

Μικροπλαστικά και πιθανές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία

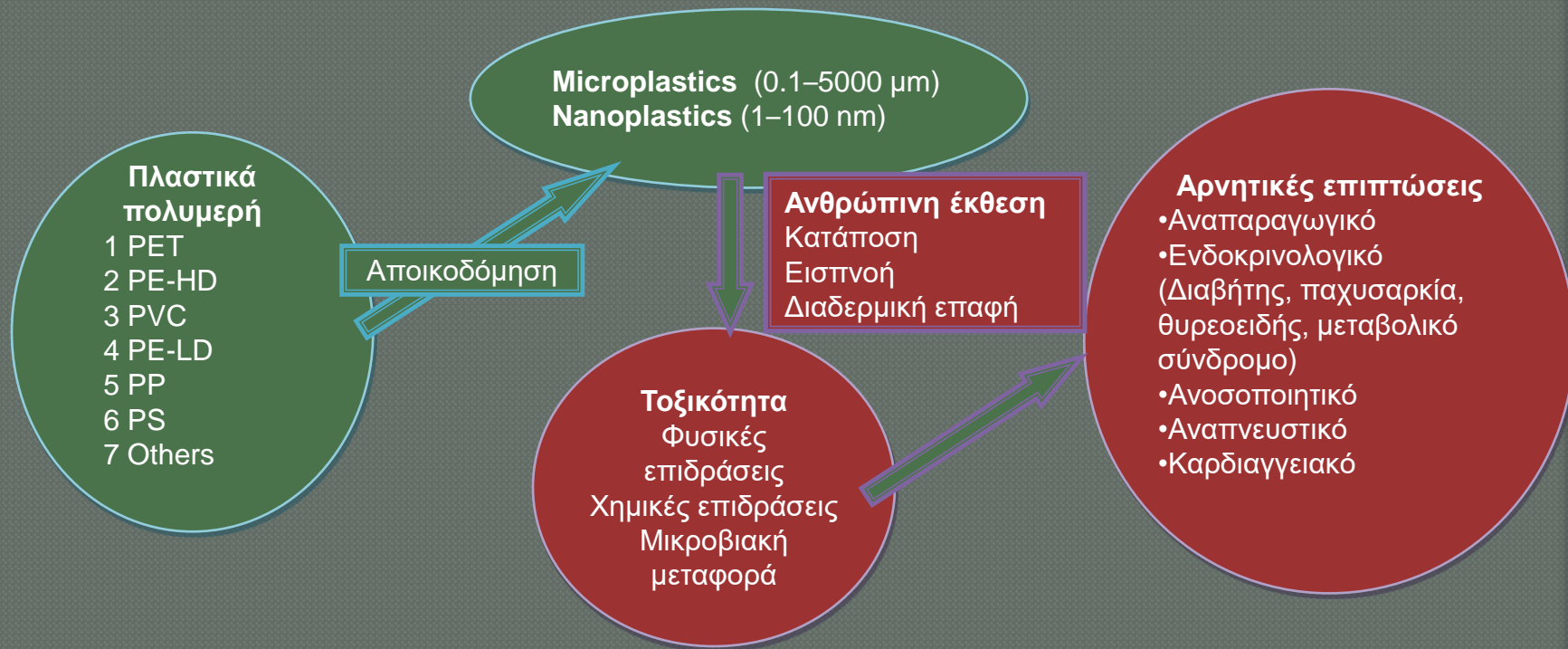
Ελένη Σαζακλή

Χημικός, M.Sc., Ph.D.

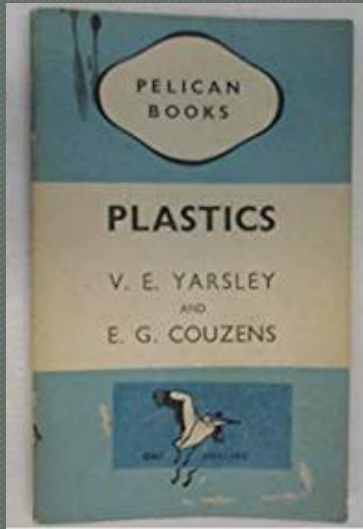
Επίκ. Καθηγήτρια Υγιεινής - Περιβαλλοντικής
Επιδημιολογίας & Τοξικολογίας (Π.Δ. 407/80)

E. Sazakli and M. Leotsinidis (2019) **Possible effects of Microplastics on Human Health** (Ch.12). In: *Microplastics in Water and Wastewater*, IWA publishing

Πλαστικά και ανθρώπινη υγεία



Εποχή των πλαστικών υλικών



Yarsley, V. E. & Couzens, E. G.
1945 *Plastics*. Middlesex:
Penguin Books Limited.

Πλαστικά: βασικά υλικά στη σύγχρονη ζωή, τη δημόσια υγεία και την ιατρική. Υψηλή αντοχή, ευελιξία, ευκολία χρήσης, εξαιρετικά χαμηλό κόστος ► μαζική παραγωγή προϊόντων μιας χρήσεως.

Η άνοδος των πολυμερικών συνθετικών είχε προταθεί στο *Plastics* (1941), όπου οι συγγραφείς οραματίστηκαν έναν κόσμο γεμάτο αντικείμενα κατασκευασμένα από πλαστικά. Από πολλές απόψεις, απεικονίζει με ακρίβεια τον κόσμο στον οποίο ζούμε σήμερα.

«Μεγάλη δίνη των σκουπιδιών του Ειρηνικού»

- Δύο τεράστιες κηλίδες από διαλυμένο και θρυμματισμένο πλαστικό έχουν δημιουργηθεί στον Ειρηνικό Ωκεανό και καταλαμβάνουν έκταση υπερδεκαπλάσια της Ελλάδας (~ 1.400.000 km²).

Πολτός από εκατομμύρια κομμάτια κάθε είδους πλαστικού αναμειγνύονται με το φυσικό πλαγκτόν σχηματίζοντας ένα τοξικό «μωσαϊκό σκουπιδιών».

Υπολογίζεται ότι

- Σε 1 kg φυσικό πλαγκτόν αντιστοιχούν περίπου 6 kg πολτός πλαστικού
- Συνολικά έχουν συγκεντρωθεί περίπου 100.000.000 τόνοι σκουπίδια



- Ανακαλύφθηκε τυχαία από τον ωκεανογράφο **Τσαρλς Μουρ** το 1997 κατά τη διάρκεια ιστιοπλοϊκών αγώνων μεταξύ των ακτών του Λος Άντζελες και της Χαβάης, όταν διέσχισε την υποτροπική δίνη του Βορείου Ειρηνικού (με ισχυρά θαλάσσια ρεύματα)



Charles Moore
Oceanographer

Βρέθηκε να πλέει πάνω σε πυκνό στρώμα από μπουκάλια, συσκευασίες και πλαστικά αντικείμενα.

Για πρώτη φορά έγινε γνωστό ότι κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας συγκεντρώνονται τόνοι σκουπίδια τα οποία περιδινούνται σε μια αέναη σπειροειδή κίνηση στο μέσο του Ειρηνικού.

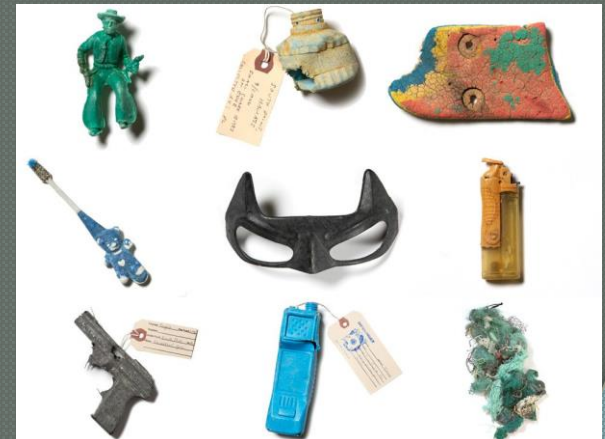
Σύμφωνα με έρευνες του ΟΗΕ

- Σε κάθε km^2 ωκεανού υπάρχουν ~ 18.000 κομμάτια πλαστικό
- Στις συγκεκριμένες περιοχές του Ειρηνικού τα πλαστικά ανέρχονται σε 334.271 κομμάτια/ km^2 .
- Το 80% αυτών των απορριμμάτων προέρχεται από τις ακτές της Βόρειας Αμερικής και της Ανατολικής Ασίας,
- Το υπόλοιπο 20% προέρχεται από την αποβολή σκουπιδιών αλλά και τις απώλειες εμπορεύματος από φορτηγά πλοία που διαπλέουν τον Ειρηνικό Ωκεανό



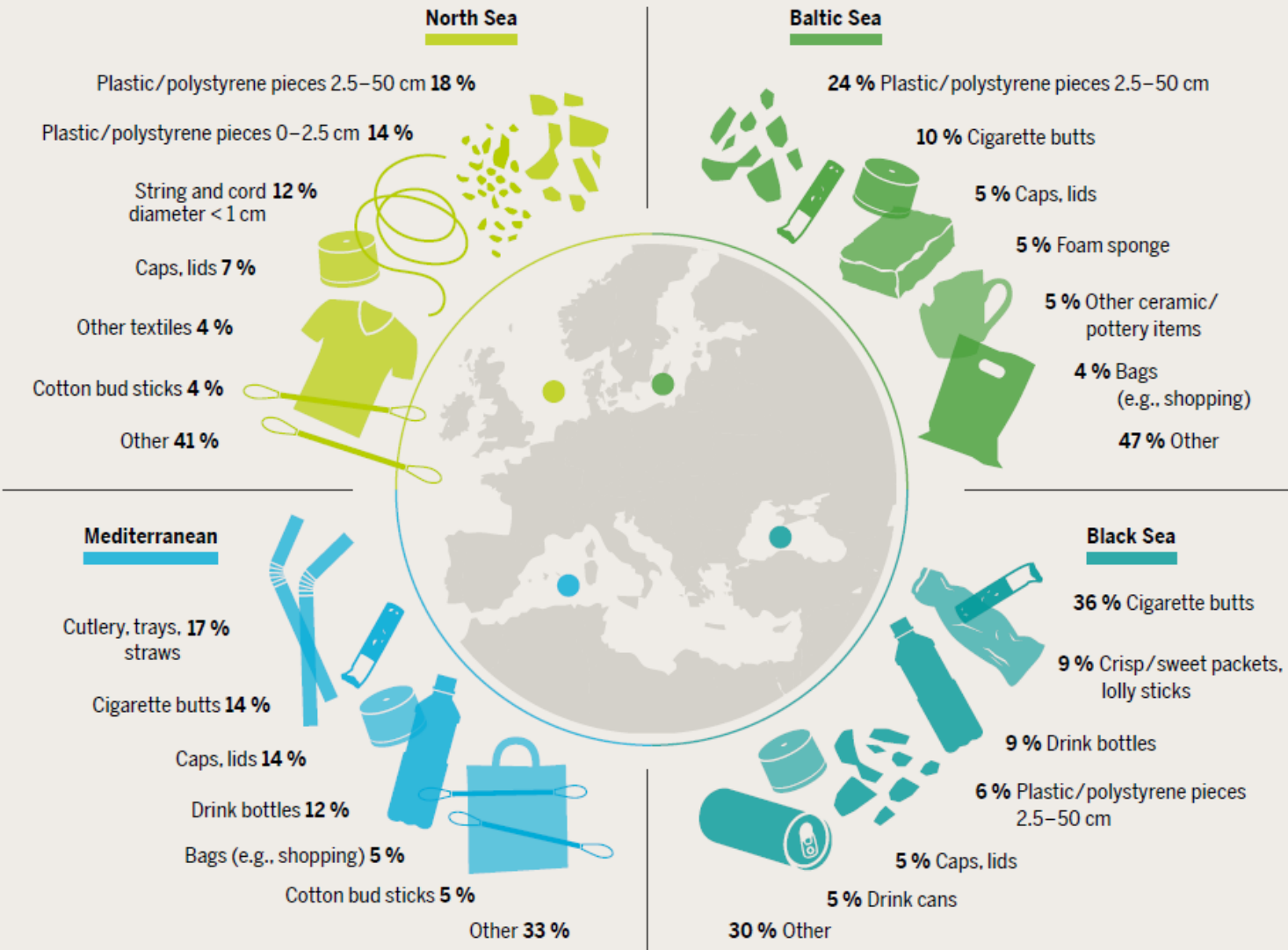
Από τι αποτελείται η δίνη;

- Θαλάσσια απορρίμματα (δίχτυα, κλπ)
- Πλαστικά απορρίμματα
- Μικροπλαστικά



NOT JUST SAND AND SEASHELLS

Top types of beach litter at selected locations, percent share per 100 meters coastline, based on OSPAR+ screenings, 2013



IC ATLAS 2019 / EC

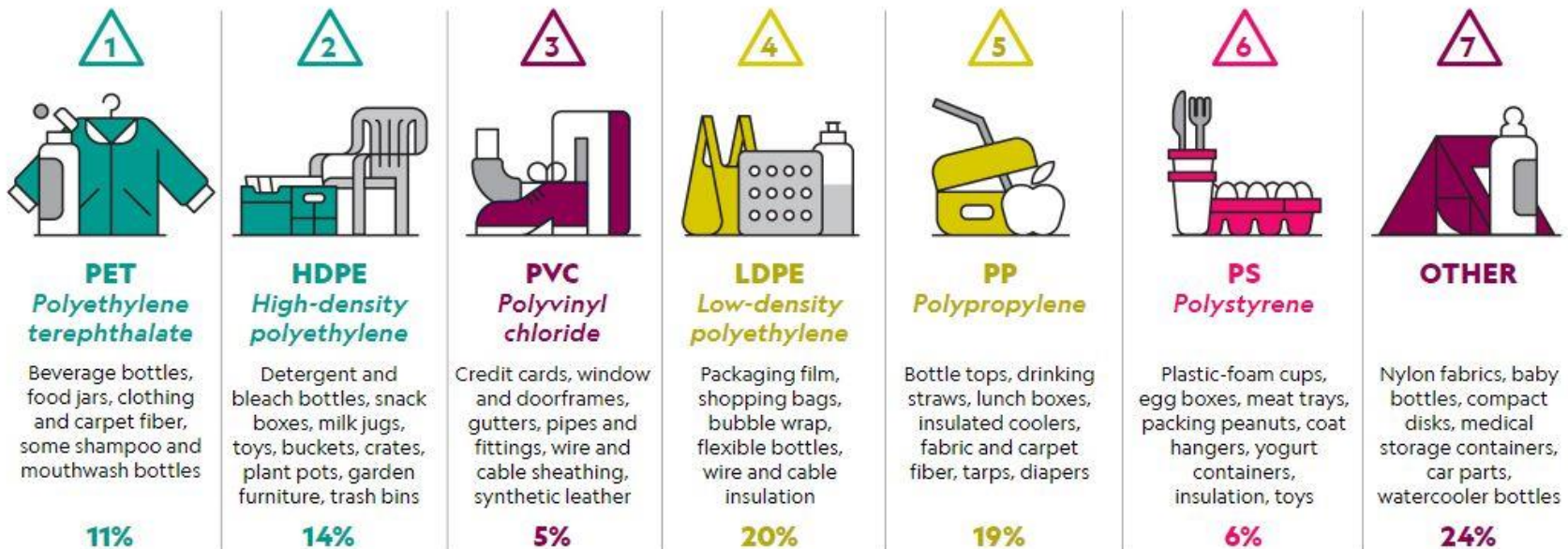
Επτά ομάδες πολυμερών

THE CHALLENGE OF RECYCLING

Globally, 18 percent of plastic is recycled, up from nearly zero in 1980. Plastic bottles are one of the most widely recycled products. But other items, such as drinking straws, are harder to recycle and often discarded.

Ease of recycling by type*

▲ Easy ▲ Difficult
▲ Manageable ▲ Very difficult



↑
Percentage of global plastic waste, 2015

*Ease of recycling varies by region; North America shown. Not all plastics are recyclable.

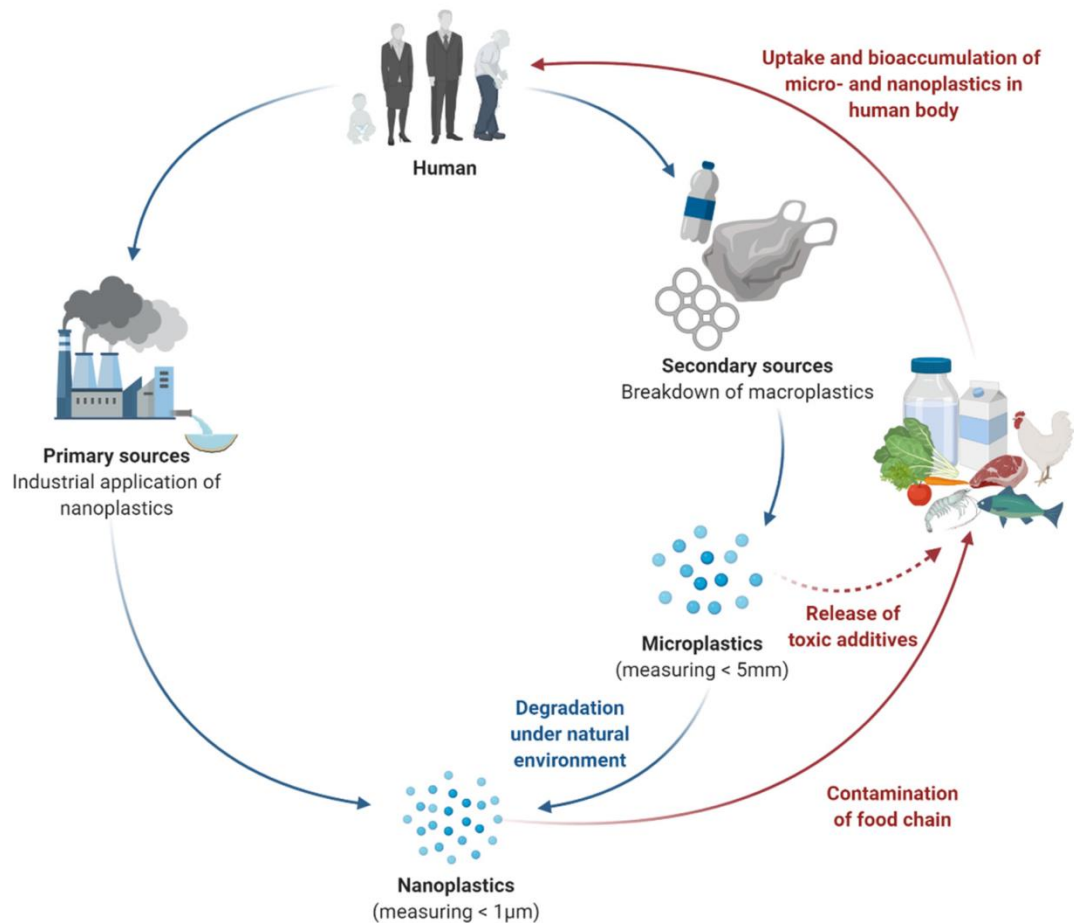
JASON TREAT AND RYAN WILLIAMS, NGM STAFF. ART: RADIO
 SOURCES: ASTM INTERNATIONAL; ASSOCIATION OF PLASTIC RECYCLERS;
 ROLAND GEYER, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SANTA BARBARA

Κωδικός	Τύπος	Κίνδυνοι για την υγεία
#1	PET: Πολυαιθυλενικός τereφθαλικός εστέρας	Μπορεί να εκλύσει αντιμόνιο, σε υψηλές Θ
#2	HDPE: Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας	Μπορεί να απελευθερώσει ενδοκρινικούς διαταράκτες, όταν εκτεθεί σε θέρμανση, βραστό νερό και ηλιακή ακτινοβολία
#3	PVC: Πολυβινυλοχλωρίδιο	Έκλυση τοξικών χημικών μετά από επαφή με νερό. Έκλυση φθαλικών (ενδοκρινικοί διαταράκτες)
#4	LDPE: Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας	Πλαστικό «χαμηλής επικινδυνότητας»
#5	PP: Πολυπροπυλένιο	Σχετικά ασφαλές πλαστικό
#6	PS: Πολυστυρόλιο	Στυρόλιο: Χημικό «πιθανώς καρκινογόνο» για τον άνθρωπο (ομάδα 2 ^A κατά IARC): μπορεί να εκλυθεί από το πολυστυρόλιο μετά από επαφή με θερμό διάλυμα
#7	Άλλα πλαστικά	Έκλυση Δισφαινόλης Α (BPA): ενδοκρινικός διαταράκτης

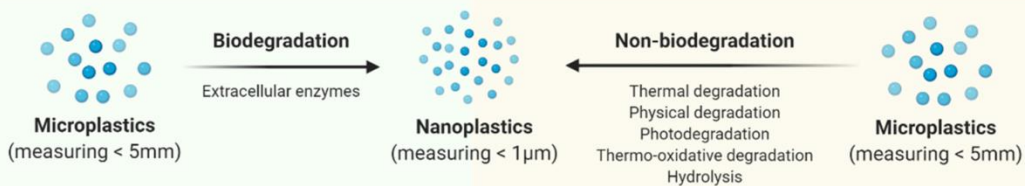
Προέλευση ουσιών - σωματιδίων δυσνητικού κινδύνου

- **Κατά τη Φάση Παραγωγής**
- Πρώτες ύλες: επικίνδυνες χημικές ουσίες.
- Εκκινητές, καταλύτες, σταθεροποιητές, πλαστικοποιητές και άλλα πρόσθετα.
- Πρόσθετα και υπολειμματικά μονομερή που δεν είναι χημικώς δεσμευμένα στη «ραχοκοκαλιά» του πολυμερούς και μπορούν εύκολα να μεταναστεύσουν
- **Κατά και μετά τη χρήση:** διεργασίες διάβρωσης, έκθεση σε αβιοτικούς παράγοντες (UV, Θ, μηχανική τριβή) προκαλούν θραύση των χημικών δεσμών και αποπολυμερισμό.
(Lithner *et al.*, 2011).

Sources and fate of micro- and nanoplastics in the environment



Degradation mechanisms: from micro- to nanoplastics under natural environment



Πηγές και τύχη
μικροπλαστικών και
νανοπλαστικών στο
περιβάλλον

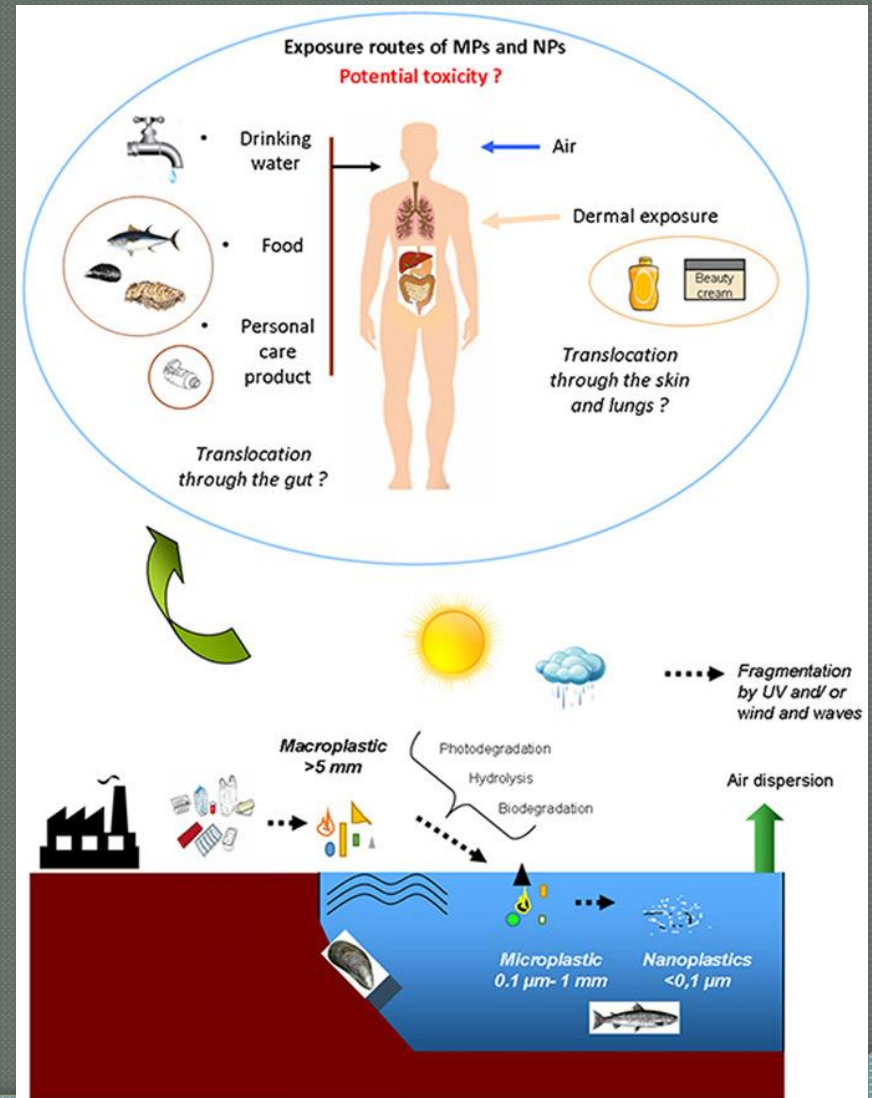
- Παραγωγή →
- Χρήση →
- αποικοδόμηση
(βιο-αποικοδόμηση ή
μη-βιοαποικοδόμηση)
- νανοπλαστικά
- τροφική
αλυσίδα και νερό
- πρόσληψη →
βιοσυσσωρευση

Οδοί έκθεσης του ανθρώπου σε μικρο (νανο) πλαστικά

Εισπνοή

Κατάποση

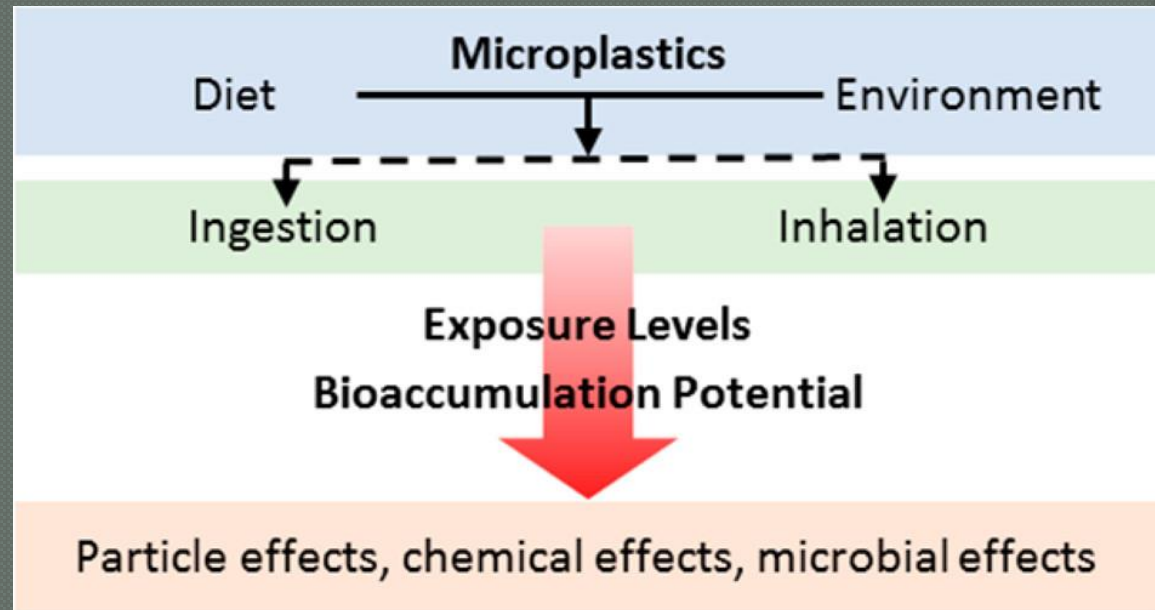
Διαδερμική επαφή



From: Revel M., Châtel A. and Mouneyrac C. (2018).
Micro(nano)plastics: a threat to human health?
Current Opinion in Environmental Science & Health,
1, 17–23.

Επιπτώσεις στην υγεία από τα μικροπλαστικά

- Επιπτώσεις από τα σωματίδια
(Particle effects)
- Επιπτώσεις από τις χημικές ουσίες
(Chemical effects)
- Επιπτώσεις από μικροβιακή μόλυνση
(Microbial effects)



Επιπτώσεις από τα σωματίδια (Particle effects)

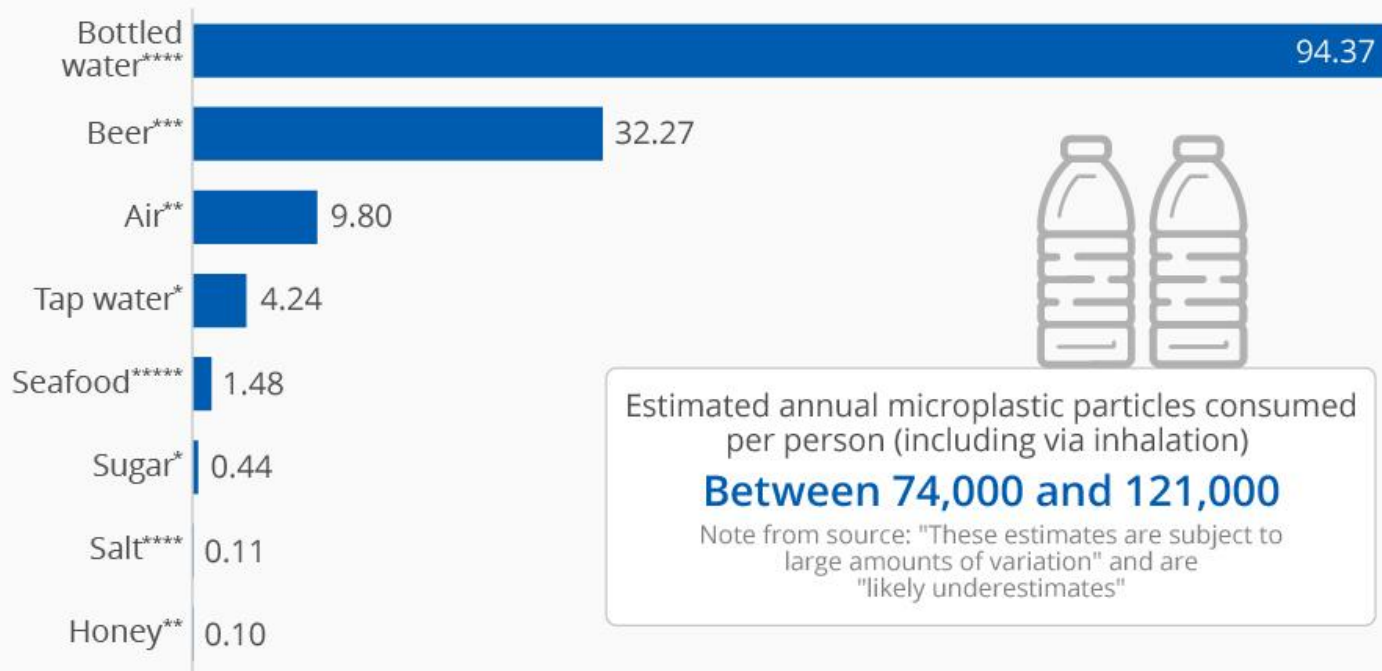


Ύνες μικροπλαστικών σε νερό
πλύσης ρούχων (εικόνα από
μικροσκόπιο)
(Monique Raap/Univ. of Victoria)

Εκτίμηση έκθεσης γενικού πληθυσμού σε σωματίδια μικροπλαστικών

How We Eat, Drink and Breathe Microplastics

Average number of microplastic particles found per gram/liter/m³ of selected consumables

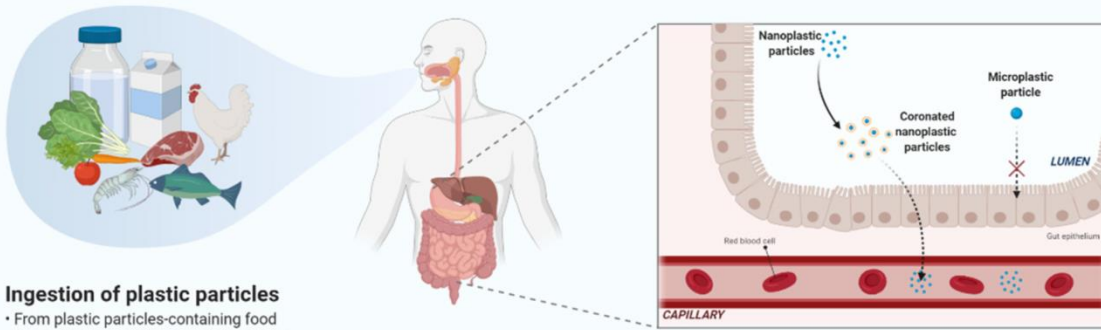


Estimated annual microplastic particles consumed per person (including via inhalation)

Between 74,000 and 121,000

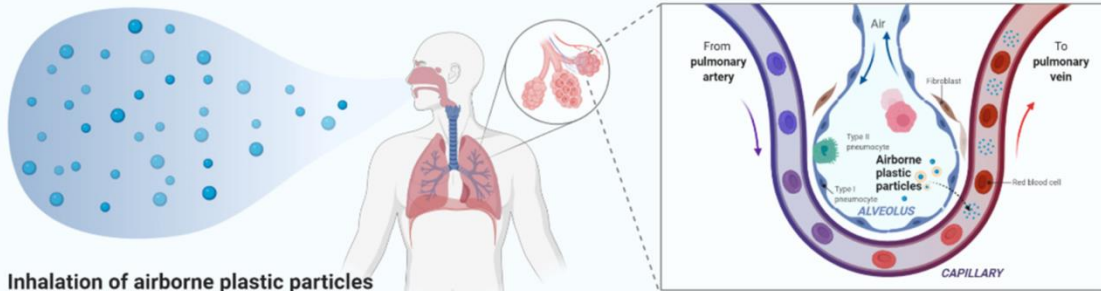
Note from source: "These estimates are subject to large amounts of variation" and are "likely underestimates"

- * Based on 1 study
- ** Based on 2 studies
- *** Based on 3 studies
- **** Based on 4 studies
- ***** Based on 14 studies



Ingestion of plastic particles

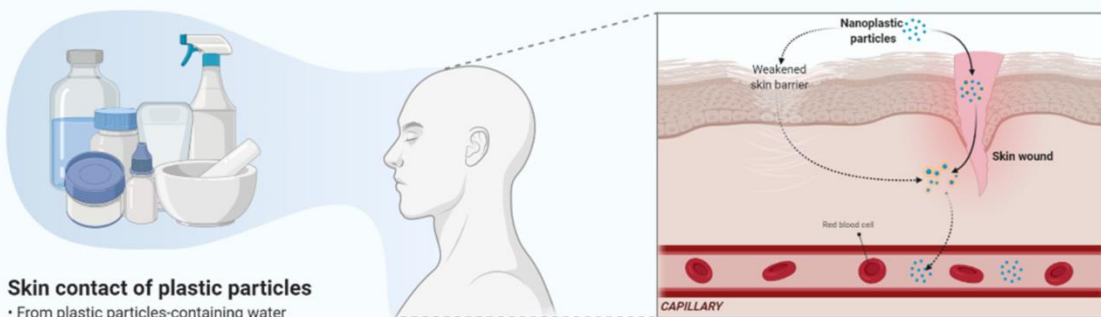
- From plastic particles-containing food
- From plastic particles-containing drinks



Inhalation of airborne plastic particles

- Indoor from synthetic textiles
- Outdoor from contaminated aerosol from ocean waves, airborn fertilizer particles from drief wastewater treatments, or atmospheric fallout

- Factors that affect the absorption of plastic particles in the lungs:
- Hydrophobicity
 - Surface charge
 - Surface functionalization
 - Surrounding protein coronas
 - Particle size



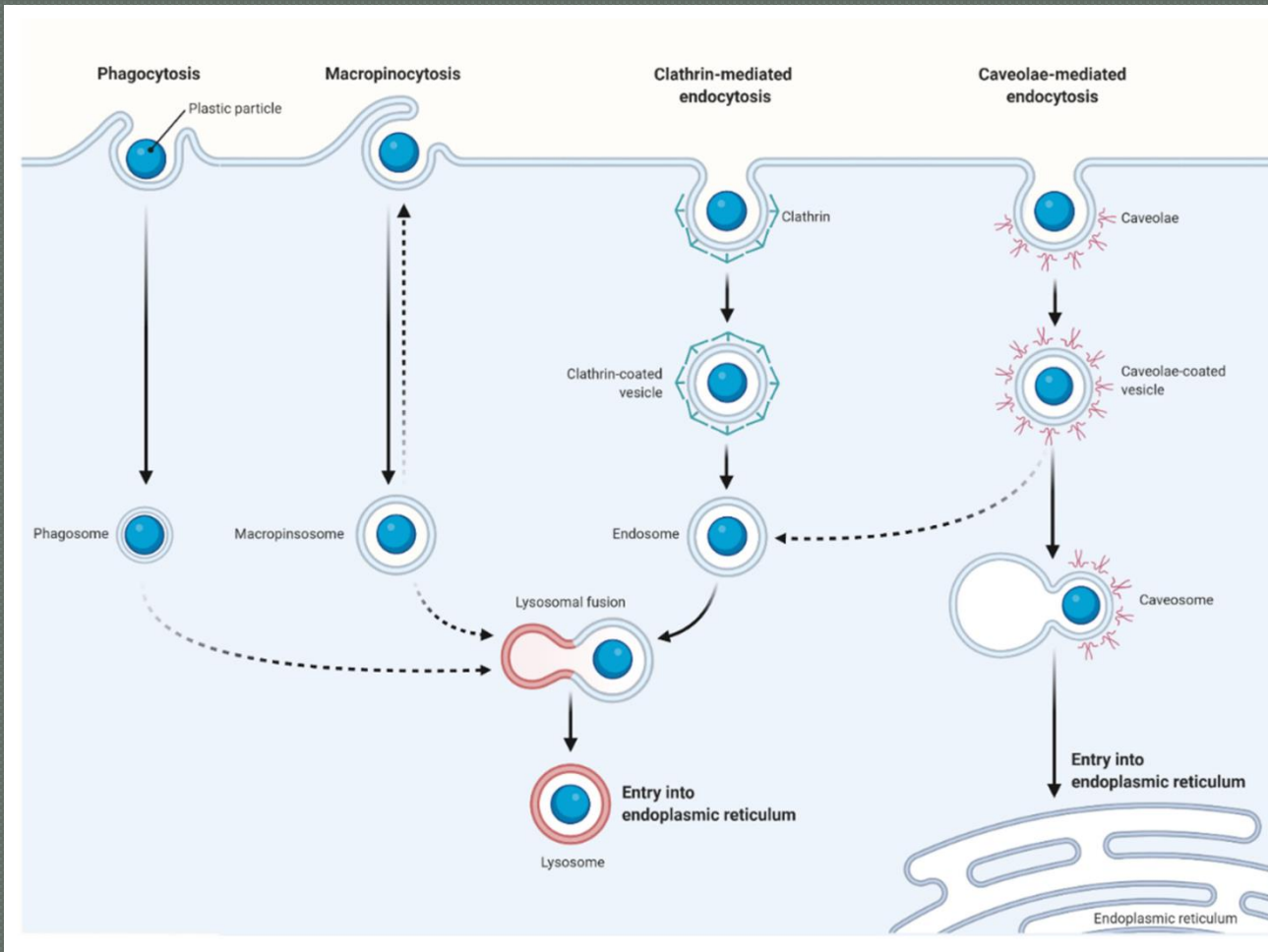
Skin contact of plastic particles

- From plastic particles-containing water
- From plastic particles-containing health and beauty products

Διαδρομές πλαστικών σωματιδίων εισόδου στο ανθρώπινο σώμα

- Εισπνοή, κατάποση και επαφή με το δέρμα.
- Τα νανοπλαστικά μπορεί να αλληλεπιδράσουν με πρωτεΐνες, λιπίδια, υδατάνθρακες, νουκλεϊκά οξέα, ιόντα και νερό στο ανθρώπινο σώμα → εγκλωβισμένα νανοπλαστικά σωματίδια → απορρόφηση.

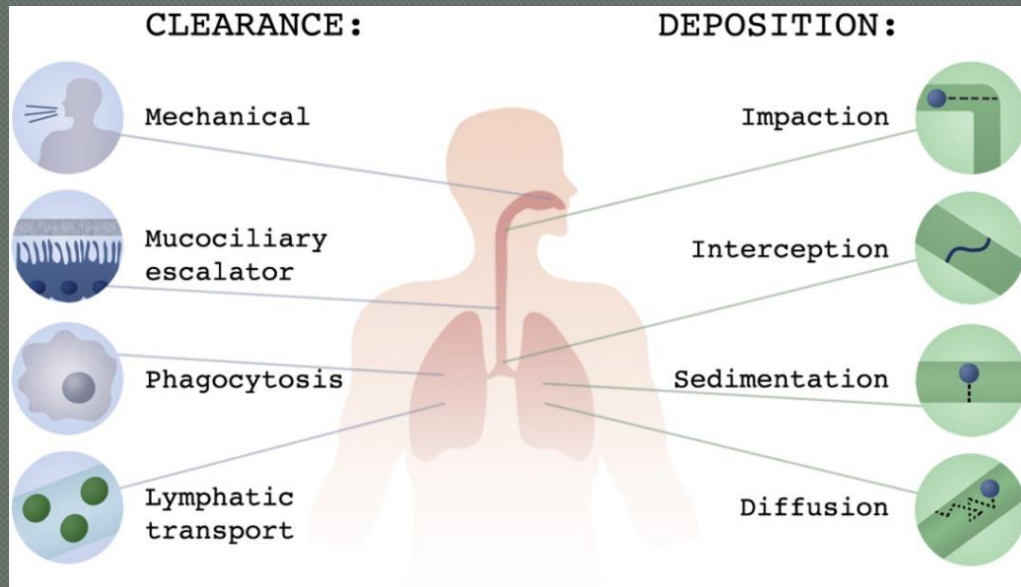
Διαδρομές κυτταρικής πρόσληψης πλαστικών σωματιδίων



Φαγοκυττάρωση, πινοκυττάρωση, ενδοκυττάρωση μέσω κλαθρίνης ή καβεολίνης: κοινές ενδοκυτταρικές οδοί που έχουν ταυτοποιηθεί για κυτταρική πρόσληψη πλαστικών σωματιδίων

Yee, M.S.-L.; Hii, L.-W.; Looi, C.K.; Lim, W.-M.; Wong, S.-F.; Kok, Y.-Y.; Tan, B.-K.; Wong, C.-Y.; Leong, C.-O. Impact of Microplastics and Nanoplastics on Human Health. *Nanomaterials* 2021, 11, 496. <https://doi.org/10.3390/nano11020496>

Μηχανισμοί εναπόθεσης & κάθαρσης σωματιδίων στον ανθρώπινο πνεύμονα



- Η κάθαρση περιλαμβάνει μηχανικές μεθόδους (π.χ. φτέρνισμα), βλεννοκροσσωτή κάθαρση, φαγοκυττάρωση από μακροφάγα και μεταφορά μέσω της λέμφου.
- Η εναπόθεση συντελείται με πρόσκρουση και ενσωμάτωση, καθίζηση (με βαρύτητα) και διάχυση (κίνηση Brown) ή για τις ίνες μέσω επαφής των άκρων τους με το τοίχωμα

From: Prata J. C. (2018). Airborne microplastics: consequences to human health? Environmental Pollution. 234, 115–126.

Καθοριστικοί Παράγοντες

- Μέγεθος, σχήμα, διαλυτότητα και φορτίο επιφάνειας των σωματιδίων καθώς και η **δόση (συγκέντρωση X διάρκεια)** έκθεσης καθορίζουν τον δυνητικό κίνδυνο
- **Βιολογικοί παράγοντες**: ανατομία σημείου απόθεσης, δομή και η φύση της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων με διαφορετικές βιολογικές δομές καθορίζουν τον χρόνο συγκράτησης, άρα την πιθανότητα πρόσληψης / κάθαρσης, απορρόφησης
- Ανθεκτικότητα στη βιοαποικοδόμηση και μεγάλοι χρόνοι ημιζωής πιθανοί επιβαρυντικοί παράγοντες για ανάπτυξη καρκίνου του πνεύμονα (Pauly et al, 1998)

Επιδράσεις εισπνεόμενων σωματιδίων

- Υψηλότερη δόση σε ίνες ► φλεγμονή μετά από χρόνια εισπνοή
- Ινώδη σωματίδια κατά την επαφή τους με τα κύτταρα προάγουν την απελευθέρωση ενδοκυτταρικών αγγελιοφόρων και κυτταροτοξικών παραγόντων ► **φλεγμονή** πνευμόνων ► παραγωγή ROS ► **δευτερογενή γονιδιοτοξικότητα** ► ίνωση, καρκίνος
- Μακρύτερες ίνες → αυξημένη τοξικότητα

Μελέτες σε ανθρώπους

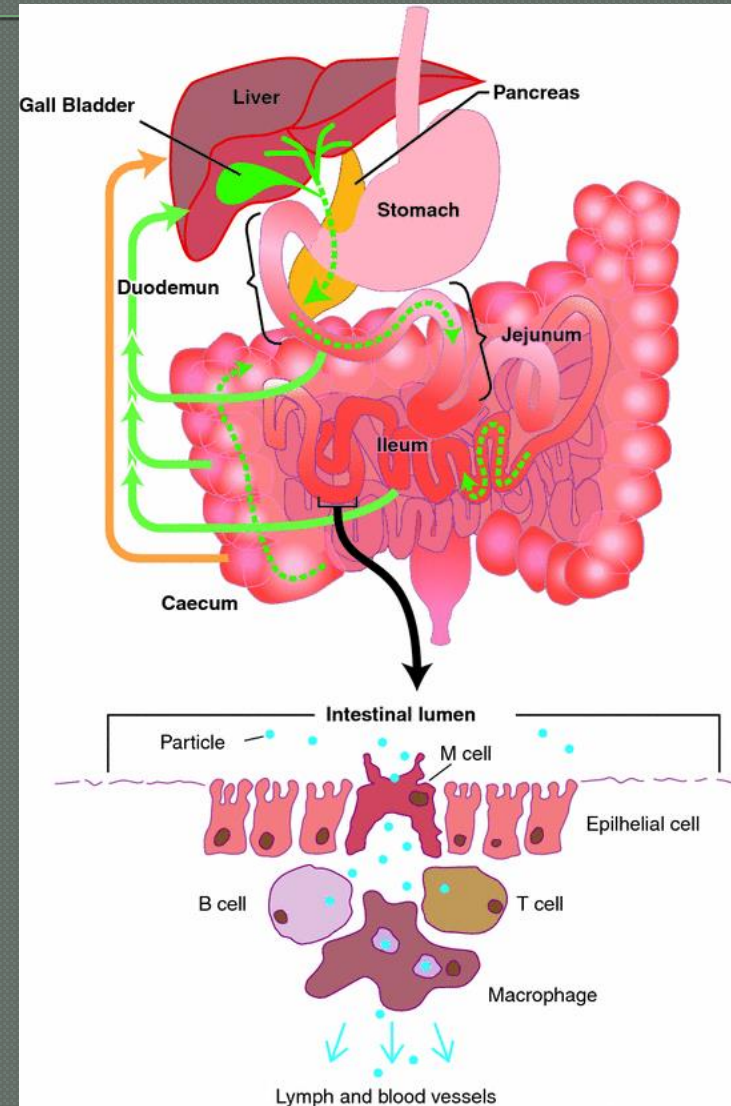
- Ανίχνευση ινών στο 87% (99/114) δειγμάτων ιστού πνεύμονα ασθενών που υπεβλήθηκαν σε αφαίρεση όγκου.
- Ιστοπαθολογική εξέταση βιοψιών πνευμόνων από εργαζόμενους στον τομέα της υφαντουργίας (πολυαμίδιο, πολυεστέρας, πολυολεφίνη και ακρυλικές ίνες) έδειξε **κοκκιωματώδεις βλάβες** που περιέχουν ξένα σωματίδια (αντίστοιχες ίνες) (Pauly et al, 1998).
- Επαγγελματικά εκτιθέμενοι: αύξηση επιπολασμού **ερεθισμού των πνευμόνων** (Warheit et al., 2001)

Μελέτες σε ανθρώπους

- **Τοξικολογικές μελέτες:** άμεση συσχέτιση παθήσεων του πνεύμονα με τη δόση έκθεσης σε ίνες.
- Συγκεκριμένο είδος **διάχυτης πνευμονοπάθειας** παρουσιάστηκε σε εργαζομένους με ίνες νάιλον, αρωματικών πολυαμιδίων και πολυεστέρα (επαγγελματική ασθένεια με βήχα, δύσπνοια, μειωμένη αναπνευστική ικανότητα).
- **Αλλεργική κυψελιδίτιδα** (γνωστή ως πνευμονίτιδα εξ υπερευαισθησίας)

Πρόσληψη και κατανομή σωματιδίων μέσω κατάποσης

- Τα νανοσωματίδια εισάγονται στο αίμα από το έντερο μέσω των κυττάρων M και από εκεί μέσω του λεμφικού συστήματος (κίτρινο χρώμα) στο ήπαρ και τη χοληδόχο κύστη.
- Στη συνέχεια, τα σωματίδια απελευθερώνονται ξανά στο έντερο μαζί με τη χολή (πράσινο χρώμα) πριν την απέκκριση στα κόπρανα και τα ούρα
- νέα τεχνική βιο-απεικόνισης, πολυτροπική μη γραμμική οπτική μικροσκοπία, για την τεκμηρίωση πρόσληψης πολυμερικών νανοσωματιδίων από εντεροκύτταρα στο έντερο ποντικού *in vivo* (Garett et al., 2012).
- From: Galloway T. S. (2015). Micro- and nano-plastics and human health. In: Marine Anthropogenic Litter. M. Bergmann, L. Gutow and M. Klages (eds.), Springer, pp. 344–366.

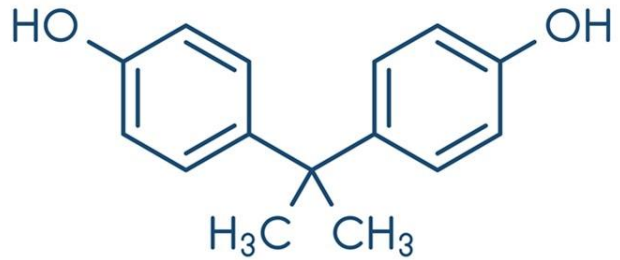


Μελέτες σε ανθρώπους

- Μικροσωματίδια διαφόρων τύπων και μεγεθών (από 0,1 έως 150 μm) μπορούν να εισέλθουν στο λεμφικό σύστημα (Hussain et al., 2001).
- Όργανα-στόχοι: Ήπαρ, σπλήνας, νεφροί, καρδιά (Galloway, 2015, Wright & Kelly, 2017).
- Τα νανοσωματίδια είναι ικανά να ξεπεράσουν το φράγμα αίματος-εγκεφάλου, παρέχοντας χημικές ουσίες άμεσα στον εγκέφαλο (Lockman et al., 2004).
- Τα σωματίδια PVC περνούν μέσω του πλακούντα στην εμβρυϊκή κυκλοφορία (Wright & Kelly, 2017).
- Τα μικροπλαστικά απεκκρίνονται μέσω κοπράνων, ούρων, πνευμονικών κυψελίδων, περιτοναϊκής κοιλότητας, εγκεφαλονωτιαίου υγρού και μέσω γάλακτος σε θηλάζουσες γυναίκες.

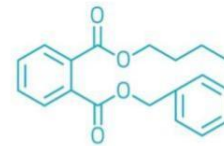
Διαδερμική απορρόφηση σωματιδίων

- Προϋποθέτει τη διείσδυση μέσω της κεράτινης στοιβάδας, η οποία περιορίζεται σε σωματίδια ≤ 100 nm, οπότε μόνο τα νανοσωματίδια αναμένεται να προσλαμβάνονται από το δέρμα (Revel et al., 2018).

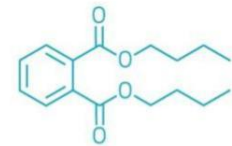


bisphenol A

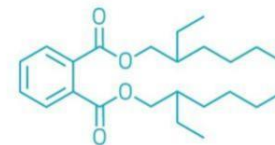
Επιπτώσεις από τις χημικές ουσίες (Chemical effects)



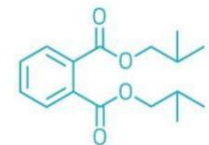
Butyl benzyl phthalate (BBP)



Di-*n*-butyl phthalate (DBP)



Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)

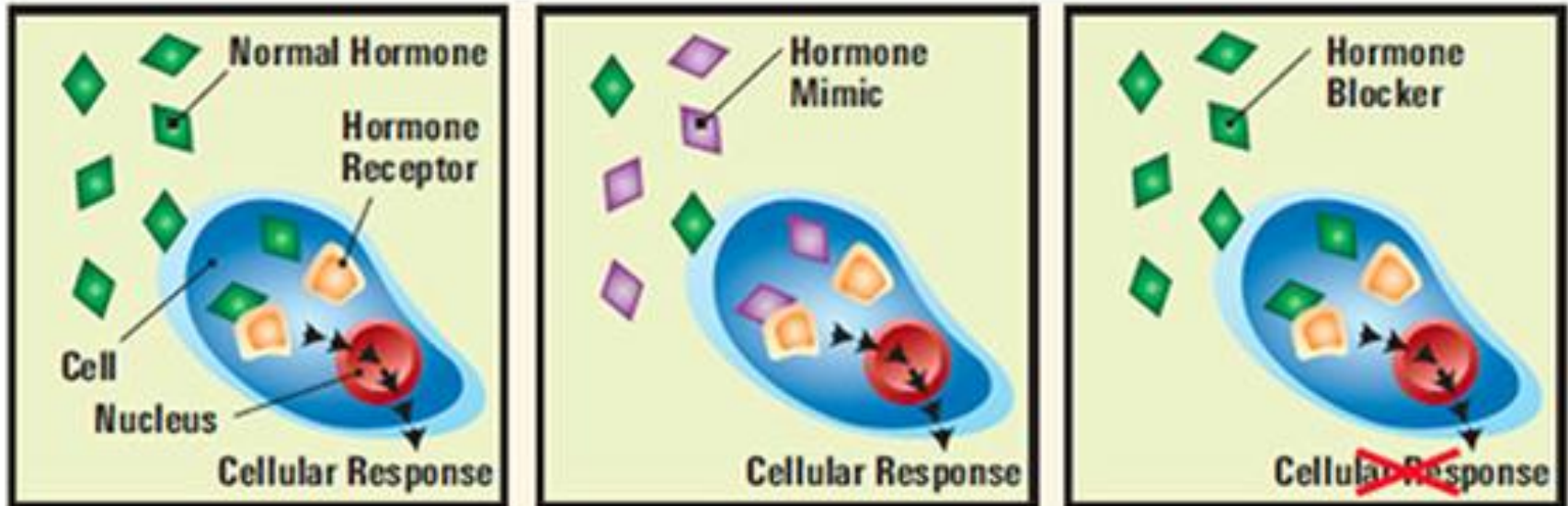


Diisobutyl phthalate (DIBP)

I) Δισφαινόλη Α (ΒΡΑ)

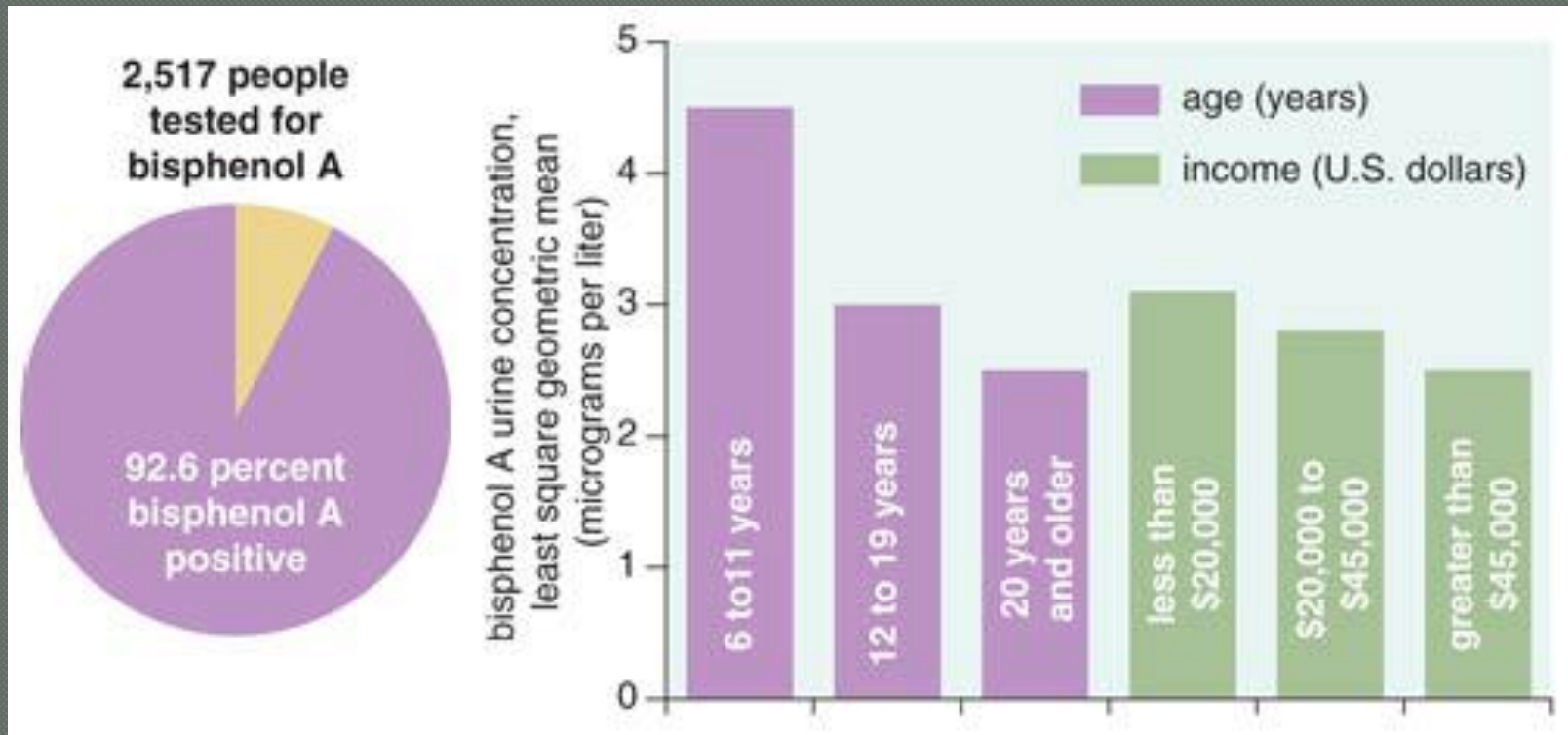
- ◉ Δομικό στοιχείο των πολυκαρβονικών πολυμερών και των εποξειδικών ρητινών
- ◉ Λόγω δομικής ομοιότητας, **«μιμείται» την οιστραδιόλη** (στεροειδής ορμόνη, κύριο οιστρογόνο) και δεσμεύεται στους υποδοχείς της
- ◉ Παρεμβάλλεται στη φυσιολογική βιοσύνθεση των ορμονών, τη σηματοδότηση και τον μεταβολισμό τους

Ενδοκρινικοί διαταράκτες



When absorbed in the body, an endocrine disruptor can decrease or increase normal hormone levels (left), mimic the body's natural hormones (middle), or alter the natural production of hormones (right).

ΒΡΑ & Μελέτες βιοπαρακολούθησης



Συγκέντρωση ΒΡΑ σε δείγματα ούρων στον γενικό πληθυσμό των ΗΠΑ (2517 δείγματα από NHANES)

From: Calafat, A. M., Ye, X., Wong, L. Y., Reidy, J. A., & Needham, L. L. (2008). Exposure of the U.S. population to bisphenol A and 4-tertiary-octylphenol: 2003- 2004. *Environmental health perspectives*, 116(1), 39-44.

BPA & Μελέτες βιοπαρακολούθησης

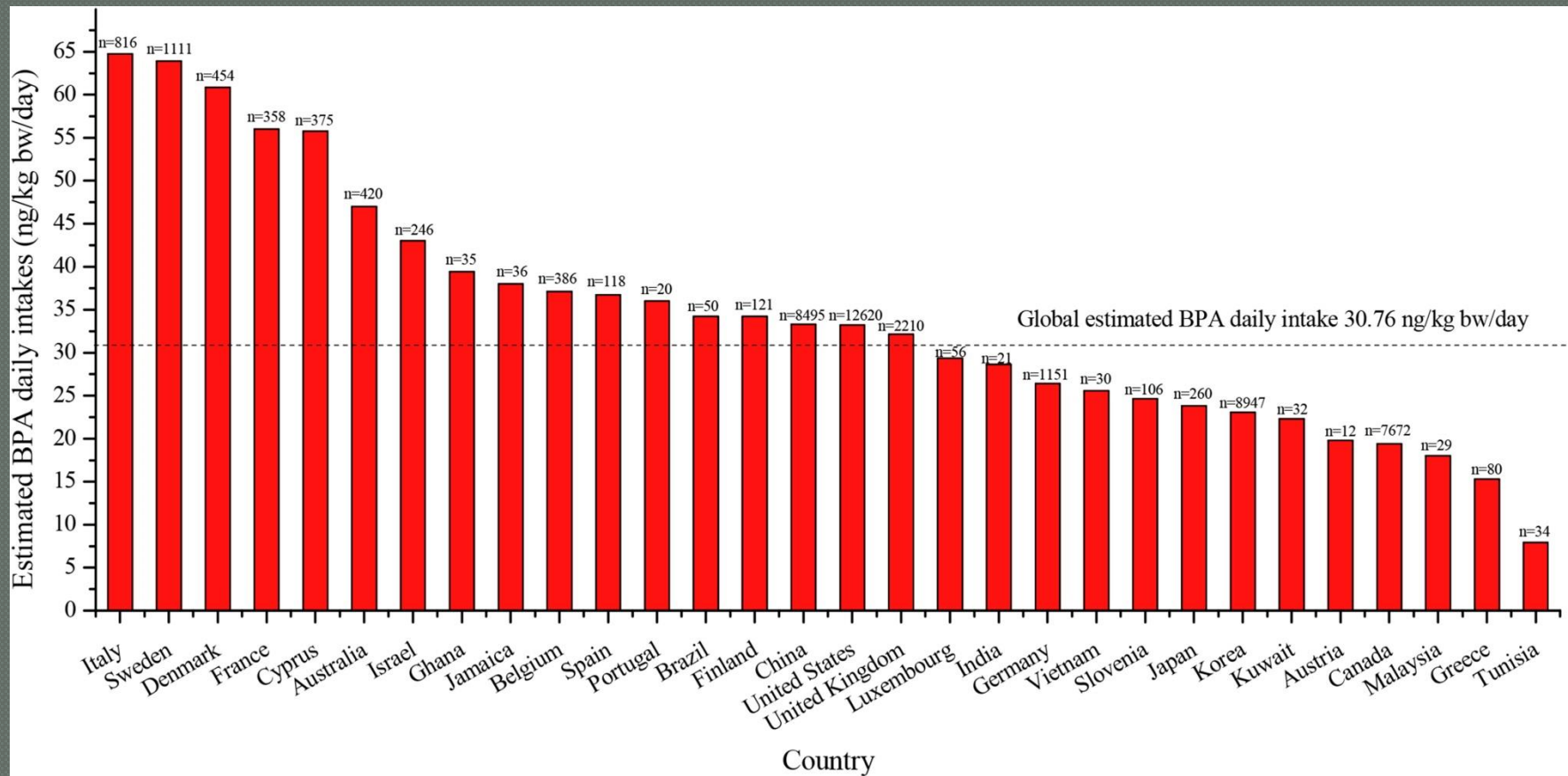
- Δείγματα από τρίχες κεφαλής στην Ελλάδα

Ομάδα	N	Μέση τιμή (pg/mg)	Τυπική απόκλιση	p value
Παιδιά	72	20,6	33,3	0,011
Ενήλικες	50	16,6	12,1	

Παιδιά: υψηλότερες συγκεντρώσεις BPA

Karzi et al., (2018) Biomonitoring of bisphenol A, triclosan and perfluorooctanoic acid in hair samples of children and adults. *J Appl Toxicol.* 2018;1–9.

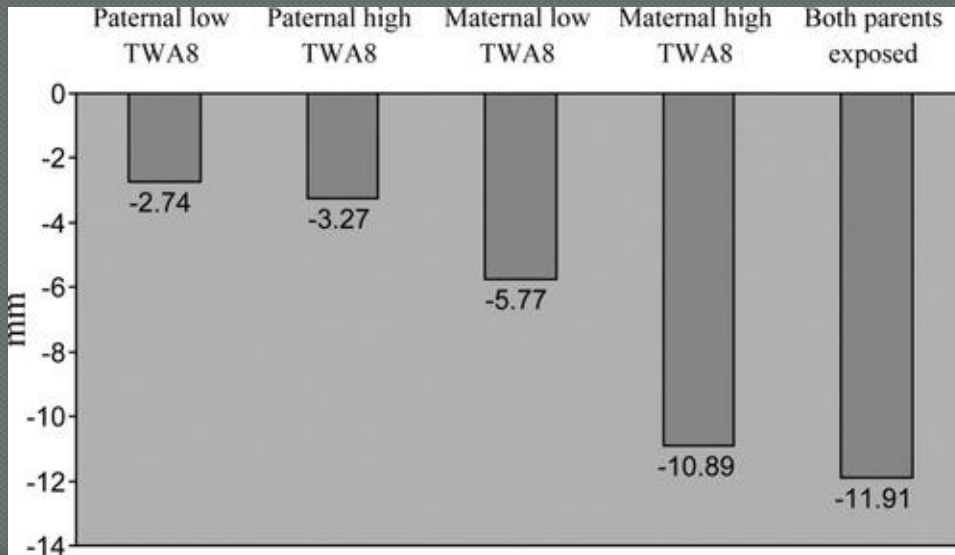
Υπολογιζόμενη ημερήσια πρόσληψη ΒΡΑ



- Estimated BPA daily intakes in adults among different countries, n means urinary concentration sample size
- Ri-ping Huang, Ze-hua Liu, Su-fen Yuan, Hua Yin, Zhi Dang, Ping-xiao Wu. 2017 Worldwide human daily intakes of bisphenol A (BPA) estimated from global urinary concentration data (2000–2016) and its risk analysis, *Environmental Pollution*, 230, 143-152, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.06.026>.

Επιδημιολογικές μελέτες (I)

- Μειωμένη ανδροποίηση (μείωση της πρωκτογεννητικής απόστασης) σε γιούς εργατών που εκτέθηκαν σε ΒΡΑ κατά την εγκυμοσύνη



153 αγόρια, Κίνα, 2004-2008:
56 με εκτεθειμένους γονείς
κατά την εγκυμοσύνη και 97 με
μη εκτεθειμένους γονείς

Miao M., Yuan W., He Y., Zhou Z., Wang J., Gao E., Li G. and Li D. K. (2011). In utero exposure to bisphenol-A and anogenital distance of male offspring. *Birth Defects Research A Clinical and Molecular Teratology*, 91, 867–72.

Επιδημιολογικές μελέτες (II)

- ◉ Κορέα: νεογέννητα με υποσπαδία είχαν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ΒΡΑ στο πλάσμα (Choi et al., 2012)
- ◉ Γαλλία: κρυπτορχιδισμός (παράγοντας κινδύνου για υπογονιμότητα και καρκίνο όρχεων) σε νεογέννητα αγόρια συνδέθηκε με συγκέντρωση ΒΡΑ (Fenichel et al., 2013)
- ◉ Δράση ΒΡΑ: ειδική ανά είδος (άνθρωποι 100 φορές πιο ευαίσθητοι στη ΒΡΑ σε σχέση με αρουραίους και ποντίκια) (N'Tumba-Byn et al., 2012).

Επιδημιολογικές μελέτες (III)

- ↑ BPA στο αίμα σε γυναίκες με πολυκυστικές ωοθήκες (kandaraki et al., 2011)
- Ισχυρή συσχέτιση έκθεσης σε BPA *in utero* ή προεφηβικά και διαταραχών συμπεριφοράς (υπερκινητικότητα, επιθετικότητα, μείωση προσοχής, αγχώδεις διαταραχές)
- Αντικρουόμενα αποτελέσματα για τη σχέση μητρικής έκθεσης σε BPA και βάρους γέννησης
- Δεν έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ BPA και διαταραχών ενδομητρίου, ή καρκίνου στήθους
- Ιδιαίτερης σημασίας η έκθεση σε BPA κατά τα «κρίσιμα παράθυρα ανάπτυξης»

Σχετιζόμενες παθήσεις

- ◉ Παχυσαρκία, μεταβολικό σύνδρομο, διαβήτης έχουν συνδεθεί με έκθεση σε BPA
- ◉ Καρδιαγγειακές παθήσεις και υπέρταση
- ◉ Λειτουργία θυρεοειδούς (↑ T3, ↓TSH)

- ◉ Προσωρινό **T**olerable **D**aily **I**ntake:
4 μg/kg bw/day (EFSA, 2015).
- ◉ Σεπτέμβρης 2018: επανεκτίμηση **TDI**
(αναμενόταν το 2020)

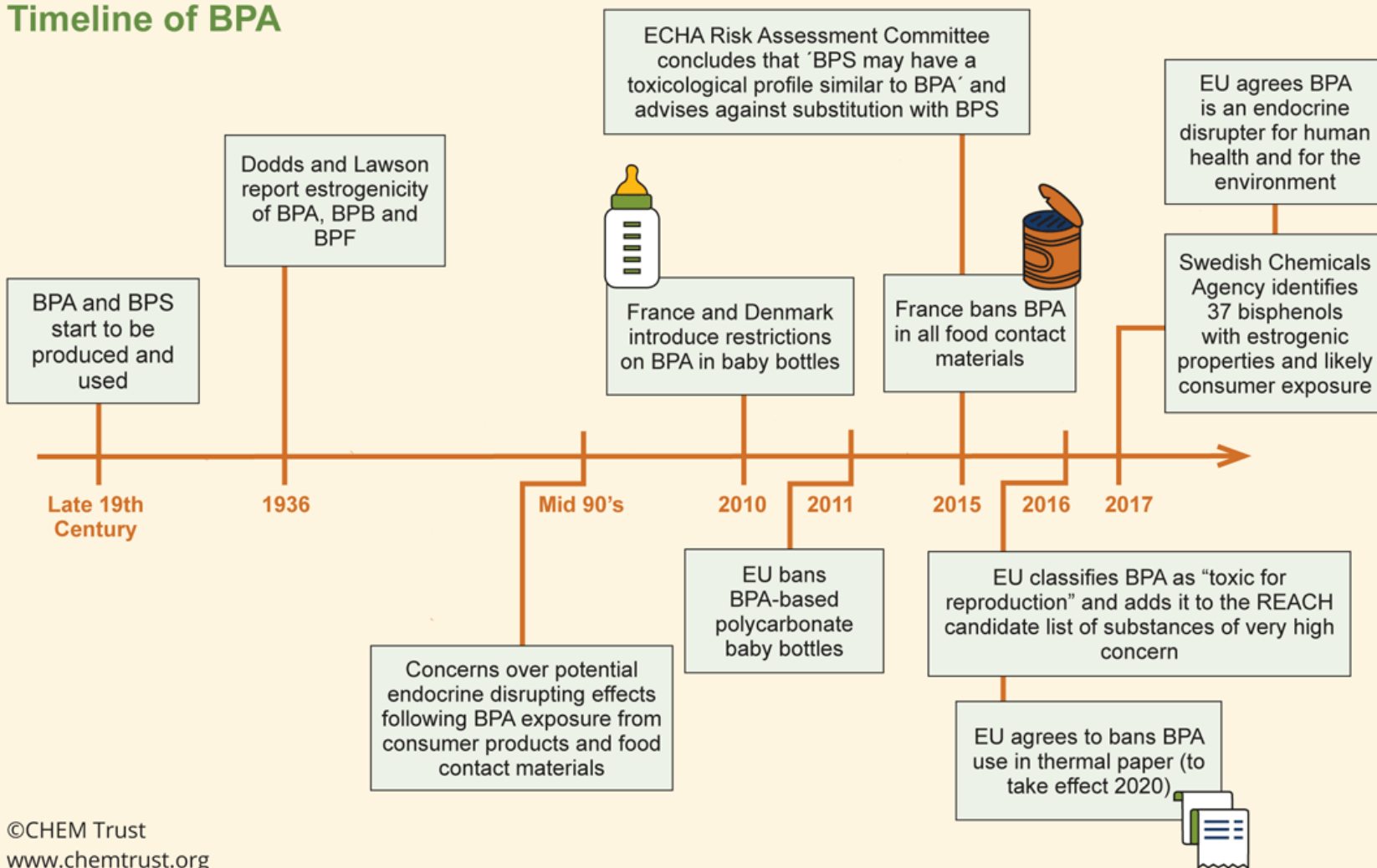
Όριο ειδικής μετανάστευσης

- Με βάση τη γνώμη της EFSA, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή μετέφρασε το νέο TDI σε ένα νέο όριο ειδικής μετανάστευσης (**Specific Migration Limit, SML**) και κοινοποίησε στον Παγκόσμιο Οργανισμό Εμπορίου (ΠΟΕ) ένα σχέδιο κανονισμού που προτείνει την εφαρμογή αυτού του νέου SML για την ΒΡΑ σε υλικά που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα.

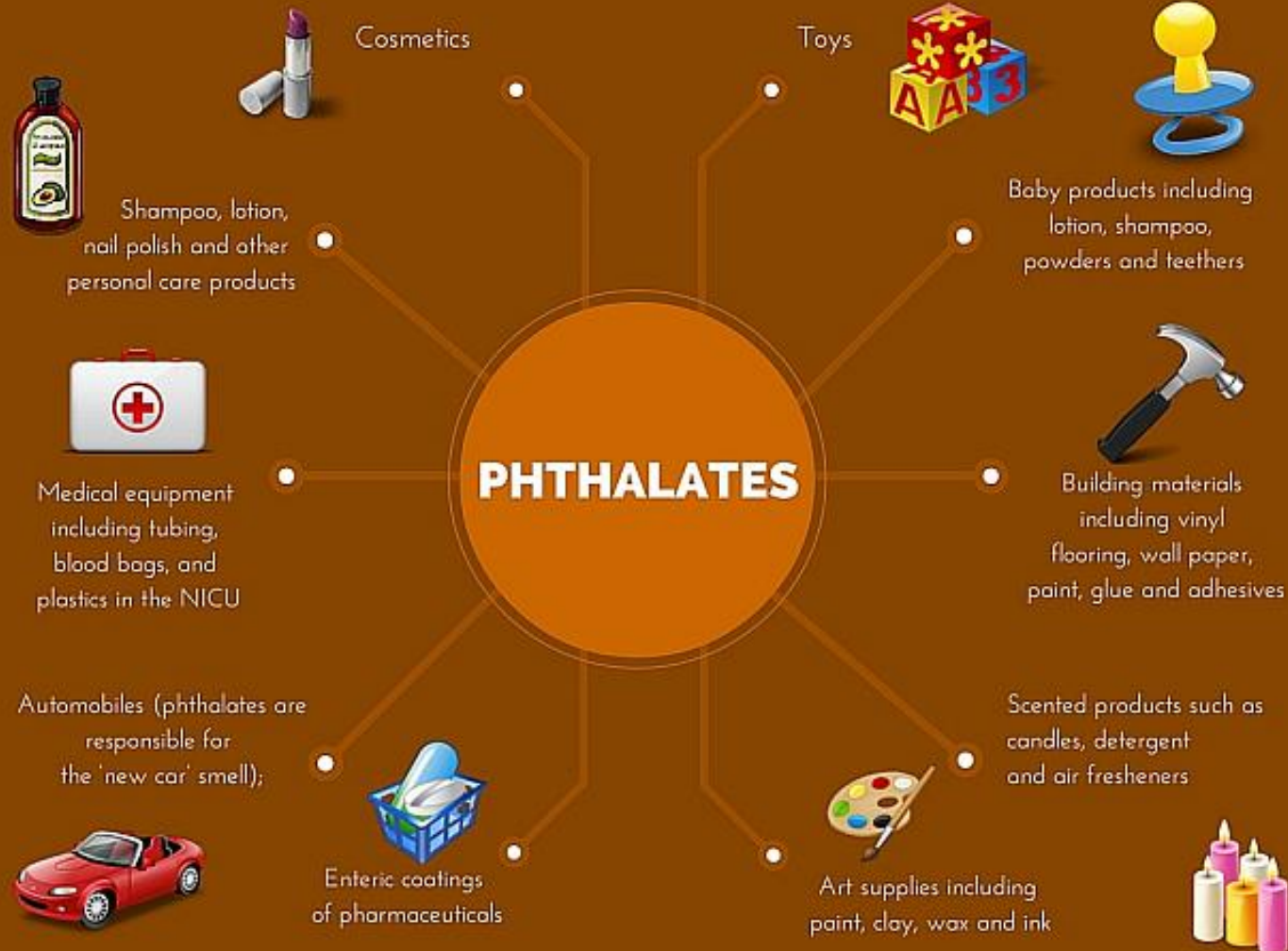
Όριο ειδικής μετανάστευσης

- Το Ειδικό Όριο Μετανάστευσης ή "SML" είναι το μέγιστο ποσό μιας ουσίας που "επιτρέπεται" να μεταναστεύει από τη συσκευασία στο τρόφιμο. Εξασφαλίζει ότι το υλικό που έρχεται σε επαφή με τρόφιμα δεν αποτελεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Προέρχεται από το TDI και υπολογίζεται σε $\mu\text{g BPA} / \text{kg}$ τροφής.
- Το SML είναι ένα ουσιαστικό εργαλείο για να διασφαλιστεί ότι το TDI τηρείται για όλους τους καταναλωτές, συμπεριλαμβανομένων των πιο ευαίσθητων πληθυσμών.
- **0.05 mg BPA / kg τροφίμου**

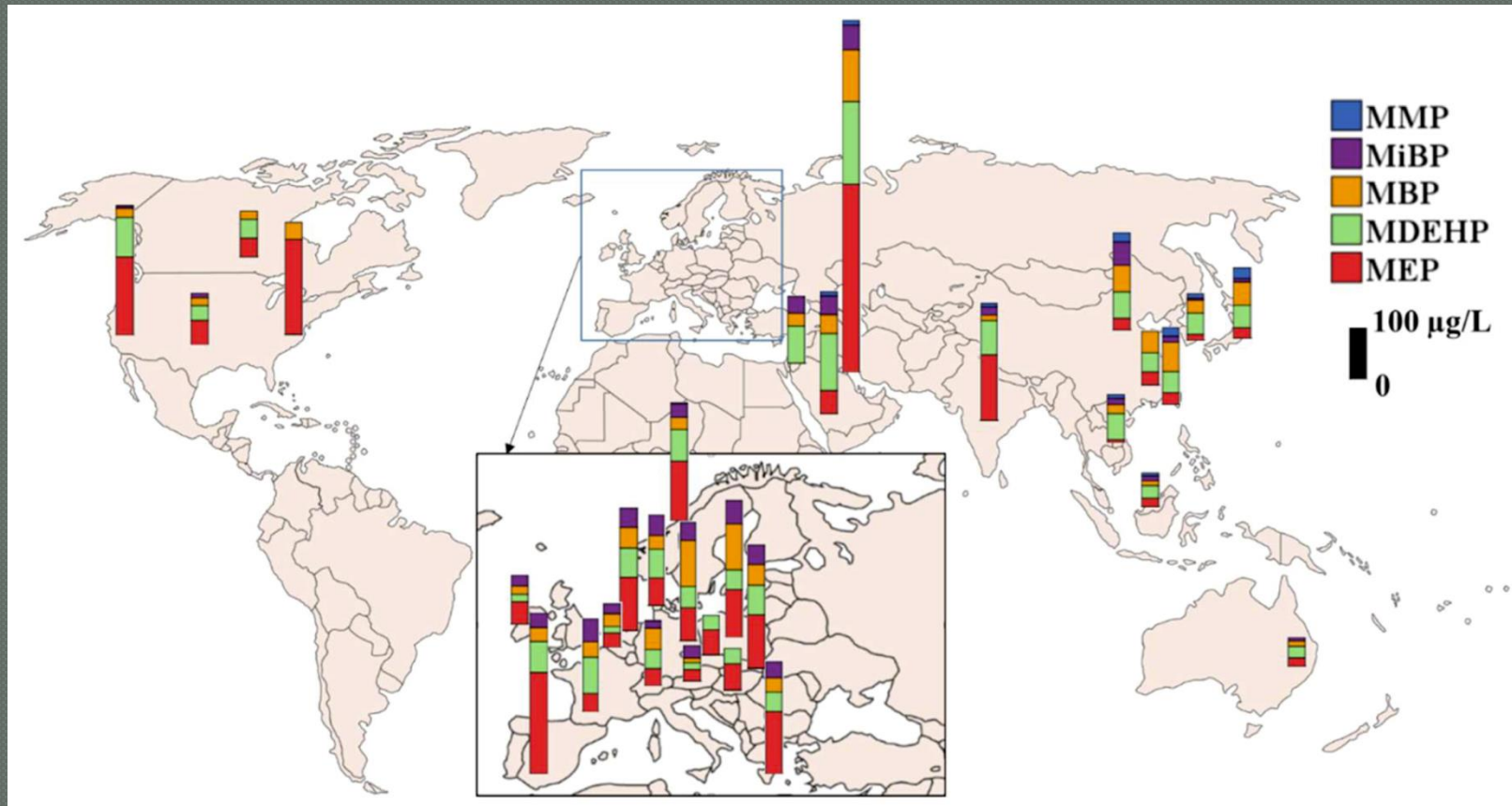
Timeline of BPA



II) Φθαλικοί εστέρες: πλαστικοποιητές



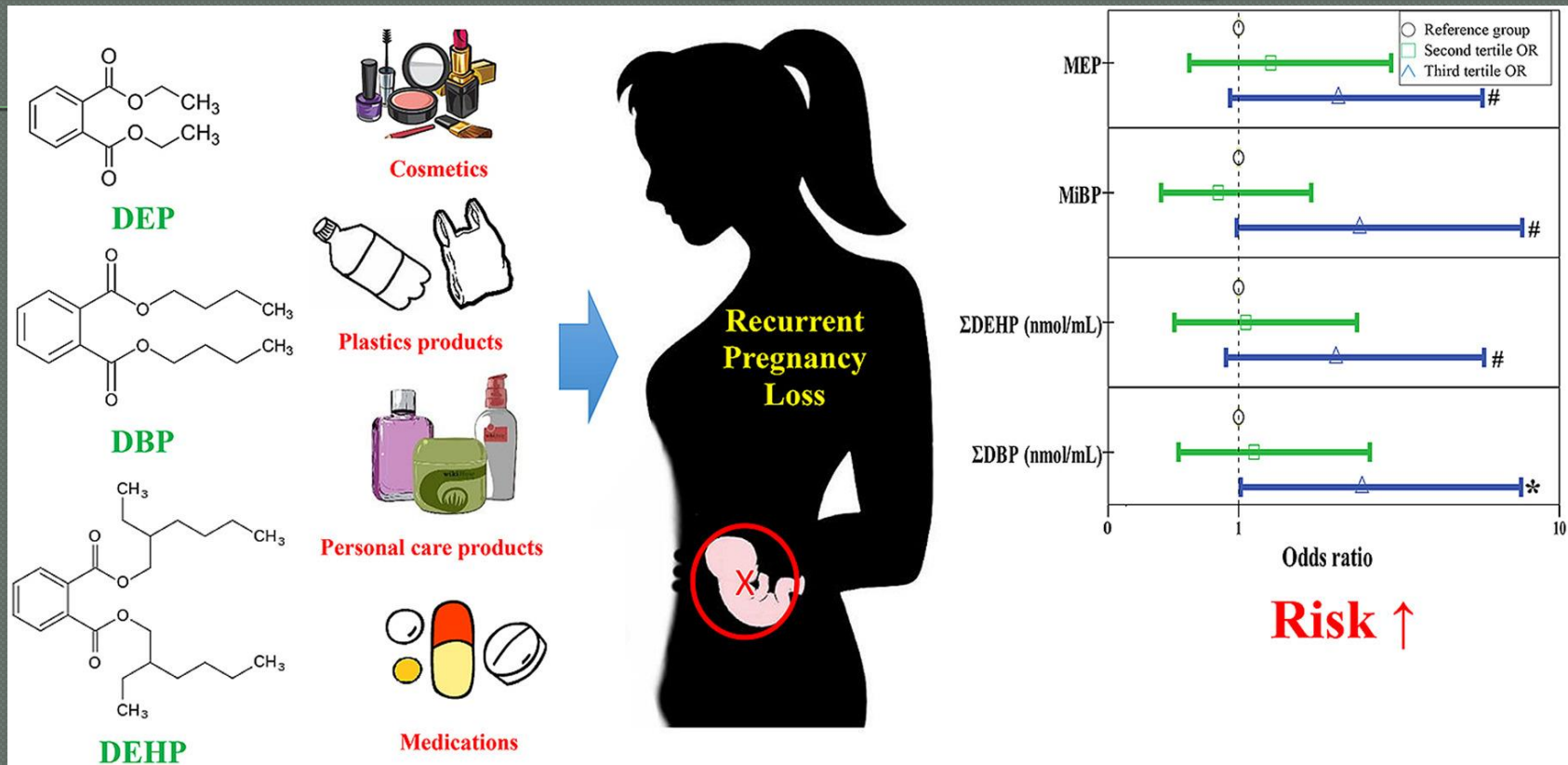
Φθαλικά & Μελέτες βιοπαρακολούθησης



Συγκεντρώσεις (στα ούρα) μεταβολιτών φθαλικών ουσιών σε ενήλικες (γενικός πληθυσμός) από αρκετές χώρες (MDEHP: Σύνολο μεταβολιτών DEHP, δεδομένα μετά το 2000, διάμεση συγκέντρωση).

Benjamin, Masai, Kamimura, Takahashi, Anderson, & Faisal. (2017). Phthalates impact human health: Epidemiological evidences and plausible mechanism of action. *Journal of Hazardous Materials*, 340, 360-383.

Επιδράσεις στην υγεία



Taiwan, 2013-2017: 103 γυναίκες με επαναλαμβανόμενη απώλεια κύησης και 76 controls. Προσδιορισμός 11 μεταβολιτών φθαλικών στα ούρα. Λογιστική παλινδρόμηση: το επίπεδο ούρων του ΣDBP (mono-n-butyl phthalate (MnBP)+ mono-iso-butyl phthalate (MiBP) συσχετίστηκε σημαντικά με αυξημένο κίνδυνο για RPL (OR = 2,85, $p = 0,045$).

Liao et al., (2018). Increased risk of phthalates exposure for recurrent pregnancy loss in reproductive-aged women. Environmental Pollution 241, 969-977

Επιπτώσεις στην υγεία από έκθεση σε φθαλικά - Επιδημιολογικές μελέτες

- Αντι-ανδρογόνος δράση: εκ γενετής ανωμαλίες στην ανάπτυξη των ανδρικών γεννητικών οργάνων
- Διατάραξη λειτουργίας θυρεοειδούς
- Επιδράσεις στο αναπνευστικό σύστημα (αλλεργίες, ρινίτιδες, άσθμα, τοξικότητα)
- Πρόωρη ανάπτυξη στήθους και ηβικής τριχοφυΐας στα κορίτσια (?)
- Καθυστέρηση εφηβείας στα αγόρια (?)
- Μειωμένη ποιότητα σπέρματος (?)
- Παιδική Παχυσαρκία (?)
- Καρδιαγγειακές ανωμαλίες (?)

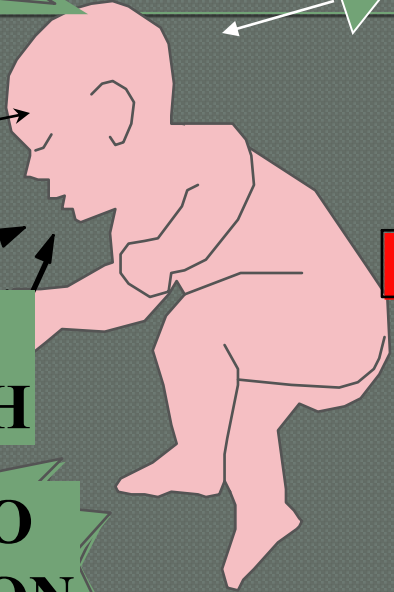
**ΤΟΞΙΚΕΣ
ΟΥΣΙΕΣ**

ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ

ΔΙΑΤΡΟΦΗ

**ΓΕΝΕΤΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΗ**

**ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**



**Παιδική ηλικία:
Ασθένεια, Υγεία**

**Ενήλικες:
Ασθένεια, Υγεία**



Λοιμώξεις
Τοξικές ουσίες
Γενετ. Προδ.
Θρέψη
Κοινωνικό
Περιβάλλον



Σας ευχαριστώ για την προσοχή
σας!

