

Ποιότητα νερού Πάρου: βιβλιογραφική ανασκόπηση της σκληρότητας και της ανθρώπινης υγείας

Dorothy Filioti και Shenali Kalawana
Πρόγραμμα Clean Blue Paros
Common Seas C.I.C.

Ενότητες

1. Εισαγωγή.....	1
2. Πώς γίνεται το νερό σκληρό;.....	2
2.1 Προσωρινή σκληρότητα έναντι Μόνιμης σκληρότητας.....	3
3. Συνδέσεις μεταξύ της σκληρότητας του νερού και της ανθρώπινης υγείας.....	3
3.1 Πέτρες στα Νεφρά.....	3
3.2 Άλλα ζητήματα υγείας.....	6
4. Συμπέρασμα.....	7

1. Εισαγωγή

Η σκληρότητα του νερού αναφέρεται στο επίπεδο συγκεκριμένων διαλυμένων μεταλλικών ιόντων στο νερό, κυρίως ασβεστίου και μαγνησίου, το οποίο μπορεί να υπάρχει σε διάφορες σύνθετες μορφές όπως ανθρακικά, θειικά και χλωριούχα (Kazemi, 2005). Το σκληρό νερό παρουσιάζει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Με ισοδυναμία του CaCO_3 άνω των 120 mg/l θεωρείται «σκληρό» και άνω των 180 mg/l θεωρείται «πολύ σκληρό» (ΠΟΥ, 2011)
- Όταν αναμειγνύεται με σαπούνι, το σκληρό νερό παράγει ένα «βρώμικο» ή θολό μείγμα. Το μείγμα δεν αφρίζει εύκολα λόγω της αντίδρασης ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου με τις ενώσεις του σαπουνιού (Kazemi, 2005).
- Το σκληρό νερό συχνά αφήνει ίζημα σε σωλήνες και επιφάνειες με τα οποία είχε παρατεταμένη επαφή (ΠΟΥ, 2011)
- Το σκληρό νερό μπορεί να έχει μεταλλική γεύση (ΠΟΥ, 2011)

Το δημοτικό πόσιμο νερό στην Πάρο που προέρχεται από την παροχή νερού είναι καλής ποιότητας και σύμφωνα με τις διεθνείς οδηγίες για το πόσιμο νερό (ΔΕΥΑΠ, 2019· Rickwood & Carr, 2007· ΠΟΥ, 2017· ΕΕ, 1998· ΕΡΑ, 2009). Το δημοτικό νερό στην Πάρο μπορεί να ταξινομηθεί ως «πολύ σκληρό» μετά από ευρέως χρησιμοποιούμενους ορισμούς του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ, 2011), οι οποίοι αναφέρουν ότι τα ισοδύναμα επίπεδα CaCO_3 άνω των 180 mg/l το συνιστούν «πολύ σκληρό».

Ενώ οι επίσημες κατευθυντήριες γραμμές της ΕΕ και του ΠΟΥ δεν θέτουν ένα ανώτατο όριο για τη σκληρότητα του νερού, καθώς δεν θεωρείται απειλή για την υγεία, τοπικές ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια των υδάτων συχνά εγείρονται ως λόγος αποφυγής του νερού της βρύσης (ΕΕ,

1998, ΠΟΥ 2017, Common Seas, 2020). Αυτό μπορεί εν μέρει να οφείλεται στο κοινό φαινόμενο του ιζήματος στους σωλήνες και στις συσκευές που οι άνθρωποι μπορούν να φανταστούν ότι δείχνει κάποια ισοδύναμη διαδικασία εναπόθεσης εσωτερικά. Σκοπός αυτής της ερευνητικής επισκόπησης είναι να αναφερθεί και να διευκρινίσει το πώς το σκληρό νερό σχετίζεται με την υγεία, ως απάντηση στις κοινές ανησυχίες στον τοπικό πληθυσμό της Πάρου ότι το σκληρό νερό μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο πέτρας στα νεφρά, κάτι που δεν υποστηρίζεται από τη βιβλιογραφία σε αυτήν την επισκόπηση.

Σημείωση μεθοδολογίας:

Η βιβλιογραφία που εξετάστηκε σε αυτό το έγγραφο συλλέχθηκε από άρθρα στο Pubmed και στο Google Scholar, που αποτελούνταν από ακαδημαϊκές εκθέσεις από καθιερωμένους οργανισμούς υγείας όπως ο ΠΟΥ, εθνικοί πάροχοι υπηρεσιών και επιστημονικά περιοδικά. Οι λέξεις-κλειδιά της αναζήτησης περιελάμβαναν τα «σκληρό νερό», «υγεία» και «πέτρες στα νεφρά».

2. Πώς γίνεται το νερό σκληρό;

Το νερό της βροχής είναι αρχικά μαλακό όταν πέφτει και αποκτά σκληρότητα καθώς συγκεντρώνει ανόργανα άλατα κατά μήκος της πορείας του, διαπερνώντας γεωλογικά στρώματα. Τα ιζηματογενή ή ασβεστολιθικά πετρώματα με μια επικράτηση ιόντων διαθέσιμων για απορρόφηση (κυρίως ασβέστιο και μαγνήσιο) σχετίζονται με την μεγαλύτερη σκληρότητα. Στην περίπτωση της Πάρου, το νερό απορροφά ανόργανα άλατα από το Παριανό μάρμαρο (που αποτελείται κυρίως από ανθρακικό ασβέστιο) εκτός από άλλα λιθοστρώματα όπως το γνεύσιο και το σχιστόλιθο, ανάλογα με την περιοχή (Hannappel et al., 2005).

Το σκληρό νερό είναι συνηθισμένο σε όλο τον κόσμο, υπάρχει σε πάνω από το ένα τρίτο των Ηνωμένων Πολιτειών (USEPA, 2005), σχεδόν στην μισή Δυτική Ευρώπη (Chopade & Nagarajan, 2000), πάνω από τη μισή Αγγλία (DWI, 2009), επικρατεί στο Ιράν (Basiri, et al., 2011), στη Σρι Λάνκα (Jayasumana et al., 2014) και στην Ινδονησία (Sulistyawati et al., 2016).

Η σκληρότητα του νερού μετριέται με την παρουσία ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) στο νερό. Ο Πίνακας 1 δείχνει τα επίπεδα σκληρότητας του νερού για τις υδάτινες ζώνες της Πάρου (ΔΕΥΑΠ, 2020). Σε γενικό πλαίσιο, δεν υπάρχει επίσημο ανώτατο όριο για τη σκληρότητα του νερού σύμφωνα με τον ΠΟΥ (2011) και δεν υπάρχουν επίσης επίσημα ευρωπαϊκά όρια για τη σκληρότητα του νερού (ΕΕ, 1998, ΔΕΥΑΠ, 2020). Ένα ανώτατο όριο για την ημερήσια πρόσληψη ασβεστίου προτείνεται στα 2500mg/l, ωστόσο αυτό είναι πολλές φορές πάνω από το επίπεδο που μπορεί να ληφθεί μέσω του νερού της βρύσης (Cotruvo & Bartram, 2009).

Πίνακας 1: Επίπεδα της συνολικής, παροδικής και μόνιμης σκληρότητας του νερού, ασβεστίου και μαγνησίου σε διαφορετικές υδάτινες ζώνες της Πάρου (ΔΕΥΑΠ, 2020), (βλ. ενότητα 2.1 για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την παροδική και μόνιμη σκληρότητα):

Τοποθεσία	Ημερομηνία συλλογής	Συνολική σκληρότητα	Παροδική σκληρότητα	Μόνιμη σκληρότητα	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
-----------	---------------------	---------------------	---------------------	-------------------	-----------	-----------

		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		
Παροικιά	25/08/20	286	222	64	88	16
Νάουσα	25/08/20	309	180	129	84	24
Μάρπησσα	14/09/20	283	224	59	69	27
Κώστος/ Λεύκες	28/09/20	436	288	148	120	33
Δρυός	28/09/20	359	258	101	91	32
Αρχίλοχος	28/09/20	322	286	36	83	28
Αλυκή/ Αγκαιριά	28/09/20	353	250	103	120	13

2.1 Παροδική και Μόνιμη σκληρότητας

Η παροδική σκληρότητα περιγράφει τη βραχυπρόθεσμη παρουσία ασβεστίου και μαγνησίου στη μορφή ανθρακικών (ανθρακικό ασβέστιο και ανθρακικό μαγνήσιο). Αυτές οι ενώσεις μπορούν να απομακρυνθούν με βρασμό. Έτσι, αυτή η σκληρότητα θεωρείται παροδική (Rubenowitz-Lundin & Hiscock, 2012). Τα ανθρακικά καθιζάνουν με τη μορφή αλάτων στις γύρω επιφάνειες, όπως σε ένα βραστήρα (Boyd, 2015).

Η μόνιμη σκληρότητα του νερού συνιστά την παρουσία ασβεστίου και μαγνησίου στη μορφή θειικών και χλωριούχων (θειικό ασβέστιο, χλωριούχο ασβέστιο, θειικό μαγνήσιο και χλωριούχο μαγνήσιο), τα οποία παραμένουν στο νερό παρά το βρασμό. Τέτοιες ενώσεις απαιτούν άλλες μεθόδους επεξεργασίας εάν πρόκειται να αφαιρεθούν (Boyd, 2015). Αυτές οι επεξεργασίες δεν διερευνώνται στο πλαίσιο αυτής της ανασκόπησης.

Το μεγαλύτερο μέρος της σκληρότητας στο νερό της Πάρου είναι προσωρινό (Βλέπε πίνακα 1).

3. Συνδέσεις μεταξύ της σκληρότητας του νερού και της ανθρώπινης υγείας

Δεκαετίες έρευνας δείχνουν ότι το σκληρό νερό γενικά θεωρείται ουδέτερο ή ακόμη και ευεργετικό για την ανθρώπινη υγεία σε σχέση με πολλές καταστάσεις και σωματικές λειτουργίες (ΠΟΥ, 2011· Cotruvo & Bartram, 2009). Μελέτες υποδεικνύουν ένα πιθανό όφελος από ανόργανα άλατα σκληρού νερού (ιδιαίτερα μαγνήσιο) για τα καρδιαγγειακά συστήματα, τον καρκίνο, το γαστρεντερικό, την υγεία των νεφρών και τα οστά, μεταξύ άλλων τομέων υγείας (Sengupta 2013· Cotruvo & Bartram, 2009· Momeni et al., 2014). Δεν υπάρχουν ανώτατα όρια για τη σκληρότητα του νερού στις περισσότερες διεθνείς οδηγίες (ΕΕ, 1998· ΠΟΥ, 2011), και αυτό είναι ενδεικτικό της απουσίας απειλής από την σκληρότητα του νερού για την ανθρώπινη υγεία, όπως υποστηρίζει η έρευνα σήμερα.

Το μαλακό νερό θεωρείται στην πραγματικότητα περισσότερο ανησυχητικό για την υγεία καθώς η ανεπαρκής πρόσληψη ασβεστίου και μαγνησίου σχετίζεται με μια σειρά από ζητήματα υγείας (ΠΟΥ, 2011). Το μαλακό νερό μπορεί επίσης να διαβρώσει σωλήνες, απελευθερώνοντας ανεπιθύμητα μέταλλα (Lahlou, 2002· Rubenowitz-Lundin & Hiscock, 2012). Αυτή η έκθεση παρέχει μια επισκόπηση βασικών πληροφοριών και ερευνών για τις επιπτώσεις του σκληρού νερού στην υγεία, καθώς θεωρούνται σχετικά με τις συνθήκες στην Πάρο.

3.1 Πέτρες στα Νεφρά

Τα επίπεδα σκληρότητας του νερού στην Πάρο υπόκεινται σε φήμες που συνδέουν το πόσιμο νερό και τον σχηματισμό πέτρας στα νεφρά. Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζουμε τα κύρια ερευνητικά δεδομένα που σχετίζονται με αυτό το θέμα και στοχεύουμε στην αντιμετώπιση ορισμένων βασικών προβληματισμών.

Μελέτες δείχνουν ότι τα υγιή άτομα προστατεύονται από την υπερβολική πρόσληψη ασβεστίου από το νερό, μέσω της έκκρισης από τα νεφρά. Ακόμα και για άτομα που είχαν ήδη πέτρες στα νεφρά, η Βρετανική Ένωση Ουρολογικών Χειρουργών (BAUS) αναφέρει ότι η μείωση της ποσότητας ασβεστίου στη διατροφή μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα επανεμφάνισης των πετρών και ότι «η πρόσληψη έως και 1000mg ημερησίως είναι ασφαλής όσον αφορά τον σχηματισμό πετρών ασβεστίου» (BAUS, 2017). Θα πρέπει να πίνουμε πολλά λίτρα νερού για να φτάσουμε σε αυτό το επίπεδο πρόσληψης ασβεστίου (βλέπε πίνακα 1 για την περιεκτικότητα σε ασβέστιο στο νερό της Πάρου). Το ασβέστιο και το μαγνήσιο που υπάρχουν στο νερό είναι πολύ απορροφήσιμα από το σώμα, περίπου στο 50% (ΠΟΥ, 2011). Έχει αναφερθεί ανησυχία για ασθενείς με ορισμένες σπάνιες νεφρικές παθήσεις, όπως το σύνδρομο γάλακτος-αλκάλειος και υπερασβεστιαμία (ΠΟΥ, 2011). Συμβουλεύουμε άτομα με ασθένειες που επηρεάζουν τη λειτουργία των νεφρών να αναζητήσουν πρόσθετη ιατρική καθοδήγηση σχετικά με τη σκληρότητα του νερού.

Το ασβέστιο στη διατροφή αποδεικνύεται ότι προστατεύει από το σχηματισμό πετρών στα νεφρά:

Το ασβέστιο και το μαγνήσιο που απορροφώνται μέσω της διατροφής έχουν βρεθεί ότι προστατεύουν από το σχηματισμό πετρών στα νεφρά (Cotruvo & Bartram, 2009). Μια μελέτη από τους Cuihan et al. (1993) παρακολούθησε τη διατροφή και την εμφάνιση πετρών στα νεφρά σε 45.619 άνδρες ηλικίας 40 - 75 ετών για τέσσερα χρόνια και διαπίστωσε ότι το διαιτητικό ασβέστιο συσχετίζεται με χαμηλότερο κίνδυνο σχηματισμού πέτρας στα νεφρά. Μια ισοδύναμη μελέτη που πραγματοποιήθηκε με γυναίκες (Cuihan et al., 1997), έδειξε παρόμοια αποτελέσματα, ότι το διαιτητικό ασβέστιο σχετίζεται αντιστρόφως με τον κίνδυνο σχηματισμού πέτρας στα νεφρά. Σε άλλη μελέτη, η υψηλή πρόσληψη νερού πλούσιου σε ασβέστιο και μαγνήσιο βρέθηκε ότι προστατεύει από το σχηματισμό πετρών σε σύγκριση με το νερό με λιγότερη περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα (Rogers, 1998). Τα παραπάνω στοιχεία αποδεικνύουν την προστατευτική επίδραση του διαιτητικού ασβεστίου και του υδατικού ασβεστίου ενάντια στις πέτρες στα νεφρά, το οποίο είναι σχετικό καθώς το ασβέστιο είναι το κύριο συστατικό της σκληρότητας του νερού στην Πάρο.

Οι σύνδεσμοι μεταξύ σκληρού νερού και εμφάνισης πέτρας στα νεφρά στους πληθυσμούς είναι αδύναμοι:

Επιδημιολογικές μελέτες, που παρατηρούν τάσεις στους πληθυσμούς σχετικά με τις πέτρες στα νεφρά και τη σκληρότητα του νερού, δεν έχουν βρει ως επί το πλείστον σημαντικά μοτίβα μεταξύ σχηματισμού πετρών και σκληρού νερού.

- Στις ΗΠΑ, ο Schwartz (2002) εξέτασε την τοπική σκληρότητα του νερού για 4.833 ασθενείς με πέτρες ασβεστίου, διαπιστώνοντας καμία σημαντική συσχέτιση μεταξύ της σκληρότητας του νερού και του σχηματισμού πετρών κατά τη διάρκεια της ζωής τους.
- Ο Shuster et al. (1982) παραθέτει την αντίστροφη σχέση μεταξύ εμφάνισης πέτρας στα νεφρά και σκληρότητας του νερού σε μακρογεωγραφικό επίπεδο στις ΗΠΑ. Εξετάζοντας το τοπικό επίπεδο, ο Shuster συνέκρινε την κατανάλωση σκληρού και μαλακού νερού 2.295 ασθενών με πέτρα στα νεφρά με μια ομάδα ελέγχου (ασθενείς με κήλη) και δεν βρήκε συσχέτιση μεταξύ της σκληρότητας και της εμφάνισης πέτρας στα νεφρά. Εντοπίστηκε αυξημένος κίνδυνος για την κατανάλωση νερού από ιδιωτικά πηγάδια.
- Ο Mitra (2018) συνέκρινε την ποιότητα και την ποσότητα νερού που καταναλώθηκε με τη συχνότητα εμφάνισης πέτρας στα νεφρά με 1.266 ασθενείς με πέτρα στα νεφρά που αντιπροσωπεύουν περιοχές περιπτώσεων, έναντι των περιοχών ελέγχου χωρίς εμφάνιση πέτρας. Η ποσότητα νερού και όχι η ποιότητα προσδιορίστηκε ως ο πιο σημαντικός παράγοντας που σχετίζεται με τον κίνδυνο πέτρας στα νεφρά, μαζί με τον καθιστικό τρόπο ζωής. Το εύρος σκληρότητας σε αυτή τη μελέτη (έως 250mg/l CaCO₃) ήταν κυρίως κάτω από το εύρος που βρέθηκε στην Πάρο (173 - 393mg/l CaCO₃), το οποίο μπορεί να περιορίσει τις επιπτώσεις του στην κατάσταση στην Πάρο.

Δύο μελέτες διαπίστωσαν κάποια σχέση μεταξύ της αναλογίας μαγνησίου προς ασβεστίου στο νερό και της εμφάνισης πέτρας στα νεφρά σε πληθυσμούς.

- Μια μελέτη σε 24 περιοχές του Ιράν που εξέτασε την εμφάνιση πέτρας στα νεφρά έναντι των παραγόντων σκληρότητας του νερού δεν βρήκε καμία σχέση μεταξύ σκληρότητας και εμφάνισης πέτρας. Το υψηλότερο σχετικό μαγνήσιο συνδέθηκε με ένα ήπιο προστατευτικό αποτέλεσμα και μια χαμηλή αναλογία μαγνησίου προς ασβέστιο συνδέθηκε θετικά με την εμφάνιση πέτρας στα νεφρά (Basiri et al., 2011).
- Ο Kohri (1989) βρήκε ένα παρόμοιο μοτίβο στην Ιαπωνία, όπου οι χαμηλές αναλογίες μαγνησίου προς ασβέστιο στο νερό της βρύσης συνδέονταν με μεγαλύτερες συχνότητες σχηματισμού πέτρας

Ενώ αρκετές μελέτες που αναφέρθηκαν παραπάνω δεν δείχνουν καμία σχέση μεταξύ των πετρών στα νεφρά και της σκληρότητας του νερού, υπάρχουν προκαταρκτικές ενδείξεις ότι οι υψηλές αναλογίες μαγνησίου προς ασβέστιο στην περιεκτικότητα ανόργανων αλάτων του νερού σχετίζονται με τη συχνότητα εμφάνισης πέτρας στα νεφρά.

Η έρευνα δείχνει ότι το σκληρό νερό αυξάνει την περιεκτικότητα σε ασβέστιο στα ούρα:

Μελέτες που εξετάζουν πώς το σώμα επεξεργάζεται το ασβέστιο από το νερό και πώς αυτό μπορεί να σχετίζεται με πέτρες στα νεφρά αποκαλύπτουν κάποια αντιφατικά συμπεράσματα. Έχει βρεθεί ότι το σκληρό νερό αυξάνει την περιεκτικότητα σε ασβέστιο στα ούρα. Ωστόσο, η

σημασία αυτού σε σχέση με το σχηματισμό πετρών στα νεφρά είναι ασαφής (Schwartz, 2002). Ορισμένες μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι η υψηλότερη πρόσληψη ασβεστίου προτείνεται για την προστασία από το σχηματισμό πέτρας στα νεφρά λόγω της σύνδεσής του με το οξαλικό οξύ, ένα κοινό πρόδρομο των πετρών στα νεφρά που υπάρχει στα τρόφιμα (Caudarella et al., 1998· Siener & Hess, 2003). Για παράδειγμα, η πρόσληψη γάλακτος (που είναι υψηλή σε ασβέστιο) βρέθηκε ότι προστατεύει από το σχηματισμό πέτρας στα νεφρά σε μία μελέτη (Moghaddas et al., 2015). Οι Curhan et al. (1993), BAUS (2017) και Han et al. (2017) πράγματι δηλώνουν ότι ο περιορισμός του διατροφικού ασβεστίου διαπιστώνεται ότι αποτελεί παράγοντα κινδύνου για υποτροπιάζουσες πέτρες στα νεφρά.

Από την άλλη πλευρά, αρκετές μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι άτομα με ιστορικό σχηματισμού πέτρας, έχουν παρατηρηθεί ότι συσσωρεύουν περισσότερο ασβέστιο στα ούρα σε σύγκριση με αυτούς που δεν σχηματίζουν πέτρες μετά από πρόσληψη σκληρού νερού (Mirzazadeh, 2012) και συνιστούν ότι αυτοί που σχηματίζουν πέτρες πρέπει να καταναλώνουν μαλακότερο νερό μεταξύ των γευμάτων, όταν δεν υπάρχει προσλαμβανόμενο οξαλικό για να δεσμευθεί το ασβέστιο (Belizzi et al., 1991· Coen et al., 2001). Ωστόσο, η Βρετανική Ένωση Ουρολογικών Χειρουργών προειδοποιεί να μην περιοριστεί η πρόσληψη ασβεστίου χωρίς διαβούλευση με γιατρό (BAUS, 2017).

Η διαθέσιμη έρευνα σε αυτό το θέμα δείχνει ότι υπάρχουν ασαφή στοιχεία που δείχνουν την επίδραση του ασβεστίου στα ούρα στον σχηματισμό πέτρας. Το νερό με υψηλό ασβέστιο αυξάνει το ασβέστιο στα ούρα αλλά μπορεί να μειώσει το οξαλικό, προστατεύοντας από το σχηματισμό πέτρας. Ορισμένες μελέτες προτείνουν τον περιορισμό της πρόσληψης νερού πλούσιου σε ασβέστιο μεταξύ των γευμάτων λόγω της έλλειψης οξαλικού για την δέσμευση του ασβεστίου. Γενικά, ο περιορισμός της πρόσληψης ασβεστίου δεν ενδείκνυται χωρίς την συμβουλή γιατρού. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα σε αυτό το θέμα για να δοθεί μια οριστική δήλωση, και όπως δήλωσε ο Schwartz (2002), η σημασία του ασβεστίου στα ούρα για το σχηματισμό πέτρας παραμένει ασαφής.

Άλλοι παράγοντες του τρόπου ζωής είναι σημαντικοί για τον κίνδυνο πέτρας στα νεφρά:

Ενώ οι μελέτες για το σκληρό νερό και τον σχηματισμό πέτρας στα νεφρά αποκαλύπτουν ορισμένα μικτά αποτελέσματα, τα συμπεράσματα της βιβλιογραφίας σχετικά με την συμβολή του τρόπου ζωής στον σχηματισμό πέτρας στα νεφρά είναι σαφή. Πρωταρχικής σημασίας είναι η αποφυγή αφυδάτωσης (Ackerman, 1990· Fink et al., 2009· Frassetto & Kohlstadt, 2011), γεγονός που σημαίνει ότι η ποσότητα νερού είναι πιο σημαντική από την ποιότητα (Borghì et al., 1999· Mitra et al., 2018). Οι άνθρωποι πρέπει να πίνουν αρκετό νερό για να διατηρούν τα ούρα όσο το δυνατόν πιο διαυγή, σύμφωνα με την BAUS (2017). Επιπλέον, η πρόσληψη ζωικών πρωτεϊνών, η πρόσληψη νατρίου και ο καθιστικός τρόπος ζωής αναγνωρίζονται ότι αυξάνουν τον κίνδυνο για πέτρες στα νεφρά (Boarin et al., 2018· Curhan et al., 1993· Han et al., 2017· Lopez & Horpe, 2010). Η μεσογειακή διατροφή σχετίζεται με χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης πέτρας στα νεφρά (Rodríguez et al., 2020), όπως και η κατανάλωση ορισμένων ροφημάτων σε μέτριες ποσότητες όπως τσάι, καφές, μπύρα και κρασί (Curhan et al., 1996). Οι θερμές

θερμοκρασίες περιβάλλοντος με υψηλή έκθεση στον ήλιο έχουν επίσης συσχετιστεί με την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης πετρών στα νεφρά (Soucie et al., 1996).

3.2 Άλλα θέματα υγείας

Η παρουσία βιοδιαθέσιμου ασβεστίου και μαγνησίου στο σκληρό νερό μπορεί να συμπληρώσει την καθημερινή πρόσληψη αυτών των ανόργανων αλάτων από έναν άνθρωπο (ΠΟΥ 2011). Για παράδειγμα, ένα λίτρο νερό που περιέχει 300mg ασβεστίου ισοδυναμεί με μία μερίδα γαλακτοκομικών προϊόντων (Cotruvo & Bartam, 2009). Το μαλακό νερό προκαλεί μεγαλύτερη ανησυχία καθώς δεν παρέχει τα απαραίτητα ανόργανα άλατα και μπορεί να αφήσει τους πληθυσμούς στον κίνδυνο πολλών προβλημάτων υγείας που σχετίζονται με ελλείψεις ασβεστίου και μαγνησίου (Koziec, 2005). Τα κύρια ερευνητικά θέματα σε υγειονομικούς τομείς που σχετίζονται με το σκληρό νερό και το πιθανό συμπλήρωμά του με ανόργανα άλατα παρατίθενται παρακάτω.

- Αρκετές μελέτες έχουν βρει μια προστατευτική συσχέτιση μεταξύ σκληρού νερού και καρδιαγγειακών παθήσεων (Anderson et al., 1969· Hopps & Feder 1986· Lee et al., 2006· Yang et al., 1996), άλλες μελέτες δεν έχουν βρει μια οριστική συσχέτιση (Catling et al., 2008· Leurs et al., 2010· Morris et al., 2008· Nerbrand et al., 2003).
- Η έρευνα για τη σχέση μεταξύ πρόσληψης υδατικού ασβεστίου και μαγνησίου και αρκετών καρκίνων (γαστρικού, νεφρικού, οισοφαγικού, ωθηκικού, παχέος εντέρου, ηπατικού) έχει βρει προστατευτική επίδραση σε διάφορους βαθμούς (Chio et al., 2010· Sengupta, 2013· Yang et al., 1999, Yang et al., 1999).
- Η έλλειψη μαγνησίου σχετίζεται με την εμφάνιση διαβήτη, υποδεικνύοντας ότι στην περίπτωση του διαβήτη, το σκληρό νερό μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο εμφάνισης (Chaudhary et al., 2010).
- Το θεικό μαγνήσιο που υπάρχει στο σκληρό νερό διαπιστώνεται ότι μειώνει δραματικά την εμφάνιση εκλαμψίας σε έγκυες γυναίκες, ενώ το ασβέστιο επίσης αναγνωρίζεται και συνιστάται ως προστατευτικό κατά της εκλαμψίας (Omotayo 2018· Sengupta, 2013· Villar et al., 1983).
- Σύμφωνα με τον Sengupta (2013) το σκληρό νερό είναι ευεργετικό για την πεπτική οδό, ανακουφίζοντας ενδεχομένως τη δυσκοιλιότητα στο 85% των περιπτώσεων.
- Η σκληρότητα του νερού έχει επίσης αποδοθεί ότι επηρεάζει την οστική πυκνότητα. Οι Costi et al., (1999) απέδειξαν ότι, όταν συγκρίνεται η οστική πυκνότητα μεταξύ ηλικιωμένων γυναικών σε περιοχές σκληρού και μαλακού νερού, οι γυναίκες που ζούσαν σε περιοχές σκληρού νερού είχαν υψηλότερη οστική πυκνότητα. Οι ερευνητές αναφέρουν επίσης ότι μια γυναίκα που πίνει 1 λίτρο νερό την ημέρα με 400mg περιεκτικότητας σε ασβέστιο, θα έχει την ισοδύναμη οστική πυκνότητα μιας γυναίκας που πίνει νερό με χαμηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο που είναι 7 χρόνια νεότερη (Aptel

et al., 1999). Η πρόσληψη μεταλλικού νερού υψηλής περιεκτικότητας σε ασβέστιο βρέθηκε επίσης ότι προστατεύει την οστική μάζα σε υγιείς νεαρούς άνδρες, παρέχοντας μια επιπλέον πηγή ασβεστίου (Guilemant et al., 2000).

4. Συμπέρασμα

Η σχέση μεταξύ σκληρού νερού και σχηματισμού πέτρας στα νεφρά φαίνεται αδύναμη λαμβάνοντας υπόψη τα ήπια και αντιφατικά μοτίβα που προκύπτουν από τη βιβλιογραφία. Ταυτόχρονα, ίσως αντιφατικά, το διατροφικό ασβέστιο (από τροφή ή νερό) αναφέρεται επανειλημμένα ως απαραίτητο μέρος της προστασίας του σώματος από το σχηματισμό πέτρας, ειδικά όταν λαμβάνεται από την τροφή. Ο ΠΟΥ (2011) δεν προσδιορίζει τυχόν γνωστές ανησυχίες για την υγεία που σχετίζονται με το σκληρό νερό και, στη συνέχεια, αυτοί οι οργανισμοί δεν έχουν προτείνει όρια σκληρότητας του νερού. Οι παράγοντες του τρόπου ζωής, από την άλλη πλευρά, είναι καλά τεκμηριωμένο ότι επηρεάζουν το σχηματισμό πέτρας, η επαρκής ενυδάτωση, η μείωση της πρόσληψης ζωικών προϊόντων και αλατιού και η άσκηση είναι οι πιο προστατευτικοί παράγοντες έναντι των πετρών στα νεφρά (Boarin et al., 2018). Το σκληρό νερό έχει αρκετές γνωστές θετικές επιδράσεις στην υγεία, που περιλαμβάνουν την προστασία από συγκεκριμένους καρκίνους, την εμφάνιση διαβήτη και την υποστήριξη της υγιούς οστικής πυκνότητας και της πέψης (Sengupta, 2003). Ενώ τα υγιή άτομα προστατεύονται από την υπερβολική πρόσληψη ασβεστίου με αποβολή από τα νεφρά, τα στοιχεία δείχνουν ότι ορισμένες ομάδες με προϋπάρχουσες καταστάσεις μπορεί να έχουν αυξημένο κίνδυνο σχηματισμού πέτρας σε σχέση με την πρόσληψη σκληρού νερού (ΠΟΥ, 2011) και θα πρέπει να ζητήσουν πρόσθετη ιατρική συμβουλή.

Βιβλιογραφία

- Ackermann, D. (1990). Prophylaxis in idiopathic calcium urolithiasis. *Urological research*, 18(1), S37-S40.
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00301526>
- Anderson, T. W., Le Riche, W. H., & MacKay, J. S. (1969). Sudden death and ischemic heart disease: correlation with hardness of local water supply. *New England Journal of Medicine*, 280(15), 805-807.
<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejm196904102801504>
- Aptel, I., Cance- Rouzaud, A., Grandjean, H., & Epidos Study Group. (1999). Association between calcium ingested from drinking water and femoral bone density in elderly women: evidence from the EPIDOS cohort. *Journal of bone and mineral research*, 14(5), 829-833.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1359/jbmr.1999.14.5.829>
- BASIRI, A., SHAKH, S. N., KHOUSHDEL, A., Pakmanesh, H., & Radfar, M. H. (2011). Drinking water composition and incidence of urinary calculus introducing a new index. Retrieved from
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21189428>
- Bellizzi, V., DeNicola, L., Minutolo, R., Russo, D., Cianciaruso, B., Andreucci, M., ... & Andreucci, V. (1999). Effects of water hardness on urinary risk factors for kidney stones in patients with idiopathic nephrolithiasis. *Nephron*, 81(Suppl. 1), 66-70.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9873217>
- Bharadwaj, N. D., Mishra, P., Sharma, A., & Uchchariya, D. (2016) Reduction of Total Hardness of Water Using *Phyllanthus emblica*. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)* (Vol-2, Issue-7)
<https://pdfs.semanticscholar.org/8b6a/6aba02f575e5e3a66ca4e741f900ce030cdb.pdf>
- Boyd, Claude E. "Total hardness." *Water Quality*. Springer, Cham, 2015. 179-187.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-17446-4_9
- British Association of Urological Surgeons (2017) Dietary Advice for Stone Formers. Retrieved from:
<https://www.baus.org.uk/userfiles/pages/files/Patients/Leaflets/Stone%20diet.pdf>
- Catling, L. A., Abubakar, I., Lake, I. R., Swift, L., & Hunter, P. R. (2008). A systematic review of analytical observational studies investigating the association between cardiovascular disease and drinking water hardness. *Journal of water and health*, 6(4), 433-442.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18401109>
- Caudarella, R., Rizzoli, E., Buffa, A., Bottura, A., & Stefoni, S. (1998). Comparative study of the influence of 3 types of mineral water in patients with idiopathic calcium lithiasis. *The Journal of urology*, 159(3), 658-663.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022534701636954>
- Chaudhary, D. P., Sharma, R., & Bansal, D. D. (2010). Implications of magnesium deficiency in type 2 diabetes: a review. *Biological trace element research*, 134(2), 119-129.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12011-009-8465-z>
- Chiu, H. F., Chang, C. C., Chen, C. C., & Yang, C. Y. (2010). Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from kidney cancer. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 74(1), 62-70.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15287394.2010.514236>
- Coen, G., Sardella, D., Barbera, G., Ferrannini, M., Comegna, C., Ferazzoli, F., ... & Simeoni, P. (2001). Urinary composition and lithogenic risk in normal subjects following oligomineral versus bicarbonate-alkaline high calcium mineral water intake. *Urologia internationalis*, 67(1), 49-53.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?db=PubMed&cmd=Retrieve&list_uids=11464116
- Common Seas (2020) Clean Blue Paros Social Audit – Water [data set]. Common Seas [Publisher/Distributor]. Unpublished raw data.
- Chopade, S. P., & Nagarajan, K. (2000). Detergent Formulations: Ion Exchange. *Encyclopedia of Separation Science*. Retrieved from
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0122267702039211>

Costi, D., Calcaterra, P. G., Iori, N., Vourna, S., Nappi, G., & Passeri, M. (1999). Importance of bioavailable calcium drinking water for the maintenance of bone mass in post-menopausal women. *Journal of endocrinological investigation*, 22(11), 852-856.
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF03343658>

Cotruvo, J. A., & Bartram, J. (Eds.). (2009). Calcium and magnesium in drinking-water: public health significance. World Health Organization. Retrieved from
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43836/9789241563550_eng.pdf?sequence=1

Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. Retrieved from
<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1998/83/2015-10-27>

Curhan, G. C., Willett, W. C., Rimm, E. B., Spiegelman, D., & Stampfer, M. J. (1993). Prospective study of beverage use and the risk of kidney stones. *American journal of epidemiology*, 143(3), 240-247.
<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM199303253281203>

Curhan, G. C., Willett, W. C., Speizer, F. E., Spiegelman, D., & Stampfer, M. J. (1997). Comparison of dietary calcium with supplemental calcium and other nutrients as factors affecting the risk for kidney stones in women. *Annals of internal medicine*, 126(7), 497-504.
<https://annals.org/aim/article-abstract/710409/comparison-dietary-calcium-supplemental-calcium-other-nutrients-factors-affecting-risk%20here>

DEYAP Paros Water Supply and Sewerage Company (2019) Drinking Water Quality: 2019 Chemical analysis
<https://www.deya-parou.gr/en/water-supply/drinking-water-quality/>

DWI (2009) Map showing the rate of hardness in mg/l as Calcium Carbonate in England and Wales. Drinking Water Inspectorate. Retrieved from
www.dwi.gov.uk/consumers/advice-leaflets/hardness_map.pdf

EPA (2009) National Primary Drinking Water Regulations. Office of Ground Water and Drinking Water. Retrieved from
<https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations>

Fink, H. A., Akornor, J. W., Garimella, P. S., MacDonald, R., Cutting, A., Rutks, I. R., ... & Wilt, T. J. (2009). Diet, fluid, or supplements for secondary prevention of nephrolithiasis: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *European urology*, 56(1), 72-80.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030228380900267X>

Guillemant, J., Le, H. T., Accarie, C., du Montcel, S. T., Delabroise, A. M., Arnaud, M. J., & Guillemant, S. (2000). Mineral water as a source of dietary calcium: acute effects on parathyroid function and bone resorption in young men. *The American journal of clinical nutrition*, 71(4), 999-1002.
<https://academic.oup.com/ajcn/article-abstract/71/4/999/4729209>

Han, H., Segal, A. M., Seifter, J. L., & Dwyer, J. T. (2015). Nutritional management of kidney stones (nephrolithiasis). *Clinical nutrition research*, 4(3), 137-152.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4525130/>

Hannappel, A., & Reischmann, T. (2005). Rhyolitic dykes of Paros island, Cyclades. In *Developments in Volcanology* (Vol. 7, pp. 305-327). Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871644X05800476>

Hopps, H. C., & Feder, G. L. (1986). Chemical qualities of water that contribute to human health in a positive way. *Science of the total environment*, 54, 207-216.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0048969786902664>

Jayasumana, C., Gunatilake, S., & Senanayake, P. (2014). Glyphosate, hard water and nephrotoxic metals: are they the culprits behind the epidemic of chronic kidney disease of unknown etiology in Sri Lanka?. *International journal of environmental research and public health*, 11(2), 2125-2147. Retrieved from
https://www.researchgate.net/publication/260375117_Glyphosate_Hard_Water_and_Nephrotoxic_Metals_Are_They_the_Culprits_Behind_the_Epidemic_of_Chronic_Kidney_Disease_of_Unknown_Etiology_in_Sri_Lanka

Kazemi, G. A. (2005). Hard water. *Water encyclopedia*, 4, 452-455.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/047147844X.pc251>

Kohri, K., Kodama, M., Ishikawa, Y., Katayama, Y., Takada, M., Katoh, Y., ... & Kurita, T. (1989). Magnesium-to-calcium ratio in tap water, and its relationship to geological features and the incidence of calcium-containing urinary stones. *The Journal of urology*, 142(5), 1272-1275.

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?db=PubMed&cmd=Retrieve&list_uids=2810505

Kozisek, F. (2005). Health risks from drinking demineralised water. *Nutrients in Drinking Water*, 1(1), 148-163.

<http://www.accomplishmoretoday.com/public/images/WHO%20Nutrients%20in%20Drinking%20Water.pdf#page=157>

López, M., & Hoppe, B. (2010). History, epidemiology and regional diversities of urolithiasis. *Pediatric nephrology (Berlin, Germany)*, 25(1), 49–59. doi:10.1007/s00467-008-0960-5

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2778769/>

Lahlou, Z. M. (2002). Water quality in distribution systems. A National Drinking Water, Clearinghouse, Fact Sheet.

http://www.waterhelp.org/az/library/lessons/resources/TB22_WaterQuality.pdf

Lee, I. N., Chang, W. C., Hong, Y. J., & Liao, S. C. (2006). Discovering meaningful information from large amounts of environment and health data to reduce uncertainties in formulating environmental policies. *Journal of environmental management*, 81(4), 434-440.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479706000041>

Leurs, L. J., Schouten, L. J., Mons, M. N., Goldbohm, R. A., & van den Brandt, P. A. (2010). Relationship between tap water hardness, magnesium, and calcium concentration and mortality due to ischemic heart disease or stroke in the Netherlands. *Environmental health perspectives*, 118(3), 414-420.

<https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/ehp.0900782>

McNally, N. J., Williams, H. C., Phillips, D. R., Smallman-Raynor, M., Lewis, S., Venn, A., & Britton, J. (1998). Atopic eczema and domestic water hardness. *The Lancet*, 352(9127), 527-531.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673698014020>

Mirzazadeh, M., Nouran, M. G., Richards, K. A., & Zare, M. (2012). Effects of drinking water quality on urinary parameters in men with and without urinary tract stones. *Urology*, 79(3), 501-507.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0090429511025210>

Mitra, P., Pal, D. K., & Das, M. (2018). Does quality of drinking water matter in kidney stone disease: A study in West Bengal, India. *Investigative and clinical urology*, 59(3), 158-165.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5934277/#!po=43.3333>

Miyake, Y., Yokoyama, T., Yura, A., Iki, M., & Shimizu, T. (2004). Ecological association of water hardness with prevalence of childhood atopic dermatitis in a Japanese urban area. *Environmental research*, 94(1), 33-37.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935103000689>

Moghaddas, F., Yousefi, F., Bagheri, F., Mohammadi, M., Mahdian Arefi, F., Beikmohammadi, A., & Emamian, M. H. (2015). The effect of the amount and type of liquid intake on kidney calculi: A case-control study. *Iranian Journal of Epidemiology*, 11(2), 54-60.

<https://irje.tums.ac.ir/article-1-5391-en.html>

Momeni, M., Gharedaghi, Z., Amin, M. M., Poursafa, P., & Mansourian, M. (2014). Does water hardness have preventive effect on cardiovascular disease?. *International journal of preventive medicine*, 5(2), 159.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3950737/>

Morris, R. W., Walker, M., Lennon, L. T., Shaper, A. G., & Whincup, P. H. (2008). Hard drinking water does not protect against cardiovascular disease: new evidence from the British Regional Heart Study. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 15(2), 185-189.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18391646>

Moslemi, M. K., Saghafi, H., & Joorabchin, S. M. A. (2011). Evaluation of biochemical urinary stone composition and its relationship to tap water hardness in Qom province, central Iran. *International journal of nephrology and renovascular disease*, 4, 145.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3234153/>

- Nerbrand, C., Agréus, L., Lenner, R. A., Nyberg, P., & Svärdsudd, K. (2003). The influence of calcium and magnesium in drinking water and diet on cardiovascular risk factors in individuals living in hard and soft water areas with differences in cardiovascular mortality. *BMC public Health*, 3(1), 21.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12814520>
- Omotayo, M. O., Martin, S. L., Stoltzfus, R. J., Orotolano, S. E., Mwanga, E., & Dickin, K. L. (2018). With adaptation, the WHO guidelines on calcium supplementation for prevention of pre- eclampsia are adopted by pregnant women. *Maternal & child nutrition*, 14(2), e12521.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/mcn.12521>
- Perkin, M. R., Craven, J., Logan, K., Strachan, D., Marrs, T., Radulovic, S., ... & Flohr, C. (2016). Association between domestic water hardness, chlorine, and atopic dermatitis risk in early life: A population-based cross-sectional study. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 138(2), 509-516.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0091674916301877>
- Rodriguez, A., Curhan, G. C., Gambaro, G., Taylor, E. N., & Ferraro, P. M. (2020). Mediterranean diet adherence and risk of incident kidney stones. *The American Journal of Clinical Nutrition*.
<https://academic.oup.com/ajcn/advance-article-abstract/doi/10.1093/ajcn/nqaa066/5818438>
- Rubenowitz-Lundin, E., & Hiscock, K. M. (2013). Water hardness and health effects. In *Essentials of Medical Geology* (pp. 337-350). Springer, Dordrecht.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4375-5_14
- Schwartz, B. F., Schenkman, N. S., Bruce, J. E., Leslie, S. W., & Stoller, M. L. (2002). Calcium nephrolithiasis: effect of water hardness on urinary electrolytes. *Urology*, 60(1), 23-27.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009042950201631X>
- Sengupta, P. (2013). Potential health impacts of hard water. *International journal of preventive medicine*, 4(8), 866. Retrieved from
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3775162/>
- Shuster, J., Finlayson, B., Scheaffer, R., Sierakowski, R., Zoltek, J., & Dzegede, S. (1982). Water hardness and urinary stone disease. *The Journal of urology*, 128(2), 422-425.
<https://www.auajournals.org/doi/abs/10.1016/S0022-5347%2817%2952951-1>
- Siener, R., & Hesse, A. (2003). Fluid intake and epidemiology of urolithiasis. *European journal of clinical nutrition*, 57(2), S47-S51.
<https://www.nature.com/articles/1601901>
- Sierakowski, R., Finlayson, B., & Landes, R. (1979). Stone incidence as related to water hardness in different geographical regions of the United States. *Urological research*, 7(3), 157-160.
<https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00257200>
- Soucie, J. M., Coates, R. J., McClellan, W., Austin, H., & Thun, M. (1996). Relation between geographic variability in kidney stones prevalence and risk factors for stones. *American journal of epidemiology*, 143(5), 487-495.
<https://academic.oup.com/aje/article/143/3/240/77956>
- Sulaiman, S. K., Enakshree, J., Traxer, O., & Somani, B. K. (2020). Which type of water is recommended for patients with stone disease (hard or soft water, tap or bottled water): Evidence from a systematic review over the last 3 decades. *Current urology reports*, 21(3), 1-8.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11934-020-0968-3>
- Sulistiyawati, S., Astuti, F. D., Trisasri, R., & Rustiawan, A. (2016). Well Water Consumed and Urolithiasis in Gedangsari Subdistrict, Yogyakarta. *Kesmas: National Public Health Journal*, 11(1), 26-31. Retrieved from
<http://journal.fkm.ui.ac.id/kesmas/article/view/1165/511>
- Rickwood, C. & Carr, G. M. (2007) *Global Drinking Water Quality Index Development and Sensitivity Analysis Report*. UN Environmental Program. Retrieved from https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/global_drinking_water_quality_index.pdf
- Rubenowitz-Lundin, E., & Hiscock, K. M. (2005). I. Definition of water hardness.
https://people.wou.edu/~taylors/g473/med_geo/rubenowitz_hiscock_2005.pdf

USEPA (2005) Mean hardness as calcium carbonate at NASQAN water-monitoring sites during the 1975 water year. Map edited by USEPA, 2005. Modified from Briggs, J.C., and Ficke, J.F., 1977, Quality of Rivers of the United States, 1975 Water Year -- Based on the National Stream Quality Accounting Network (NASQAN): U.S. Geological Survey Open-File Report 78-200. Retrieved from <https://www.usgs.gov/media/images/map-water-hardness-united-states>

Villar, J., Belizan, J. M., & Fischer, P. J. (1983). Epidemiologic observations on the relationship between calcium intake and eclampsia. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 21(4), 271-278.
[https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1016/0020-7292\(83\)90016-4](https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1016/0020-7292(83)90016-4)

WHO (2017) Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization; 2017. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Retrieved from https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

WHO (2003) Chloride in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Retrieved from https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chloride.pdf

WHO (2011) Hardness in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Retrieved from https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/hardness.pdf

Yang, C. Y., Chiu, H. F., Cheng, M. F., Tsai, S. S., Hung, C. F., & Lin, M. C. (1999). Esophageal cancer mortality and total hardness levels in Taiwan's drinking water. *Environmental research*, 81(4), 302-308.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935199939919>

Yang, C. Y., Tsai, S. S., Lai, T. C., Hung, C. F., & Chiu, H. F. (1999). Rectal cancer mortality and total hardness levels in Taiwan's drinking water. *Environmental research*, 80(4), 311-316.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935198939214>