά, η έκθεση σε αυξημένα επίπεδα ανόργανου και οργανικού υδράργυρου μπορεί να βλάψει τα νεφρά, τον εγκέφαλο και το αναπτυσσόμενο έμβρυο [13]· ενώ ο μεθυλο-υδράργυρος είναι πολύ καρκινογόνος. Ο οργανικός υδράργυρος είναι λιπόφιλος στη φύση και έτσι μπορεί εύκολα να διεισδύσει στις κυτταρικές μεμβράνες. Ο υδράργυρος και η σύνθεσή του επηρεάζει το νευρικό σύστημα και έτσι η αυξημένη έκθεση του υδραργύρου μπορεί εύκολα να αλλάξει τις λειτουργίες του εγκεφάλου. Τα αποτελέσματα είναι: η οδήγηση σε τρόμο, ντροπή, όραμα, ευερεθιστότητα, προβλήματα μνήμης και αλλαγές στην ακοή. Η βραχυπρόθεσμη έκθεση σε ατμούς υδραργύρου σε υψηλότερα επίπεδα μπορεί να οδηγήσει σε εμετό, ναυτία, δερματικά εξανθήματα, διάρροια, πνευμονική βλάβη, υψηλή αρτηριακή πίεση (υπέρταση) κ.λπ.· ενώ η βραχυπρόθεσμη έκθεση σε οργανική δηλητηρίαση από υδράργυρο μπορεί να οδηγήσει σε κατάθλιψη, τρόμο, πονοκέφαλο, κόπωση, προβλήματα μνήμης, τριχόπτωση κ.λπ.. Δεδομένου ότι αυτά τα συμπτώματα είναι επίσης κοινά σε άλλες ασθένειες, η διάγνωση της δηλητηρίασης από υδράργυρο μπορεί να είναι δύσκολη σε τέτοιες περιπτώσεις. [10] Τα χρόνια επίπεδα έκθεσης σε υδράργυρο μπορεί να οδηγήσουν σε ερεθισμό, μια ασθένεια που χαρακτηρίζεται από διέγερση, απώλεια μνήμης, και αϋπνία. Επίσης, όπως παρατηρήθηκε από τους ερευνητές, η έκθεση σε υδράργυρο έχει συσχετιστεί με σημαντικές μειώσεις στην απόδοση της νευρο-συμπεριφοράς της ταχύτητας του εγκεφάλου και της λεκτικής και οπτικής μνήμης. Ο διμεθυλυδράργυρος είναι μια πολύ τοξική ένωση που μπορεί να διεισδύσει στο δέρμα μέσω γαντιών λατέξ και η έκθεσή του σε πολύ χαμηλά επίπεδα δόσης μπορεί να προκαλέσει εκφυλισμό του κεντρικού νευρικού συστήματος και θάνατο. Επίσης, η έκθεση σε έγκυες γυναίκες μπορεί να επηρεάσει δραστικά, το έμβρυο και μπορεί να προκαλέσει διανοητική καθυστέρηση, παρεγκεφαλιδικά συμπτώματα, κατακράτηση πρωτόγονων αντανεκλαστικών, δυσπλασία και άλλες ανωμαλίες στο παιδί. [14] Αυτό επιβεβαιώθηκε σε πρόσφατες μελέτες, όπου κάποιες έγκυες γυναίκες εκτέθηκαν σε υδράργυρο μέσω διατροφικής πρόσληψης φαλαινών και ψαριών, και έδειξαν μείωση της λειτουργίας του κινητικού νευρώνα, απώλεια μνήμης και μειωμένη ομιλία.

IV. Χρώμιο:

Το χρώμιο συναντάται σε χαμηλά επίπεδα στα ψάρια. Το χρώμιο, στην εξασθενή μορφή του, είναι το πιο τοξικό είδος χρωμίου, αν και ορισμένα άλλα είδη όπως οι ενώσεις Χρωμίου (III) είναι πολύ λιγότερο τοξικές και προκαλούν λίγα ή καθόλου προβλήματα υγείας. Το χρώμιο (VI) έχει την τάση να είναι διαβρωτικό και επίσης να προκαλεί αλλεργικές αντιδράσεις στο σώμα. Ως εκ τούτου, η αναπνοή υψηλών επιπέδων χρωμίου (VI) μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της μύτης. Οι αλλεργικές αντιδράσεις που οφείλονται στο χρώμιο περιλαμβάνουν: σοβαρή ερυθρότητα και πρήξιμο του δέρματος. Η έκθεση εξαιρετικά υψηλών δόσεων ενώσεων χρωμίου (VI) στον άνθρωπο μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρές καρδιαγγειακές, αναπνευστικές, αιματολογικές, γαστρεντερικές, νεφρικές, ηπατικές και νευρολογικές επιδράσεις και στην χειρίστη περίπτωση σε θάνατο.[15] Ακόμη, η έκθεση σε υψηλότερες ποσότητες ενώσεων χρωμίου στον άνθρωπο μπορεί να οδηγήσει στην αναστολή της αναγωγής της ερυθροκυτταρικής γλουταθειόνης, η οποία με τη σειρά της μειώνει την ικανότητα μείωσης της μεθαιμοσφαιρίνης στην αιμοσφαιρίνη. Πειράματα έχουν δείξει ότι οι χρωμικές ενώσεις μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στο DNA [16] με πολλούς διαφορετικούς τρόπους και να οδηγήσουν στο σχηματισμό προσθηκών DNA, χρωμοσωμικών

παρεκκλίσεων και στην μεταγραφή του DNA.[16] Συμπερασματικά, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι το χρώμιο προάγει την καρκινογένεση των ανθρώπων, καθώς έχει παρατηρηθεί αύξηση όγκων στο στομάχι σε ζώα και ανθρώπους που εκτέθηκαν σε χρώμιο (VI) σε πόσιμο νερό.

V. Κάδμιο:

Γενικά, το κάδμιο δεν προσβάλλει τόσο πολύ τα ψάρια όσο τα μαλάκια και τα οστρακοειδή, διότι τα οστρακοειδή και τα μαλάκια, από την φύση τους μαζεύουν αυτά τα εντόσθια τους, για ποιο λέμε κάποτε δεν πρέπει να τρώμε το μελάκι της σουπιιάς γιατί είναι γεμάτο κάδμιο. Στα μαλάκια δεν εμφανίζονται τόσο μεγάλες ποσότητες υδράργυρου, όπως στα ψάρια. Είναι καρκινογόνο, γονοτοξικό, νευροτοξικό και οι πιο πολλές πηγές είναι ανθρωπογενείς και μπορεί να βρεθεί στο χώμα και στο νερό και για αυτό ελέγχουμε τα λιπάσματα γιατί τα λιπάσματα περιέχουν κάδμιο. Το κάδμιο και οι ενώσεις του έχουν πολλές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων. Οι επιπτώσεις της έκθεσης στο κάδμιο επιδεινώνονται λόγω της αδυναμίας του ανθρώπινου σώματος να αποβάλει το κάδμιο. Στην πραγματικότητα, το κάδμιο απορροφάτε εκ νέου από τα νεφρά περιορίζοντας έτσι την απέκκριση. Η βραχυπρόθεσμη έκθεση σε εισπνοή καδμίου μπορεί να προκαλέσει σοβαρή βλάβες στους πνεύμονες και τον αναπνευστικό ερεθισμό· ενώ η κατάποση του σε υψηλότερη δόση μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό στο στομάχι με αποτέλεσμα εμετό και διάρροια. Η μακροχρόνια έκθεση στο κάδμιο μπορεί να οδηγήσει στην εναπόθεσή του στα οστά και στους πνεύμονες. Ως εκ τούτου, η έκθεση στο κάδμιο μπορεί να προκαλέσει βλάβη στα οστά και στους πνεύμονες. [17] Το κάδμιο μπορεί να προκαλέσει ανοργανοποίηση των οστών, καθώς μελέτες σε ζώα και ανθρώπους αποκάλυψαν οστεοπόρωση λόγω καδμίου. Ακόμη, έχει παρατηρηθεί ότι η ασθένεια «Itai-itai», μια επιδημία των οστών στην Ιαπωνία οφείλεται σε μόλυνση από κάδμιο. Η τοξικότητα στον Ιαπωνικό πληθυσμό βρέθηκε να σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο οστού κατάγματος στις γυναίκες, καθώς και μειωμένη πυκνότητα των οστών και απώλεια ύψους στους άνδρες και στις γυναίκες. Το κάδμιο είναι πολύ τοξικό για τα νεφρά και συσσωρεύεται στα εγγύς σωληνοειδή. Συνεπώς, η έκθεση στο κάδμιο μπορεί να προκαλέσει τόσο νεφρική δυσλειτουργία όσο και νεφρική νόσο. Επίσης, η έκθεση στο κάδμιο μπορεί να προκαλέσει διαταραχές στο μεταβολισμό του ασβεστίου, στο σχηματισμό νεφρικών λίθων και στην υπερασβεστουρία. [18] Ακόμη, πρέπει να σημειωθεί, ότι, το κάδμιο έχει ταξινομηθεί στην καρκινογόνο ομάδα για τον άνθρωπο από τον Διεθνή Οργανισμό για Έρευνα για τον καρκίνο. Ο καπνός είναι η κύρια πηγή πρόσληψης καδμίου στους καπνιστές και αφετέρου, οι καπνιστές είναι πιο επιρρεπείς σε δηλητηρίαση από κάδμιο από τους μη καπνιστές. Τελικώς, το κάδμιο μπορεί να προκαλέσει εκφυλισμό των όρχων και πιθανό παράγοντα κινδύνου για καρκίνο του προστάτη. [19]

8. Μεθοδολογία:

Στην Κύπρο ελέγχονται τα μεγάλα ψάρια, τα οποία συνήθως δεν υπάρχουν στις θάλασσες της Κύπρου, όπως ο Ξιφίας, ο Σολομός, ο Τόνος, ο Καρχαρίας και ούτω καθεξής, εντούτοις ελέγχονται τα εισαγόμενα, ελέγχονται τα κράτη από τα οποία εισάγουμε ψάρια. Συνήθως, στον Ξιφία βρίσκονται τα υψηλότερα επίπεδα υδράργυρου λόγω του ότι είναι μεγάλο ψάρι και ζει πολύ καιρό μέσα στην θάλασσα, αλλά η θάλασσα είναι ρυπασμένη με υδράργυρο κυρίως γιατί έχει την τάση να βιοσυσσωρεύεται ο υδράργυρος πάνω στον εγκέφαλο των ψαριών. Για αυτό λέγεται και συστήνεται κιόλας και κάποιες άλλες μελέτες, που πραγματοποιούνται για την βιοπαρακολούθηση του ανθρώπου για τις

έγκυες γυναίκες να μην τρώνε ψάρι πολύ συχνά και μεγάλα ψάρια, διότι έχουν κίνδυνο να μολυνθεί το έμβρυο και για αυτό λέγεται εμβρυοτοξικός ο υδράργυρος.

Ακόμη, ελέγχονται και τα μικρά ψαράκια, αλλά στα μεγάλα ψάρια παρουσιάζονται τα υψηλότερα επίπεδα βαρέων μετάλλων. Εντούτοις όμως, σπάνια υπερβαίνουν τα νομοθετικά όρια. Όσον αφορά για τις εξαγωγές, πραγματοποιούνται δειγματοληπτικοί έλεγχοι των εισαγωγών, δηλαδή τα κοντέινερ που φέρνουν τα μεγάλα ψάρια, αφού η Κύπρος έχει μεγάλες εισαγωγές ξιφίας, καρχαρία, αλλά μόνο ανοικτά του Ακάμα, μπορούν να ψαρέψουν κάποιοι ψαράδες, οι οποίοι ελέγχονται από το τμήμα αλιείας. Αν οι εισαγωγές δεν περάσουν τον δειγματοληπτικό έλεγχο δηλαδή τα επίπεδα μόλυνσης είναι πάνω από τα νομοθετικά όρια καταστρέφονται τα ψάρια · αντιθέτως πάνε στην αγορά.

9. Αποτελέσματα:

Η Κύπρος δεν έχει μολυσμένες θάλασσες · οι θάλασσες της Κύπρου είναι καθαρές, άρα οπουδήποτε και να παρθεί δείγμα θα είναι καθαρό. Εν αντίθεση με την Κύπρο, στην Αίγυπτο, μπορεί τα αλιεύματα να είναι μολυσμένα. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα αλιεύματα ξεπερνούν τα επίπεδα μόλυνσής τους · πάνω από τα νομοθετικά όρια, (βρέθηκε ξιφίας με επίπεδα υδραργύρου πάνω από τα νομοθετικά όρια).

10. Συμπεράσματα:

Τα δείγματα που πάρθηκαν για εργαστηριακό έλεγχο πρέπει να διατρέχουν πολύ υψηλή μόλυνση, για να θεωρηθούν μολυσμένα τα ψάρια της Κύπρου και συνάμα της Μεσογείου. Παρ' όλα αυτά υπάρχει πιθανότητα να συμβεί κάτι τέτοιο, εάν κάποια απόβλητα καταλήξουν στις θάλασσες ή να υπάρξει κάποια πετρελαιοκηλίδα από πλοία που σπανίως στην Κύπρο συναντάται. Συνεπώς, το τι πρέπει να ελεγχτεί στην Κύπρο είναι οι εισαγωγές ψαρικών.

11. Δεξιότητες που αποκτήθηκαν:

- A. Υπομονή
- B. Επιστημονικές και αριθμητικές δεξιότητες
- Γ. Αποφασιστικότητα
- Δ. Λογική
- E. Προσοχή στη λεπτομέρεια και την ακρίβεια
- ΣΤ. Εξαιρετικές αναλυτικές δεξιότητες
- Z. Ομαδικές Ικανότητες
- H. Δεξιότητες γραπτής και προφορικής επικοινωνίας

12. Φωτογραφίες:



ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

13. Βιβλιογραφία:

- [1] Rahimzadeh MR, Rahimzadeh MR, Kazemi S, Moghadamnia A. Cadmium toxicity and treatment: An update. *Caspian Journal of Internal Medicine*. 2017;8(3):135-145
- [2] Engwa AG, Ihekwoaba CJ, Ilo US, Unaegbu M, Ayuk LE, Osuji AG. Determination of some soft drink constituents and contamination by some heavy metals in Nigeria. *Toxicology Reports*. 2015;2:384-390
- [3] Sauvé S. Time to revisit arsenic regulations: Comparing drinking water and rice. *BMC Public Health*. 2014;14:465
- [4] Ghani A. Effect of chromium toxicity on growth, chlorophyll and some mineral nutrients of *Brassica juncea* L. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*. 2011;2(1):9-15
- [5] Wani AL, Ara A, Usmani JA. Lead toxicity: A review. *Interdisciplinary Toxicology*. 2015;8(2):55-64
- [6] Ferner DJ. Toxicity, heavy metals. *eMedical Journal*. 2001;2(5):1-8
- [7] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). *Toxicological Profile for Copper*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control; 2004
- [8] Krishna AK, Mohan KR. Distribution, correlation, ecological and health risk assessment of heavy metal contamination in surface soils around an industrial area, Hyderabad, India. *Environment and Earth Science*. 2016;75:411. DOI: 10.1007/s12665-015-5151-7
- [9] Hu H. Human health and heavy metals exposure. In: McCally M, editor. *Life Support: The Environment and Human Health*. Massachusetts, USA: MIT Press; 2002
- [10] Martin S, Griswold W. Human health effects of heavy metals. *Environmental Science and Technology Briefs for Citizens*. 2009;15:1-6
- [11] Huy TB, Tuyet-Hanh TT, Johnston R, Nguyen-Viet H. Assessing health risk due to exposure to arsenic in drinking water in Hanam Province, Vietnam. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2014;11:7575-7591
- [12] Markowitz M. Lead poisoning. *Pediatrics Review*. 2000;21(10):327-335
- Marin-Morales MA. Genotoxicity and mutagenicity of water contaminated with tannery effluents, as evaluated by the micronucleus test and comet assay using the fish *Oreochromis niloticus* and chromosome aberrations in onion root-tips. *Genetics Molecular Biology*. 2006;29(1):148-158
- [13] Alina M, Azrina A, Mohd Yunus AS, Mohd Zakiuddin S, Mohd Izuan Effendi H, Muhammad Rizal R. Heavy metals (mercury, arsenic, cadmium, plumbum) in selected marine fish and shellfish along the straits of Malacca. *International Food Research Journal*. 2012;19(1):135-140
- [14] Bernhoft RA. Mercury toxicity and treatment: A review of the literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2012;2012:1-10
- [15] Shekhawat K, Chatterjee S, Joshi B. Chromium toxicity and its health hazards. *International Journal of Advanced Research*. 2015;7(3):167-172
- [16] Matsumoto ST, Mantovani MS, Malagutti MIA, Dias AL, Fonseca IC,
- [17] Bernard A. Cadmium & its adverse effects on human health. *Indian Journal Medical Research*. 2008;128(4):557-564
- [18] Nishijo M, Nakagawa H, Suwazono Y, Nogawa K, Kido T. Causes of death in patients with Itaiitai disease suffering from severe chronic cadmium poisoning: A nested case-control analysis of a follow-up study in Japan. *BMJ Open*. 2017;7:e015694
- [19] Mudgal V, Madaan N, Mudgal A, Singh RB, Mishra S. Effect of toxic metals on human health. *Open Nutraceuticals Journal*. 2010;3:94-99

- [20] Hillman RS. Hematopoietic agents: Growth factors, minerals, and vitamins. In: Hardman JG, Limbird LE, Gilman AG, editors. Goodman & Gilman's the Pharmacological Basis of Therapeutics. 10th ed. New York: McGraw-Hill; 2001. pp. 1487-1518
- [21] Bhasin G, Kauser H, Athar M. Iron augments stage-I and stage-II tumor promotion in murine skin. Cancer Letter. 2002;183(2):113-122
- [22] Guilarte TR. Manganese and Parkinson's disease: A critical review and new findings. Environmental Health Perspectives. 2010;118:1071-1080
- [23] O'Neal S, Zheng W. Manganese toxicity upon overexposure: A decade in review. USA. Current Environmental Health Reports. 2015;2:315-328
- [24] Guisado Bourzac, Frenkel. (2015). Re: What is the differentiation between chronic and acute heavy metal toxicity exposure?. Retrieved from: https://www.researchgate.net/post/What_is_the_differentiation_between_chronic_and_acute_heavy_metal_toxicity_exposure/564a13bf6307d9e32a8b4599/citation/download.

ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ