

# Διατροφή και οστεοπόρωση

**Τσίρου Ευφροσύνη, Γουλής Γ. Δημήτριος**

Μονάδα Ενδοκρινολογίας Αναπαραγωγής, Α' Μαιευτική - Γυναικολογική Κλινική, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Αλληλογραφία: Ευφροσύνη Τσίρου, Μονάδα Ενδοκρινολογίας Αναπαραγωγής, Α' Μαιευτική - Γυναικολογική Κλινική, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ΓΝΘ «Παπαγεωργίου», Περιφερική Οδός, Νέα Ευκαρπία, 56403 Θεσσαλονίκη, Τηλ.: 2310 693131, E-mail efro\_tsi@yahoo.gr.

## Περίληψη

Η διατροφή κατέχει κυρίαρχο ρόλο στη σκελετική υγεία, τόσο κατά την επίτευξη της κορυφαίας οστικής μάζας, από τη βρεφική ηλικία έως το τριακοστό, περίπου, έτος της ζωής, όσο και για τη διατήρησή της κατά την υπόλοιπη ενήλικη ζωή. Η ισορροπημένη διατροφή, που καλύπτει, από τη μία μεριά, τις ημερήσιες θερμοιδικές ανάγκες και, από την άλλη, την απαιτούμενη ημερήσια πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D, αποτελεί κλειδί στην επίτευξη κορυφαίας οστικής μάζας κατά τη μετάβαση από τη βρεφική στην ενήλικη ζωή, αλλά και στη μείωση του ρυθμού της οστικής απώλειας κατά την τρίτη ηλικία.

Η οστική πυκνότητα του σκελετού των ενηλίκων καθορίζεται από τη μέγιστη οστική μάζα και το ρυθμό της οστικής απώλειας. Μελέτες έδειξαν ότι η διαφορετική ικανότητα επίτευξης κορυφαίας οστικής μάζας καθορίζεται κατά 60-70% από γενετικούς παράγοντες, όπως η εθνικότητα, το φύλο και το κληρονομικό ιστορικό, ενώ το υπόλοιπο 30-40% από περιβαλλοντικούς, όπως η διατροφή, η άσκηση, οι συνήθειες, διάφορες παθήσεις, καθώς και η χρήση φαρμάκων. Σε αυτήν την ανασκόπηση αναλύονται διεξοδικά τα θρεπτικά συστατικά των τροφών και ο τρόπος με τον οποίο επιδρούν στη σκελετική υγεία. Τα συστατικά αυτά χωρίζονται σε μακροθρεπτικά, όπως οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες και τα λίπη και μικροθρεπτικά, όπως τα μέταλλα και οι βιταμίνες.

*Λέξεις κλειδιά:* διατροφή, οστεοπόρωση, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη, βιταμίνες, μέταλλα.

## 1. Εισαγωγή

Η διατροφή κατέχει κυρίαρχο ρόλο στη σκελετική υγεία, τόσο κατά την επίτευξη της κορυφαίας οστικής μάζας, από τη βρεφική ηλικία έως το τριακοστό, περίπου, έτος της ζωής, όσο και για τη διατήρησή της

κατά την υπόλοιπη ενήλικη ζωή. Η ισορροπημένη διατροφή, που καλύπτει από τη μια τις ημερήσιες θερμοιδικές ανάγκες και από την άλλη την απαιτούμενη ημερήσια πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης

D, αποτελεί κλειδί στην επίτευξη κορυφαίας οστικής μάζας κατά τη μετάβαση από τη βρεφική στην ενήλικη ζωή, αλλά και στη μείωση του ρυθμού της οστικής απώλειας κατά την τρίτη ηλικία.

Η οστική πυκνότητα του σκελετού των ενηλίκων καθορίζεται από τη μέγιστη οστική μάζα και το ρυθμό της οστικής απώλειας. Διάφορες μελέτες έδειξαν ότι η διαφορετική ικανότητα επίτευξης κορυφαίας οστικής μάζας καθορίζεται κατά 60-70% από γενετικούς παράγοντες, όπως η εθνικότητα, το φύλο και το κληρονομικό ιστορικό, ενώ το υπόλοιπο 30-40% από περιβαλλοντικούς, όπως η διατροφή, η άσκηση, οι συνήθειες, διάφορες παθήσεις καθώς και η χρήση φαρμάκων<sup>1-5</sup>. Σε αυτήν την ανασκόπηση αναλύονται διεξοδικά τα θρεπτικά συστατικά τροφών και ο τρόπος με τον οποίο επιδρούν στη σκελετική υγεία. Τα συστατικά αυτά χωρίζονται σε μακροθρεπτικά, όπως οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες και τα λίπη και μικροθρεπτικά, όπως τα μέταλλα, οι βιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία.

## 2. Μακροθρεπτικά συστατικά

### 2.1. Πρωτεΐνες

Η ημερήσια πρόσληψη πρωτεϊνών φαίνεται να συσχετίζεται με την οστική πυκνότητα και τον κίνδυνο εμφάνισης κατάγματος. Άτομα όλων των ηλικιών και των δύο φύλων που διατρέφονται με επαρκή ποσά πρωτεϊνών έχουν αυξημένη οστική πυκνότητα, μείωση της ηλικιοεξαρτώμενης οστικής απώλειας και μείωση του κινδύνου εμφάνισης κατάγματος<sup>6,7</sup>. Αυτή η θετική επίδραση των πρωτεϊνών προέρχεται, τόσο από την απευθείας δράση τους στην αρχιτεκτονική του οστού, όσο και από την ενίσχυση του μυϊκού συστήματος, μειώνοντας τον κίνδυνο πτώσεως. Στους ηλικιωμένους, η πτωχή σε πρωτεΐνη δίαιτα συσχετίστηκε με την εμφάνιση καταγμάτων του ισχίου. Σε αυτήν την ομάδα ασθενών, όταν χορηγήθηκαν συμπληρώματα πρωτεϊνών (καζεΐνη), μετά τις ορθοπεδικές επεμβάσεις, παρατηρήθηκε μείωση της μετακαταγματικής απώλειας οστού, αύξηση της μυϊκής ισχύος και μείωση του χρόνου νοσηλείας<sup>8-10</sup>.

Η δράση των πρωτεϊνών στον οστικό μεταβολισμό, προϋποθέτει επαρκή πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D, έτσι ώστε να αντισταθμιστεί η μικρή ασβεστιουρική δράση τους. Παλαιότερα, η γνώση της ασβεστιουρικής δράσης των πρωτεϊνών οδήγησε στην υπόθεση ότι η κατανάλωσή τους θα μπορούσε να συνεισφέρει αρνητικά στο ισοζύγιο ασβεστίου. Ωστόσο, φαίνεται ότι ο προστατευτικός ρόλος τους στην οστική δομή επιτυγχάνεται μέσω της εμπλοκής τους σε μοριακά μονοπάτια που σχε-

τίζονται άμεσα με την οστική διαμόρφωση, κυρίως μέσω της επίδρασής τους στον άξονα αυξητικής ορμόνης (GH) - ινσουλινομορφου αυξητικού παράγοντα-1 (IGF-1), καθώς και στη ρύθμιση της έκκρισης κυτταροκινών, όπως ο παράγοντας νέκρωσης όγκων-α (TNF-α). Ο IGF-1 φαίνεται ότι διαδραματίζει βασικό ρόλο στην οστική διαμόρφωση. Τα επίπεδά του στο πλάσμα μειώνονται με την ηλικία και αυτή η μείωση συσχετίζεται με την οστεοπόρωση. Οι πρωτεΐνες της τροφής φαίνεται ότι προάγουν, από τη μια, την παραγωγή του IGF-1 και από την άλλη αυξάνουν την ευαισθησία των οργάνων - στόχων στη δράση του. Επιπρόσθετα, είναι πιθανό ότι προάγουν άμεσα την οστεοβλαστική δραστηριότητα, προστατεύοντας την οστική δομή<sup>11</sup>.

Συνεπώς, η επαρκής ημερήσια πρόσληψη πρωτεϊνών είναι εξίσου σημαντική με την πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D για την υγεία των οστών. Ωστόσο, δεν φαίνεται να υπάρχει διαφορά όσον αφορά την κατανάλωση φυτικής ή ζωικής προέλευσης πρωτεϊνών. Και οι δύο διαιτητικές πηγές πρωτεϊνών είναι απαραίτητες για την οστική υγεία<sup>9</sup>. Η δυσκολία στον προσδιορισμό των ημερήσιων πρωτεϊνικών αναγκών προέρχεται από την πολυπλοκότητα της διαδικασίας πέψης και χρησιμοποίησής τους, αλλά και από το γεγονός ότι εξαρτώνται από παράγοντες, όπως η ηλικία και οι συνυπάρχουσες παθήσεις. Η κύρια μέθοδος που χρησιμοποιείται βασίζεται στον υπολογισμό του ισοζυγίου αζώτου (συστατικού που αποτελεί το 16% περίπου του βάρους τους). Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι ημερήσιες συνιστώμενες προσλήψεις πρωτεϊνών, ανάλογα με την ηλικία. Οι ημερησίες συνιστώμενες προσλήψεις αυξάνονται κατά 30 g, περίπου, στην εγκυμοσύνη και 20 g στο θηλασμό.

Τα στοιχεία που προκύπτουν από τις διάφορες μελέτες είναι αντικρουόμενα. Σε άλλες διαφαίνεται ότι η υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών μπορεί να μειώνει την οστική απώλεια και τον κίνδυνο εμφάνισης κατάγματος του ισχίου<sup>12-14</sup>, ενώ άλλες υποδεικνύουν ότι η αυξημένη κατανάλωση προκαλεί ασβεστιουρία, παραβλάπτοντας την οστική δομή<sup>15</sup>. Επομένως, αν και η μειωμένη πρόσληψη έχει συσχετιστεί με την οστική απώλεια, η αυξημένη δεν είναι σαφές πώς επιδρά στο οστό. Γι'αυτό και συστήνεται η ημερήσια πρόσληψη να είναι αυτή που προκύπτει από τις γενικότερες διατροφικές οδηγίες, που συνιστούν έναν υγιεινό τρόπο διατροφής.

### 2.2. Λιπίδια

Τα τελευταία χρόνια έχουν δημοσιευθεί πολλές μελέτες όσον αφορά τη σχέση της κατανάλωσης των ω-3 και ω-6 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων

(Polyunsaturated fatty acids - PUFA) με τη δημόσια υγεία. Τα ω-3 λιπαρά οξέα βρίσκονται κυρίως στα λιπαρά ψάρια (π.χ. σαρδέλλα, σολωμός), καθώς και σε τρόφιμα φυτικής προέλευσης, όπως το έλαιο και ο λιναρόσπορος. Κύριοι εκπρόσωποί τους είναι το α-λινολενικό οξύ (ALA 18:3n-3), που βρίσκεται στα φυτικής προέλευσης τρόφιμα, καθώς και το εικοσαπεντανοϊκό (EPA 20:5n-3), το δοκοσαεξανοϊκό (DHA 22:6n-3) και το δοκοσαπεντανοϊκό οξύ (DPA 22:5n-3), που συναντώνται στα ψάρια. Τα ω-6 λιπαρά οξέα βρίσκονται στα τρόφιμα φυτικής προέλευσης, κυρίως στο ηλιέλαιο, το καλαμποκέλαιο και το αραβοσιτέλαιο, καθώς και στις διάφορες μαργαρίνες τους, με κυριότερο εκπρόσωπο το λινελαϊκό οξύ (LA 18:2n-6)<sup>16</sup>. Από μελέτες παρατήρησης, φαίνεται ότι μια μέση ημερήσια κατανάλωση ω-3 λιπαρών οξέων μειώνει τον καρδιαγγειακό κίνδυνο, καθώς και τον κίνδυνο εμφάνισης αιφνιδίου θανάτου. Τα ω-3 λιπαρά οξέα ενσωματώνονται στις κυτταρικές μεμβράνες (κυρίως του εγκεφάλου και της καρδιάς), ενώ φαίνεται ότι μειώνουν τα επίπεδα των κυτταροκινών ιντερλευκίνη-1, ιντερλευκίνη-6 και TNF-α 17, που εμπλέκονται, τόσο στη διαδικασία της αθηρωμάτωσης, όσο και στην παθοφυσιολογία της οστεοπόρωσης. Όσον αφορά τη σκελετική υγεία, βρέθηκε ότι η κατανάλωση ω-3 λιπαρών οξέων μπορεί να σχετίζεται με αυξημένη οστική πυκνότητα<sup>18</sup>, ενώ των ω-6 με μειωμένη<sup>19</sup>, αν και χρειάζεται να διενεργηθούν περισσότερες μελέτες.

Επομένως, κλινική σημασία φαίνεται ότι έχει η αναλογία της κατανάλωσης ω-3 / ω-6 λιπαρών οξέων, που όταν είναι μικρή παραβιάζει την υγεία. Παρότι τα ερευνητικά δεδομένα σε σχέση με τη σκελετική υγεία δεν είναι ακόμη σαφή, στις γενικές διατροφικές οδηγίες συστήνεται υψηλή κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε ω-3 και χαμηλή σε ω-6 λιπαρά οξέα<sup>20</sup>.

### 3. Μικροθρεπτικά συστατικά

#### 3.1. Ασβέστιο

Πρόσφατες επιδημιολογικές μελέτες ανέδειξαν την αυξημένη εμφάνιση της οστεοπόρωσης σε περιοχές όπου η διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου ήταν φτωχή<sup>21</sup>, ενώ έγινε φανερό ότι η αυξημένη πρόσληψη του είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της οστικής εναπόθεσης κατά την ανάπτυξη, αλλά και τη μείωση του ρυθμού της οστικής απώλειας και των καταγμάτων στις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες<sup>22</sup>.

Από το συνολικό ασβέστιο του οργανισμού, το 99% βρίσκεται στο σκελετό και το υπόλοιπο 1% στο πλάσμα και στους μαλακούς ιστούς. Η σκελετική μάζα αυξάνει από 70 - 90 g κατά τη γέννηση, έως

2400 - 3300 g στη δεύτερη με τρίτη δεκαετία της ζωής<sup>23</sup>, όπου επιτυγχάνεται η κορυφαία οστική πυκνότητα ενώ, επακόλουθα, μειώνεται. Είναι λοιπόν φανερό ότι από την ενδομήτρια ζωή μέχρι την εφηβεία και το γήρας, ο αναπτυσσόμενος σκελετός μεταβαίνει από διάφορα στάδια, που κάθε φορά διαφοροποιούν τις ανάγκες σε ασβέστιο.

#### 3.1.1. Ομοιοστασία του ασβεστίου

Η ομοιοστασία του ασβεστίου καθορίζεται από τη διαιτητική του πρόσληψη, το βαθμό της εντερικής απορρόφησης, την εναπόθεση ή αποβολή από τα οστά και από τη νεφρική απέκκριση ή επαναρρόφηση. Το 40% του ασβεστίου του πλάσματος, βρίσκεται συνδεδεμένο με αλβουμίνη, το 10% με κυτρικά, διττανθρακικά ή φωσφορικά ιόντα και το υπόλοιπο 50% απαντάται με τη μορφή του ιονισμένου ασβεστίου. Το ιονισμένο ασβέστιο είναι αυτό που, τελικά, υπόκειται στη ρυθμιστική δράση της παραθορμόνης (PTH) και των μεταβολιτών της βιταμίνης D, οι οποίοι καθορίζουν το βαθμό της εντερικής απορρόφησης, της νεφρικής απέκκρισης και της χρησιμοποίησης από τον σκελετό.

Το ασβέστιο που απορροφάται από την τροφή χρησιμοποιείται τόσο για την κάλυψη των αναγκών του σκελετού, όσο και για την αναπλήρωση των απωλειών από τους άλλους ιστούς. Καθημερινά, σχεδόν 200 mg ασβεστίου αποβάλλονται από τα κόπρανα και το δέρμα με την εφίδρωση, ανεξάρτητα από την πρόσληψη, αφού οι απώλειες αυτές δεν υπόκεινται σε ρυθμιστικούς μηχανισμούς.

#### 3.1.2. Απορρόφηση του ασβεστίου

Το ασβέστιο των τροφών απορροφάται από τον εντερικό αυλό με δύο τρόπους: α) την ενεργητική μεταφορά, που αποτελεί τον κύριο τρόπο απορρόφησης, εξαρτάται από τη δράση της βιταμίνης D και, επομένως, υπόκειται σε ρυθμιστικούς ελέγχους και β) την παθητική διάχυση, που δεν εξαρτάται από τη βιταμίνης D και είναι υπεύθυνη μόνο για το 12,5% της συνολικής απορρόφησης<sup>24</sup>.

Η διαδικασία της απορρόφησης εξαρτάται όχι μόνο από τις ανάγκες του οργανισμού, που εκφράζονται μέσω της δράσης της PTH και της βιταμίνης D, αλλά και από γονιδιακούς και διαιτητικούς παράγοντες. Στους γονιδιακούς παράγοντες συγκαταλέγονται το φύλο, η φυλή, οι ιδιοσυστασιακοί παράγοντες, ακόμη και πολυμορφισμοί στο γονότυπο του υποδοχέα της βιταμίνης D (VDR), που διαφοροποιούν το βαθμό απορρόφησης<sup>25</sup>. Όσον αφορά τους διαιτητικούς παράγοντες, το ασβέστιο που βρίσκεται παγιδευμένο στις τροφές, δεν είναι όλο

**Πίνακας 1.** Ημερήσιες συνιστώμενες προσλήψεις πρωτεϊνών ανάλογα με την ηλικία. RDA: Recommended Daily Allowance. Πηγές: US Department of Agriculture, UK Department of Health.

Ηλικία	RDA (gr) / kg βάρους σώματος
0 - 6 μήνες	2,2
6 - 12 μήνες	2,0
1 - 3 έτη	1,8
4 - 6 έτη	1,5
7 - 10 έτη	1,2
11 - 14 έτη	1,0
15 - 18 έτη	0,9
19+ έτη	0,8

διαθέσιμο προς απορρόφηση, εξαιτίας της σύνθεσης των τροφίμων και των γευμάτων, που μπορεί να περιέχουν ουσίες που αλλάζουν τη διαλυτότητα και τη χημική δομή του. Από τα συστατικά των τροφίμων που συμπλοκοποιούν το περιεχόμενο ασβέστιο και δεν επιτρέπουν την απορρόφησή του είναι τα οξαλικά ιόντα, το φυτικό και το ουρανικό οξύ και οι πολυφαινόλες. Περιέχονται κυρίως σε φυτικής προέλευσης τρόφιμα, με αποτέλεσμα να μειώνουν τη βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου. Πλούσια σε οξαλικά οξέα είναι τα σπανάκια, η σόγια και το κακάο, ενώ το φυτικό οξύ βρίσκεται στα ξερά φασόλια, στους σπόρους σησαμιού, στα αμύγδαλα, αλλά και στο περικάρπιο και σε τμήμα του ενδοσπερμίου των δημητριακών. Γι' αυτό, μεγάλη κατανάλωση δημητριακών ολικής αλέσεως μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικό ισοζύγιο ασβεστίου. Επίσης, και υπερβολική κατανάλωση φυτικών ινών, η οποία συστήνεται κατεξοχήν σε διαβητικούς και υπερλιπιδαιμικούς ασθενείς, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την απορρόφηση του ασβεστίου<sup>26-28</sup>.

Το διαθέσιμο προς απορρόφηση ασβέστιο κάθε γεύματος υπόκειται στο ρυθμιστικό ρόλο της βιταμίνης D, που θα καθορίσει την ποσότητα που θα απορροφηθεί, ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού. Στα βρέφη και τα παιδιά, όπου λόγω της ανάπτυξης του σκελετού οι ανάγκες είναι αυξημένες, απορροφάται περίπου το 75% του προσλαμβανόμενου ασβεστίου, στους ενήλικους το 30%, ενώ σε κατάσταση εγκυμοσύνης, η απορρόφηση αυξάνεται έως το 50%<sup>29</sup>. Ωστόσο, αυτή η ρυθμιστική ικανότητα δεν επαρκεί μετά την ηλικία των πενήντα ετών, όπου η έλλειψη των ορμονών του φύλου στις εμμηνόπαυσιακές γυναίκες αλλά και στους ηλικιωμένους άνδρες, επηρεάζει τη διατήρηση του ασβεστίου στα οστά, την εντερική απορρόφηση, αλλά και τη νεφρική επαναρρόφησή του<sup>30</sup>.

Όταν η πρόσληψη του ασβεστίου μειώνεται, αυξάνεται, αντισταθμιστικά, ο βαθμός της εντερικής απορρόφησης αλλά και της νεφρικής επαναρρόφησης του. Κάτω από ένα κριτικό όριο, η ρυθμιστική αυτή δράση δεν μπορεί να αντισταθμίσει τις αυξημένες ανάγκες σε ασβέστιο, παραβιάποντας τόσο τη διαδικασία της οστικής εναπόθεσης, όσο και της οστικής διατήρησής του. Τα προσδιορισμένα όρια πρόσληψης, που επιτυγχάνουν την κάλυψη των ημερήσιων αναγκών ανάλογα με την ηλικία,<sup>31</sup> παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Τα όρια αυτά αποτελούν κατώφλι, κάτω από το οποίο παραβιάζεται η σκελετική υγεία, ενώ, πάνω από αυτό, η εναπόθεση οστού δεν εξαρτάται πλέον από τη διαιτητική πρόσληψη, αλλά από όλους τους άλλους παράγοντες που την καθορίζουν<sup>32</sup>. Αντίθετα, οι ημερήσιες προσλήψεις ασβεστίου από τις τροφές, που υπερβαίνουν τις συνιστώμενες, φαίνεται να μειώνουν τον κίνδυνο σχηματισμού νεφρολιθών, πιθανόν εξαιτίας της δέσμευσης των οξαλικών στον εντερικό σωλήνα. Όταν όμως η πηγή του ασβεστίου προέρχεται από συμπληρώματα διατροφής, ο κίνδυνος νεφρολιθίασης φαίνεται να αυξάνεται. Μία πιθανή εξήγηση είναι το γεγονός ότι τα συμπληρώματα λαμβάνονται στα μεσοδιαστήματα των γευμάτων, μη μπορώντας να δεσμεύσουν τα οξαλικά της τροφής, με αποτέλεσμα αυξημένη απορρόφηση και απέκκριση των οξαλικών από τη μια και πιθανή ασβεστιουρία από την άλλη, με επακόλουθη αύξηση του κινδύνου σχηματισμού λίθων<sup>33</sup>.

Οι διαφορές στις ημερήσιες συνιστώμενες προσλήψεις ανάμεσα στις διάφορες ηλικιακές ομάδες προκύπτουν από τις διαφορετικές σκελετικές λειτουργίες και ανάγκες ανά ηλικία, αλλά και από τη διαφοροποίηση του ορμονικού περιβάλλοντος. Είναι σκόπιμο, λοιπόν, να διαχωρίσουμε τις ανάγκες σε τρεις ομάδες πληθυσμών, με βάση τη σκελετική και την ορμονική κατάσταση.

### 3.1.3. Ανάγκες κατά τον αναπτυσσόμενο σκελετό (παιδική ηλικία - εφηβεία)

Η σκελετική μάζα αυξάνει από τη γέννηση έως τη 2η με 3η δεκαετία της ζωής, όπου επιτυγχάνεται η κορυφαία οστική πυκνότητα. Ωστόσο, αυτή η βαθμιαία αύξηση όχι μόνο δεν γίνεται με σταθερό ρυθμό, αλλά διαφέρει ανάμεσα στα διάφορα σημεία του σκελετού<sup>34,35</sup>. Η εναπόθεση των μεταλλικών στοιχείων στο σκελετό από την ηλικία των 8 ετών έως τα 18 έτη γίνεται με υψηλό ρυθμό, με τη μέγιστη εναπόθεση να πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της εφηβείας. Σχεδόν το μισό του συνολικού ασβεστίου εναποτίθεται κατά την εφηβεία στα κορίτσια και το 1/2 έως 2/3 στα αγόρια<sup>36</sup>.

**Πίνακας 2.** Ημερήσιες συνιστώμενες προσλήψεις ασβεστίου ανάλογα με την ηλικία. RDA: Recommended Daily Allowance. Πηγή: FAO / WHO expert consultation on human vitamin and mineral requirements, 2002.

Ηλικιακή ομάδα	RDA (mg)	
Βρεφική ηλικία	0 - 6 μηνών	300 - 400
	6 - 12 μηνών	400
Παιδική ηλικία	1 - 3 ετών	500
	4 - 6 ετών	600
	7 - 9 ετών	700
Εφηβεία	1300	
Ενήλικες	1000	
Εγκυμοσύνη	1200	
Γαλουχία	1000	
Εμμηνόπαυση	1300	
Άνδρες μετά τα 65 έτη	1300	

Η διατροφή, σε αυτές τις ηλικίες, κατέχει πολύ σημαντικό ρόλο, αφού αποτελεί τη μοναδική πηγή ασβεστίου, παρότι ερευνητικά έχουν χρησιμοποιηθεί και τα συμπληρώματα. Φαίνεται ότι η χαμηλή κατανάλωση ασβεστίου στις πρώτες δεκαετίες της ζωής συσχετίζεται με επίτευξη χαμηλότερης κορυφαίας οστικής πυκνότητας<sup>37</sup>, αλλά και εμφάνιση οστεοπόρωσης στην εμμηνόπαυση, ανεξάρτητα από την πρόσφατη κατανάλωση<sup>38</sup>. Επίσης, η χαμηλή πρόσληψη ασβεστίου συσχετίστηκε με την εμφάνιση καταγμάτων στην παιδική ηλικία<sup>39</sup>.

Η μέση προτεινόμενη ημερήσια πρόσληψη, ανάλογα με την ηλικία, παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Στην εφηβεία, οι ανάγκες σε ασβέστιο σχεδόν διπλασιάζονται. Ωστόσο, φαίνεται ότι υπάρχει απόκλιση ανάμεσα στις προτεινόμενες και στις πραγματικές προσλήψεις σε αυτές τις ηλικίες. Παρότι στις περισσότερες μελέτες προκύπτει ότι κατανάλωση 1200 - 1500 mg από παιδιά ηλικίας 9 - 19 ετών διασφαλίζει θετικό ισοζύγιο ασβεστίου, η πραγματική κατανάλωση που έχει καταγραφεί είναι γύρω στα 500 - 1000 mg/ημέρα<sup>40</sup>. Επαρκής, αλλά και ασφαλής κατανάλωση θεωρούνται τα 1300 mg/ημέρα σε παιδιά ηλικίας 9 - 18 ετών, ενώ έχει ενδιαφέρον το γεγονός ότι αυτή η κατανάλωση συσχετίστηκε με την επίτευξη φυσιολογικού βάρους σώματος<sup>41</sup>.

Από τις καλύτερες πηγές ασβεστίου που θα μπορούσαν να προταθούν σε αυτές τις ηλικίες αποτελούν τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα οποία, εκτός από το απαιτούμενο ασβέστιο, παρέχουν πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, σίδηρο, λιποδιαλυτές βιταμίνες και φώσφορο. Στα παιδιά 12 - 24

μηνών συστήνεται να πίνουν 2 - 3 φλυτζάνια (240 ml) πλήρες γάλα την ημέρα<sup>42</sup>. Παιδιά μεγαλύτερα των δύο ετών είναι προτιμότερο να καταναλώνουν ελεύθερο λίπους ή χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά γάλα ή ισοδύναμα, σε περιεκτικότητα ασβεστίου, τρόφιμα. Συστήνεται κατανάλωση δύο φλυτζανιών την ημέρα σε παιδιά ηλικίας 2-8 ετών και τριών, σε παιδιά και εφήβους 9 ετών και άνω<sup>43</sup>.

### 3.1.4. Ανάγκες κατά την ενήλικη ζωή

Κατά την ενήλικη ζωή, η επαρκής κατανάλωση ασβεστίου είναι απαραίτητη, τόσο για την επίτευξη της κορυφαίας οστικής μάζας, όσο και για τη διατήρησή της. Κατανάλωση ασβεστίου 1000 mg την ημέρα φαίνεται ότι μειώνει το ρυθμό της οστικής ανακατασκευής κατά 10 - 20%, τόσο στους άνδρες, όσο και στις γυναίκες<sup>42</sup>.

### 3.1.5. Ανάγκες κατά την εμμηνόπαυση και την τρίτη ηλικία

Τόσο στους ηλικιωμένους άνδρες, όσο και στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, οι ανάγκες σε ασβέστιο αυξάνονται. Η έλλειψη οιστρογόνων, που μέχρι τώρα προήγαγαν τόσο την απορρόφηση, όσο και τη νεφρική διατήρηση του ασβεστίου, επιβάλλει την αύξηση της κατανάλωσης προϊόντων πλούσια σε ασβέστιο. Η ημερήσια συνιστώμενη πρόσληψη ασβεστίου είναι περίπου 1200 - 1300 mg, με την προϋπόθεση ότι υπάρχουν και επαρκείς ποσότητες βιταμίνης D<sup>43</sup>. Ωστόσο, υπολογίζεται ότι η πραγματική κατανάλωση ασβεστίου σε αυτές τις ηλικιακές ομάδες είναι πολύ χαμηλότερη<sup>44</sup>.

### 3.1.6. Πηγές ασβεστίου

Οι ημερήσιες απαιτήσεις σε ασβέστιο μπορούν να καλυφθούν καταναλώνοντας φυσικά τρόφιμα που είναι πλούσια σε ασβέστιο, τρόφιμα εμπλουτισμένα με ασβέστιο ή συμπληρώματα ασβεστίου. Οι κατευθυντήριες γραμμές των περισσότερων οργανισμών υγείας συστήνουν τα τρόφιμα ως την καλύτερη πηγή ασβεστίου, σε σχέση με τα συμπληρώματα<sup>45</sup>. Πολύ σημαντική θέση κατέχουν τα γαλακτοκομικά προϊόντα, των οποίων η βιολογική αξία συνίσταται, όχι μόνο στην υψηλή βιοδιαθεσιμότητά τους σε ασβέστιο, αλλά και στη μεγάλη περιεκτικότητά τους και σε άλλα θρεπτικά συστατικά. Επίσης, πολλά λαχανικά περιέχουν ασβέστιο, σε μικρές όμως συγκεντρώσεις σε σχέση με τα γαλακτοκομικά, γεγονός που απαιτεί κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων για να καλυφθούν οι ημερήσιες ανάγκες.

Κατά τα τελευταία χρόνια, έχει παραχθεί μια σειρά από επεξεργασμένα τρόφιμα, εμπλουτισμένα σε

**Πίνακας 3.** Ποσότητες τροφίμων που ισοδυναμούν με 1 ισοδύναμο γαλακτοκομικών και παρέχουν περίπου 300 mg ασβεστίου<sup>49,50</sup>.

<b>Γαλακτοκομικά</b>	
Γάλα	1 φλυτζάνι ή 240 ml
Γιαούρτι	1 φλυτζάνι ή 240 ml
<b>Τυρί</b>	
Φέτα	61 g
Γραβιέρα	30 g
Κεφαλοτύρι	37 g
Παρμεζάνα	25 g
Ανθότυρο	214 g
Τύπου cottage	1 φλυτζάνι ή 240 ml
<b>Λαχανικά</b>	
Φασόλια άσπρα	1,95 φλυτζάνια
Φασόλια κόκκινα	4,7 φλυτζάνια
Μπρόκολο	2,25 φλυτζάνια
Λάχανο	1,6 φλυτζάνια
Λαχανάκια Βρυξελλών	4 φλυτζάνια
Κουνουπίδι	4 φλυτζάνια
Σπανάκι	8 φλυτζάνια
Πατάτες	1607 g
<b>Ξηροί καρποί</b>	
Αμύγδαλα	165 g
Σπόροι σησαμιού	360 g
<b>Χυμοί φρούτων</b>	
Εμπλουτισμένος χυμός πορτοκαλιού	1 φλυτζάνι ή 240 ml

ασβέστιο: εμπλουτισμένο γάλα, γιαούρτι, τυρί αγελαδινό ή σόγιας, εμπλουτισμένα δημητριακά πρωινού ή χυμοί φρούτων<sup>46</sup>. Ενδιαφέρον είναι ότι τα περισσότερα από αυτά τα προϊόντα εμπλουτίστηκαν τόσο, ώστε να ισοδυναμούν με τα γαλακτοκομικά προϊόντα, στις ίδιες ποσότητες. Για παράδειγμα, 240 ml εμπλουτισμένου χυμού ισοδυναμεί, ως προς το βιοδιαθέσιμο ασβέστιο, με 240 ml γάλακτος<sup>47</sup>. Ωστόσο, για τον ακριβή υπολογισμό της κατανάλωσης, προϋπόθεση είναι η σωστή ανάγνωση της διατροφικής ετικέτας του κάθε προϊόντος. Στα περισσότερα προϊόντα, η περιεκτικότητά τους σε ασβέστιο ορίζεται ως προς το ποσοστό κάλυψης αναγκών 1000 mg / ημέρα και όχι ως προς τις ημερήσιες ανάγκες κάθε ιδιαίτερης ηλικιακής ομάδας. Θα ήταν, επομένως, σκόπιμο να υπάρχει μια στοιχειώδης διατροφική εκπαίδευση των καταναλωτών ως προς την ανάγνωση των διατροφικών ετικετών<sup>48</sup>. Επειδή το γάλα αποτελεί την καλύτερα βιοδιαθέσιμη πηγή ασβεστίου, το περιεχόμενο ασβέστιο σε

ένα φλυτζάνι γάλακτος αγελάδος (240 ml) μπορεί να αποτελεί το πρότυπο, σύμφωνα με το οποίο να συγκριθούν οι ποσότητες των άλλων τροφίμων, που παρέχουν την ίδια ποσότητα ασβεστίου. Η ποσότητα αυτή είναι τα 300 mg ασβεστίου. Στον Πίνακα 3 παρατίθενται οι ισοδυναμίες των πιο κοινών τροφίμων, όσον αφορά το περιεχόμενο ασβέστιο, σε σχέση με το γάλα.

Είναι φανερό ότι κατανάλωση τριών περίπου ισοδυνάμων γαλακτοκομικών, ανάλογα με την ηλικία, παρέχει τις απαιτούμενες ποσότητες ασβεστίου. Ωστόσο, για τα άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη, κυκλοφορούν προϊόντα με χαμηλή συγκέντρωση λακτόζης ή ακόμη και ελεύθερα λακτόζης, ενισχυμένα σε ασβέστιο, που θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν το γάλα. Άλλωστε, αυτά τα άτομα μπορούν να καταναλώνουν τυρί ή γιαούρτι, όπου η περιεχόμενη λακτόζη είναι μερικώς ή ολικώς υδρολυμένη. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι και τα μεταλλικά νερά αποτελούν πολύ καλή πηγή ασβεστίου, με απορρόφηση παρόμοια με αυτή την γαλακτοκομικών προϊόντων.

Η σύνθεση των τροφίμων, αλλά και ο συνδυασμός τους στα γεύματα μπορεί να επηρεάσει την ομοιοστασία του ασβεστίου, με πολλούς μηχανισμούς. Τα οξαλικά ιόντα και το φυτικό οξύ συμπλοκοποιούν το ασβέστιο και δεν επιτρέπουν την απορρόφησή του, ενώ οι πρωτεΐνες, το αλάτι και η καφεΐνη αυξάνουν τη νεφρική απέκκριση του. Εκτός όμως από την ιδιαίτερη δράση κάθε μακρο- ή μικροθρεπτικού στοιχείου των τροφίμων στο ισοζύγιο του ασβεστίου, κάθε κατηγορία τροφών μπορεί να επιδρά θετικά ή αρνητικά στη σκελετική υγεία, μέσω άλλων μηχανισμών, ανεξάρτητα από τη μέση περιεκτικότητά τους σε ασβέστιο.

**Γαλακτοκομικά προϊόντα.** Τα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούν μια από τις κυριότερες ομάδες τροφίμων, λόγω της υψηλής σύνθεσής τους σε θρεπτικά συστατικά. Όσον αφορά τη σκελετική υγεία, εκτός από τη μεγάλη βιοδιαθεσιμότητά τους σε ασβέστιο, περιέχουν και βιταμίνη D, φώσφορο, κάλιο, μαγνήσιο και ψευδάργυρο. Το ενδιαφέρον είναι ότι το ασβέστιο που προέρχεται από τα γαλακτοκομικά προϊόντα απορροφάται, εκτός από την εξαρτώμενη από τη βιταμίνη D ενεργητική μεταφορά, και με παθητική διάχυση, που υποβοηθείται από την περιεχόμενη λακτόζη του γάλακτος. Η λακτόζη είναι ένας δισακχαρίτης που συναντάται στο γάλα και προάγει την παθητική διάχυση του ασβεστίου στον ειλεό, γεγονός που υποδεικνύει ότι το ασβέστιο του γάλακτος μπορεί να απορροφηθεί και απουσία βιταμίνης D<sup>49,50</sup>. Η κατανάλωσή τους συσχετίστηκε θετι-

**Πίνακας 4.** Ημερήσιες συνιστώμενες προσλήψεις καλσιφερόλης (βιταμίνης D) ανάλογα με την ηλικία. RDA: Recommended Daily Allowance. Η καλσιφερόλη μετράται σε  $\mu\text{g}$  ή διεθνείς μονάδες (International Units) IU: 1  $\mu\text{g}$  καλσιφερόλης αντιστοιχεί σε 40 IU.

Ηλικιακή ομάδα	RDA ( $\mu\text{g}$ )	Μέγιστη επιτρεπόμενη δόση
Βρέφη	0 - 12 μηνών	25
Παιδιά	1 - 12 ετών	50
Έφηβοι	12 - 18 ετών	50
Ενήλικοι	18 - 50 ετών	50
	50 - 70 ετών	10
	> 70 ετών	15
Κύηση - γαλουχία	5	

κά με την οστική πυκνότητα τόσο των παιδιών και των εφήβων, όσο και των ενηλίκων. Κατανάλωση τριών φλυτζανιών γάλα την ημέρα είχε ως αποτέλεσμα υψηλή οστική πυκνότητα. Παρότι σε γαλακτοκομικά προϊόντα εκτός του γάλακτος, όπως το γιαούρτι και το τυρί, η λακτόζη είναι μερικώς ή εξ ολοκλήρου υδρολυμένη, το περιεχόμενο ασβέστιο φαίνεται να απορροφάται εξίσου αποδοτικά. Σε μελέτες παρεμβασής, η υψηλή κατανάλωση γιαουρτιού και τυριού βελτίωσε την οστική δομή<sup>51</sup>.

**Μεταλλικά νερά.** Με τον όρο μεταλλικά νερά περιγράφονται όλα τα φυσικά νερά πηγών επεξεργασμένα (επιτραπέζια) ή μη, των οποίων τα συστατικά προέρχονται από την ίδια την πηγή. Είναι πλούσια σε ασβέστιο, μαγνήσιο, νάτριο, κάλιο και διττανθρακικά ιόντα, αν και η περιεκτικότητά τους σε αυτά διαφέρει σημαντικά από πηγή σε πηγή. Η απορρόφηση του ασβεστίου που προέρχεται από την κατανάλωση μεταλλικών νερών φαίνεται να είναι ανάλογη με αυτή των γαλακτοκομικών προϊόντων, αλλά και των συμπληρωμάτων ασβεστίου<sup>52,53</sup>. Το γεγονός αυτό τα καθιστά μια καλή εναλλακτική επιλογή σε ομάδες ατόμων που δεν μπορούν να καταναλώσουν γαλακτοκομικά προϊόντα. Η θετική επίδρασή τους στην οστική δομή διαφαίνεται από μια σειρά μελετών, στις οποίες αναφέρεται ότι η συστηματική κατανάλωση μεταλλικών νερών σχετίστηκε με υψηλότερη οστική πυκνότητα στη σπονδυλική στήλη<sup>54</sup> και με μειωμένη οστική απώλεια κατά την εμμηνόπαυση<sup>55</sup>. Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι, όχι μόνο το ασβέστιο, αλλά και τα υπόλοιπα μεταλλικά ιόντα επιδρούν στον οστικό ανασχηματισμό. Τα διττανθρακικά έχουν αντι-ασβεστιουρική δράση και προκαλούν αναστολή της οστικής απορρόφησης, όπως άλλωστε και όλα τα αλκαλικά τρόφιμα<sup>56</sup>. Γι αυτό ίσως να είναι προτιμότερο, να καταναλώνονται μεταλλικά νερά πλούσια τόσο σε ασβέστιο, όσο και σε διττανθρακικά ιόντα.

Το κάλιο, επίσης, ασκεί προστατευτικό ρόλο στο ισοζύγιο ασβεστίου, μειώνοντας την απέκκρισή του. Το νάτριο από την άλλη είναι γνωστό ότι επιδρά δυσμενώς στην απέκκριση ασβεστίου και την οστική απορρόφηση, καθώς επίσης επιβάλλεται περιορισμός της πρόσληψής του σε ασθενείς με υπέρταση ή καρδιακή ανεπάρκεια. Όμως, τα περισσότερα μεταλλικά νερά περιέχουν μικρές συγκεντρώσεις νατρίου και η ημερήσια κατανάλωσή τους παρέχει μια μέτρια συνεισφορά στο ολικό προσλαμβανόμενο νάτριο. Ωστόσο, θα ήταν συνετό να αποφεύγεται η κατανάλωσή τους από ασθενείς των οποίων η παρούσα κατάσταση επιβάλλει την εφαρμογή άναλου διαίτας.

**Φρούτα και λαχανικά.** Η μέση περιεκτικότητα των λαχανικών σε ασβέστιο είναι μικρότερη από αυτή των γαλακτοκομικών, γεγονός που απαιτεί κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων για την κάλυψη των ημερήσιων αναγκών σε ασβέστιο. Ανεξάρτητα από την περιεκτικότητα σε ασβέστιο, η βιοδιαθεσιμότητά του σε κάποια λαχανικά περιορίζεται από την ύπαρξη των οξαλικών ή του φυτικού οξέος, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Παραδείγματα λαχανικών με υψηλή συγκέντρωση, αλλά και υψηλή σχετικά βιοδιαθεσιμότητα ασβεστίου είναι το κουνουπίδι, το μπρόκολο, τα λαχανάκια Βρυξελλών και το λάχανο, όπου το ποσοστό απορρόφησης του ασβεστίου φτάνει το 50%. Αντίθετα, τα σπανάκια, επειδή είναι πλούσια σε οξαλικά δεν είναι καλή πηγή ασβεστίου. Τα λαχανικά και τα φρούτα συσχετίστηκαν σε πολλές μελέτες, με βελτίωση της σκελετικής υγείας σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, γεγονός το οποίο μπορεί να αποδοθεί στην ύπαρξη του καλίου, αλλά και της βιταμίνης C. Ειδικά η κατανάλωση φρούτων παρατηρήθηκε ότι ευνοεί την οστική πυκνότητα και μειώνει τον κίνδυνο καταγμάτων του ισχίου<sup>57</sup>.

**Συμπληρώματα ασβεστίου.** Τα συμπληρώματα

**Πίνακας 5. Περιεκτικότητες τροφίμων σε βιταμίνη Κ.**

Είδος τροφίμου (φρέσκα)	Ποσότητα	Περιεκτικότητα (μg)
Λάχανο	½ φλυτζάνι	530
Γογγύλια	½ φλυτζάνι	425
Λαχανάκια Βρυξελλών	½ φλυτζάνι	110
Σπανάκι	½ φλυτζάνι	75
Σπαράγγια	½ φλυτζάνι	72
Μπρόκολο	½ φλυτζάνι	40
Μαρούλι	½ φλυτζάνι	48
Μπάμιες	½ φλυτζάνι	32
Ελαιόλαδο	1 κουτάλι	8
Έλαια (ηλιέλαιο, καλαμποκέλαιο, σογιέλαιο)	1 κουτάλι	< 3

ασβεστίου κυκλοφορούν στο εμπόριο σε διάφορες μορφές, όπως το ανθρακικό, το κιτρικό, το κιτρικό μηλικό, το φωσφορικό, το γλυκονικό και το γαλακτικό ασβέστιο, με τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα σκευάσματα να είναι το ανθρακικό και το κιτρικό. Έχουν διαφορετική το καθένα απορρόφηση του χορηγούμενου ασβεστίου. Χορηγούνται σε άτομα των οποίων οι ανάγκες είναι αυξημένες (π.χ. κύηση) ή οι προσλήψεις τους σε ασβέστιο είναι πολύ χαμηλές (π.χ. ηλικιωμένοι, δυσανεξία στη λακτόζη). Σε μια σειρά μελετών, παρατηρήθηκε ότι ημερήσια χορήγηση 500 - 1200 mg συμπληρωμάτων ασβεστίου αύξησε την οστική πυκνότητα εμμηνόπαυσιακών γυναικών και υπερηλίκων ανδρών, ενώ η μέση πρόσληψή του από τη διατροφή υπήρξε από 600 - 1000 mg<sup>58-60</sup>. Η συνολική παρεχόμενη ποσότητα του ασβεστίου από τη διατροφή και τη χορήγηση των συμπληρωμάτων καλό θα ήταν να μην υπερβαίνει τα 2000 mg την ημέρα, για την αποφυγή ανεπιθύμητων ενεργειών<sup>61</sup>. Η απορρόφηση του ασβεστίου από τα φαρμακευτικά σκευάσματα φαίνεται ότι είναι παρόμοια με αυτή του γάλακτος, αλλά και των μεταλλικών νερών<sup>50,53</sup>. Επιπρόσθετα, φαίνεται ότι ο κίνδυνος ανάπτυξης νεφρολιθίασης είναι αυξημένος, όταν το ασβέστιο χορηγείται με τη μορφή των συμπληρωμάτων, παρά με τη διατροφή. Τα γεγονότα αυτά αποδόθηκαν στην ώρα χορήγησης και στη σχέση της με την ώρα του φαγητού. Το ασβέστιο της τροφής δεσμεύει τα οξαλικά ιόντα στον εντερικό σωλήνα κατά τη διάρκεια των γευμάτων και τα αποβάλλει με τα κόπρανα. Αντίθετα, το ασβέστιο των σκευασμάτων που χορηγείται στα μεσοδιαστήματα των γευμάτων, όταν εκκρίνεται στα ούρα, δεσμεύεται με τα οξαλικά ιόντα, με επακόλουθο το σχηματισμό λίθων<sup>33</sup>. Επομένως, είναι ασφαλέστερο η επαρκής πρόσληψη του ασβεστίου να διασφαλίζεται μέσα από μια ισορροπημένη διατροφή, γεγονός

που προϋποθέτει σωστή ενημέρωση, με στόχο την αλλαγή της διατροφικής συμπεριφοράς.

### 3.2. Φώσφορος

Ο φώσφορος αποτελεί ένα από τα πιο κοινά συστατικά των περισσότερων τροφίμων. Βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στα γαλακτοκομικά προϊόντα, στο κρέας, στα ψάρια, στα πουλερικά, στα δημητριακά και στα αναψυκτικά τύπου cola. Με τη μορφή του φωσφορικού οξέος και των ορθοφωσφορικών, αποτελεί βασικό συστατικό των προσθετικών τροφίμων και ροφημάτων, που χρησιμοποιεί η σύγχρονη βιομηχανία τροφίμων<sup>62</sup>. Ως εκ τούτου, η ημερήσια πρόσληψή του από το σύγχρονο κόσμο τείνει να υπερβαίνει ακόμη και την ημερήσια συνιστώμενη πρόσληψη, που είναι περίπου 800 mg για τους ενήλικους. Επομένως, η διατροφική έλλειψη φωσφόρου είναι εξαιρετικά σπάνια. Η υψηλή κατανάλωση φωσφόρου, ειδικά όταν αυτή συνδυάζεται με χαμηλή πρόσληψη ασβεστίου, αποτελεί χαρακτηριστικό του σύγχρονου κόσμου και είναι στοιχείο διατροφής χαμηλής ποιότητας. Η μειωμένη κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων και η υψηλή κατανάλωση αναψυκτικών τύπου cola είναι χαρακτηριστικό της διατροφής εφήβων και νεαρών ενηλίκων<sup>63</sup>. Αυτή η διατροφική συμπεριφορά έχει ως αποτέλεσμα αναλογία Ca:P 0,6 - 0,7 (αντί του 1:1, όπως συνιστάται), γεγονός το οποίο έχει συσχετιστεί με χαμηλή οστική πυκνότητα, σε πειραματικά μοντέλα<sup>64</sup>. Ωστόσο, η αδυναμία λεπτομερούς υπολογισμού του φωσφόρου στα τρόφιμα (δεδομένου ότι ο φώσφορος των πρόσθετων δεν καταγράφεται στις διατροφικές ταμπέλες των τροφίμων) καθιστά τη μελέτη της διατροφικής πρόσληψής του ιδιαίτερα δύσκολη. Σίγουρα, απαιτείται περισσότερη διερεύνηση για την αποσαφήνιση των επιπτώσεων της αυξημένης πρόσληψης φωσφόρου, τόσο στη σκελετική, όσο και στη γενικότερη δημόσια υγεία.

### 3.3. Βιταμίνη D

Ο όρος βιταμίνη D ή καλσιφερόλη είναι γενικός και αναφέρεται σε μια ομάδα λιποδιαλυτών βιταμινών, κυρίως της βιταμίνης D2 ή εργοκαλσιφερόλης, που είναι φυτικής προέλευσης, και της βιταμίνης D3 ή χοληκαλσιφερόλης, που παράγεται στο δέρμα από την πρόδρομη 7-δεϋδροχοληστερόλη (προβιταμίνη D). Παρότι και οι δύο μορφές της βιταμίνης προσλαμβάνονται με τη διατροφή, το 85% της διαθέσιμης βιταμίνης D στο σώμα, προέρχεται από τη μη ενζυματική φωτόισομερίωση της 7-δεϋδροχοληστερόλης, κάτω από την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας, με επακόλουθο το σχηματισμό της βιταμίνης D3<sup>65</sup>. Η διεργασία αυτή είναι τόσο αποδοτική, αφού υπολογίζεται ότι ακόμα και σύντομη έκθεση των χεριών και του προσώπου στον ήλιο, μπορεί να αντιστοιχεί στην έγχυση 200 IU βιταμίνης D την ημέρα<sup>66</sup>.

Η μετατροπή της προβιταμίνης D σε βιταμίνη D3 εξαρτάται άμεσα από την ένταση της υπεριώδους ακτινοβολίας, γι' αυτό και η αποδοτικότητά της μειώνεται με την αύξηση του γεωγραφικού πλάτους, αλλά και την αυξημένη μελάγχρωση του δέρματος, την ενδυμασία ή τη χρήση αντιηλιακών. Επίσης, φαίνεται πως στα άτομα ηλικίας άνω των 70 ετών, η μετατροπή αυτή παύει να είναι εξίσου αποδοτική<sup>67</sup>. Έτσι, άτομα των βορείων χωρών, ηλικιωμένοι, αλλά και βρέφη ή ασθενείς με κινητικές δυσκολίες που δεν εκτίθενται συχνά στο φως του ηλίου, κινδυνεύουν να αναπτύξουν ανεπάρκεια στη βιταμίνη D, αν δεν αυξήσουν τη διατροφική πρόσληψή της.

#### 3.3.1. Μεταβολισμός της βιταμίνης D

Τόσο η εργοκαλσιφερόλη, όσο και η χοληκαλσιφερόλη μεταφέρονται στο ήπαρ, όπου μετατρέπονται με τη δράση του ενζύμου 25-υδροξυλάση, σε 25-υδροξυ-βιταμίνη D ή καλσιδιόλη. Η βιταμίνη D που προσλαμβάνεται με τη διατροφή, επειδή είναι λιποδιαλυτή, γαλακτωματοποιείται με τη δράση των χολικών αλάτων και απορροφάται από το λεπτό έντερο. Αμέσως μετά την απορρόφησή της, ενσωματώνεται στα χυλομικρά, όπου συνδεόμενη με τη δεσμευτική για τη βιταμίνη D πρωτεΐνη, μεταφέρεται στο ήπαρ. Μετά την πρώτη υδροξυλίωσή της στο ήπαρ, μεταφέρεται εκ νέου στο νεφρό, όπου, με τη δράση της 1-υδροξυλάσης στα νεφρικά σωληνάκια, θα υδροξυλωθεί ξανά και θα προκύψει η 1,25-υδροξυ-βιταμίνη D ή καλσιτριόλη, που είναι και η ενεργός μορφή της.

#### 3.3.2. Ρύθμιση - Δράσεις της βιταμίνης D

Η βιταμίνη D συνδέεται στενά με την ομοιοστασία του ασβεστίου, βρίσκεται κάτω από τα ρυθμιστικά έλεγχο της PTH και η παραγωγή της εξαρτάται

από τα επίπεδα του ασβεστίου και του φωσφόρου του ορού. Πτώση του ασβεστίου του ορού προκαλεί τη διέγερση της PTH, η οποία, με τη σειρά της, αυξάνει τη σωληναριακή επαναρρόφηση του ασβεστίου των ούρων και προάγει τη δράση της 1-υδροξυλάσης, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο την παραγωγή της καλσιτριόλης. Η παραγωγή της καλσιτριόλης έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη απορρόφηση του ασβεστίου από τον εντερικό αυλό. Εκτός από την PTH, τα οιστρογόνα, η πλακουντιακή αυξητική ορμόνη και η προλακτίνη μπορούν να παρεμβούν στη ρύθμιση του μεταβολισμού της βιταμίνης D, προσαρμόζοντας την έγκυο στις επιπλέον ανάγκες ασβεστίου που απαιτεί η κύηση<sup>68</sup>.

Η καλσιτριόλη φαίνεται ότι δρα μέσω ενός ενδοκυτταρικού υποδοχέα ειδικού για αυτήν, του VDR (Vitamin D Receptor), στα όργανα-στόχους, προκαλώντας τη μεταγραφή γονιδίων. Ο υποδοχέας αυτός ανήκει στην κατηγορία II των υποδοχέων των στεροειδών ορμονών. Διάφοροι πολυμορφισμοί του VDR ευθύνονται για τη διαφορετική απάντηση στην απορρόφηση ασβεστίου που εμφανίζουν κάποια άτομα<sup>2</sup>. Η κυριότερη δράση της είναι ότι αυξάνει την ικανότητα των κυττάρων του εντερικού επιθηλίου να απορροφούν ασβέστιο, μέσω της σύνθεσης μιας ειδικής πρωτεΐνης που δεσμεύει το ασβέστιο, αλλά και το φώσφορο. Ωστόσο, φαίνεται ότι έχει και άλλες δράσεις, όπως η απευθείας καταστολή της έκκρισης της PTH, μέσω σύνδεσης με τον υποδοχέα της στους παραθυροειδείς αδένες, η διέγερση των οστεοκλαστών και η αύξηση της οστικής απορρόφησης, με τελικό στόχο τη διατήρηση του ασβεστίου του πλάσματος σε φυσιολογικά επίπεδα.

Παρότι η βιταμίνη D είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ομοιοστασία του ασβεστίου, φαίνεται ότι έχει εξίσου σημαντική δράση και σε άλλα συστήματα: διεγείρει την παραγωγή ινσουλίνης, προάγει τη λειτουργία των T- και B-λεμφοκυττάρων, αλλά ρυθμίζει και τη δράση των αιμοποιητικών και των μυϊκών κυττάρων<sup>69</sup>.

#### 3.3.3. Εργαστηριακή προσέγγιση των επιπέδων της βιταμίνης D

Ο καλύτερος εργαστηριακός δείκτης για τον υπολογισμό της επάρκειας της βιταμίνης D είναι ο προσδιορισμός της 25-υδροξυ-βιταμίνης D στο πλάσμα<sup>70</sup>. Αν και δεν υπάρχει σαφής ομοφωνία για τα επίπεδα της 25-υδροξυ-βιταμίνης D που επηρεάζουν τη σκελετική υγεία, φαίνεται ότι η ελάχιστη φυσιολογική συγκέντρωση είναι περίπου 30 ng/ml. Τιμές κάτω από 5 - 6 ng/ml χαρακτηρίζουν την ανεπάρκεια της βιταμίνης D, με την παράλληλη ανάπτυξη της οστεο-

μαλακίας, ενώ τιμές μεταξύ 20-30 ng/ml χαρακτηρίζονται ως υποκλινική ανεπάρκεια της βιταμίνης D, κατάσταση η οποία είναι αρκετά συχνή στους ενήλικους και στους ηλικιωμένους<sup>71</sup> και προοδευτικά μπορεί να εξελιχθεί σε οστεοπόρωση. Είναι ενδιαφέρον ότι η ανεπάρκεια της βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καταγμάτων, μειωμένη ανοσιακή απάντηση, εμφάνιση καρκίνου του παχέος εντέρου και καρδιαγγειακά νοσήματα<sup>72</sup>.

### 3.3.4. Ημερήσιες ανάγκες σε βιταμίνη D

Στον Πίνακα 4 παρατίθενται οι ημερήσιες ανάγκες σε βιταμίνη D, όπως προσδιορίστηκαν από το Institute of Medicine των ΗΠΑ<sup>73</sup>. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το βαθμό έκθεσης στον ήλιο. Γι' αυτό, στις Βόρειες χώρες, οι διατροφικές συστάσεις διαφοροποιούνται<sup>74</sup>.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη δόση αναφέρεται στην εμφάνιση τοξικότητας, όταν η βιταμίνη D χορηγηθεί σε μεγάλες δόσεις, συνήθως περισσότερο από 2000 IU (50 μg) την ημέρα. Η συμπτωματολογία από υπερδοσολογία στη βιταμίνη D περιλαμβάνει την εμφάνιση υπερασβεστιαμίας, υπερασβεστιουρίας, πολυδιψίας, πολυουρίας, σύγχυσης, ανορεξίας και εμετών. Τα τελευταία χρόνια διαπιστώνεται η μεγάλη κλινική σημασία της υποκλινικής ανεπάρκειας της βιταμίνης D και η σχέση της με πολλά νοσήματα. Οι ημερήσιες συνιστώμενες δόσεις είναι πιθανόν να μην επαρκούν, για ορισμένες ομάδες πληθυσμού<sup>75</sup>. Στους ηλικιωμένους ασθενείς, ημερήσια πρόσληψη 20 μg (800 UI) φαίνεται να ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο εμφάνισης κατάγματος<sup>76</sup>, ενώ στην κύηση και στη γαλουχία απαιτείται πρόσληψη τουλάχιστον 10 μg για την κάλυψη των ημερήσιων αναγκών<sup>77</sup>.

### 3.3.5. Πηγές βιταμίνης D

Η διατροφική πρόσληψη της βιταμίνης D, μέσω φυσικών προϊόντων, είναι περιορισμένη. Ανευρίσκεται στα λιπαρά ψάρια (κυρίως στο σολωμό και στις σαρδέλες), στο βούτυρο και στον κρόκο του αυγού. Ωστόσο, η αναγνώριση της ανάγκης για αυξανόμενη πρόσληψη, σε πολλές ομάδες πληθυσμού, οδήγησε στη δημιουργία προϊόντων ενισχυμένων με βιταμίνη D, όπως του γάλακτος, της μαργαρίνης και των δημητριακών πρωινού. Η αποκατάσταση της έλλειψης της βιταμίνης D που προκύπτει από τη μειωμένη έκθεση στον ήλιο, με στόχο την πρόληψη του καρκίνου του δέρματος, προϋποθέτει επαρκή διατροφική εκπαίδευση του πληθυσμού, έτσι ώστε να αναπληρώνεται αυτό το έλλειμμα με σωστούς διατροφικούς συνδυασμούς<sup>78</sup>.

**Συμπληρώματα βιταμίνης D.** Τα συμπληρώματα της

βιταμίνης D συναντώνται σε δύο κυρίως μορφές: την εργοκαλσιφερόλη (βιταμίνη D<sub>2</sub>) και τη χοληκαλσιφερόλη (βιταμίνη D<sub>3</sub>). Οι περισσότεροι μελετητές συστήνουν την χορήγηση της χοληκαλσιφερόλης, τόσο γιατί αυξάνει αποδοτικότερα τις τιμές της 25-υδροξυβιταμίνης D στον όρο, όσο και γιατί μετράται εργαστηριακά πιο εύκολα από ό,τι η βιταμίνη D<sub>2</sub><sup>79,80</sup>.

### 3.4. Βιταμίνη K

Η βιταμίνη K ανήκει στην οικογένεια των λιποδιαλυτών βιταμινών και έχει ως κυριότερους εκπροσώπους τη φυλλοκινόνη ή βιταμίνη K<sub>1</sub>, που βρίσκεται στα τρόφιμα φυτικής προέλευσης, και τη μενακινόνη ή βιταμίνη K<sub>2</sub>, που παράγεται από τα βακτήρια του γαστρεντερικού σωλήνα. Υπολογίζεται ότι σχεδόν το 50% των ημερήσιων αναγκών σε βιταμίνη K, προέρχεται από τη δράση των βακτηρίων του γαστρεντερικού σωλήνα<sup>81</sup>.

Τρόφιμα πλούσια σε βιταμίνη K αποτελούν τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά (κυρίως το σπανάκι, το μπρόκολο και το μαρούλι), το σογιέλαιο, το ηλιέλαιο, καθώς επίσης και το ζωικής προέλευσης, όπως το σικώτι<sup>82</sup>. Η ημερήσια συνιστώμενη κατανάλωση βιταμίνης K είναι 90μg για τις γυναίκες και 120 μg για τους άνδρες<sup>83</sup>. Η βιταμίνη K ασκεί τη δράση της μέσω της γ-καρβοξυλίωσης των υπολειμμάτων γλουταμικού οξέος μιας ομάδας πρωτεϊνών που εξαρτώνται από τη βιταμίνη K. Τέτοιες πρωτεΐνες είναι οι παράγοντες της πήξης (προθρομβίνη, παράγοντες VII, IX, X, πρωτεΐνες C, S και Z) και οι πρωτεΐνες που σχετίζονται με τη μέτρηση του οστού (οστεοκαλσίνη, πρωτεΐνη της θεμελίου ουσίας - Matrix Gla Protein) 1. Ειδικά, η οστεοκαλσίνη παράγεται από τους οστεοβλάστες και, μετά την καρβοξυλίωση που υφίσταται με τη βοήθεια της βιταμίνης K, συνδέεται με τους κρυστάλλους του υδροξυαπατίτη και συμμετέχει στην επιμετάλλωση των οστών<sup>84</sup>.

Μια σειρά μελετών συσχετίζει τη μειωμένη κατανάλωση βιταμίνης K με την αύξηση του κινδύνου εμφάνισης καταγμάτων<sup>85-87</sup>, γεγονός που αποκτά ιδιαίτερη κλινική σημασία, συνδυαζόμενο με την επιδημιολογική παρατήρηση ότι η ημερήσια πρόσληψη βιταμίνης K στους περισσότερους πληθυσμούς υπολείπεται σε σχέση με τις ημερήσιες συστάσεις<sup>88</sup>. Το γεγονός αυτό οδήγησε στη δημιουργία συμπληρωμάτων και τη χορήγησή τους, έχοντας ως αποτέλεσμα τη μείωση της απώλειας οστού και του συνολικού κινδύνου εμφάνισης κατάγματος<sup>89</sup>. Ωστόσο, όλες οι μελέτες έγιναν σε ιαπωνικούς πληθυσμούς, ενώ από αντίστοιχη μελέτη σε Καναδάσιες γυναίκες δεν προέκυψε θετική συσχέτιση οστικής πυκνότητας και συμπληρωματικής χορήγησης βιταμίνης K. Επομένως, δεν συνιστάται προς το παρόν

η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης Κ, με στόχο την προστασία των οστών <sup>90</sup>.

#### 4. Τρόφιμα και συνήθειες που σχετίζονται με τη σκελετική υγεία

##### 4.1. Σόγια

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον για τη σόγια και τα παράγωγά της, όσον αφορά τις ευεργετικές της επιδράσεις, τόσο στην σκελετική, όσο και στη γενικότερη υγεία. Η σόγια περιέχει μεγάλες ποσότητες φυτο-οιστρογόνων. Τα φυτο-οιστρογόνα αποτελούν μια ομάδα λιποδιαλυτών ουσιών, φυτικής προέλευσης, που έχουν υψηλή εξειδίκευση στην ικανότητα σύνδεσής τους με τους οιστρογονικούς υποδοχείς. Έχουν δράση παρόμοια με αυτή των ενδογενών οιστρογόνων, σε μικρές συγκεντρώσεις και αντι-οιστρογονική δράση, όταν η συγκέντρωσή τους στον ορό αυξηθεί πάνω από ένα όριο. Ωστόσο, το όριο αυτό δεν ξεπερνάται εύκολα με μια μέση διατροφική κατανάλωση, ακόμα και αυτής που παρατηρείται στις ασιατικές χώρες, όπου είναι και η υψηλότερη (διαφασική δράση).

Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες φυτο-οιστρογόνων: τα φλαβονοειδή (οι ισοφλαβόνες, με κύριους εκπροσώπους, τη γενιστεΐνη και τη διαζδεΐνη, και οι κουμεστράνες) και τα λιγνάνια. Η σόγια και τα παράγωγά της περιέχουν μεγάλες ποσότητες ισοφλαβονοειδών <sup>91,92</sup>. Αν και οι διάφορες ποικιλίες μπορεί να έχουν διαφορετική συγκέντρωση ισοφλαβονών, υπολογίστηκε ότι 1 g σόγιας παρέχει περίπου 2 - 5 mg ισοφλαβονών <sup>93</sup>. Η υψηλή κατανάλωση σόγιας συσχετίστηκε με μια σειρά θετικών επιδράσεων, αφού φαίνεται ότι μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης νεοπλασιών, κυρίως του προστάτη και του εντέρου<sup>94</sup>, καθώς και τον κίνδυνο ανάπτυξης καρδιαγγειακών νοσημάτων, μέσω βελτίωσης του λιπιδαιμικού profile (μείωση της LDL-χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων και μικρή αύξηση της HDL-χοληστερόλης), αλλά και μιας απευθείας δράσης στο ενδοθήλιο των αγγείων <sup>95</sup>.

Όσον αφορά τη σκελετική υγεία, φαίνεται ότι η σόγια μειώνει το ρυθμό της οστικής απορρόφησης. Οι περισσότερες μελέτες έχουν γίνει σε ασιατικούς πληθυσμούς, όπου η ημερήσια κατανάλωση σόγιας φτάνει τα 30 g. Σε αυτές τις μελέτες έγινε φανερό ότι η υψηλή κατανάλωση είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της οστικής πυκνότητας, τόσο σε μετεμμηνοπαυσιακές, όσο και σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες <sup>96,97</sup>, καθώς και τη συνολική μείωση του κινδύνου εμφάνισης κατάγματος του ισχίου <sup>98</sup>. Πρόκειται, ωστόσο, να αναφερθεί ότι οι περισσότερες με-

λέτες έχουν γίνει σε ασιατικούς πληθυσμούς, με διαφορετικό γενετικό υπόβαθρο από τους Καυκάσιους, γεγονός που περιορίζει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων τους. Απαιτούνται, επομένως, και άλλες μελέτες, που αφορούν τη σκελετική υγεία, για την ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων.

Προϊόντα σόγιας πλούσια σε ισοφλαβόνες αποτελούν το τοφού, το γάλα καθώς και το βούτυρο σόγιας. Το σογιέλαιο και η σως σόγιας δεν περιέχουν ισοφλαβόνες <sup>91</sup>. Ενδιαφέρον είναι ότι ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (Food and Drug Administration - FDA) συστήνει διατροφική συμπεριφορά που περιλαμβάνει, εκτός από την πρόσληψη τροφίμων χαμηλής συγκέντρωσης σε χοληστερόλη και πλούσιων σε μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, ημερήσια κατανάλωση 25 g σόγιας, για τη μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου.

##### 4.2. Καφεΐνη

Η καφεΐνη αποτελεί συστατικό πολλών ροφημάτων, με κυριότερο εκπρόσωπο τον καφέ. Επίσης, περιέχεται στο τσάι, στο κακάο, στη σοκολάτα και στα αναψυκτικά τύπου cola <sup>99</sup>. Μέτρια κατανάλωση καφέ (1-2 φλυτζάνια την ημέρα) φαίνεται ότι δεν επηρεάζει ιδιαίτερα την οστική δομή. Αντίθετα, υψηλή κατανάλωση καφέ (4-5 φλυτζάνια την ημέρα), σε συνδυασμό με τη χαμηλή πρόσληψη ασβεστίου, προκαλεί απώλεια οστού, κυρίως σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και σε άνδρες μεγάλης ηλικίας <sup>100</sup>, αυξάνοντας σημαντικά τον κίνδυνο για κάταγμα, τόσο σε άνδρες, όσο και σε γυναίκες <sup>101</sup>. Αυτό το γεγονός φαίνεται να οφείλεται στην ασβεστιουρική δράση της καφεΐνης, που σε μεγάλες ποσότητες (> 4 φλυτζάνια) επηρεάζει αρνητικά το ισοζύγιο του ασβεστίου, ιδιαίτερα σε άτομα με συγκεκριμένο γονότυπο του VDR <sup>102</sup>.

Ενδιαφέρον είναι ότι η κατανάλωση τσαγιού φαίνεται να συσχετίζεται με αυξημένη οστική πυκνότητα, παρότι περιέχει καφεΐνη. Αν και οι σχετικές μελέτες είναι περιορισμένες, αυτή η θετική συσχέτιση θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός ότι το τσάι περιέχει, εκτός από την καφεΐνη, οξειδωτικές ουσίες, καθώς και φλαβονοειδή που, επιβεβαιωμένα, προστατεύουν και ενισχύουν την οστική δομή <sup>103</sup>.

Αντίθετα, τα αναψυκτικά τύπου cola φαίνεται ότι είναι επιβλαβή για τη σκελετική υγεία. Αρχικά, υπήρξε η υπόνοια ότι όλα τα ανθρακούχα αναψυκτικά θα μπορούσαν να είναι επιβλαβή. Ωστόσο, σε σχετικές μελέτες, μέτρια κατανάλωσή τους δεν προκάλεσε μείωση της οστικής πυκνότητας <sup>104</sup>. Η επιβλαβής επίδραση θα μπορούσε να προέλθει από το γεγονός ότι η κατανάλωσή τους τείνει να αντικα-

ταστήσει την πρόσληψη υψηλής διατροφικά ποιότητας τροφίμων. Ειδικότερα, η κατανάλωση αναψυκτικών τύπου cola συσχετίστηκε με σημαντικά χαμηλότερη οστική πυκνότητα στο ισχίο <sup>105</sup>.

#### 4.3. Αλκοόλ

Η κατανάλωση της αλκοόλης αποτελεί ένα ασυνήθιστο παράδοξο για τους κλινικούς γιατρούς <sup>106</sup>. Ενώ είναι γνωστές οι παρενέργειες που προκύπτουν από την κατάχρησή της, φαίνεται πως η μέτρια κατανάλωση μπορεί να έχει ευεργετική επίδραση στην υγεία. Η σχέση της κατανάλωσης αιθυλικής αλκοόλης με την θνητότητα έχει τη μορφή καμπύλης σχήματος J. Αυτό σημαίνει ότι έως ένα όριο κατανάλωσης υπάρχει μείωση των δεικτών θνητότητας, ενώ πάνω από το όριο αυτό η συνολική θνητότητα αυξάνεται. Ανάλογη καμπύλη φαίνεται να ακολουθεί και η σχέση κατανάλωσης αλκοόλ και καταγματικού κινδύνου <sup>107</sup>. Η χρόνια κατάχρηση αλκοολούχων ποτών έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη εμφάνιση κατάγματος, που οφείλεται τόσο στην αύξηση των πτώσεων, όσο και στη διαταραγμένη οστική αρχιτεκτονική, από την απευθείας τοξική δράση της αλκοόλης στους οστεοβλάστες (αλκοολική οστεοπάθεια). Επιπρόσθετα, σε εγκατεστημένη ηπατική ανεπάρκεια, σε έδαφος χρόνιας αλκοολικής ηπατίτιδας, διαταράσσεται και ο μεταβολισμός της βιταμίνης D <sup>108</sup>. Αντίθετα, μέτρια κατανάλωση οινοπνεύματος, υποβοηθά τη διατήρηση της οστικής μάζας, μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης οστεοπόρωσης και καταγμάτων στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες <sup>109</sup>. Ο μηχανισμός με τον οποίο διατηρείται ή ενισχύεται η οστική δομή είναι πιθανόν η αύξηση των επιπέδων των οιστρογόνων. Η αλκοόλη προάγει την παραγωγή της επινεφριδιακής ορμόνης Δ4-ανδροστενδιόνης, που μετατρέπεται σε οιστρονή. Επίσης, φαίνεται ότι μειώνει τα επίπεδα της ΡΤΗ αλλά και αυξάνει τη συγκέντρωση της καλσιτονίνης, με αποτέλεσμα την αναστολή της οστικής απορρόφησης και τη διατήρηση της οστικής πυκνότητας <sup>110</sup>.

Η συνιστώμενη κατανάλωση αλκοόλης διαφέρει ανάμεσα στους άνδρες και στις γυναίκες <sup>111</sup>. Θα πρέπει να γίνει σαφές ότι η προτεινόμενη κατανάλωση δεν είναι η «ιδανική», αλλά αντιπροσωπεύει το όριο μέχρι το οποίο είναι ασφαλής, το οποίο τείνει να είναι ίδιο όσον αφορά τη μείωση του καρδιαγγειακού, αλλά και του καταγματικού κινδύνου. Έτσι, προτείνονται 2 - 3 μονάδες την ημέρα για υγιείς ενήλικους άνδρες και 1 - 2 μονάδες για υγιείς γυναίκες. Μια μονάδα αλκοόλης ισοδυναμεί με 120 ml κρασιού, 330 ml μπίρας και 30 ml υψηλό-

βαθμου ποτού (ουίσκι, βότκα, τζίν, ούζο, τσίπουρο). Η διαφορά που παρατηρείται ανάμεσα στα δύο φύλα οφείλεται στη διαφορετική εκατοστιαία σύσταση σώματος, αλλά και στη διαφορετικού βαθμού δραστηριότητα της γαστρικής αλκοολικής δεϋδρογόνωσης, με αποτέλεσμα μεγαλύτερο βαθμό έκθεσης των γυναικών στην αλκοόλη, για την ίδια κατανάλωση <sup>112</sup>. Αν και η κατανάλωση ενός ποτού την ημέρα, συσχετίστηκε με βελτίωση της οστικής πυκνότητας, δεν θα πρέπει να ενθαρρύνεται η κατανάλωσή του ως μέσο διατροφικής πρόληψης της οστεοπόρωσης.

#### 4.4. Κάπνισμα

Το κάπνισμα αποτελεί μια συνήθεια που συσχετίζεται με χαμηλή οστική πυκνότητα και αυξημένη πιθανότητα κατάγματος. Σε μετα-αναλύσεις προέκυψε ότι το κάπνισμα αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης σπονδυλικού κατάγματος κατά 13% στις γυναίκες και κατά 32% στους άνδρες, ενώ, όσον αφορά τα κατάγματα του ισχίου, ο κίνδυνος εμφάνισής τους είναι ακόμη μεγαλύτερος (31% στις γυναίκες και 40% στους άνδρες). Φαίνεται ότι αποτελεί ανεξάρτητο παράγοντα οστικής απώλειας, με δόσο-εξαρτώμενο τρόπο. Γενικά, η πιθανότητα εμφάνισης κατάγματος παρουσιάζεται αυξημένη ακόμη και σε πρώην καπνιστές ενώ είναι ακόμη μεγαλύτερη σε αυτούς που συνεχίζουν να καπνίζουν <sup>113-114</sup>.

## Nutrition and Osteoporosis

Tsirou E., Goulis G. D.

Unit of Reproductive Endocrinology, First Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece

Correspondence: Efrosyni Tsirou, Unit of Reproductive Endocrinology, First Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, General Hospital 'Papageorgiou', Nea Eukarpia, 56403 Thessaloniki, Greece  
Tel.: +30 2310 693131, E-mail efro\_tsi@yahoo.gr.

### Summary

Nutrition plays a cardinal role for skeletal health during achievement of peak bone mass, from birth to the 30th year of life, as well as during its maintenance during adulthood. A balanced nutritional behavior that

satisfies the daily needs for calcium and vitamin D intake is the key component of reaching the peak bone mass in adulthood as well as minimizing the loss of bone mass in elderly people.

The bone density of adults derives from the peak bone mass and the rate of bone loss. Many studies have proved that peak bone mass is influenced by genetic factors (60-70%), such as ethnic origin, sex and family history as well as environmental factors (30-40%), such as nutrition, exercise, health habits, specific diseases and use of medications. In this review, the food nutrients are analysed in detail as well as the way they act on skeletal health. These nutrients are divided into macronutrients, such as proteins, carbohydrates and fats and micronutrients, such as minerals and vitamins.

*Key words:* nutrition, osteoporosis, proteins, carbohydrates, fats, vitamins, minerals.

## Βιβλιογραφία

- Heaney RP, Abrams S, Wason-Hughes B, et al. Peak bone mass. *Osteoporos Int* 2000; 11:985-1009.
- Pocock NA, Eisman JA, Hopper JL, et al. Genetic determinants of bone mass in adults. A twin study. *J Clin Invest* 1987; 80:706-10.
- Hawker GA, Jamal SA, Ridout R, Chase C. A clinical prediction rule to identify premenopausal women with low bone mass. *Osteoporos Int* 2002; 13:400-6.
- Christian JC, Yu PL, Slemenda CW, et al. Heritability of bone mass: a longitudinal study in ageing male twins. *Am J Hum Genet* 1989; 44:429-33.
- Seeman E, Hopper JL, Bach LA, et al. Reduced bone mass in daughters of women with osteoporosis. *N Engl J Med* 1989; 320:554-8.
- Rizzoli R, Ammann P, Chevalley T, Bonjour JP. Protein intake and bone disorders in the elderly. *Joint Bone Spine* 2001; 68:383-92.
- Bonjour JP. Dietary Protein: An Essential Nutrient For Bone Health. *J Am Coll Nutr* 2005; 24:(Suppl 6): 526S-36S.
- Devine A, Dick IM, Islam AE, et al. Protein Consumption is an important predictor of lower limb bone mass in elderly women. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:1355-6.
- Sellmeyer DE, Stone KL, Sebastian A, Cummings SR. A high ratio of dietary animal to vegetable protein increases the rate of bone loss and the risk of fracture in postmenopausal women. Study of Osteoporotic Fractures Research group. *Am J Clin Nutr* 2001; 118:22.
- Hannah MT, Tucker KL, Dawson-Hughes B, et al. Effect of dietary protein on bone loss in elderly men and women: The Framingham Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 2000; 15:2504-12.
- Langlois JA, Rosen CJ, Visser M, et al. Association between insulin-like growth factor I and bone mineral density in older women and men: the Framingham Heart Study. *J Clin Endocrinol Metab* 1998; 83:4257-62.
- Wengreen HJ, Munger RG, Cutler DR, et al. Dietary protein intake and risk of osteoporotic hip fracture in elderly residents of Utah. *J Bone Miner Res* 2004; 19:537-45.
- Schürch MA, Rizzoli R, Slosman D, et al. Protein supplements increase serum insulin-like growth factor-I levels and attenuate proximal femur bone loss in patients with recent hip fracture. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Ann Intern Med* 1998; 128:801-9.
- Rizzoli R, Bonjour JP. Dietary protein and bone health. *J Bone Miner Res* 2004; 19:527-8.
- Kerstetter JE, Mitnick ME, Gundberg CM, et al. Changes in bone turnover in young women consuming different levels of dietary protein. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84:1052-5.
- Mozaffarian D, Rimm EB. Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA* 2006; 296:1885-99.
- Masson S, Latini R, Tacconi M, Bernasconi R. Incorporation and washout of n-3 polyunsaturated fatty acids after diet supplementation in clinical studies. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2007; 8 Suppl 1:S4-S10.
- Bassey EJ, Littlewood JJ, Rothwell MC, Pye DW. Lack of effect of supplementation with essential fatty acids on bone mineral density in healthy pre- and postmenopausal women: two randomized controlled trials of Efacal v. calcium alone. *Br J Nutr* 2000; 83:629-35.
- Mac Donald HM, New SA, Olden MHN, et al. Nutritional associations with bone loss during menopausal transition: evidence of beneficial effect of calcium, alcohol, and fruit and vegetable nutrients and of a detrimental effect of fatty acids. *Am J Clin Nutr* 2004; 79:155-65.
- Griffin MD, Sanders TA, Davies IG, et al. Effects of altering the ratio of dietary n-6 to n-3 fatty acids on insulin sensitivity, lipoprotein size, and postprandial lipemia in men and postmenopausal women aged 45-70 y: the OPTILIP Study. *Am J Clin Nutr* 2006; 84:1290-8.
- Heaney RP. Calcium in the prevention and treatment of osteoporosis. *J Intern Med* 1992; 231:169-80.
- Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Engl J Med* 1997; 337:670-76.
- Trotter M, Hixon BB. Sequential changes in weight, density, and percentage ash weight of human skeletons from an early fetal period through old age. *Anat Rec* 1974; 179:1-18.
- Heaney RP, Barger-Lux MJ, Dowell MS, et al. Calcium absorptive effects of vitamin D and its major metabolites. *J Clin Endocrinol Metab* 1997; 82:4111-6.
- Dawson-Hughes B, Harris SS, Finneran S. Calcium absorption on high and low calcium intakes in relation to vitamin D receptor genotype. *J Clin Endocrinol Metab* 1995; 80:3657-61.
- Kelsay JL, Behall KM, Prather ES. Effect of the fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects. II. Calcium, magnesium, iron, and silicon balances. *Am J Clin Nutr* 1979; 32:1876-80.
- Weaver CM, Proulx WR, Heaney R. Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 1999; 59:1238-41.
- Weaver CM, Plawewski KL. Dietary calcium: adequacy of a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(Suppl. 5):1238S-41S.
- Food and Nutrition Board, Recommended Dietary Allowances. DC: National Academy Of Sciences, 10th Ed, Washington, 1989, p. 174-84.
- Riggs BL, Khosla S, Melton III LJ. A unitary model for involutional osteoporosis: estrogen deficiency causes both Type I and Type II osteoporosis in postmenopausal women and contributes to bone loss in aging men. *J Bone Miner Res* 1998; 13:763-73.
- FAO/WHO expert consultation on human vitamin and mineral requirements, 2002, www.fao.org/DOCREP/004/Y2809E/Y2809E00.htm (accessed November 2009).
- Heaney RP. Calcium in the prevention and treatment of osteoporosis. *J Intern Med* 1992; 231:169-80.
- Curhan GC, Willett WC, Speizer FE, et al. Comparison of dietary calcium with supplemental calcium and other nutrients as factors affecting the risk for kidney stones in women. *Ann Intern Med* 1997; 126:497-509.
- Weaver JK, Chalmers J. Cancellous bone: its strength and changes with aging and an evaluation of some methods for measuring its mineral content. I. Age changes in cancellous bone. *J Bone Joint Surg Am* 1966; 48:289-98.
- Gordon CL, Halton JM, Atkinson S, et al. The contributions of growth and puberty to peak bone mass. *Growth Dev Aging* 1991; 55:257-62.
- Matkovic V, Jelic T, Wardlaw GM, et al. Timing of peak bone mass in caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis: Inference from a cross-sectional trial. *J Clin Invest*

- 1994; 93:799-808.
37. Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, et al. Peak bone mass. *Osteoporos Int* 2000; 11:985-1009.
  38. Sandler RB, Slemenda CW, LaPorte RE, et al. Postmenopausal bone density and milk consumption in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr* 1985; 42:270-4.
  39. Wyshak G, Frisch RE. Carbonated beverages, dietary calcium, the dietary calcium/phosphorus ratio, and bone fractures in girls and boys. *J Adolesc Health* 1994; 15:210-5.
  40. Committee on Nutrition American Academy of Pediatrics. Feeding the Child. In: *Pediatric Nutrition Handbook*, 6th ed, Kleinman, RE (ed), American Academy of Pediatrics, Elk Grove Village, IL 2009, p. 145.
  41. Moore LL, Bradlee ML, Gao D, Singer MR. Effects of average childhood dairy intake on adolescent bone health. *J Pediatr* 2008; 153:667-73.
  42. Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Engl J Med* 1997; 337:670-6.
  43. US Department of Health and Human Services. Bone Health and Osteoporosis: A Report of the Surgeon General. US Department of Health and Human Services, Office of the Surgeon General, Rockville, MD 2004.
  44. Looker AC, Loria CM, Carroll MD, et al. Calcium intakes of Mexican Americans, Cubans, Puerto Ricans, non-Hispanic whites, and non-Hispanic blacks in the United States. *J Am Diet Assoc* 1993; 93:1274-9.
  45. Miller GD, Jarvis JK, McBean LD. The importance of meeting calcium needs with foods. *J Am Coll Nutr* 2001; 20(Suppl.2):168S-85S.
  46. Haddad EH. Meeting the RDAs with a vegetarian diet. *Top Clin Nutr* 1995; 10:7-9.
  47. Heaney RP, Dowell MS, Rafferty K, Bierman J. Bioavailability of the calcium in fortified soy imitation milk, with some observations on method. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:1166-9.
  48. Greer, FR, Krebs, NF. Optimizing bone health and calcium intakes of infants, children, and adolescents. *Pediatrics* 2006; 117:578-85.
  49. Ανυφαντάκης EM, Βασαζοδής ΙΓ, Λυγίτης ΓΠ. Ασβέστιο, γαλακτοκομικά προϊόντα και υγεία. Εθνική επιτροπή γάλακτος. Αθήνα, 1992.
  50. Gueguen L, Pointillart A. The bioavailability of dietary calcium. *J Am Coll Nutr* 2000; 19(Suppl.2):119S-36S.
  51. Weaver, CM, Proulx, WR, Heaney, R. Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 1999; 70 (Suppl):543S-8S.
  52. Bohmer H, Muller H, Resch KL. Calcium supplementation with calcium rich mineral waters: a systematic review and meta-analysis of its bioavailability. *Osteoporos Int* 2000; 11:938-43.
  53. Heaney RP. Absorbability and upitily of calcium in mineral waters. *Am J Clin Nutr* 2006; 84:371-4.
  54. Costi D, Calcaterra PG, Iori N, et al. Importance of bioavailable calcium drinking water for the maintenance of bone mass in postmenopausal women. *J Endocrinol Invest* 1999; 22:852-6.
  55. Cepollaro C, Orlandi G, Gonnelli S, et al. Effect of calcium supplementation as a high-calcium mineral water on bone loss in early postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 1996; 59:238-9.
  56. Buclin T, Cosma M, Appenzeller M, et al. Diet acids and alkalis influence calcium retention in bone. *Osteoporos Int* 2001; 12:493-9.
  57. Zalloua PA, Hsu YH, Tenwedow H, et al. Impact of seafood and fruit consumption on bone mineral density. *Maturitas* 2007; 56:1-11.
  58. Daly RM, Brown M, Bass S, et al. Calcium- and vitamin D3-fortified milk reduces bone loss at clinically relevant skeletal sites in older men: a 2-year randomized controlled trial. *J Bone Miner Res* 2006; 21:397-405.
  59. Meier C, Woitge HW, Witte K, et al. Supplementation with oral vitamin D3 and calcium during winter prevents seasonal bone loss: a randomized controlled open-label prospective trial. *J Bone Miner Res* 2004; 19:1221-30.
  60. Jackson RD, LaCroix AZ, Gass M, et al. Calcium plus vitamin D supplementation and the risk of fractures. *N Engl J Med* 2006; 354:669-73.
  61. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, et al. Effects of a long term vitamin D and calcium supplementation on falls and parameters of muscle function in community-dwelling older individuals. *Osteoporos Int* 2009; 20:315-22.
  62. Calvo MS, Park YK. Changing phosphorus content on the US diet: potential for adverse effect on bone. *J Nutr* 1996; 126:1168S-80S.
  63. Scientific Committee for Food of the Commission of the European Communities (1993): Food science and techniques: Reports of the Scientific Committee for Food: 31 series, Luxembourg JJB, Anderson ML, Sell SC, Garner BA, Calvo MS, Phosphorus in Present Knowledge of Nutrition, Bowman, RM Russel (eds), Washington, DC, IISI Pres, 2001, p. 281-91.
  64. Koshikara M, Masuyama R, Uehara M, Suzuki K. Effect of dietary calcium: Phosphorus ration on bone mineralization and intestinal calcium absorption ovariectomized rats. *Biofactors* 2004; 22:39-42.
  65. Vieth R. Vitamin D supplementation, 25-hydroxyvitamin D levels, and safety. *Am J Clin Nutr* 1999; 69:842-56.
  66. Haddad JG. Vitamin D - solar rays, the Milky Way, or both? *N Engl J Med* 1992; 326:1213-15.
  67. Lamberg-Allardt C, Karkkainen M, Seppanen R, Bistrom H. Low serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and secondary hyperparathyroidism in middle-aged white strict vegetarians. *Am J Clin Nutr* 1993; 58:684-9.
  68. Kovacs CS, Kronenberg, HM. Maternal-fetal calcium and bone metabolism during pregnancy, puerperium, and lactation. *Endocr Rev* 1997; 18:832-72.
  69. Harkness LS, Bonny AE. Calcium and vitamin D status in the adolescent: key roles for bone, body weight, glucose tolerance and estrogen biosynthesis. *J Pediatr Adolesc Gynecol* 2005; 18:305-11.
  70. Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, fluoride. National Academies Press, Washington DC, 2000, p. 250-87.
  71. Gennari C. Calcium and vitamin D nutrition and bone disease of the elderly. *Public Health Nutr* 2001; 4:547-59.
  72. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 2007; 357:266-81.
  73. Dietary Reference Intake reports of the Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Available at: [www.nap.edu](http://www.nap.edu) (Accessed on November 2009).
  74. Albert-Allard C. Vitamin D in foods and as supplements. *Prog Biophys Mol Biol* 2006; 92:33-8.
  75. Hollis BW. Circulating 25-hydroxyvitamin D levels indicative of vitamin D sufficiency: implications for establishing a new effective dietary intake recommendations for vitamin D. *J Nutr* 2005; 135:317-22.
  76. Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Wong JB, et al. Fracture prevention with vitamin D supplementation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA* 2005; 293:2257-64.
  77. Hollis BW, Wagner CL. Assessment of dietary vitamin D requirements during pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr* 2004; 79:717-26.
  78. Calvo MS, Whiting SJ, Barton CN. Vitamin D intake: a global perspective of current status. *J Nutr* 2005; 135:310-6.
  79. Romagnoli E, Mascia ML, Cipriani C, et al. Short and long-term variations in serum calciotropic hormones after a single very large dose of ergocalciferol (vitamin D2) or cholecalciferol (vitamin D3) in the elderly. *J Clin Endocrinol Metab* 2008; 93:3015-20.
  80. Binkley N, Krueger D, Cowgill CS, et al. Assay variation confounds the diagnosis of hypovitaminosis D: a call for standardization. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89:3152-57.
  81. Furie B, Bouchard B, Furie BC. Vitamin K-dependent biosynthesis of gamma-carboxyglutamic acid. *Blood* 1999; 93:1798-808.
  82. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2006. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 19. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata> (Assesed on November 2009).
  83. Board of the Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. National Academies Press, Washington DC, 2000, p. 162-96. Available at: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309072794> (Accessed on November 2010).
  84. Iwamoto J, Takeda T, Sato Y. Effects of vitamin K2 on osteoporosis

- sis. *Curr Pharm Des* 2004; 10:2557-76.
85. Feskanich D, Weber P, Willett WC, et al. Vitamin K intake and hip fractures in women: a prospective study. *Am J Clin Nutr* 1999; 69:74-9.
  86. Booth SL, Broe KE, Peterson JW, et al. Associations between vitamin K biochemical measures and bone mineral density in men and women. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89:4904-9.
  87. Yaegashi Y, Onoda T, Tanno K, et al. Association of hip fracture incidence and intake of calcium, magnesium, vitamin D and vitamin K. *Eur J Epidemiol* 2008; 23:219-25.
  88. Booth SL, JW Suttle. Dietary intake and adequacy of vitamin K. *J Clin Nutr* 1998; 128:785-8.
  89. Cockayne S, Adamson J, Lanham-New S, et al. Vitamin K and the prevention of fractures: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2006; 166:1256-61.
  90. Booth, SL, Dallal, G, Shea, MK, et al. Effect of vitamin K supplementation on bone loss in elderly men and women. *J Clin Endocrinol Metab* 2008; 93:1217-23.
  91. Coward L, Barnes NC, Setchell EDR, Barnes S. Genistein, daidzein and their b-glucoside conjugates: antitumor isoflavones in soybean foods from American diets and Asian diets. *J Agri Food Chem* 1993; 41:1961-7.
  92. Dang ZC, Lowik C. Dose-dependent effects of phytoestrogens on bone. *Trends Endocrinol Metab* 2005; 16:207-13.
  93. Nagata C, Takatsuka N, Kunsu Y, Shimizu H. Decreased serum total cholesterol is associated with high intake of soy products in Japanese men and women. *J Nutr* 1998; 128:209-18.
  94. Teixeira SR, Potter SM, Weigel R, et al. Effects of feeding 4 levels of soy protein for 3 and 6 wk on blood lipids and apolipoproteins in moderately hypercholesterolemic men. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:1077-84.
  95. Teede HJ, McGrath BP, DeSilva L, et al. Isoflavones reduce arterial stiffness: a placebo-controlled study in men and postmenopausal women. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2003; 23:1066-71.
  96. Ho SC, Chan SG, Yi Q, Wong E, Leung PC. Soy intake and the maintenance of peak bone mass in Hong Kong Chinese Women. *J Bone Miner Res* 2001; 16:1363-69.
  97. Mei J, Yeung SS, Kung AW. High dietary phytoestrogen intake is associated with higher bone mineral density in postmenopausal but not premenopausal women. *J Clin Endocrinol Metabol* 2001; 11:5217-21.
  98. Lacey JM, Anderson JJB. Older women in Japan and the United States: physical and nutritional comparisons. In *Bone Morphometry: Proceedings of the Fifth International Congress*, Takahashi HE, Nishimura, Japan 1991, p. 562-5.
  99. [www.ameribev.org/health/caffeinecontent.asp](http://www.ameribev.org/health/caffeinecontent.asp) (Accessed on November 2009).
  100. Harris SS, Dawson-Hughes B. Caffeine and bone loss in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 1994; 60:573-8.
  101. Kiel DP, Felson DT, Hannah MT, et al. Caffeine and the risk of hip fracture: The Framingham Study. *Am J Clin Nutr* 1999; 70(Suppl.3):543S-8S.
  102. Rapuri PB, Gallagher JC, Kinyami HK, Ryschon KL. Caffeine intake increases the rate of bone loss in elderly women and interacts with vitamin D receptor genotypes. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 694-700.
  103. Hegarty VM, May HM, Khaw KT. Tea drinking and bone mineral density in older women. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:1003-7.
  104. Kim SH, Morton DJ, Barrett-Connor EL. Carbonated beverage consumption and bone mineral density among older women: the Rancho Bernardo Study. *Am J Public Health* 1997; 87:276-9.
  105. Tucker KL, Morita K, Qiao N, et al. Colas, but not other carbonated beverages, are associated with low bone mineral density in older women: The Framingham Osteoporosis Study. *Am J Clin Nutr* 2006; 84:936-42.
  106. Pearson TA, Terry P. What to advise patients about drinking alcohol: The clinician's conundrum. *JAMA* 1994; 272:967-8.
  107. Berg KM, Kunins HV, Jackson JL, et al. Association between alcohol consumption and both osteoporotic fracture and bone density. *Am J Med* 2008; 121:406-18.
  108. Bikle DD, Genant HK, Cann C, et al. Bone disease in alcohol abuse. *Ann Intern Med* 1985; 103:42-8.
  109. Rapuri PB, Gallagher JC, Balhorn KE, Ryschon KL. Alcohol intake and bone metabolism in elderly women. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:1206-13.
  110. USDA. Dietary guidelines for Americans 2005. [www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/document/html/chapter9.htm](http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/document/html/chapter9.htm). (Accessed on November 2009).
  111. Frezza M, Di Padova C, Pozzato G, et al. High blood alcohol levels in women: The role of decreased gastric alcohol dehydrogenase activity and first-pass metabolism. *N Engl J Med* 1990; 322:95-9.
  112. Goist KC, Sutker PB. Acute alcohol intoxication and body composition in women and men. *Pharmacol Biochem Behav* 1985; 22:811-4.
  113. Ward KD, Klesges RC. A meta-analysis of the effects of cigarette smoking on bone mineral density. *Calcif Tissue Int* 2001; 68:259-70.
  114. Kanis JA, Johnell O, Oden A, et al. Smoking and fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int* 2005; 16:155-62.

---

ΚΑΤΑΤΕΘΗΚΕ 20/12/2010 ΕΓΙΝΕ ΑΠΟΔΕΚΤΗ 20/01/2011