



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
Τμήμα Διαιτολογίας και Διατροφολογίας



**ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΟΛΟΓΙΑΣ**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Ο ρόλος του σεληνίου στην αντιμετώπιση της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας στην  
παιδική και εφηβική ηλικία**

**The role of selenium in the treatment of autoimmune thyroiditis in children and  
adolescents**

Βουλγαράκη Σεβαστιανή Α.Μ. 3521168  
Στεφανίδης Πέτρος Α.Μ. 3521055

### **ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

Παπαγιάννη Μαρία

Επίκουρος καθηγήτρια Παιδιατρικής Ενδοκρινολογίας-Μεταβολισμού και Διατροφής  
στο παιδί και τον έφηβο

Τρίκαλα, 2025



# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

|               |    |
|---------------|----|
| ΕΙΚΟΝΑ 1..... | 26 |
|---------------|----|

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

|                |    |
|----------------|----|
| ΠΙΝΑΚΑΣ 1..... | 11 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 2..... | 13 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3..... | 14 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 4..... | 15 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 5..... | 41 |

# Περιεχόμενα

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Περίληψη.....                                                                  | 6  |
| Abstract .....                                                                 | 7  |
| <br>                                                                           |    |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....                                                                 | 8  |
| ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....                                                              | 9  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΣΕΛΗΝΙΟ ΕΝΑ ΒΑΣΙΚΟ ΜΙΚΡΟΘΡΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ .....                    | 10 |
| 1.1 Ορισμός και σημασία σεληνίου στον οργανισμό.....                           | 10 |
| 1.2 Πηγές και συνιστώμενη πρόσληψη σεληνίου.....                               | 13 |
| 1.3 Μεταβολισμός του σεληνίου και βιοδιαθεσιμότητά του.....                    | 15 |
| 1.4 Αλληλεπίδραση με άλλα μικροθρεπτικά συστατικά.....                         | 17 |
| 1.5 Κλινική εικόνα ανεπάρκειας και υπερβολικής πρόσληψης σεληνίου.....         | 21 |
| 1.6 Συσχέτιση χορήγησης σεληνίου με νοσήματα του θυρεοειδούς.....              | 22 |
| <br>                                                                           |    |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΥΤΟΑΝΟΣΗ ΘΥΡΕΟΕΙΔΙΤΙΔΑ.....                                       | 24 |
| 2.1 Ορισμός και επιδημιολογία της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας.....               | 24 |
| 2.2 Παθοφυσιολογία της νόσου.....                                              | 26 |
| 2.3 Κλινική εικόνα και διάγνωση.....                                           | 28 |
| 2.4 Επιπτώσεις στην παιδική και εφηβική ηλικία.....                            | 29 |
| <br>                                                                           |    |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΣΕΛΗΝΙΟΥ ΣΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ<br>ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ ΑΔΕΝΑ..... | 31 |
| 3.1 Η σημασία του σεληνίου στην σύνθεση των θυρεοειδικών ορμονών.....          | 31 |
| 3.2 Η αντιοξειδωτική δράση του σεληνίου στο θυρεοειδή.....                     | 32 |
| 3.3 Συσχέτιση του σεληνίου με την εξέλιξη της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας...     | 33 |
| <br>                                                                           |    |
| ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....                                                              | 35 |
| <br>                                                                           |    |
| ΣΚΟΠΟΣ.....                                                                    | 36 |
| <br>                                                                           |    |
| ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....                                                               | 36 |

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>            | <b>37</b> |
| <b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>                | <b>43</b> |
| <b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>            | <b>45</b> |
| <b>ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ.....</b> | <b>45</b> |
| <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>            | <b>46</b> |

## Περίληψη

Η αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα (ΑΘ) γνωστή και ως θυρεοειδίτιδα Hashimoto , αποτελεί την συχνότερη αιτία υποθυρεοειδισμού σε παιδιά και εφήβους , με ιδιαίτερα αυξημένα ποσοστά στο γυναικείο φύλο. Η εμφάνιση της ΑΘ οφείλεται στην χρόνια φλεγμονή του θυρεοειδούς αδένος , λόγω της αυτοάνοσης αντίδρασης του οργανισμού , η οποία μπορεί να οδηγήσει σε δυσλειτουργία του θυρεοειδούς αδένος με αποτέλεσμα την εμφάνιση κυρίως υποθυρεοειδισμού και πιο σπάνια υπερθυρεοειδισμού. Τα τελευταία χρόνια έχει αναδειχθεί ιδιαίτερα ο ρόλος ενός ιχνοστοιχείου , του σεληνίου , το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στη σωστή λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος και του ανοσοποιητικού συστήματος.

Η παρούσα εργασία εξετάζει διεξοδικά τον ρόλο του σεληνίου στην αντιμετώπιση της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας στον παιδιατρικό πληθυσμό , εστιάζοντας τόσο στις βασικές λειτουργίες του ιχνοστοιχείου στον οργανισμό όσο και σε δεδομένα από μελέτες οι οποίες αξιολογούν την επίδρασή του στην λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος καθώς και στην κλινική εξέλιξη της νόσου. Επιπλέον , αναλύονται η βιοδιαθεσιμότητα του σεληνίου , οι διατροφικές του πηγές καθώς και οι επιπτώσεις στον οργανισμό από την κλινική ανεπαρκή ή την υπερβολική του πρόσληψη. Στόχος αυτής της εργασίας είναι η καλύτερη κατανόηση του θεραπευτικού προφίλ του σεληνίου στην αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα σε παιδιά και εφήβους καθώς και να αναδειχθεί η σημασία της εξατομικευμένης διατροφικής παρέμβασης στην πρόληψη και διαχείριση της νόσου.

Λέξεις κλειδιά: σελήνιο- , αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα- , παιδιά- , έφηβοι- , θυρεοειδική νόσος

## Abstract

Autoimmune thyroiditis, also known as Hashimoto's, is the most common cause of hypothyroidism in children and adolescents, with a particularly high incidence in females. The occurrence of AT is due to chronic inflammation of the thyroid gland, due to the body's autoimmune reaction, which gradually causes damage to the function of the thyroid gland and reduces the production of thyroid hormones. However, in recent years, the role of selenium, an essential trace element, has been particularly highlighted, which plays an important role in supporting thyroid function and regulating the immune system.

This paper comprehensively examines the role of selenium in the treatment of autoimmune thyroiditis in the pediatric population, focusing both on the basic functions of the trace element in the body and on data from studies that evaluate its effect on thyroid function and on the clinical progression of the disease. In addition, the bioavailability of selenium, its dietary sources, and the effects of clinical deficiency or overdose are analyzed. The aim of this paper is to better understand the therapeutic profile of selenium in autoimmune thyroiditis in children and adolescents as well as to highlight the importance of individualized nutritional intervention in the prevention and management of the disease.

*Key-words: selenium- , autoimmune thyroiditis- , children- , adolescents- , thyroid disease*

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα (ΑΘ) επηρεάζει εκατομμύρια άτομα στον κόσμο με τα ποσοστά να κυμαίνονται στο 10% για τον γυναικείο πληθυσμό ενώ στο ανδρικό πληθυσμό το ποσοστό αυτό ανέρχεται σε μόλις 2%. Αντίστοιχα το ποσοστό αυτό στα παιδιά και στους εφήβους ανέρχεται στο 3,5%.(Bonfig et al.,2010) Στον παιδιατρικό πληθυσμό οι πιο συχνές μορφές της ΑΘ είναι η θυρεοειδίτιδα Hashimoto και η νόσος Graves. Πιο συγκεκριμένα, η θυρεοειδίτιδα Hashimoto προκαλεί χρόνια φλεγμονή στον θυρεοειδή αδένα με τον υποθυρεοειδισμό να απαντάται σε μεγαλύτερη συχνότητα και να επηρεάζει επιπλέον τα διάφορα συστήματα του οργανισμού. Το σελήνιο είναι ένα ανόργανο χημικό στοιχείο με την χημική ονομασία Se που βρίσκεται στη φύση και αποτελεί απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον άνθρωπο καθώς συμβάλλει σε πολλαπλές λειτουργίες του οργανισμού και η ποσότητα του στον οργανισμό κυμαίνεται μεταξύ 10-20 mg και το 50% να είναι αποθηκευμένο στους μυς, στους νεφρούς, στο ήπαρ, στο σκελετό και στους άντρες στους όρχεις. Βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα στον θυρεοειδή αδένα έχοντας ρόλο στην παραγωγή των θυρεοειδικών ορμονών και στην προστασία του οργανισμού από οξειδωτικούς και προ-οξειδωτικούς παράγοντες. Το σελήνιο συνήθως βρίσκεται με την μορφή σεληνοπρωτεϊνών όπως η σεληνομεθειονίνη και η σεληνοκυστεΐνη και ο ρόλος του στην παραγωγή των θυρεοειδικών ορμονών κατά τη διαδικασία της αποϊωδίωσης είναι σημαντικός. Επιπλέον, έχει προστατευτικό ρόλο στα θυρεοκύτταρα, μέσω της αντιοξειδωτικής ικανότητας του ενζύμου υπεροξειδάση της γλουταθειονίνης GPx. Τέλος, το σελήνιο ως συστατικό των τροφίμων εμφανίζεται σε διάφορες μορφές και εντοπίζεται σε τρόφιμα όπως τα θαλασσινά, τα ψάρια, τα δημητριακά, το κρέας, την μαγιά, ενώ πολύ σημαντική πηγή σεληνίου αποτελούν τα καρύδια Βραζιλίας. Στην ανόργανη μορφή του βρίσκεται στο πόσιμο νερό και στα συμπληρώματα διατροφής.

## ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

## **Σελήνιο: Ένα βασικό μικροθρεπτικό συστατικό**

### **1.1 Ορισμός και σημασία σεληνίου στον οργανισμό**

Το σελήνιο (Se) είναι ένα απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον ανθρώπινο οργανισμό το οποίο χρειάζεται σε μικρές ποσότητες για να επιτελέσει βασικές λειτουργίες του οργανισμού. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια η εύρεση της βέλτιστης πρόσληψης Se για τον οργανισμό αποτελεί ένα από τα πιο επιτακτικά ζητήματα της σύγχρονης υγειονομικής περίθαλψης. (Minich , 2022)

Το Se αφού ληφθεί μέσω της τροφής και προσληφθεί στην συνέχεια από το ήπαρ μέσω της πυλαίας κυκλοφορίας , με την μορφή των σεληνοπρωτεϊνών εμπλέκεται σε διάφορες λειτουργίες του οργανισμού, οι οποίες είναι γνωστές για τις αντιφλεγμονώδεις τους ιδιότητες καθώς και την οξειδοαναγωγική τους δράση. Μία από αυτές είναι η ενεργοποίηση των ανοσοκυττάρων, διαδικασία σημαντική για την ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος. (Zhang et.al , 2023)

Η συμβολή του είναι ιδιαίτερα σημαντική στη λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος καθώς παίζει καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή των ορμονών του. Έχει βρεθεί ότι τα χαμηλά επίπεδα Se έχουν συσχετιστεί με βλάβες και αυξημένο οξειδωτικό στρες στον θυρεοειδή ιστό. Κάποιες άλλες λειτουργίες στις οποίες εμπλέκεται είναι η απενεργοποίηση των βαρέων μετάλλων στο σώμα , η προστασία από καρκινογόνες ουσίες και ξеноβιοτικά καθώς και η ανοσοτροποποίηση και ο μεταβολισμός των προσταγλανδινών , της προστακυκλίνης και της θρομβοξανής οι οποίες είναι βιολογικά ενεργές ουσίες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην φλεγμονή , την πήξη του αίματος και την αγγειακή λειτουργία. (Souza et .al , 2025)

Η συνολική ποσότητα του Se στον οργανισμό κυμαίνεται μεταξύ 10-20 mg με το 50% να είναι αποθηκευμένο στους μυς , στους νεφρούς , στο ήπαρ , στο σκελετό και στους όρχεις. Επιπλέον, περίπου το 16% της συνολικής ποσότητας στον οργανισμό εντοπίζεται στα οστά και περίπου το 10% κυκλοφορεί στο αίμα. Ο θυρεοειδής αδένος αποτελεί τον ιστό με την μεγαλύτερη συγκέντρωση Se η οποία φτάνει κατά μέσο όρο τα  $0.72 \pm 0.44$   $\mu\text{g/g}$ . (Souza et.al , 2025)

Το σελήνιο είναι δομικό συστατικό τουλάχιστον 25 γνωστών πρωτεϊνών , σεληνοπρωτεΐνες , συμπεριλαμβανομένων των ενζύμων που είναι λειτουργικά ενεργά στον θυρεοειδή αδένα. Η υπεροξειδάση της γλουταθειονίνης (GPx) , η αναγωγή της θειορεδοξίνης (TRx) και οι διωδινάσες της ιωδοθυρονίνης συγκαταλέγονται στις καλύτερες περιγραφόμενες σεληνοπρωτεΐνες. (Kyrgios et .al 2018)

**Πίνακας 1. ΚΥΡΙΕΣ ΟΜΑΔΕΣ ΣΕΛΗΝΟΠΡΩΤΕΙΝΩΝ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΣΤΟΝ ΘΥΡΟΕΙΔΗ ΑΔΕΝΑ ΚΑΙ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ. (Ventura et .al , 2017)**

|                                  |      |                                                                                                                                        |
|----------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Υπεροξειδάση της γλουταθειονίνης | GPX  | Καταλύει τη μείωση του H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> και προστατεύει από το οξειδωτικό στρες                                           |
| Κυτταροδιαλυτική GPX 1           | GPX1 | Αντιοξειδωτική άμυνα                                                                                                                   |
| Γαστρεντερικό GPX 2              | GPX2 | Αντιαποπτωτική λειτουργία στις κρύπτες του παχέος εντέρου· βοηθά στη διατήρηση της ακεραιότητας του εντερικού βλεννογόνου              |
| Εξωκυτταρική GPX 3               | GPX3 | Αντιοξειδωτικό στο εξωκυττάριο υγρό· προστασία του θυρεοειδούς από το υπεροξείδιο του υδρογόνου στο θυρεοκύτταρα και ωοθυλακικός αυλός |
| Φωσφολιπίδιο GPX 4               | GPX4 | Μειώνει τα υδροϋπεροξείδια των φωσφολιπιδίων· ρυθμίζει την απόπτωση                                                                    |
| Ιωδοθυρονίνη δεϊωδινάση          | ΔΙΩ  | Παραγωγή ενεργού θυρεοειδικής ορμόνης T <sub>3</sub> , αντίστροφης T <sub>3</sub> (rT <sub>3</sub> ) και T <sub>2</sub>                |
| Τύπος I DIO                      | ΔΙΟ1 | Μετατροπή της T <sub>4</sub> σε T <sub>3</sub>                                                                                         |
| Τύπος II DIO                     | ΔΙΟ2 | Τοπική παραγωγή (ενδοκυτταρική) T <sub>3</sub> από T <sub>4</sub>                                                                      |

|                        |         |                                               |
|------------------------|---------|-----------------------------------------------|
| Τύπος III DIO          | ΔΙΟ3    | Παραγωγή rT3 από T4 και T2 από T3             |
| Θειορεδοξινική αναγωγή | TXNR D  | Δράση οξειδοαναγωγής με NADPH ως συμπαράγοντα |
| Κυτοσολικό TXNRD       | TXNR D1 | Κύριο αντιοξειδωτικό σε κυτταρικό επίπεδο     |
| TXNRD μιτοχονδριακό    | TXNR D2 | Ρυθμίζει τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων      |

Υπάρχουν διάφορες μορφές σεληνίου , οι οποίες διακρίνονται σε οργανικές και ανόργανες ενώσεις. Οι πιο συχνά μελετώμενες είναι οι εξής:

Σεληνομεθειονίνη (selenomethionine): αποτελεί οργανική μορφή του σεληνίου και εντοπίζεται κυρίως σε φυτικές τροφές όπως είναι τα δημητριακά και τα όσπρια.

Σεληνοκυστεΐνη (selenocysteine) : Ενσωματώνεται με ακρίβεια στις σεληνοπρωτεΐνες και αποτελεί ενεργό μορφή. Παρόλο που δεν προσλαμβάνεται μέσω της διατροφής σε σημαντικές ποσότητες , η βιοσύνθεσή της εξαρτάται από τα αποθέματα του σεληνίου στον οργανισμό.

Σεληνικό νάτριο (sodium selenite) και Σεληνικό οξύ (selenate) : είναι οι ανόργανες μορφές σεληνίου οι οποίες χρησιμοποιούνται συχνά στα συμπληρώματα διατροφής. Σε σύγκριση με τις οργανικές μορφές , έχουν μικρότερη βιοδιαθεσιμότητα , ωστόσο είναι σταθερές και αποτελεσματικές σε ελεγχόμενες δόσεις.

Γενικότερα , οι ανόργανες μορφές σεληνίου εμφανίζουν μεγαλύτερη τοξικότητα από τις οργανικές μορφές του.(Ventura [et.al](#) , 2017)

## 1.2 Πηγές και συνιστώμενη πρόσληψη σεληνίου

Το σελήνιο βρίσκεται σε οργανική μορφή όπως όταν συνδέεται με πρωτεΐνες (π.χ. σεληνοκυστεΐνη) και σε ανόργανες μορφές (π.χ. σεληνικό οξύ) που υπάρχουν στα συμπληρώματά τους. Επίσης, εξαιτίας της σύνδεσής τους με πρωτεΐνες υπάρχουν σε μεγάλες ποσότητες σε τρόφιμα που είναι υψηλά σε πρωτεΐνη όπως είναι τα ζωικά προϊόντα, τα αυγά, που περιέχουν 15mcg, το μοσχαρίσιο συκώτι, που περιέχει 28 mcg/85γρ., τα ψάρια και θαλασσινά, όπως τόνος κονσέρβα, με 92mcg /85γρ. και σαρδέλες κονσέρβα με 45mcg/85γρ.

Στα φυτικά προϊόντα η περιεκτικότητα σε σελήνιο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και κυρίως από το pH. Τα καρύδια Βραζιλίας έχουν την μεγαλύτερη ποσότητα σε σελήνιο που κυμαίνεται στα 544mcg για 6-8 καρύδια ενώ και τα δημητριακά, η μαγιά, τα μανιτάρια, το μπρόκολο, τα κρεμμύδια και το σκόρδο αποτελούν καλές πηγές σεληνίου. (Souza et al., 2025)

### **ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΕΛΗΝΙΟΥ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ** **(Σελήνιο - Ενημερωτικό δελτίο για επαγγελματίες υγείας, 2024)**

| Food                                                             | Micrograms (mcg) per serving | Percent DV* |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------|
| Brazil nuts, 1 ounce (6–8 nuts)                                  | 544                          | 989         |
| Tuna, yellowfin, cooked, 3 ounces                                | 92                           | 167         |
| Sardines, canned in oil, drained solids with bone, 3 ounces      | 45                           | 82          |
| Shrimp, cooked, 3 ounces                                         | 42                           | 76          |
| Pork chop, bone-in, broiled, 3 ounces                            | 37                           | 67          |
| Beef steak, bottom round, roasted, 3 ounces                      | 37                           | 67          |
| Spaghetti, cooked, 1 cup                                         | 33                           | 60          |
| Beef liver, pan fried, 3 ounces                                  | 28                           | 51          |
| Turkey, boneless, roasted, 3 ounces                              | 26                           | 47          |
| Ham, roasted, 3 ounces                                           | 24                           | 44          |
| Cod, Pacific, cooked, 3 ounces                                   | 24                           | 44          |
| Chicken, light meat, roasted, 3 ounces                           | 22                           | 40          |
| Cottage cheese, 1% milkfat, 1 cup                                | 20                           | 36          |
| Beef, ground, 25% fat, broiled, 3 ounces                         | 18                           | 33          |
| Egg, hard-boiled, 1 large                                        | 15                           | 27          |
| Baked beans, canned, plain or vegetarian, 1 cup                  | 13                           | 24          |
| Oatmeal, regular and quick, unenriched, cooked with water, 1 cup | 13                           | 24          |
| Mushrooms, portabella, grilled, ½ cup                            | 13                           | 24          |
| Rice, brown, long-grain, cooked, 1 cup                           | 12                           | 22          |
| Bread, whole-wheat, 1 slice                                      | 8                            | 15          |
| Yogurt, plain, low fat, 1 cup                                    | 8                            | 15          |
| Milk, 1% fat, 1 cup                                              | 6                            | 11          |
| Lentils, boiled, 1 cup                                           | 6                            | 11          |
| Bread, white, 1 slice                                            | 6                            | 11          |
| Spinach, frozen, boiled, ½ cup                                   | 5                            | 9           |
| Spaghetti sauce, marinara, 1 cup                                 | 4                            | 7           |
| Pistachio nuts, dry roasted, 1 ounce                             | 3                            | 5           |
| Corn flakes, 1 cup                                               | 1                            | 2           |
| Green peas, frozen, boiled, ½ cup                                | 1                            | 2           |
| Bananas, sliced, ½ cup                                           | 1                            | 2           |
| Potato, baked, flesh and skin, 1 potato                          | 1                            | 2           |
| Peanut butter, smooth, 2 tablespoons                             | 1                            | 2           |
| Peach, yellow, raw, 1 medium                                     | 0                            | 0           |
| Carrots, raw, ½ cup                                              | 0                            | 0           |
| Lettuce, iceberg, raw, 1 cup                                     | 0                            | 0           |

Ως προς την δοσολογία της πρόσληψης σεληνίου, η συνιστώμενη διατροφική πρόσληψη (Recommended Daily Allowance-RDA) είναι 55μg την ημέρα για τους ενήλικες και η ανώτατη ανεκτή πρόσληψη (Upper Intake Levels-ULs) είναι 800 μg , ενώ για τις έγκυες και τις θηλάζουσες αυξάνεται σε 60 και 70 μg την ημέρα αντίστοιχα. Για τα παιδιά οι τιμές RDA αλλάζουν ανάλογα με την ηλικία καθεξής , για παιδιά 1-3 ετών συνίσταται 20μg την ημέρα, για 4-8 ετών 30 μg την ημέρα, για 9-13 ετών 40 μg την ημέρα και για 14-18 ετών 55μg ημέρα ενώ ισχύει το ίδιο για αγόρια και κορίτσια. ( Souza et al., 2025)

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΟΙ ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΛΗΨΕΙΣ (RDA) ΣΕΛΗΝΙΟΥ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΦΗΒΟΥΣ (Selenium - Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids - NCBI Bookshelf. (n.d.). )**

|                                |                                          |
|--------------------------------|------------------------------------------|
| <b><u>RDA for Children</u></b> |                                          |
| <b>1–3 years</b>               | <b>20 μg (0.25 μmol)/day of selenium</b> |
| <b>4–8 years</b>               | <b>30 μg (0.38 μmol)/day of selenium</b> |
| <b><u>RDA for Boys</u></b>     |                                          |
| <b>9–13 years</b>              | <b>40 μg (0.51 μmol)/day of selenium</b> |
| <b>14–18 years</b>             | <b>55 μg (0.70 μmol)/day of selenium</b> |
| <b><u>RDA for Girls</u></b>    |                                          |
| <b>9–13 years</b>              | <b>40 μg (0.51 μmol)/day of selenium</b> |
| <b>14–18 years</b>             | <b>55 μg (0.70 μmol)/day of selenium</b> |

Η υπερβολική πρόληψη του σεληνίου μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα σε κάποιες καταστάσεις που κυρίως προέρχεται από την υψηλή κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν το συστατικό και σε κάποιες περιοχές που περιέχουν υψηλή ποσότητα σεληνίου στο έδαφος. Υπάρχουν κλινικά σημεία της υπερδοσολογίας που μπορούν να οδηγήσει μέχρι και σε θάνατο, ωστόσο δεν έχουν αναφερθεί ποιες ποσότητες μπορεί να είναι πολύ επικίνδυνες για τη υγεία πέραν των τιμών ανώτατης πρόσληψης την ημέρα (ULs). (Souza et al., 2025)

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΑΝΕΚΤΑ ΑΝΩΤΑΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ (ULs) ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΛΗΝΙΟ (Σελήνιο - Ενημερωτικό δελτίο για επαγγελματίες υγείας, 2024)**

| Age               | Male    | Female  | Pregnancy | Lactation |
|-------------------|---------|---------|-----------|-----------|
| Birth to 6 months | 45 mcg  | 45 mcg  |           |           |
| 7–12 months       | 60 mcg  | 60 mcg  |           |           |
| 1–3 years         | 90 mcg  | 90 mcg  |           |           |
| 4–8 years         | 150 mcg | 150 mcg |           |           |
| 9–13 years        | 280 mcg | 280 mcg |           |           |
| 14–18 years       | 400 mcg | 400 mcg | 400 mcg   | 400 mcg   |
| 19+ years         | 400 mcg | 400 mcg | 400 mcg   | 400 mcg   |

### 1.3 Μεταβολισμός του σεληνίου και βιοδιαθεσιμότητά του

Το σελήνιο μεταβολίζεται στον οργανισμό μέσω των οργανικών μορφών του που είναι οι σεληνοπρωτεΐνες: η σεληνοκυστεΐνη και η σεληνομεθειονίνη. Η απορρόφησή του είναι σημαντική για να ρυθμίζει την φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού και για τις διεργασίες του καθώς και για την βιοδιαθεσιμότητά του ώστε να φτάνει στους διάφορους ιστούς που είναι απαραίτητο. Η απορρόφηση του σεληνίου εξαρτάται από την μορφή χορήγησης, την ποσότητα και τις αλληλεπιδράσεις με διάφορες ξένες ουσίες μέσα στον οργανισμό και με άλλους διατροφικούς παράγοντες. Η απορρόφηση του σεληνίου πραγματοποιείται αποκλειστικά στο λεπτό έντερο και κυρίως στο δωδεκαδάκτυλο. Η σεληνομεθειονίνη φαίνεται να απορροφάται σε μεγαλύτερο ποσοστό από την σεληνοκυστεΐνη και όλες τις άλλες μορφές σεληνίου.

Ως προς τις ανόργανες μορφές του σεληνίου, το σεληνιακό άλας απορροφάται σχεδόν πλήρως, σε μεγαλύτερο ποσοστό από το σεληνικό οξύ αλλά χάνεται λόγω αλληλεπιδράσεων με ουσίες στο έντερο. Και οι δύο αυτές μορφές του σεληνίου χρησιμοποιούνται κυρίως για εμπλουτισμό τροφίμων και στα συμπληρώματα διατροφής. Μετά την απορρόφησή τους

μεταφέρονται με πρωτεΐνες του αίματος που έχουν σουλφυδρυλομάδες όπως η VLDL και η LDL, όμως η σεληνοκυστεΐνη συνδέεται στην σεληνοπρωτεΐνη P που μεταφέρει το μεγαλύτερο ποσοστό σεληνίου στον οργανισμό, για το ήπαρ και για άλλους ιστούς. Στο ήπαρ, που είναι το κύριο όργανο μεταβολισμού, οι οργανικές και ανόργανες μορφές του σεληνίου μεταβολίζονται. Η σεληνομεθειονίνη μπορεί να παραμείνει ως έχει και να αποθηκευτεί καθώς και να επιτελέσει λειτουργίες της μεθειονίνης καθώς έχουν ίδιο τρόπο δράσης ή μέσω μιας διαδικασίας μετουσίωσης της τρανσθύρωσης να μετατραπεί σε σεληνομεθειοκυστεΐνη και περαιτέρω σε σεληνοκυστεΐνη. Η σεληνοκυστεΐνη που προκύπτει από την σεληνομεθειονίνη και από την διαιτητική πρόσληψη μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο από τον οργανισμό για διάφορες λειτουργίες, όσο και να μεταβολιστεί περαιτέρω σε υδρο-σεληνίδιο.

Ομοίως, και οι ανόργανες μορφές του σεληνίου που είναι το σεληνιακό άλας και το σεληνικό οξύ μεταβολίζονται σε υδρο-σεληνίδιο το οποίο είναι σημαντικό καθώς μπορεί να μετατραπεί σε σεληνοφωσφορικό και με τη σειρά του σε σελήνιο ώστε να συνδεθεί στο t RNA και να συνδράμει στην δημιουργία αποϊωδινασών και της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης, και μπορεί επίσης το υδρο-σεληνίδιο να βοηθήσει στις αντιδράσεις βιομετατροπής των ξενοβιοτικών ουσιών της φάσης I καθώς αποδίδει μεθυλωμένες μορφές που καθιστούν τα μόρια περισσότερο απεκκριτικά από τον οργανισμό. Τέλος, η απέκκριση του σεληνίου πραγματοποιείται εξίσου στα ούρα και στα κόπρανα και σε μικρότερη ποσότητα στους πνεύμονες και το δέρμα όταν υπάρξει υψηλή κατανάλωσή του μέσα στη μέρα. Αυτή η διαδικασία γίνεται με διάφορους μεταβολίτες όπως η μεθυλοσεληνόλη, το τριμεθυλο σελήνιο και το διμεθυλοσελήνιο το οποίο έχει χαρακτηριστική μυρωδιά σκόρδου στην αναπνοή όταν απομακρύνεται από τους πνεύμονες. (Sareen et al., 2008. Souza et al, 2025)

Η βιοδιαθεσιμότητα του σεληνίου στον οργανισμό ορίζεται ως το ποσοστό του σεληνίου που έχει απορροφηθεί, κατανεμηθεί και αποθηκευτεί σε διάφορους ιστούς, σε ποσότητα ικανή ώστε να είναι διαθέσιμο για να επιτελέσει τις αναγκαίες λειτουργίες του οργανισμού. Συνήθως η διαιτητική πρόσληψη του σεληνίου είναι αρκετά βιοδιαθέσιμη.

Η σεληνομεθειονίνη απορροφάται πάνω από 50% και η βιοδιαθεσιμότητα της στον οργανισμό φτάνει μέχρι 90%. Ομοίως και για την σεληνοκυστεΐνη απορροφάται πάνω 50% της αλλά είναι σχετικά λιγότερο βιοδιαθέσιμη ενώ επίσης οι ανόργανες μορφές του σεληνίου

απορροφούνται μέχρι και 50% και έχουν πολύ χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα. Γενικά το διαιτητικό σελήνιο απορροφάται περίπου στο 80% από τον οργανισμό. (Institute of Medicine Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds. Washington , 2000)

#### **1.4 Αλληλεπίδραση με άλλα μικροθρεπτικά συστατικά**

Το σελήνιο ως συστατικό απαραίτητο για τον οργανισμό εμπλέκεται στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος και του θυρεοειδούς αδένος αλληλεπιδρώντας με άλλα συστατικά (όπως η Βιταμίνη Α, το Ιώδιο, ο Σίδηρος και ο Ψευδάργυρος) είτε συνεργικά είτε ανταγωνιστικά.

#### **Βιταμίνη Α**

Η βιταμίνη Α και τα παράγωγά της που είναι τα ρετινοειδή όπως η ρετινόλη , οι ρετινοϊκοί εστέρες και το ρετινοϊκό οξύ, μέσω της αντιοξειδωτικής της δράσης, φαίνεται να έχει θετική απόκριση σε κάποιες μορφές καρκίνου. Το σελήνιο που βρίσκεται στην υπεροξειδική δισμουτάση (SOD) και στην υπεροξειδάση της γλουταθειόνης (GPx) βοηθάει στην αντιοξειδωτική άμυνα του οργανισμού. Όταν, αλληλεπιδρούν αυτά τα δύο συστατικά αυξάνονται τα επίπεδα της ενδοκυττάριας αναγωγικής γλουταθειόνης και της υπεροξειδικής δισμουτάσης ενισχύοντας την αντιοξειδωτική κατάσταση του οργανισμού. Επίσης, η αλληλεπίδραση αυτών των δύο έχει συσχετιστεί με την μείωση του μονοξειδίου του αζώτου (NO) το οποίο προκαλεί διαστολή στις αρτηρίες και μειώνει τα TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances) τα οποία είναι ουσίες που αντιδρούν με το θειοβαρβιτουρικό οξύ και είναι βιοδείκτες της λιπιδικής υπεροξειδωσης στο ήπαρ , όπως η μηλονική δυαλδεΰδη , με σκοπό τη μείωση του οξειδωτικού στρες. Επίσης, η χορήγηση και των δύο θρεπτικών συστατικών μαζί φαίνεται να έχει συνεργική και επομένως ισχυρότερη αντικαρκινική δράση έναντι κάποιων μορφών καρκίνου από ότι θα είχε η βιταμίνη Α μόνη της. Ωστόσο, παρατηρούνται αντιφατικές συσχετίσεις μεταξύ του σεληνίου και της ρετινόλης στο αίμα σε

κάποιους πληθυσμούς με διατροφικές ανεπάρκειες, καθώς μπορεί να οφείλεται σε διάφορους μεταβολικούς μηχανισμούς που συμβαίνουν στον οργανισμό.( Arnaud & Dael, 2018)

## **Ιώδιο**

Το ιώδιο είναι ένα βασικό ιχνοστοιχείο για την λειτουργία του οργανισμού και κυρίως για την θυρεοειδική λειτουργία με σκοπό την παραγωγή των θυρεοειδικών ορμονών. Το ανόργανο ιώδιο οξειδώνεται από την θυρεοειδική υπεροξειδάση και στην συνέχεια γίνεται η ιωδίωση των τυροσινών θυρεοσφαιρίνης και έπειτα πραγματοποιείται η σύζευξη αυτών με σκοπό την παραγωγή των θυρεοειδικών ορμονών T3 και T4. Επίσης , αποτελούν συστατικό των αποϊωδινάσων τα οποία μετατρέπουν την προορμόνη T4 σε ενεργό T3 που έχει πιο ισχυρή δράση. Το σελήνιο ως σεληνοκυστεΐνη υπάρχει στις αποϊωδινάσες. Βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα στον θυρεοειδή αδένα καθώς πέραν από του μεταβολισμού των ορμονών, έχει αντιοξειδωτική δράση λόγω της σεληνοκυστεΐνης που υπάρχει στις υπεροξειδάσες της γλουταθειόνης (GPX), τις αναγωγάσες της θυρεοδοξίνης (TRxR) και τις σεληνοκυστεΐνες που απομακρύνουν το H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> από τον αδένα και το μετατρέπουν σε νερό και υδρογόνο. Η αλληλεπίδραση μεταξύ σεληνίου και ιωδίου είναι σημαντική καθώς υπάρχουν αντικρουόμενες δράσεις που εξαρτώνται από γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως ηλικία και φύλο και από την αλληλεπίδραση με άλλα διατροφικά συστατικά. Φαίνεται ότι όταν το σελήνιο βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα το ιώδιο είναι πιο χαμηλό και το αντίστροφο. Ο συνδυασμός έλλειψης και σεληνίου και ιωδίου στον θυρεοειδή οδηγεί σε υποθυρεοειδισμό (μυξοίδημα, κρετινισμό) εξαιτίας της συσσώρευσης δραστικών μορφών οξυγόνου δίχως την απομάκρυνσή τους και μαζί με την υψηλή πρόσληψη θειακυνικού άλατος (μειώνεται και το ιώδιο) με αποτέλεσμα την μη φυσιολογική λειτουργία του θυρεοειδούς. Για αυτό το λόγο , πριν την έναρξη χορήγησης συμπληρώματος σεληνίου θα πρέπει να ομαλοποιηθεί η ποσότητα του ιωδίου, καθώς ο συνδυασμός αναλόγων σεληνίου και αντιθυρεοειδικής αγωγής εμποδίζει την παραγωγή των ορμονών λόγω συμπλόκου σεληνιδίου-ιωδίου και επιδεινώνεται ο υποθυρεοειδισμός. Ωστόσο, η χορήγηση σεληνίου και των θυρεοειδικών ορμονών συμβάλλουν στην αντιοξειδωτική προστασία και στη ρύθμιση της φλεγμονής στον θυρεοειδή που προκαλούνται από διάφορες ασθένειες. ( Arnaud & Dael, 2018)

## Σίδηρος

Ο σίδηρος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αιμοποίηση καθώς 1 άτομο σιδήρου  $\text{Fe}^{2+}$  δεσμεύεται σε κάθε ομάδα αίμης στις τέσσερις αλυσίδες του μορίου της αιμοσφαιρίνης. Έχει παρατηρηθεί πως η ανεπάρκεια σεληνίου έχει συσχετιστεί με αναιμία χωρίς όμως να σημειωθεί έλλειψη σιδήρου και βιταμίνης B12 και αυτό γιατί το σελήνιο σχετίζεται με την αντιοξειδωτική προστασία των αιμοποιητικών κυττάρων. Πιο συγκεκριμένα, η μείωση της αναγωγάσης της θυρεοδεξίνης (TRxR) οδηγεί σε αύξηση των επιπέδων της αιμο-οξυγονάσης 1, η οποία σχετίζεται με τον καταβολισμό της αίμης και συνεπώς απελευθερώνεται ο σίδηρος από τα κύτταρα. Επίσης, όπως είναι γνωστό οι σεληνοπρωτείνες των GPx και TRxR προστατεύουν τα κύτταρα από διάφορες οξειδωτικές μορφές οξυγόνου που μπορούν να δημιουργηθούν παρουσία σιδήρου όπως είναι η αντίδραση Fenton που οδηγεί στην δημιουργία  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Συγχρόνως, λόγω αντιοξειδωτικής άμυνας των σεληνοπρωτεϊνών εμποδίζεται και η οξειδωτική βλάβη του DNA μέσω του σιδήρου καθώς έχει την ικανότητα να δεσμεύεται με μέταλλα και το πιο γνωστό να είναι ο χαλκός. Εξίσου σημαντικό θεωρείται και η απορρόφηση του σιδήρου καθώς όπως και το σελήνιο απορροφάται στο λεπτό έντερο και υπάρχει η πιθανότητα να δημιουργηθεί σύμπλοκο σεληνίου-σιδήρου  $\text{Fe}^{2+}\text{-Se}$  το οποίο δεν μπορεί να απορροφηθεί από τα εντεροκύτταρα με αποτέλεσμα να μειώνεται η βιοδιαθεσιμότητα του σεληνίου στον οργανισμό με σοβαρές επιπτώσεις στα διάφορα συστήματά του. Τέλος, η σχέση μεταξύ σιδήρου και σεληνίου μπορεί να μην συνδέεται άμεσα αλλά έμμεσα με διάφορους μηχανισμούς που εμπλέκονται και άλλα θρεπτικά στοιχεία όπως για παράδειγμα η αντιοξειδωτική δράση της βιταμίνης E και η απελευθέρωση και μεταφορά του ψευδαργύρου από τις GPx και ένωσή του με κάποια μέταλλα. Όσον αφορά την αναιμία πέραν του σεληνίου υπάρχουν και άλλες διατροφικές ανεπάρκειες που σχετίζονται με αυτή. ( Arnaud & Dael, 2018)

## Ψευδάργυρος

Ο ψευδάργυρος αποτελεί σημαντικό ιχνοστοιχείο για την ομαλή λειτουργία του οργανισμού και επηρεάζει την ανάπτυξη σε παιδιά και εφήβους. Η αλληλεπίδρασή του με το σελήνιο φαίνεται να έχει θετική συσχέτιση, αλλά με κάποιες μελέτες να μην εντοπίζουν σημαντική σχέση μεταξύ τους. Αρχικά, ως προς την βιοδιαθεσιμότητα των στοιχείων, η πρόσληψη σεληνίου αυξάνει την συγκέντρωση ψευδαργύρου στους ιστούς και μειώνει την αποβολή του από τα ούρα και τα κόπρανα, όπως επίσης και η πρόσληψη ψευδαργύρου μειώνει την απομάκρυνση του σεληνίου από τα ούρα. Αυτή η σύνδεση μεταξύ τους μπορεί να επηρεαστεί και από άλλα μικροθρεπτικά στοιχεία όπως τον υδράργυρο, τον μόλυβδο, το κάδμιο, τον σίδηρο και το χαλκό. Επιπλέον, ως προς την αντιοξειδωτική τους ικανότητα, το σελήνιο μέσω των GPx και της γλουταθειόνης GSH αποδεσμεύει τον ψευδάργυρο από την μεταλλοθειονίνη με σκοπό να συμμετέχει στην αντιοξειδωτική άμυνα των κυττάρων καθώς μέσω του συμπλόκου χαλκός-ψευδάργυρος Cu-Zn αποτελούν μέρος της υπεροξειδικής δισμουτάσης SOD, ενός ενδογενούς αντιοξειδωτικού που στόχος του είναι η απομάκρυνση της ρίζας σουπεροξειδίου  $O-2^{\cdot\cdot}$  ώστε να μετατραπεί σε υπεροξείδιο του υδρογόνου  $H_2O_2$  και στην συνέχεια να μεταβολιστεί περαιτέρω από τα άλλα αντιοξειδωτικά για να μειωθεί το οξειδωτικό στρες στα κύτταρα. Κάποιες ενώσεις του σεληνίου επιδρούν πάνω στις πρωτεΐνες ψευδαργυρικών δακτυλίων Zn fingers proteins και απομακρύνουν τον ψευδάργυρο. Αυτό είναι πολύ σοβαρό καθώς αυτές οι πρωτεΐνες ρυθμίζουν την γονιδιακή έκφραση, την σταθερότητα του DNA και την επιδιόρθωσή του και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση χρόνιων ασθενειών όπως είναι ο καρκίνος. Η αλληλεπίδραση μεταξύ σεληνίου και ψευδαργύρου είναι συνεργική και συγχρόνως κρίσιμη για την αντιοξειδωτική άμυνα του οργανισμού, την σταθερότητα του γενετικού υλικού και την πρόληψη νοσημάτων αφού πρώτα υπάρξει μία ισορροπημένη πρόσληψη αυτών των δύο. ( Arnaud & Dael, 2018)

## 1.5 Κλινική εικόνα ανεπάρκειας και υπερβολικής πρόσληψης σεληνίου

Η εύρεση της βέλτιστης ποσότητας σεληνίου για τον ανθρώπινο οργανισμό αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα για το τρέχον σύστημα υγειονομικής περίθαλψης. Μέσα σε όλη αυτή την αναζήτηση θα πρέπει να βρεθεί μία ισορροπία , καθώς το Se αφενός είναι ένα απαραίτητο θρεπτικό συστατικό , αφετέρου η αλόγιστη χρήση του εμφανίζει τοξικές ιδιότητες.

### Ανεπάρκεια Σεληνίου

Οι παθολογικές καταστάσεις που σχετίζονται με την ανεπάρκεια σεληνίου είναι κατά κύριο λόγο σπάνιες , κυρίως εξαιτίας της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής πλούσιων σε Se , σε περιοχές με χαμηλές ποσότητες σεληνίου στο έδαφος , όπως είναι ορισμένες περιοχές στην Κίνα και στο Θιβέτ. Τα συμπτώματα από την ανεπάρκεια σεληνίου στον οργανισμό περιλαμβάνουν ανορεξία , καθυστερημένη σωματική αύξηση καθώς και μείωση της συνολικής μυϊκής μάζας. Επιπλέον, έχει αρνητική επίδραση στην λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος , του καρδιαγγειακού και του ανοσοποιητικού συστήματος , ενώ μπορεί να προκαλέσει και στειρότητα.

Όσον αφορά στη σοβαρή ανεπάρκεια Se- , αυτή μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση συγκεκριμένων ενδημικών ασθενειών όπως είναι η νόσος Keshan και η νόσος Kashin-Beck , οι οποίες χαρακτηρίζονται από καρδιοπάθεια και από οστεοχονδροπάθεια αντίστοιχα.

Οι παθολογικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την ανεπάρκεια Se- , είναι αποτέλεσμα της μειωμένης παραγωγής των ζωτικών σεληνοπρωτεϊνών. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε ζώα οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η καταστολή παραγωγής ορισμένων σεληνοπρωτεϊνών ή μεταφορέων που είναι ειδικοί για το σελήνιο , οδήγησε σε σημαντικό ποσοστό αύξησης ελεύθερων ριζών στον ενδοκυττάριο χώρο , η οποία αύξηση συνοδευόταν από επακόλουθο κυτταρικό θάνατο , γεγονός ασύμβατο με την ζωή. Επιπλέον , η αύξηση της καταστολής παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των διαφορετικών σεληνοπρωτεϊνών , καθώς ορισμένες από αυτές παράγονται συνεχώς , ενώ σε κάποιες άλλες διακόπτεται εντελώς η σύνθεσή τους.

Ζωτικά όργανα όπως ο εγκέφαλος και οι ενδοκρινείς αδένες έχουν την δυνατότητα να τροφοδοτούνται με Se ακόμα και σε ανεπάρκειά του λόγω συγκεκριμένων ρυθμιστικών μηχανισμών. (Minich , 2022)

### **Υπερβολική πρόσληψη Σεληνίου (Σελήνωση):**

Τα συμπτώματα που προκαλούνται από την υπερβολική πρόσληψη Se (σελήνωση) έχουν μελετηθεί εκτενώς τόσο στους ανθρώπους όσο και στα ζώα. Η λήψη εξαιρετικά μεγάλης δόσης σεληνίου σε μικρό χρονικό διάστημα έχει ως αποτέλεσμα οξεία τοξικότητα με αποτέλεσμα τον γρήγορο θάνατο. Εντούτοις, η χρόνια μέτρια κατανάλωση σεληνίου μπορεί επίσης να προκαλέσει χρόνια σελήνωση, η οποία χαρακτηρίζεται από απώλεια μυϊκής μάζας, τριχόπτωση, αλλαγές στην δομή των νυχιών, δερματίτιδα, διαταραχές στο γαστρεντερικό σωλήνα, περιφερική νευροπάθεια, μειωμένη γονιμότητα και ανωμαλίες στους απογόνους καθώς και χαρακτηριστική μυρωδιά σκόρδου στον ιδρώτα και την αναπνοή.

Στην ιατρική πρακτική είναι σπάνια η διάγνωση της σελήνωσης, ενώ αναφορές σε στατιστικά δεδομένα δείχνουν ότι μέχρι και 80% του πληθυσμού μπορεί να εμφανίσει διατροφική ανεπάρκεια Se αλλά όχι περίσσεια. Σε περίπτωση που διαγνωστεί σελήνωση, η θεραπεία είναι αντιστρεπτή μέσω κατάλληλης διατροφικής παρέμβασης, διότι η σελήνωση δεν απαιτεί πολύπλοκη ιατρική θεραπεία.

Επιπλέον, η τοξική δράση του σεληνίου μπορεί να οφείλεται στην μη αντικατάσταση του θείου με το σελήνιο στα αμινοξέα που περιλαμβάνουν θείο καθώς και στις ακόλουθες αλλαγές στην τριτοταγή δομή της πρωτεΐνης. Μία διαφορετική υπόθεση αναφέρει ότι η πολύ αυξημένη συγκέντρωση σεληνίου προκαλεί οξειδοαναγωγική ανισορροπία, γεγονός που προκαλεί διάφορες συνέπειες στον ανθρώπινο οργανισμό. (Minich, 2022)

## **1.6 Συσχέτιση χορήγησης σεληνίου με νοσήματα του θυρεοειδούς**

Ο θυρεοειδής αδένας είναι το όργανο με την μεγαλύτερη ποσότητα σεληνίου ανά γραμμάριο ιστού. Τα επίπεδα του στον ανθρώπινο οργανισμό εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού και την διατροφή καθώς και από την γεωγραφική περιοχή και την σύνθεσή του στο έδαφος.

Πολλές επιστημονικές μελέτες έχουν διερευνήσει τον ρόλο του σεληνίου στην ρύθμιση της θυρεοειδικής λειτουργίας και στις αυτοάνοσες διαδικασίες του οργανισμού , επιχειρώντας να αποσαφηνίσουν κατά πόσο η συμπληρωματική χορήγησή του μπορεί να επηρεάσει την πορεία των θυρεοειδικών νοσημάτων.

Η βασική λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος είναι η παραγωγή των θυρεοειδικών ορμονών T3 και T4 οι οποίες είναι υπεύθυνες για την θερμοκρασία του σώματος , την ανάπτυξη και τον μεταβολισμό. Το σελήνιο κατέχει σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό αυτών των ορμονών καθώς είναι βασικό για την δράση των αποϊωδινασών που μετατρέπουν την T4 σε T3 (δραστική μορφή). Επιπλέον λειτουργίες του είναι η προστασία των θυρεοειδικών κυττάρων από την οξειδωτική βλάβη που εμφανίζεται σε φλεγμονώδεις καταστάσεις καθώς και η ρύθμιση του ανοσοποιητικού συστήματος.

Η αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα , γνωστή και ως θυρεοειδίτιδα Hashimoto , είναι μία χρόνια φλεγμονώδη κατάσταση στην οποία το ανοσοποιητικό σύστημα επιτίθεται στον θυρεοειδή αδένος. Αυτή η μη φυσιολογική κατάσταση του οργανισμού οδηγεί σταδιακά σε δυσλειτουργία του θυρεοειδή αδένος και συχνότερα σε υποθυρεοειδισμό. Έχει παρατηρηθεί ότι η ανεπάρκεια σεληνίου έχει συνδεθεί με αυξημένη φλεγμονή και εντονότερα συμπτώματα. Γι' αυτό το λόγο , η επαρκής πρόσληψη σεληνίου είτε μέσω συμπληρωμάτων είτε μέσω της διατροφής ενδέχεται να συμβάλλει στη βελτίωση της θυρεοειδικής λειτουργίας και στη μείωση της ανοσολογικής δραστηριότητας.

Ιδιαίτερα σε παιδιά και εφήβους που βρίσκονται σε φάση σωματικής αύξησης και ανάπτυξης και είναι ορμονικά πιο ευαίσθητοι , η διατροφική ανεπάρκεια σεληνίου μπορεί να επηρεάσει τόσο την λειτουργία του θυρεοειδούς όσο και την συνολική τους υγεία , σωματική και ψυχική.

Έτσι, η χορήγηση επαρκών ποσοτήτων σεληνίου σε άτομα με αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα εμφανίζει θετικά αποτελέσματα τόσο στην ρύθμιση των ορμονών του θυρεοειδούς όσο και στην μείωση της φλεγμονής. Ωστόσο , η αποτελεσματικότητα μπορεί να διαφέρει από άτομο σε άτομο και γι' αυτό το λόγο κρίνεται απαραίτητη η διατροφική αξιολόγηση του ασθενούς και στην συνέχεια η σωστή καθοδήγηση για την πρόληψη ανεπαρκειών και για την υποστήριξη της υγείας του θυρεοειδούς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Αυτοάνοση Θυρεοειδίτιδα

#### 2.1 Ορισμός και επιδημιολογία της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας

Ο θυρεοειδής αδένας βρίσκεται κάτω από τον λάρυγγα και μπροστά από την τραχεία και αποτελείται από δύο λοβούς που ενώνονται στην μέση σε μια λεπτή λωρίδα τον ισθμό και δημιουργούν ένα σχήμα πεταλούδας.(Sherwood, 2016) Σημαντική νόσος του θυρεοειδούς αδένα αποτελεί η αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα. Η αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα είναι μια χρόνια φλεγμονώδης νόσος με λεμφοκυτταρική διήθηση του θυρεοειδούς αδένα, με παρουσία ή απουσία βρογχοκήλης. Προκαλείται από την δυσλειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος κατά την οποία παράγονται αυτοαντισώματα έναντι της θυρεοειδικής υπεροξειδάσης anti-TPO και της θυρεοσφαιρίνης anti-Tg επιτίθενται στα θυρεοειδικά κύτταρα και τα καταστρέφουν με αποτέλεσμα την διαταραχή στην παραγωγή των θυρεοειδικών ορμονών T3 και T4.(Kyrgios et al.,2018. Ντάλλες & Κώστογλου-Αθανασίου, 2003)

Οι δύο πιο συχνές μορφές της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας είναι η θυρεοειδίτιδα Hashimoto που οδηγεί συνήθως σε υποθυρεοειδισμό και η νόσος Graves που οδηγεί σε υπερθυρεοειδισμό. Στην πρώτη περίπτωση ο υποθυρεοειδισμός προκύπτει είτε από την ανεπάρκεια του θυρεοειδούς αδένα να παράγει T3 και T4. Στην δεύτερη περίπτωση, η παρουσία διεγερτικών αντισωμάτων έναντι του υποδοχέα της TSH (TSI) οδηγεί σε συνεχή διέγερση των θυρεοειδικών κυττάρων με την συνδεσή τους στον υποδοχέα της TSH καθώς δεν αναστέλλεται η δράση τους μέσω του μηχανισμού αρνητικής ανάδρασης με αποτέλεσμα να συνεχίζεται η υπερλειτουργία του θυρεοειδούς αδένα με αύξηση του ίδιου και των ορμονών που παράγει. (Sherwood, 2016)

Το ιώδιο αποτελεί σημαντικό συστατικό για την λειτουργία του θυρεοειδή αδένα καθώς συμβάλει στην παραγωγή των θυρεοειδικών ορμονών. Σε περιοχές με έλλειψη ιωδίου όπως χώρες της κεντρικής Αφρικής και νοτιοανατολικής Ασίας παρατηρούνται οξώδεις διαταραχές του θυρεοειδούς ενώ σε χώρες με επάρκεια ιωδίου όπως Η.Π.Α. και Ευρώπη παρατηρείται πιο συχνά οι αυτοάνοσες διαταραχές του θυρεοειδούς καθώς συμβάλλουν περισσότερο οι γενετικοί, περιβαλλοντικοί, εθνικοί και φυλετικοί παράγοντες στην ανάπτυξή τους.

(Vanderpump, 2019) Σύμφωνα με μελέτες, η νόσος Graves ευθύνεται για το 70-80% των ασθενών σε περιοχές με επάρκεια ιωδίου ενώ για περιοχές με έλλειψη ιωδίου για το 50%. Η μελέτη Whickham στην Μεγάλη Βρετανία έδειξε ότι ο επιπολασμός στις γυναίκες ήταν 2,7% δηλαδή υψηλότερη από τους άντρες που ήταν 0,23% και γενικώς η αναλογία γυναικών προς ανδρών είναι 8:1 από τα 30 έως τα 50 έτη και όχι τόσο μικρότερες ηλικίες, και σύμφωνα με την μελέτη NHANES III ο κλινικός υπερθυρεοειδισμός βρέθηκε στο 0,5% του πληθυσμού από τον υποκλινικό υπερθυρεοειδισμό που είναι 0,7% του πληθυσμού στο 1,3% της επικράτειας με αυτά τα ευρήματα να επιβεβαιώνονται και από μελέτες άλλων χωρών. (Taylor et al., 2018)

Η συχνότητα εμφάνισης υποθυρεοειδισμού σε περιοχές με επάρκεια ιωδίου κυμαίνεται από 1-2% και συγκεκριμένα στην Ευρώπη κυμαίνεται από 0,2-5,3% με τις γυναίκες να εμφανίζουν πιο συχνά από τους άντρες σε αναλογία 10:1. Το 44% των παιδιών στην ευρώπη έχουν έλλειψη ιωδίου με συχνή την εμφάνιση του κλινικού και υποκλινικού υποθυρεοειδισμού. Σύμφωνα με την μελέτη NHANES III για τον υποθυρεοειδισμό βρέθηκε η συχνότητα εμφάνισης 4,6% και ως προς την εθνικότητα ήταν σχεδόν ίδια η συχνότητα εμφάνισης σε λευκούς και ισπανόφωνους αλλά χαμηλότερη στους αφρικοαραβικής καταγωγής στο 1,7%. Σε μια άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε έδειξε ότι με θυρεοειδίτιδα Hashimoto διαγνώστηκε το 6% των ασθενών αλλά με θετικά αντισώματα έναντι της θυρεοειδικής υπεροξειδάσης το 4% του πληθυσμού. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι και στην νεοδιαγνωσθείσα νόσο Graves και στον υποθυρεοειδισμό παρατηρήθηκαν το ίδιο χαμηλά επίπεδα σεληνίου με την νόσο Graves να προηγείται. (Taylor et al., 2018)

## ΕΙΚΟΝΑ 1: ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΚΡΑΤΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΘΥΡΕΟΕΙΔΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (Taylor et al., 2018)

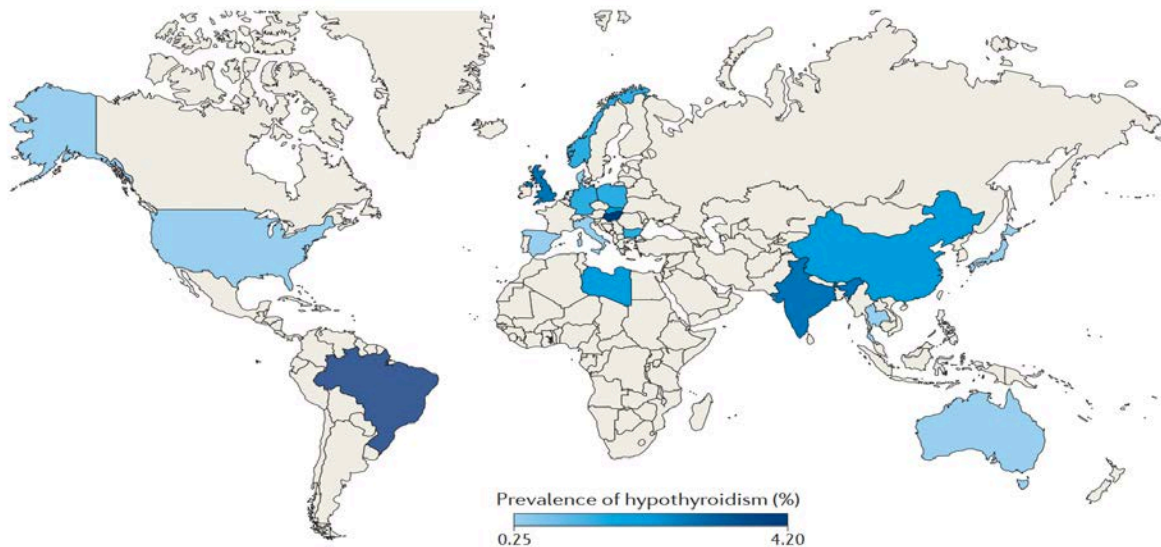


Fig. 2 | **Map of overt hypothyroidism prevalence (selective populations used when representative data not available).** World map showing global prevalence of hypothyroidism based on epidemiological samples. If multiple studies have been done on the prevalence of hypothyroidism from one country, the median value was calculated. The deeper the shade of blue, the higher the prevalence of hyperthyroidism. Countries in white represent no data available. This figure was created using Tableau software version 10.3.

### 2.2 Παθοφυσιολογία της νόσου

Τα αυτοάνοσα νοσήματα του θυρεοειδούς (Autoimmune Thyroid Diseases - AITD's) είναι οι πιο συχνές αυτοάνοσες διαταραχές που αφορούν συγκεκριμένο όργανο καθώς και η πιο κοινή αιτία επίκτητης δυσλειτουργίας του θυρεοειδούς τόσο κατά την ενήλικη ζωή όσο και κατά την παιδική ηλικία. Τα AITD's περιλαμβάνουν δύο σημαντικές κατηγορίες, την θυρεοειδίτιδα Hashimoto (HT) και την νόσο Grave's (GD). Στον παιδιατρικό πληθυσμό η συχνότητα των AITD's είναι μικρότερη σε σχέση με τους ενήλικες (1,2–1,3% για την HT και 1% για τη GD), ωστόσο αυξάνεται με την συνύπαρξη χρωμοσωμικών ανωμαλιών όπως το

σύνδρομο Down και το σύνδρομο Turner. Η πιο κοινή ηλικία που εμφανίζονται τα AITD's είναι κατά την εφηβική ηλικία ενώ σπάνια είναι η εμφάνισή τους σε νεογνά. (Wasniewska [et.al](#) , 2021)

Η αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα ξεκινά με την ενεργοποίηση κάποιων κυττάρων του ανοσοποιητικού τα λεγόμενα T-λεμφοκύτταρα. Στα παιδιά και στους εφήβους τα οποία φέρουν την νόσο υπάρχουν πολλά κύτταρα T helper (CD4+) τα οποία εισχωρούν στον θυρεοειδικό ιστό. Όταν φτάσουν στον αδένα παράγουν ουσίες , κυτοκίνες και χημειοκίνες , τα οποία είναι υπεύθυνα για την φλεγμονή και την συσσώρευση και άλλων κυττάρων του ανοσοποιητικού στον θυρεοειδή. Αυτή η διαδικασία οδηγεί στην δημιουργία φλεγμονωδών εστιών και τελικά τα κύτταρα του θυρεοειδούς αδένα οδηγούνται στην καταστροφή μέσω της απόπτωσης ή διαφορετικά οδηγούνται σε κυτταρικό θάνατο. Υπάρχουν δύο σημαντικά είδη T λεμφοκυττάρων , τα Th1 τα οποία είναι υπεύθυνα για την πρόκληση της φλεγμονής και την επίθεση στα κύτταρα και τα Th2 τα οποία συμμετέχουν κυρίως στην παραγωγή των αντισωμάτων. Δυσλειτουργία των ρυθμιστικών T λεμφοκυττάρων μπορεί να οδηγήσει σε ανεπαρκή αναστολή των Th1 κυττάρων ενισχύοντας έτσι την φλεγμονή.

Επιπλέον η HT εμφανίζει ορισμένα αυτοαντισώματα έναντι αντιγόνων του θυρεοειδούς , κυρίως της θυρεοσφαιρίνης (Tg) και της θυρεοειδικής υπεροξειδάσης (TPO). Τα αντισώματα αυτά έχουν σημαντική διαγνωστική αξία ως δείκτες αυτοανοσίας. (Brown , 2013)

Η γενετική προδιάθεση κατέχει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της νόσου με περίπου το 70 % της επίπτωσης να αποδίδεται σε γενετικούς παράγοντες. Έχει γίνει ταυτοποίηση διαφόρων πολυμορφισμών σε πολλά γονίδια που σχετίζονται με την ανοσολογική αναγνώριση και απάντηση.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες έχουν και αυτοί σημαντικό ρόλο στην έκβαση της νόσου καθώς λοιμώξεις , φάρμακα , ορμόνες , διατροφικές ουσίες , στρες , κάπνισμα και τοξίνες μπορεί να δρουν σαν εκλυκτικοί παράγοντες , ιδιαίτερα σε άτομα που έχουν γενετική προδιάθεση στην νόσο.

Στα παιδιά και τους εφήβους η διαταραχή στην αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα οδηγεί σε χρόνια φλεγμονή , σταδιακή ατροφία του θυρεοειδικού ιστού , μείωση στην σύνθεση των θυρεοειδικών ορμονών και αντισταθμιστική αύξηση της TSH. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση υποκλινικού ή κλινικού υποθυρεοειδισμού. Συνήθως συνυπάρχει η παρουσία βρογχοκήλης αλλά και άλλα αυτοάνοσα νοσήματα όπως ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 1. Η έγκαιρη διάγνωση της νόσου και η συνεχή παρακολούθηση είναι απαραίτητα για την

αποφυγή επιπλοκών στη γνωσιακή λειτουργία και την γενικότερη ανάπτυξη των παιδιών και των εφήβων. (Brown , 2013)

### 2.3 Κλινική εικόνα και διάγνωση

Στην αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα η κλινική εικόνα που εμφανίζεται στα παιδιά και τους εφήβους είναι συνήθως η βρογχοκήλη, ο υπερ/υποθυρεοειδισμός και κάποιες φορές ο συνδυασμός αυτών. Η βρογχοκήλη είναι η διάχυτη διόγκωση του θυρεοειδούς αδένος ο οποίος δεν έχει ομαλή υφή. Δεν είναι απαραίτητα συμμετρική και στους δύο λοβούς και μπορεί να εμφανιστεί με την εκδήλωση όζων και συνήθως δεν εμφανίζονται επώδυνα συμπτώματα εκτός σπανίων περιπτώσεων , (αίσθημα πίεσης στην τραχεία και τον οισοφάγο) , σε καταστάσεις απότομης αύξησης του αδένος. Αυτά τα συμπτώματα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη με προσοχή καθώς μπορούν να υπάρξουν και στο λέμφωμα και τον καρκίνο του θυρεοειδούς.

Εν συνεχεία, στον υποθυρεοειδισμό η κλινική εικόνα χωρίζεται με βάση το ποσοστό των αντισωμάτων του θυρεοειδούς σε ευθυρεοειδισμό , κλινικό υποθυρεοειδισμό και υποκλινικό υποθυρεοειδισμό τα οποία διαφέρουν στην συμπτωματολογία. Στον ευθυρεοειδισμό υποθυρεοειδισμό συνήθως υπάρχουν φυσιολογικά ευρήματα οπότε δεν υπάρχουν συμπτώματα σε αντίθεση με τον κλινικό υποθυρεοειδισμό στον οποίο υπάρχει έντονη συμπτωματολογία ενώ στον υποκλινικό υποθυρεοειδισμό τα συμπτώματα δεν είναι τόσο έντονα οπότε η διάγνωση καθίσταται δυσκολότερη από τον κλινικό. (Ντάλλες & Κώστογλου-Αθανασίου, 2003) Τα κύρια συμπτώματα στον υποθυρεοειδισμό είναι η δυσανεξία στο ψύχος, βραδυψυχισμός , μυϊκή αδυναμία και βραδυκαρδία. Επιπλέον, σε επίπεδο μεταβολισμού υπάρχει μείωση του BMR (Basal Metabolic Rate) άρα χαμηλή τροφογενής θερμογένεση και συνεπώς αύξηση του βάρους και κυρίως μέσω της εναπόθεσης λίπους. Σε παιδιά και εφήβους επηρεάζεται η αύξησή τους , η οστική τους ωρίμανση και η ενήβωση. Επίσης προκαλείται ξηροδερμία και ωχρότητα του δέρματος.

Ο υπερθυρεοειδισμός έχει μια κλινική εικόνα σχεδόν αντίθετη από τον υποθυρεοειδισμό καθώς και στους δύο μπορεί να υπάρξει βρογχοκήλη. Τα συμπτώματά του είναι η αντοχή στο κρύο, αυξημένο BMR (Basal Metabolic Rate) και άρα τάση απώλειας βάρους και λίπους, επιτάχυνση της αύξησης και της οστικής ωρίμανσης , ταχυκαρδία, δέρμα απαλό ενώ

χαρακτηριστικό αποτελεί στην νόσο Graves ο εξόφθαλμος. (Τζιούφας & Βλαχογιαννόπουλος, 2018)

Για την διάγνωση της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας και την κατάταξή της απαιτείται καλή λήψη ιστορικού , κλινική εξέταση και εργαστηριακός έλεγχος. (Ντάλλες & Κώστογλου-Αθανασίου, 2003) Στη λήψη ιστορικού θα πρέπει να διερευνάται η ύπαρξη σχετικών συμπτωμάτων , η συνύπαρξη άλλων αυτοάνοσων νοσημάτων όπως το σύνδρομο Sjogren (Ferrari et al, 2021), το ιστορικό άλλων παθολογικών καταστάσεων και λήψη φαρμακευτικής αγωγής , οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, διατροφή , κάπνισμα. (Ντάλλες & Κώστογλου-Αθανασίου, 2003) Από την κλινική εξέταση θα εξεταστεί ο θυρεοειδής αδένας με επισκόπηση και ψηλάφηση. Στη συνέχεια , θα διενεργηθεί εργαστηριακός έλεγχος (TSH , T4 , T3 , anti-TPO και anti-Tg , TSI , επίπεδα ιωδίου και σεληνίου) και απεικονιστικός έλεγχος υπερηχογράφημα ή/και σπινθηρογράφημα του αδένα. (Ντάλλες & Κώστογλου-Αθανασίου, 2003) . Οι υψηλές τιμές TSH και χαμηλές T3 και T4 είναι ενδεικτικές υποθυρεοειδισμού και ενώ το αντίθετο υποδεικνύει υπερθυρεοειδισμό. (Τζιούφας & Βλαχογιαννόπουλος, 2018. ) Στο υπερηχογράφημα η αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα έχει χαρακτηριστικά ευρήματα αλλά δεν είναι απαραίτητη η διενέργειά του για την εκτίμηση της λειτουργίας του αδένα αλλά περισσότερο για την διάγνωση όζων και την εξέλιξη της ίνωσης του. Το σπινθηρογράφημα δεν είναι απαραίτητο για την διάγνωση της νόσου και χρησιμοποιείται πιο πολύ για την παρατήρηση της πολυοζώδους βρογχοκήλης όπως και η βιοψία του αδένα συνίσταται αν υπάρχει υποψία για καρκίνωμα. (Ντάλλες & Κώστογλου-Αθανασίου, 2003)

## **2.4 Επιπτώσεις στην παιδική και εφηβική ηλικία**

Οι θυρεοειδικές ορμόνες έχουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην ψυχοκινητική εξέλιξη των παιδιών, στην σωματική αύξηση και στην εξέλιξη της ενήβωσης. Τα παιδιά με αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα μπορεί να εμφανίσουν χαμηλό ανάστημα, μειωμένη σχολική επίδοση και καθυστέρηση στην ανάπτυξη τα οποία δημιουργούν προβλήματα κατά την ενήλικη ζωή. Το χαμηλό ανάστημα σε παιδιά και εφήβους με τάση για αυξημένο σωματικό βάρος γίνεται εμφανές μετά από μήνες ή και χρόνια υποθυρεοειδισμού. Πολλά παιδιά είναι ασυμπτωματικά κατά την διάγνωση ενώ άλλα παρουσιάζουν βρογχοκήλη , αύξηση του σωματικού βάρους ,

κόπωση , δυσκοιλιότητα και διαταραχές στην έμμηνο ρύση. Η πλειοψηφία των διαγνωσθέντων ασθενών είναι έφηβοι με κλινικό ευθυροειδισμό και ασυμπτωματικοί , πολλοί παρουσιάζουν συμπτώματα υποθυροειδισμού ενώ άλλοι παρά την ευθυροειδική τους κατάσταση έχουν εργαστηριακά ευρήματα υποθυροειδισμού. (Santos [et.al](#) , 2015)

Η αυτοάνοση θυροειδίτιδα μπορεί να επηρεάσει την γνωστική λειτουργία και την ψυχολογική ευεξία των παιδιών. Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν δείχνουν ότι τα παιδιά με κλινικό υποθυροειδισμό παρουσιάζουν μικρότερες επιδόσεις στα τεστ συναισθηματικής νοημοσύνης και μειωμένα επίπεδα σεροτονίνης σε σχέση με τα υγιή παιδιά. (Arianas [et.al](#) , 2022)

Συχνό φαινόμενο είναι η συνύπαρξη της ΑΘ με αυτοάνοσα νοσήματα όπως είναι ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 1 , η κοιλιοκάκη και η λεύκη. Η παρουσία αυτών των συμπτωμάτων καθιστά τον τακτικό έλεγχο και την παρακολούθηση των παιδιών απαραίτητα κομμάτια για την πρόληψη ή την θεραπεία άλλων πιθανών συνοσηροτήτων.

Η διάγνωση της αυτοάνοσης θυροειδίτιδας γίνεται με τον προσδιορισμό της TSH στον ορό που αποτελεί και την καλύτερη διαγνωστική εξέταση. Στην περίπτωση που η TSH είναι υψηλή , η αξιολόγηση της ελεύθερης θυροξίνης στον ορό (fT4) θα δείξει αν το παιδί έχει υποκλινικό υποθυροειδισμό ( φυσιολογική fT4) ή υποθυροειδισμό (χαμηλή fT4). Επιπλέον , η διάγνωση περιλαμβάνει θετικά αυτοαντισώματα κατά της TPO ή/και αυτοαντισώματα κατά της Tg.

Η κύρια θεραπεία για τον υποθυροειδισμό λόγω ΑΘ είναι η χορήγηση λεβοθυροξίνης στον ασθενή. Η θεραπεία με λεβοθυροξίνη βοηθά στην αποκατάσταση της φυσιολογικής λειτουργίας του θυροειδούς , στην πιθανή μείωση του μεγέθους της βρογχοκήλης και στην ύφεση των συμπτωμάτων. Επίσης, η θεραπεία αυτή μπορεί να έχει ευεργετικά αποτελέσματα στην γνωστική λειτουργία των παιδιών με υποκλινικό υποθυροειδισμό. (Santos [et.al](#) , 2015)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Ο ρόλος του Σεληνίου στην λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος

#### 3.1 Η σημασία του σεληνίου στην σύνθεση των θυρεοειδικών ορμονών

Το σελήνιο αποτελεί το δεύτερο πιο σημαντικό μικροθρεπτικό συστατικό για την φυσιολογική λειτουργία του θυρεοειδή αδένος μετά το ιώδιο. Συμβάλει στην σύνθεση των θυρεοειδικών ορμονών, στην αντιοξειδωτική άμυνα του θυρεοειδή αδένος και στην λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος. Για την σύνθεση των ορμονών του θυρεοειδούς το σελήνιο μέσω των σεληνοπρωτεϊνών, βρίσκεται σε μια ομάδα ενζύμων τα οποία ρυθμίζουν την δράση των αποϊωδινασών, των θειορεδοξινών Txr. Οι αποϊωδινάσες είναι επίσης ομάδα ενζύμων οι οποίες έχουν ως δράση την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των θυρεοειδικών ορμονών T3 και T4. Υπάρχουν 3 κατηγορίες αποϊωδινασών, η αποϊωδινάση τύπου 1 (DIO1), η αποϊωδινάση τύπου 2 (DIO2) και η αποϊωδινάση τύπου 3 (DIO3) οι οποίες διαφέρουν για τις λειτουργίες τους στους ιστούς. Η DIO1 ενεργοποιείται από την επαγωγή της T3 και η DIO2 από του υποδοχείς της θυρεοειδοτρόπου ορμόνης (TSH) και έχουν ως κύριο ρόλο την μετατροπή της T4 σε T3, ενώ η DIO3 απενεργοποιεί την T3, έτσι οι αποϊωδινάσες ρυθμίζουν τις ορμόνες του θυρεοειδούς και την γονιδιακή έκφραση με σκοπό την ρύθμιση της ανάπτυξης και του μεταβολισμού. (Batyrova et al., 2025) Πιο συγκεκριμένα, παρόλο που παράγεται σε μεγάλη ποσότητα η θυροξίνη (T4) έχει μικρότερη βιολογική δράση από την τριιωδοθυρονίνη (T3) για αυτό χρειάζεται να αποϊωδινωθεί μέσω των αποϊωδινασών και ειδικά από την 5 αποϊωδινάση τύπου 1 (5DIO1). Η 5DIO1 περιέχει την σεληνοκυστεΐνη και εκτελεί την μετατροπή της T4 σε ενεργή T3 και ανενεργή rT3 και συναντάται στους ιστούς του ήπατος, των νεφρών και της υπόφυσης. Αυτό γίνεται με την απομάκρυνση του ιωδίου από την T4 και σχηματισμό T3 η οποία είναι πλέον ενεργή θυρεοειδική ορμόνη. (Sareen et al., 2008) Επίσης η 5 δειωδινάση τύπου 2 5DIO2 βρίσκεται σε ιστούς του εγκεφάλου, της καρδιάς, των σκελετικών μυών, της υπόφυσης και του θυρεοειδούς και σε σχέση με την 5DIO1 η σοβαρή ανεπάρκεια σεληνίου δεν την επηρεάζει σοβαρά την δραστηριότητά της.

Στη συνέχεια, η ανεπάρκεια σεληνίου οδηγεί σε μία σοβαρή διαταραχή της παραγωγής των θυρεοειδικών ορμονών όπου σε κάποιες καταστάσεις νόσων του θυρεοειδούς αδένος είτε βρίσκονται στην κυκλοφορία σε υψηλή ποσότητα είτε σε χαμηλή. Η παρατεταμένη μεμονωμένη ανεπάρκεια σεληνίου φαίνεται να επηρεάζει το μεταβολισμό των θυρεοειδικών

ορμονών και να οδηγεί σε μείωση της δραστηριότητας της 5DIO1 με συνέπεια την αύξηση των τιμών των T4 και rT3 στον οργανισμό. Ωστόσο, η ανεπάρκεια σεληνίου σε συνδυασμό με την ανεπάρκεια ιωδίου διατηρεί την διαθεσιμότητα της T4 και δρα προστατευτικά σε σημαντικούς ιστούς. Η διόρθωση της ανεπάρκειας σεληνίου χωρίς την χορήγηση συμπληρωμάτων ιωδίου οδηγεί στην μείωση του περιφερικού μεταβολισμού της T4. (Chanoine, 2003)

### **3.2 Η αντιοξειδωτική δράση του σεληνίου στο θυρεοειδή**

Η δράση του σεληνίου στον θυρεοειδή αδένα, εκτός από την ρύθμιση της παραγωγής των θυρεοειδικών ορμονών, συμβάλλει και στην αντιοξειδωτική άμυνα σε αυτόν καθώς βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα στους ιστούς του από ότι σε οποιονδήποτε άλλον. Οι δύο κύριες ομάδες ενζύμων που αποτελούνται από τις σεληνοπρωτεΐνες και προσφέρουν την αντιοξειδωτική προστασία είναι οι υπεροξειδάσες της γλουταθειόνης (GPx) και οι αναγωγάσες της θυρεοδοξίνης (Txr). (Kyrgios et al., 2018) Τα ένζυμα αυτά είναι απαραίτητα να βρίσκονται στον θυρεοειδή διότι για την σύνθεση των θυρεοειδικών ορμονών χρησιμοποιείται το H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> από την υπεροξειδάση του θυρεοειδούς (TPO) και άρα συσσωρεύεται στον αδένα και ως επακόλουθο να δημιουργούνται συνεχώς δραστικές μορφές οξυγόνου (ROS) και ελεύθερες ρίζες οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε διάφορες παθολογικές καταστάσεις του θυρεοειδούς. (Nourbakhsh et al., 2015) Υπάρχουν 8 τύποι της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης με τις GPx1-4 και GPx6 είναι αυτές που διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στην προστασία του θυρεοειδή αδένα από τις ROS. Από αυτές οι GPx3 και GPx1 που έχουν κοινές ιδιότητες και βρίσκονται στο πλάσμα με την GPx3 να βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα. Η βασική τους λειτουργία είναι η απομάκρυνση του υπεροξειδίου του υδρογόνου H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> και η μετατροπή του σε νερό H<sub>2</sub>O και οξυγόνο O<sub>2</sub> καθώς και η απομάκρυνση άλλων ROS με σκοπό να μειωθεί το οξειδωτικό στρες που μπορεί να υποστεί ο θυρεοειδής όταν συντίθενται οι ορμόνες. (Batyrova et al., 2025) Για αυτές τις αντιδράσεις χρησιμοποιούνται δύο μόρια γλουταθειόνης (GSH), ώστε να απομακρυνθούν οι ROS, και μετατρέπονται σε μία οξειδωμένη μορφή της γλουταθειόνης (GSSG) η οποία με την σειρά της θα αναχθεί ξανά σε 2 μόρια γλουταθειόνης με την βοήθεια του ενζύμου αναγωγάση της

γλουταθειόνης μέσω της αντίδρασης που βασίζεται στην μεταφορά ενός υδρογόνου από το NADPH σε NAD<sup>+</sup>. (Sarren et al., 2008) Αυτή η διαδικασία είναι απαραίτητη για την διατήρηση της οξειδοαναγωγικής ισορροπίας στον οργανισμό και συγκεκριμένα για την φυσιολογική λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος. Εν συνεχεία, ως προς την αναγωγή της θειορεδοξίνης Txr , η λειτουργία της είναι σημαντική καθώς είναι δότης ηλεκτρονίων ώστε οι ελεύθερες ρίζες που δημιουργούνται να σταθεροποιηθούν συμπληρώνοντας με ένα ηλεκτρόνιο την εξωτερική τους στιβάδα. Η οξειδωμένη μορφή της θειορεδοξίνης αναγεννάται μέσω του ενζύμου αναγωγής της θειορεδοξίνης TxrR με δότη ηλεκτρονίων από το NADPH και οξειδώνεται σε NADP<sup>+</sup> έτσι ώστε η Txr να βρίσκεται στην ανηγμένη και βιολογικά ενεργή της μορφή για να ξαναχρησιμοποιηθεί όταν χρειαστεί. (Batyrova et al., 2025)

Επιπλέον, η αντιοξειδωτική άμυνα που προσφέρεται μέσω αυτών των μηχανισμών βοηθάει και στον ανοσοποιητικό σύστημα με την πρόκληση των T και B λεμφοκυττάρων καθώς και η μειωμένη συγκέντρωση υπεροξειδίου του υδρογόνου και ROS στον θυρεοειδή οδηγεί στην μείωση των φλεγμονωδών δεικτών όπως είναι οι προσταγλανδίνες και τα λευκοτριένια. (Kyrgios et al., 2018) Έτσι, η το σελήνιο είναι αναγκαίο συστατικό για την αντιοξειδωτική άμυνα στο θυρεοειδή αδένος μέσω διαφόρων μηχανισμών που εν τέλει συνδράμουν και στην αντιφλεγμονώδη και ανοσοποιητική κατάσταση του οργανισμού.

### **3.3 Συσχέτιση του σεληνίου με την εξέλιξη της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας**

Η αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση αντισωμάτων ( TPOAb , TgAb ) , οδηγώντας στην εμφάνιση φλεγμονής και κατ' επέκταση στην καταστροφή του θυρεοειδικού ιστού. Η ανεπάρκεια του σεληνίου μπορεί να επιδεινώσει αυτή την διαδικασία αυξάνοντας έτσι το οξειδωτικό στρες και την αυτοάνοση απόκριση. (Sturniolo et.al , 2013)

Διάφορες μελέτες έχουν διερευνήσει την χορήγηση σεληνίου και την επίδραση του στην εξέλιξη της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας.

Η συμπληρωματική χορήγηση του σεληνίου φαίνεται να έχει θετικό αντίκτυπο στην διαχείριση της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας στα παιδιά και τους εφήβους. Τα αποτελέσματα

των διαφόρων ερευνών δείχνουν ότι η χορήγηση σεληνίου και μάλιστα με την μορφή l-σεληνομεθειονίνης μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση των αντιθυροειδικών αντισωμάτων και κυρίως αυτών έναντι της θυρεοσφαιρίνης anti-Tg. ( Kyrgios [et.al](#) , 2018). Η επίδραση στα αντισώματα έναντι της θυροειδικής υπεροξειδάσης (anti-TPO) είναι λιγότερο σταθερή με ορισμένες μελέτες να καταγράφουν μείωση χωρίς όμως να υπάρχει στατιστική σημαντικότητα. (Kyrgios [et.al](#) , 2018)

Επιπλέον, αναφέρεται μείωση του όγκου του θυροειδούς αδένος σε ορισμένες περιπτώσεις , ακόμη και όταν δεν παρατηρούνται σημαντικές μειώσεις στα επίπεδα των αντισωμάτων. Ωστόσο , η γενική λειτουργία του θυροειδούς αδένος δεν φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από την χορήγηση του σεληνίου σε βραχυπρόθεσμο διάστημα. (Onal [et.al](#) , 2012)

Συνοπτικά, η χρήση σεληνίου σε παιδιά και εφήβους με αυτοάνοση θυροειδίτιδα ενδέχεται να προσφέρει σημαντικά ανοσοτροποποιητικά οφέλη , μέσω της μείωσης των αυτοαντισωμάτων και της πιθανής προστατευτικής δράσης στο θυροειδικό ιστό. Ωστόσο , τα ευρήματα δεν είναι απόλυτα ομοιογενή και είναι απαραίτητη η διεξαγωγή ερευνών με μεγαλύτερο πληθυσμό και μακροχρόνια παρακολούθηση.

## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## ΣΚΟΠΟΣ

Πολλές μελέτες έχουν αναδείξει την σημαντικότητα της πρόσληψης του σεληνίου στον ανθρώπινο οργανισμό σε κλινικό και βιοχημικό επίπεδο και κυρίως για την ενήλικη ζωή ενώ τα δεδομένα για την παιδική και εφηβική ηλικία είναι φτωχά. Ειδικότερα, φαίνεται να διαδραματίζει μείζονα ρόλο στην λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος και των παθήσεών του. Για το λόγο αυτό, η παρούσα ανασκόπηση έχει σκοπό να αναδείξει τον ρόλο του σεληνίου στην αντιμετώπιση της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας σε παιδιά και εφήβους.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την παρούσα εργασία διενεργήθηκε περιγραφική ανασκόπηση βιβλιογραφίας. Αυτή η μορφή μεθοδολογίας παρέχει μία λεπτομερή ανασκόπηση για την παρουσίαση των δεδομένων που βρέθηκαν χωρίς μία αυστηρή συστηματική και ποιοτική ανάλυση των ευρημάτων.

Άρα στόχος της ανασκόπησης είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων με βέλτιστο και κατανοητό τρόπο για το συγκεκριμένο αντικείμενο της μελέτης.

Η βιβλιογραφία που εξετάστηκαν τα άρθρα είναι από το 1997 έως το 2025 με επιστημονική βάση το pubmed , το google scholar και άλλες επιστημονικές βάσεις που υποστήριζαν τις πληροφορίες της μελέτης. Οι λέξεις κλειδιά ήταν <<σελήνιο>> , <<παθήσεις θυρεοειδούς>> , <<αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα>> , <<παιδιά>> , <<έφηβοι>>.

Τα κριτήρια για να επιλεγθούν τα άρθρα στην μελέτη ήταν να είναι συναφή με το θέμα της μελέτης , να είναι από αξιόπιστα περιοδικά και να βρίσκονται σε επίσημες βάσεις αναζήτησης δεδομένων. Γι' αυτή την εργασία βρέθηκαν 4 μελέτες οι οποίες ήταν συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας και μετα ανάλυση , διπλά τυφλές και μη τυφλές τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές. Αφού έγινε η συλλογή των μελετών , ύστερα έγινε η

διαλογή τους με βάση αν είχαν άμεση σχέση με το θέμα της εργασίας από την αξιολόγηση των τίτλων και των περιλήψεων. Μετά την επιλογή τους, τα κείμενα των ερευνών μελετήθηκαν εκτενώς ώστε να βρεθούν οι κύριες έννοιές τους και οι μεθοδολογίες τους για την πλήρη κατανόησή τους.

Στην συνέχεια, τα αποτελέσματα της ανασκόπησης αναλύθηκαν ως προς τις κύριες κατευθύνσεις των ερευνών και παρατέθηκαν τα πιο σημαντικά στοιχεία με σκοπό την κατανόηση των ερευνών και τις αδυναμίες τους.

Στην συζήτηση αναφέρονται όλα τα κύρια στοιχεία των ευρημάτων με τους στόχους τους, τα αδύναμα σημεία και τα προβλήματα που υπήρξαν. Τέλος βρίσκονται συμπερασματικά τα ευρήματα των μελετών και ακολουθούν μερικές προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Η αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα είναι από τις πιο συχνές παθήσεις του θυρεοειδή αδένος σε παιδιά και ενήλικες. Στην εκδήλωση της νόσου συμμετέχει η διαταραχή μικροθρεπτικών συστατικών απαραίτητων για την σύνθεση των θυρεοειδικών ορμονών και την προστασία του αδένος. Μετά το ιώδιο, το σελήνιο είναι το δεύτερο πιο σημαντικό μικροθρεπτικό συστατικό στη λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος και εκεί βρίσκεται στη μεγαλύτερη ποσότητά του στον οργανισμό. Όπως έχει αναλυθεί το σελήνιο συμμετέχει στην έναρξη ή την εξέλιξη της νόσου μέσω της ανεπαρκούς παραγωγής των θυρεοειδικών ορμονών T3 και T4. (Batyrova, 2025) Επίσης, εξίσου σημαντικό είναι ότι το σελήνιο μέσω των σελινοπρωτεϊνών και κυρίως της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης (GPx) προσφέρει αντιοξειδωτική άμυνα στον αδένα και τον προστατεύει από τις διάφορες δραστικές μορφές οξυγόνου (ROS) και οξειδωτικούς παράγοντες που δημιουργούνται σε αυτόν.

Σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στον ενήλικο πληθυσμό έχει παρατηρηθεί και μελετηθεί η σχέση του σεληνίου με την λειτουργία του θυρεοειδή αδένος και της αυτοάνοσης

θυρεοειδίτιδας. Πιο συγκεκριμένα πολλές μελέτες υποστηρίζουν ότι η χορήγηση συμπληρωμάτων σεληνίου είτε ως οργανικού σεληνίου είτε ως ανόργανου σεληνίου συμβάλουν στην θεραπεία της νόσου και αποτρέπουν την επιδείνωση της. Σύμφωνα με τα ευρήματα των μελετών, βρέθηκε να έχουν μειωθεί οι συγκεντρώσεις των αντισωμάτων της θυρεοειδικής υπεροξειδάσης (anti-TPO) και των αντισωμάτων έναντι της θυρεοσφαιρίνης (anti-Tg) με την χορήγηση διαφορετικής δοσολογίας σεληνίου (100 έως 200 mg) ως συμπλήρωμα. (Turker, 2006) Ωστόσο, σε κάποιες μελέτες, τα αποτελέσματά τους δεν συμφωνούν με την άποψη ότι η χορήγηση του σεληνίου μπορεί να είναι ευεργετική για την εξέλιξη της νόσου. Στον παιδιατρικό πληθυσμό δεν έχουν διεξαχθεί πολλές μελέτες οι οποίες να συνδέουν την χορήγηση σεληνίου στην αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα και επομένως να μην υπάρχει ξεκάθαρη απάντηση στη δοσολογία του με τη μορφή συμπληρώματος. Στην πλειονότητά τους αναφέρουν θετική την επίδραση του σεληνίου στην λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος και στην νόσο αλλά και στην ανάπτυξη των παιδιών και των εφήβων.

Σε μία τυχαιοποιημένη διπλά τυφλή κλινική μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα συμμετείχαν 71 ασθενείς κάτω των 18 ετών, με αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα και θετικά αντιθυρεοειδικά αντισώματα που είχαν ευθυροειδισμό ή υποθυροειδισμό και με παρουσία βρογχοκήλης και λάμβαναν λεβοθυροξίνη (l-T4). Σκοπός της μελέτης ήταν να διερευνηθεί αν η χορήγηση 200μg l-σεληνομεθειονίνης θα είχε επίδραση στα επίπεδα των αντιθυρεοειδικών αντισωμάτων σε παιδιά και εφήβους με αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα σε σύγκριση με εικονικό φάρμακο. Ελήφθησαν ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, η σταδιοποίηση της εφηβείας κατά Tanner, ελέγχθηκαν τα fT4, TSH, anti-TPO, anti-Tg στον ορό και διενεργήθηκε υπερηχογράφημα σε διαστήματα 0, 3 και 6 μηνών. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι δεν υπήρξε διαφορά στον Δείκτη Μάζας Σώματος (Δ.Μ.Σ.) και τη βρογχοκήλη, αλλά υπήρχε διαφορά στα επίπεδα των αυτοαντισωμάτων. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση στα επίπεδα της anti-Tg στην ομάδα παρέμβασης σε σχέση με την ομάδα του εικονικού φαρμάκου. Για τα επίπεδα της anti-TPO παρόλο που μειώθηκαν στην ομάδα της χορήγησης της σεληνομεθειονίνης και αυξήθηκαν στην ομάδα εικονικού φαρμάκου, δεν θεωρήθηκε στατιστικά σημαντική αυτή η διαφορά. Επίσης, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στην απεικόνιση του αδένος. (Kyrgios et al, 2018)

Σε μία άλλη ανοιχτή πιλοτική μελέτη όχι τυφλή στην Τουρκία, στην οποία συμμετείχαν 53 παιδιά τα 23 εκ των οποίων είχαν διαγνωσθείσα θυρεοειδίτιδα Hashimoto σε συνδυασμό με αλλαγές στην υπερηχογραφική εικόνα και τον όγκο του. Αποκλείστηκαν άτομα με έλλειψη ιωδίου ή σεληνίου και με κλινικό ή υποκλινικό υποθυρεοειδισμό, στους 6 μήνες παρακολούθησης και τους χορηγήθηκε 50 μg L-σεληνομεθιονίνης για τους 3 πρώτους μήνες που διακόπτεται για τους επόμενους 3 μήνες. Στην ομάδα ελέγχου, επιλέχθηκαν τυχαία 30 υγιή παιδιά για την σύγκριση των αποτελεσμάτων στους 6 μήνες. Πραγματοποιήθηκε μέτρηση των επιπέδων TgAb και TPOAb σε χρόνο 0, 3 και 6 μηνών και σε χρόνο 0 και 6 μήνες μέτρηση της TSH και fT4 και ο υπερηχογραφικός έλεγχος. Βρέθηκε ότι ήταν αυξημένες οι τιμές των TgAb και TPOAb και στην αρχή της μελέτης και στους 3 μήνες χωρίς σημαντική διαφορά. Στους 6 μήνες μετρήθηκαν η TSH και fT4 που αν και μειώθηκαν δεν ήταν στατιστικά σημαντική η μείωση. Από τον υπερηχογραφικό έλεγχο του αδένα βρέθηκε ότι ο όγκος του μειώθηκε κατά 45% στους ασθενείς στους 6 μήνες με τα κορίτσια να έχουν την μεγαλύτερη μείωση. (Onal et al., 2012)

Σύμφωνα με μια άλλη μη τυφλή προοπτική μελέτη που έλαβε χώρα στην Γερμανία για 1 χρόνο, συμμετείχαν 49 ασθενείς με νεο-διαγνωσθείσα αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα και υποθυρεοειδισμό και υπήρξε συγκατάθεση και από τους ίδιους και από τους γονείς τους, και τυχαιοποιήθηκαν σε ομάδες ως προς την παρέμβαση που θα πραγματοποιούνταν. Κριτήρια αποκλεισμού για την έρευνα ήταν να έχουν και άλλη αυτοάνοση νόσο, να κάνουν συνεχή θεραπεία με λεβοθυροξίνη ή οποιαδήποτε άλλη φαρμακευτική αγωγή λόγω κάποιας νόσου. Στη ομάδα Α συμμετείχαν 18 άτομα και έλαβαν μόνο λεβοθυροξίνη, στην ομάδα Β συμμετείχαν 13 άτομα και έλαβαν λεβοθυροξίνη και 100μg σεληνιούχο νάτριο και η ομάδα Γ συμμετείχαν 18 ασθενείς και έλαβαν λεβοθυροξίνη και 200μg σεληνιούχο νάτριο. Στόχος αυτής της επιλογής ήταν να φανεί αν η λεβοθυροξίνη θα μειώσει τα επίπεδα TSH στον οργανισμό και κατά πόσο θα αλλάξει η συγκέντρωση των TPOAb με τις διαφορετικές δόσεις του σεληνίου. Τα αποτελέσματα ήταν συγκρίσιμα μεταξύ των τριών ομάδων και βρέθηκε ότι μια μέση δόση λεβοθυροξίνης 1,6+/-5 μg/kg /B.Σ. να μπορεί να μειώσει την TSH στο 1-2 μU/ml στον οργανισμό και στις 3 ομάδες. Επίσης και οι τιμές των των TPOAb ήταν συγκρίσιμες στις ομάδες και βρέθηκε ότι δεν υπήρξε σημαντική μείωσή τους και στις 3 ομάδες στους 12 μήνες αλλά υπήρξε μεγαλύτερη μείωσή τους στην ομάδα Γ στο 40,5% με 200μg σεληνιακού νατρίου χωρίς να θεωρείται στατιστικά σημαντική σε σχέση με τις υπόλοιπες ομάδες. Ως προς τη συγκέντρωση TgAb παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική

μείωση στις ομάδες Α και Γ ( $p < 0,05$ ) αλλά όχι στην ομάδα Β ( $p = 0,06$ ) χωρίς όμως να τεκμηριώνεται καθώς τα άτομα ήταν πιο λίγια και υπήρχαν δύο ακραίες τιμές σε αυτή την ομάδα. (Bonfig et al., 2010)

Τέλος, το 2023 δημοσιεύθηκε μια συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας από την Ινδονησία και μετανάλυση τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων και σχεδόν ελεγχόμενων μελετών. Σκοπός της είναι να υπάρξει μια ισχυρή βάση για την κλινική εφαρμογή της συμπληρωματικής χορήγησης σεληνίου σε παιδιά και εφήβους με αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα. Στην ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν 5 μελέτες ενώ στην μετανάλυση οι 4 από αυτές και συμμετείχαν 307 παιδιά και έφηβοι ηλικιών μεταξύ 1 και 18 ετών και οι έρευνες πραγματοποιήθηκαν σε 5 χώρες. Κριτήρια για την ένταξη στην μελέτη ήταν τα παιδιά να είναι κάτω των 19 ετών και να έχουν αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα σε συνδυασμό με τουλάχιστον, δυσλειτουργία του θυρεοειδούς αδένος ή/και διόγκωσή του ή/και μορφολογικές αλλοιώσεις του. Δεν υπήρξαν κριτήρια αποκλεισμού ως προς τους ασθενείς. Η ανεξάρτητη μεταβλητή που μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα είναι η χορήγηση του σεληνίου σε οποιαδήποτε μορφή και οι εκβάσεις που επηρεάζονται είναι οι συγκεντρώσεις των TPOAb, TgAb και fT4 καθώς και ο όγκος του θυρεοειδούς αδένος. Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι τα παιδιά που λάμβαναν συμπλήρωμα σεληνίου είχαν χαμηλότερα επίπεδα TPOAb από τις ομάδες ελέγχου. Επιπλέον, φάνηκε ότι και τα επίπεδα της fT4 μειώθηκαν με την χορήγηση σεληνίου στις ομάδες παρέμβασης από τις ομάδες ελέγχου. Ωστόσο, πέραν από μια τυχαιοποιημένη μελέτη, οι υπόλοιπες έδειξαν ότι η χορήγηση σεληνίου δεν διέφερε στα επίπεδα των TgAb και στις δύο ομάδες. Ως προς τον όγκο του θυρεοειδούς η μελέτη αποφάνθηκε ότι τα ευρήματα δεν διέφεραν σημαντικά και στις δύο ομάδες. Έτσι, φαίνεται ότι ο χορήγηση σεληνίου μειώνει τα επίπεδα TPOAb και fT4 με την δοσολογία να είναι περίπου στα 100μg και σε μέση διάρκεια 6 μηνών. Αλλά η συγκεκριμένη μετενάλυση περιέχει πολλές αδυναμίες καθώς συμπεριλάμβανε μόνο 4 μελέτες με μεγάλη μεταβλητότητα ως προς το δείγμα και τα συμπληρώματα σεληνίου. (Hisbiyah et al., 2023)

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

| N | ΠΡΩΤΟΣ<br>ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ | ΕΤΟΣ<br>ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗΣ | ΦΥΛΟ                                 | ΗΛΙΚΙΑ<br>(έτη)<br>(μέσος<br>όρος και<br>τυπική<br>απόκλιση) | ΔΟΣΗ ΚΑΙ<br>ΤΥΠΟΣ<br>ΣΥΜΠΛΗΡΩ<br>ΜΑΤΟΣ<br>ΣΕΛΗΝΙΟΥ    | ΚΥΡΙΑ<br>ΑΠΟΤΕΛΕ<br>ΣΜΑΤΑ<br>(IU/ml)                                                     |
|---|----------------------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Kyrgios              | 2018                | ΑΓΟΡΙΑ:<br>71<br><br>ΚΟΡΙΤΣΙΑ:0      | 11,25<br>0,45                                                | ±200μg<br>L-σεληνομεθ<br>ειονίνης(οργα<br>νική μορφή) | ΜΕΙΩΣΗ<br>ΕΠΙΠΕΔΩΝ<br>ΤΡΟAb(884<br>,1±172,4)ΚΑΙ<br>TgAb(193,7±<br>39,4)                  |
| 2 | Onal                 | 2012                | ΑΓΟΡΙΑ:<br>16<br><br>ΚΟΡΙΤΣΙΑ:<br>37 | 12,2<br>2,25                                                 | ±50μg<br>L-σεληνομεθ<br>ειονίνης(οργα<br>νική μορφή)  | ΑΜΕΤΑΒΛ<br>ΗΤΑ<br>ΕΠΙΠΕΔΑ<br>ΤΒΟAb(ΔΙΑ<br>ΜΕΣΟΣ<br>320) ΚΑΙ<br>TgAb(<br>ΔΙΑΜΕΣΟΣ<br>148) |

|   |        |      |                                  |            |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|--------|------|----------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Bonfig | 2010 | ΑΓΟΡΙΑ:<br>16<br>ΚΟΡΙΤΣΙΑ:<br>33 | 12,2 ± 2,2 | ΟΜΑΔΑ Α: 0<br>μg σεληνίου<br>ΟΜΑΔΑ Β:<br>100μg<br>σεληνικού<br>νατρίου-σελη<br>νικού<br>οξέος(ανόργ<br>ανη μορφή)<br>ΟΜΑΔΑ Γ:<br>200 μg<br>σεληνικού<br>νατρίου-σελη<br>νικού<br>οξέος(ανόργ<br>ανη μορφή) | ΜΕΙΩΣΗ<br>ΕΠΙΠΕΔΩΝ<br>ΤΡΟAb<br>ΣΤΙΣ<br>ΟΜΑΔΕΣ<br>Α(518 ±<br>526) ΚΑΙ<br>Β(510±499)<br>ΜΕ<br>ΜΕΓΑΛΥΤΕΡ<br>Η ΜΕΙΩΣΗ<br>ΣΤΗΝ<br>Γ(426±520)<br>ΚΑΙ TgAb<br>ΣΤΙΣ<br>ΟΜΑΔΕΣ<br>Α(329±404)<br>Β(669±1363)<br>ΚΑΙ<br>Γ(671±1347)<br><br>ΜΕΙΩΣΗ<br>ΤΩΝ<br>ΕΠΙΠΕΔΩΝ<br>ΤΣΗ ΣΤΙΣ<br>ΟΜΑΔΕΣ<br>Α(1,9±1,7)<br>Β(1,8±1,4)<br>ΚΑΙ Γ(2,1±2) |
|---|--------|------|----------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |          |      |                                   |                |                                                                                        |
|---|----------|------|-----------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Hisbiyah | 2023 | ΑΓΟΡΙΑ:<br>103<br>ΚΟΡΙΤΣΙΑ:<br>70 | 10,8 ±<br>1,33 | ΣΗΜΑΝΤΙΚ<br>Η ΜΕΙΩΣΗ<br>ΕΠΙΠΕΔΩΝ<br>ΤΡΟAb<br>(390±273,5)<br>ΚΑΙ<br>fT4ng/dl(1,5±<br>1) |
|---|----------|------|-----------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το σελήνιο αποτελεί βασικό ιχνοστοιχείο του οργανισμού για την ορθή λειτουργία του με την μεγαλύτερη ποσότητα να βρίσκεται στον θυρεοειδή αδένα. Παρόλο που, είναι το δεύτερο σε συγκέντρωσή στον αδένα μετά το ιώδιο έχει καθοριστικό ρόλο για την παραγωγή των θυρεοειδικών ορμονών που με την σειρά τους επιδρούν σε όλα τα συστήματα του οργανισμού, τον μεταβολισμό και την ανάπτυξη. Τα αποτελέσματα της παρούσας ανασκόπησης αναδεικνύουν την σημασία του σεληνίου στην αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα μέσω των μετρήσεων στα επίπεδα των θυρεοειδικών αντισωμάτων και των θυρεοειδικών ορμονών καθώς και της απεικόνισης του αδένα. Πιο συγκεκριμένα, η ανεπάρκεια σεληνίου στον θυρεοειδή αδένα οδηγεί σε διαταραγμένη παραγωγή ορμονών. Υπήρξε μια μελέτη, που δεν συμπεριλήφθηκε στην εργασία, να αναφέρεται στο επίπεδο του σεληνίου στον οργανισμό μέσω μετρήσεων της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης και της σελινοπρωτεΐνης P (μεταφορέας σεληνίου στον θυρεοειδή) σε παιδιά και εφήβους με θυρεοειδίτιδα Hashimoto και τα αποτελέσματα, συγκρίθηκαν με υγιή παιδιά, τα οποία αναφέρουν ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στα επίπεδα σεληνίου και των δεικτών του και στις δύο ομάδες.(Nourbakhsh et al., 2016) Όμως, πέραν των μετρήσεων του σεληνίου, ως προς τα

αντιθυρεοειδικά αντισώματα σε μία σημαντική μελέτη ενηλίκων που είχαν αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα και έλαβαν 100μg l-σεληνομεθειονίνης βρέθηκε ότι η τιμή της TPOAb μειώθηκε στον ορό με αποτέλεσμα την καλύτερη ανταπόκριση της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης στον οργανισμό.(Turker et al., 2006) Οι Kyrgios και συνεργάτες βρήκαν ότι η χορήγηση συμπληρωμάτων σεληνίου σε παιδιά και εφήβους με αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα σε συνδυασμό με λεβοθυροξίνη είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση των αντιθυρεοειδικών αντισωμάτων σε σύγκριση με τα άτομα που δεν έλαβαν συμπλήρωμα σεληνίου στους 6 μήνες.(Kyrgios et al, 2018) Βρέθηκε επίσης ότι σε οποιαδήποτε μορφή, οργανική ή ανόργανη, χορηγούνται το σελήνιο δεν υπάρχει καμία διαφορά ως προς την βελτίωση των δεικτών καθώς και το φύλο και η ηλικία των παιδιών δεν επηρέασε τα ευρήματα των μελετών. Ωστόσο σε μια μελέτη βρέθηκε ότι η χορήγηση ανόργανου σεληνίου δεν μείωσε σημαντικά τα αντιθυρεοειδικά αντισώματα με την πιο υψηλή δόση του να έχει καλύτερη βελτίωση ενώ η μείωση βασίστηκε στον συνδυασμό με χορήγηση λεβοθυροξίνης. (Bonfig et al., 2010) Στη μελέτη των Onal και συνεργατών έγινε σύγκριση με υγιή άτομα για τις τιμές των δεικτών fT4, TSH, TPOAb και TgAb και βρέθηκε ότι οι τιμές ήταν ελάχιστα μειωμένες στους ασθενείς με χορήγηση σεληνίου με τον όγκο του αδένου να έχει βελτίωση σε μεγαλύτερο ποσοστό. (Onal et al., 2012) Ενώ στις περισσότερες μελέτες φαίνεται ότι οι συγκεντρώσεις των TgAb παρουσίαζαν μείωση μετά την παρέμβαση με σελήνιο, σε μία μετανάλυση η οποία συμπεριλάμβανε και τις μελέτες που αναλύθηκαν πιο πάνω, τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση στις τιμές των TPOAb και fT4. (Hisbiyah et al., 2023) Όμως, υπάρχουν ενδείξεις για την μη επαλήθευση των στοιχείων αυτών καθώς οι περισσότερες έρευνες γίνονται σε ενήλικες και αυτή η μετανάλυση περιλάμβανε μόνο 4 με την επιβεβαίωση των ευρημάτων να θεωρείται αβάσιμη.

Επιπλέον είναι σημαντικό να αναφερθεί και μία μελέτη η οποία δεν συμπεριλήφθηκε σε αυτήν την ανασκόπηση καθώς το δείγμα ήταν πολύ μικρό σε ένα συγκεκριμένο νοσοκομείο και αναφέρεται στα επίπεδα σεληνίου σε παιδιά με θυρεοειδίτιδα Hashimoto σε σύγκριση με τα υγιή παιδιά.(Moravej et al., 2021) Υπάρχει ανάγκη να διεξαχθούν περισσότερες έρευνες για τη σχέση του σεληνίου με την αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα στον παιδιατρικό πληθυσμό για να καλυφθούν τα κενά που παρατηρούνται στις μελέτες.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, το σεληνίο αποτελεί ένα πολύ σημαντικό ιχνοστοιχείο του οργανισμού που συμβάλλει στην φυσιολογική λειτουργία του θυρεοειδούς αδένος και η ανεπάρκειά του προκαλεί διαταραχή της παραγωγής θυρεοειδικών ορμονών και προάγει το οξειδωτικό στρες. Επίσης, φαίνεται πως η χορήγηση συμπληρωμάτων σεληνίου άνω των 100 µg βοηθάει στην αντιμετώπιση της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας μέσω μείωσης των επιπέδων των αντιθυρεοειδικών αντισωμάτων. Ωστόσο, απαιτείται περισσότερη έρευνα για την επαλήθευση των ευρημάτων σε πληθυσμούς παιδιών και εφήβων.

## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Σε αυτή την ανασκόπηση έγινε προσπάθεια να διερευνηθεί ο ρόλος του σεληνίου στην αντιμετώπιση της αυτοάνοσης θυρεοειδίτιδας σε παιδιά και εφήβους. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμα πολλά κενά στην παγκόσμια βιβλιογραφία και πολλές αδυναμίες στις έρευνες που έχουν διενεργηθεί πάνω σε αυτό το θέμα. Θα πρέπει να διεξαχθούν διπλές τυφλές τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές ώστε να δοκιμαστεί η διαφορετική δοσολογία και ο τύπος των συμπληρωμάτων σεληνίου στην συγκεκριμένη πληθυσμιακή ομάδα δηλαδή σε παιδιά και εφήβους. Επίσης, το δείγμα των ατόμων να είναι μεγαλύτερο για να εξαχθούν πιο έγκυρα και αξιόπιστα αποτελέσματα καθώς και να γίνονται έρευνες σε διαφορετικές εθνικότητες. Τέλος, εξίσου σημαντικό που αξίζει να ερευνηθεί είναι οι διατροφικές συνήθειες των παιδιών και εφήβων με αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα για να εξεταστεί κατά πόσο η διαιτητική πρόσληψη του σεληνίου βοηθάει και αντιμετωπίζει την συγκεκριμένη νόσο.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ντάλλες Κ. & Κώστογλου-Αθανασίου Ι. (2003). Χρόνια αυτοάνοση θυρεοειδίτιδα. *ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ*. 20(1):30-41

Βλαχογιαννόπουλος Π. Γ. & Τζιούφας Α. (2018). Μουτσόπουλου, Αρχές Παθοφυσιολογίας. BROKEN HILL PUBLISHERS LTD

Sherwood L. (2016). Εισαγωγή στη Φυσιολογία του Ανθρώπου: Από τα Κύτταρα στα Συστήματα, 8η έκδοση. Ακαδημαϊκές Εκδόσεις

Sarren S., Gropper S., Jack L., Smith, James L., Groff (2008). Διατροφή Και Μεταβολισμός. BROKEN HILL PUBLISHERS LTD, ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ

Ferrari S. M. , Ragusa F., Elia G., Paparo S. R., Mazzi V., Baldini E., Benvenga S., Antonelli A. & Fallahi P.(2021). Precision Medicine in Autoimmune Thyroiditis and Hypothyroidism. *Frontiers in Pharmacology*. 12: 750380  
<https://doi.org/10.3389/fphar.2021.750380>

Batyrova G., Taskozhina G., Umarova G., Umarov Y., Morenko M., Iriskulov B., Kudabayeva K. & Bazargaliyev Y. (2025). Unveiling the Role of Selenium in Child Development: Impacts on Growth, Neurodevelopment and Immunity. *Journal of Clinical Medicine*. 14(4), 1274; <https://doi.org/10.3390/jcm14041274>

Chanoine J. P. (2003). Selenium and thyroid function in infants, children and adolescents. *BioFactors*. V.19 P. 101-209

Nourbakhsh M., Ahmadpour F., Chahardoli B., Malekpour-Dehkordi Z., Nourbakhsh M., Hosseini-Fard S. R., Doustimotlagh A., Golestani A., Razzaghy-Azar M. (2016). Selenium and its relationship with selenoprotein P and glutathione peroxidase in children and adolescents with Hashimoto's thyroiditis and hypothyroidism. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. Volume 34, Pages 10-14

Turker O., Kumanlioglu K., Karapolat I. & Dogan I. (2006). Selenium treatment in autoimmune thyroiditis: 9-month follow-up with variable doses. *Journal of Endocrinology*. Volume 190: Issue 1. <https://doi.org/10.1677/joe.1.06661>

Hasan Onal H., Gonca Keskindemirci G., Erdal Adal E., Atilla Ersen A. & Korkmaz O. (2012). Effects of selenium supplementation in the early stage of autoimmune thyroiditis in childhood: an open-label pilot study. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*. 25:639–44. doi: [10.1515/jpem-2012-0078](https://doi.org/10.1515/jpem-2012-0078).

Bonfig W., Gärtner R., & Schmidt H. (2010). Selenium Supplementation does not Decrease Thyroid Peroxidase Antibody Concentration in Children and Adolescents with Autoimmune Thyroiditis. *The Scientific World Journal*. Volume 10, Issue 1. [https://doi.org/10.1100/tsw.2010.91open\\_in\\_new](https://doi.org/10.1100/tsw.2010.91open_in_new)

Hisbiyah Y., Endaryanto A., Setyoboedi B., Rochmah N., Faizi M., Wungu C. D. K., Putri Q. A. N. (2023). Effectiveness of selenium supplementation in children with autoimmune thyroiditis: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Health Sciences (IJHS)*. 6(S9), 1395–1410. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS9.12765>

Arnaud, J., & Dael, P. V. (2018). Selenium interactions with other trace elements, with nutrients (and drugs) in humans. In *Molecular and Integrative Toxicology* (pp. 413–447). Springer Science+Business Media B.V. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95390-8\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95390-8_22)

Kyrgios, I., Giza, S., Kotanidou, E. P., Kleisarchaki, A., Tsinopoulou, V. R., Papadopoulou, A., Markantonatou, A. M., Kanellidou, E., Giannakou, A., & Galli-Tsinopoulou, A. (2019). l-selenomethionine supplementation in children and adolescents with autoimmune thyroiditis: A randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 44(1), 102–108. <https://doi.org/10.1111/jcpt.12765>

*Selenium - Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids - NCBI Bookshelf*. (n.d.).

Souza, L. S. A. L. de, Campos, R. de O., Braga, J. de S., Jesus, J. D. S. de, Ramos, H. E., Anunciação, S. M., Cassemiro, J. F., Rende, P. R. F., & Hecht, F. (2025). Selenium nutritional status and thyroid dysfunction. In *Archives of endocrinology and metabolism* (Vol. 69, Issue 1, p. e230348). <https://doi.org/10.20945/2359-4292-2023-0348>

Taylor, P. N., Albrecht, D., Scholz, A., Gutierrez-Buey, G., Lazarus, J. H., Dayan, C. M., & Okosieme, O. E. (2018). Global epidemiology of hyperthyroidism and hypothyroidism. In *Nature Reviews Endocrinology*. (Vol. 14, Issue 5, pp. 301–316). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2018.18>

Vanderpump M.P.J. (2019). Epidemiology of Thyroid Disorders. *The Thyroid and Its Diseases A Comprehensive Guide for the Clinician* (pp 75–85)

Moravej H., Rakhshandehroo S., Ilkhanipoor H., Amirhakimi A., Rostami K., Yazdani N., Moghtaderi M., Mazlumi-abrazgah S. (2021). Role of Selenium Deficiency in Pediatrics with Acquired Hypothyroidism. *International Journal of Preventive Medicine*. 12:83  
[https://doi.org/10.4103/ijpvm.ijpvm\\_432\\_20](https://doi.org/10.4103/ijpvm.ijpvm_432_20)

Minich W.B. (2022). Selenium Metabolism and Biosynthesis of Selenoproteins in the Human Body. *Biochemistry Moscow*, 87 (Suppl 1), S168–S177.  
<https://doi.org/10.1134/S0006297922140139>

Zhang F., Li X., Wei Y. (2023). Selenium and Selenoproteins in Health. *Biomolecules*. 13(5):799  
<https://doi.org/10.3390/biom13050799>

Ventura M., Melo M., Carrilho F. (2017). Selenium and Thyroid Disease: From Pathophysiology to Treatment. *International Journal of Endocrinology*. Volume 2017, Article ID 1297658, 9 pages <https://doi.org/10.1155/2017/1297658>

Wasniewska M. G., Gawlik A. M. & Aversa T. (2021). Editorial: Autoimmune Thyroid Pathology—Specificity of the Pediatric Age. *Frontiers in Endocrinology*, 5:12:645278. doi: [10.3389/fendo.2021.645278](https://doi.org/10.3389/fendo.2021.645278)

Brown R. (2013). Autoimmune Thyroiditis in Childhood. *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*. (Suppl 1):45-49 doi: [10.4274/Jcrpe.855](https://doi.org/10.4274/Jcrpe.855)

Santos L., Fonseca P. & Soares P. (2015). Hashimoto's Thyroiditis in Adolescents. *US Endocrinology*. 11(2):85–8 DOI: <http://doi.org/10.17925/USE.2015.11.02.85>

Arianas G., Kostopoulou E., Ioannidis A., Dimopoulos I., Chiotis C., Prezerakos P., Spiliotis B. & Gil A. P. R. (2022) Emotional intelligence scores in children and adolescents with subclinical hypothyroidism-correlation with serum serotonin and thyroid-stimulating hormone (TSH) concentrations. *Hormones International Journal of Endocrinology and Metabolism*. Volume 21 Pages 53-60 DOI: [10.1007/s42000-021-00320-3](https://doi.org/10.1007/s42000-021-00320-3)

Sturniolo G., Mesa J. (2013) Selenium supplementation and autoimmune thyroid diseases.  
*ENDOCRINOLOGÍA Y NUTRICIÓN*. Vol. 60 P. 423-426 DOI:  
**10.1016/j.endonu.2013.07.001**