

# OBSAH CA A MG V PITNEJ VODE A JEHO VPLYV NA PRUŽNOST CIEV OBYVATEĽOV SLOVENSKEJ REPUBLIKY

## THE CONTENT OF CA AND MG IN DRINKING WATER AND ITS IMPACT ON THE ARTERIAL STIFFNESS OF INHABITANTS OF SLOVAK POPULATION

STANISLAV RAPANT<sup>1</sup>, VERONIKA CVEČKOVÁ<sup>2</sup>, PATRIK ČERMÁK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra geochemie, Bratislava, Slovenská republika

<sup>2</sup>Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, Slovenská republika

### SÚHRN

Pružnosť ciev je významným rizikovým faktorom kardiovaskulárnych ochorení (KVO), ktoré sú najčastejšou príčinou úmrtí v rozvinutých krajinách. Na základe merania pružnosti ciev obyvateľov zásobovaných mäkkou pitnou vodou (100 respondentov) a tvrdou pitnou vodou (100 respondentov) bol zistený výrazný rozdiel v rýchlosti pulznej vlny (PWVao), arteriálneho veku a v rozdieli medzi arteriálnym a skutočným vekom ( $\Delta$  vek). U respondentov, ktorí konzumovali mäkkú pitnú vodu, bola PWVao o 1,9 m.s<sup>-1</sup> vyššia, arteriálny vek o 23,2 rokov vyšší a  $\Delta$  vek o 14,5 roka vyšší. Respondentom pôvodne konzumujúcim mäkkú pitnú vodu bol obsah Ca a Mg v pitnej vode zvýšený o približne 10–15 mg.l<sup>-1</sup>. Po 18 mesiacoch konzumácie obohatenej pitnej vody so zvýšeným obsahom Ca a Mg sa respondentom pôvodne konzumujúcim mäkkú pitnú vodu PWVao znížila o 0,93 m.s<sup>-1</sup>, arteriálny vek sa znížil o 10,42 roka a  $\Delta$  vek sa znížil o 11,79 roka. Veľmi výrazne sa im tak znížilo riziko vzniku KVO.

**Kľúčové slová:** pitná voda, vápnik, horčík, pružnosť ciev, choroby kardiovaskulárne

### SUMMARY

Arterial stiffness is a significant risk factor for cardiovascular diseases (CVD), which are the most common cause of death in developed countries. Based on measurements of arterial stiffness in inhabitants supplied with soft drinking water (100 respondents) and hard drinking water (100 respondents), a significant difference in pulse wave velocity (PWVao), arterial age, and the difference between arterial and actual age ( $\Delta$  age) was found. In the respondents consuming soft drinking water, PWVao was 1.9 m.s<sup>-1</sup> higher, arterial age was 23.2 years higher, and  $\Delta$  age was 14.5 years higher. The respondents originally consuming soft drinking water, had the content of Ca and Mg in their water increased by approximately 10–15 mg.l<sup>-1</sup>. After 18 months of consuming enriched drinking water with increased Ca and Mg content, PWVao in the respondents originally consuming soft drinking water decreased by 0.93 m.s<sup>-1</sup>, arterial age decreased by 10.42 years, and  $\Delta$  age decreased by 11.79 years. Their risk of developing CVD thus decreased significantly.

**Key words:** drinking water, calcium, magnesium, arterial stiffness, cardiovascular diseases

<https://doi.org/10.21101/hygiena.a1858>

### Úvod

Medzi hlavné rizikové faktory KVO patrí najmä stres, obezita, genetické faktory, nezdravý životný štýl, fajčenie a nadmerná konzumácia alkoholu. Veľmi dôležité sú aj environmentálne faktory, a to hlavne kvalita ovzdušia a kvalita pitnej vody. Z hľadiska pitnej vody je najdôležitejší obsah Ca a Mg, čiže tvrdosť vody. Vplyv obsahu Ca a Mg v pitnej vode na incidenciu/mortalitu bol popísaný v tisícoch odborných štúdií a potvrdený aj viacerými metaanalýzami (1). Väčšina autorov udáva ako priaznivý obsah Ca a Mg v pitnej vode na úrovni 30–80 mg.l<sup>-1</sup> (2). Na území Slovenskej republiky (SR) bol ako optimálny obsah uvedených prvkov, pri ktorých je úmrtnosť

na KVO najnižšia a stredná dĺžka života najvyššia, stanovený pre Ca > 50 mg.l<sup>-1</sup> a Mg > 25 mg.l<sup>-1</sup> (3). Významným rizikovým faktorom vzniku KVO je strata pružnosti ciev, nazývaná arterial stiffness (4). Meranie arterial stiffness (AS) sa v posledných desaťročiach stalo súčasťou predklinickej diagnostiky KVO (5). S jej pomocou dokážeme odhaliť náchylnosť na KVO pred klinickými príznakmi. V predkladanom príspevku sú uvedené výsledky merania AS na obyvateľoch zásobovaných pitnou vodou s rôznou tvrdosťou. V prvom rade je cieľom práce potvrdiť, že ľudia zásobovaní mäkkou pitnou vodou, majú horšie parametre AS ako ľudia zásobovaní tvrdou pitnou vodou. Hlavným cieľom príspevku je však zistiť, či sa AS obyvateľom, ktorí sú záso-

bovaní mäkkou pitnou vodou, zlepšuje, keď začnú konzumovať pitnú vodu so zvýšeným obsahom Ca a Mg.

Predkladané krátke sdelení predstavuje najdôležitejšie výsledky projektu LIFE-Water and Health z publikovanej práce (6). V prípade záujmu si čitateľ môže nájsť podrobnejšiu metodiku práce, kompletne výsledky a publikované práce z danej problematiky na stránke <http://fns.uniba.sk/lifewaterhealth/>.

### Materiál a metódy

V zmysle projektu LIFE – WATER and HEALTH sa meranie AS realizovalo u 100 obyvateľov zásobovaných mäkkou pitnou vodou a u 100 obyvateľov zásobovaných tvrdou vodou za účelom zistenia rozdielu AS v závislosti od tvrdosti vody. Charakteristika obsahu Ca a Mg v pitnej vode a vybraných zdravotných indikátorov (15-ročné priemerné hodnoty) obidvoch oblastí je podaná v tabuľke 1.

Následne sa obyvateľom, ktorí sú zásobovaní mäkkou pitnou vodou, začala obohacovať pitná voda vo verejných vodovodoch o Ca a Mg. V priemere sa obsah Ca a Mg zvýšil o 10–15 mg.l<sup>-1</sup>. Potom sa pristúpilo k ďalším etapám merania AS, približne po šiestich mesiacoch už len v obciach Devičie a Kokava nad Rimavicou. Nie všetkých 100 respondentov z obce Devičie a Kokavy nad Rimavicou sa zúčastnilo druhej až štvrtej etapy merania (pandémia covid-19), preto sme použili náhradných respondentov. V dôsledku toho vý-

sledky podávame dvakrát – bez náhradných respondentov a s náhradnými respondentmi. Meranie pružnosti ciev sa realizovalo pomocou Arteriographu (TensioMed, Budapešť, Maďarsko). Arteriographom sa meria rýchlosť pulznej vlny aorty (PWVao) a výsledky sa pri zohľadnení stredoeurópskeho priemeru prepočítavajú na arteriálny vek. Priaznivý stav je vtedy, keď je rýchlosť PWVao čo najnižšia a vek ciev čo najnižší. S vekom cievy starnú, teda tuhnú. Aby sme zohľadnili túto skutočnosť, výsledky udávame aj formou rozdielu medzi arteriálnym vekom a skutočným vekom ako delta ( $\Delta$ ) vek. Pri meraní AS dotazníkmi sme sledovali BMI, fajčenie a konzumáciu alkoholu. Výsledok sme spracovali pomocou Spearmanovej korelácie.

### Výsledky a diskusia

Vybrané výsledky prvej etapy merania (mäkká ver-  
sus tvrdá voda) sú podané v tabuľke 2 a na obrázku 1.

Z prezentovaných výsledkov je zrejmé, že parametre AS sú vo všetkých prípadoch signifikantne nepriaznivejšie v prípade obyvateľov zásobovaných mäkkou pitnou vodou. Priemerné hodnoty PWVao sú o 1,9 m.s<sup>-1</sup> vyššie, arteriálny vek je vyšší o 23,2 rokov a  $\Delta$  vek je vyšší o 14,5 roka. Nie sú pozorované žiadne rozdiely podľa pohlavia.

Výsledky druhej až štvrtej etapy AS sú prezentované v skrátenej forme v tabuľke 3 a na obrázku 2.

Z dosiahnutých výsledkov je zrejmé, že po 18 mesiacoch obohacovania pitnej vody bolo zdokumentované

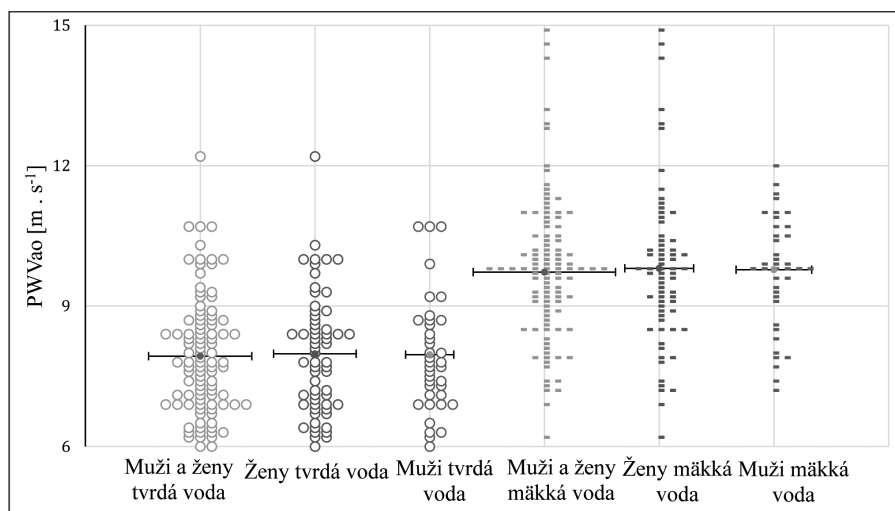
Tab. 1: Charakteristiky obsahu Ca a Mg v pitnej vode a vybrané zdravotné ukazovatele KVO sledovaných obcí

| Obce                 | Ca<br>[mg.l <sup>-1</sup> ] | Mg<br>[mg.l <sup>-1</sup> ] | Rel<br>% | SMRI<br>roky | LTE   |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|--------------|-------|
| Mäkká voda           |                             |                             |          |              |       |
| Devičie              | 30,0                        | 10,1                        | 806,64   | 137,54       | 68,43 |
| Kokava nad Rimavicou | 19,1                        | 3,5                         | 822,39   | 128,20       | 71,83 |
| Tvrdá voda           |                             |                             |          |              |       |
| Dolné Vestenice      | 88,1                        | 27,6                        | 287,36   | 94,95        | 74,63 |
| Nenince              | 82,6                        | 37,5                        | 454,37   | 77,89        | 74,33 |
| Trenčianska Turná    | 62,4                        | 23,7                        | 454,.    | 76,15        | 77,09 |
| SR                   | –                           | –                           | 531,24   | 100          | 72,65 |

Rel – relatívna úmrtnosť na KVO, SMRI – nepriama vekovo štandardizovaná úmrtnosť na KVO, LTE – očakávaná dĺžka života

Tab. 2: Arterial stiffness (AS) – počiatočná etapa merania (pred obohatením pitnej vody o Mg a Ca)

| Parametre                       | Tvrdá voda (100 respondentov)      |           |      |      |      | Mäkká voda (107 respondentov)          |           |      |      |      |
|---------------------------------|------------------------------------|-----------|------|------|------|----------------------------------------|-----------|------|------|------|
|                                 | Me                                 | $\bar{x}$ | SD   | Min  | Max  | Me                                     | $\bar{x}$ | SD   | Min  | Max  |
| Vek                             | 38                                 | 39,8      | 10,5 | 20   | 61   | 50                                     | 48,5      | 13,9 | 16   | 80   |
| BMI                             | 25,6                               | 25,6      | 4,4  | 17,3 | 40,3 | 26,6                                   | 27,2      | 5,3  | 17,1 | 53,4 |
| PWVao                           | 7,8                                | 7,9       | 1,3  | 6    | 12,2 | 9,8                                    | 9,8       | 1,5  | 6,2  | 14,9 |
| Art. vek                        | 41,5                               | 42,0      | 16,9 | 15   | 80   | 68                                     | 65,2      | 1,9  | 17   | 92   |
| $\Delta$ vek                    | 2                                  | 2,2       | 13,9 | –32  | 50   | 16                                     | 16,7      | 18,2 | –27  | 61   |
| Pohlavie                        | Muži – 38 (38 %), Ženy – 62 (62 %) |           |      |      |      | Muži – 39 (36,5 %), Ženy – 68 (63,5 %) |           |      |      |      |
| Konzumácia alkoholu             | Áno – 27 (27 %), Nie – 73 (73 %)   |           |      |      |      | Áno – 57 (53,3 %), Nie – 50 (46,7 %)   |           |      |      |      |
| Fajčenie                        | Áno – 21 (21 %), Nie – 79 (79 %)   |           |      |      |      | Áno – 30 (28 %), Nie – 77 (72 %)       |           |      |      |      |
| PWVao > 10 [m.s <sup>-1</sup> ] | 9 respondentov                     |           |      |      |      | 40 respondentov                        |           |      |      |      |

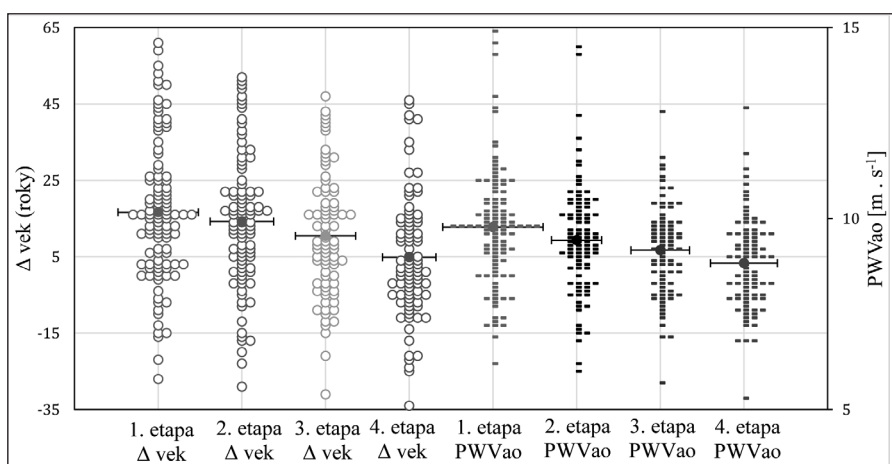


Obr. 1: Rozdelenie PWVao medzi obyvateľmi žijúcimi v oblastiach s rôznymi koncentraciami Ca a Mg v pitnej vode.

Tab. 3: Arterial stiffness (AS) – výsledky merania v štyroch etapách (Devičie a Kokava nad Rimavicou)

| Etapá                     | Bez náhradných respondentov |       |          |       | S náhradnými respondentami |       |          |       |
|---------------------------|-----------------------------|-------|----------|-------|----------------------------|-------|----------|-------|
|                           | n                           | PWVao | Art. vek | Δ vek | n                          | PWVao | Art. vek | Δ vek |
| I. etapa (máj 2021)       | 107                         | 9,78  | 65,17    | 16,68 | 107                        | 9,78  | 65,17    | 16,68 |
| II. etapa (december 2021) | 93                          | 9,44  | 61,69    | 14,24 | 100                        | 9,50  | 62,47    | 14,60 |
| III. etapa (jún 2022)     | 88                          | 9,19  | 58,91    | 10,48 | 98                         | 9,23  | 59,15    | 11,35 |
| IV. etapa (december 2022) | 100                         | 8,85  | 54,75    | 4,89  | 114                        | 8,94  | 55,70    | 5,13  |

n – počet respondentov, údaje reprezentujú aritmetický priemer



Obr. 2: Rozdelenie Δ veku a PWVao medzi obyvateľmi pre 4 fázy merané bez náhradných respondentov.

postupné a výrazné zlepšenie parametrov AS. V skupine bez náhradných respondentov došlo k poklesu: PWVao z  $9,78 \text{ m.s}^{-1}$  na  $8,85 \text{ m.s}^{-1}$ , arteriálneho veku zo 65,17 rokov na 54,75 rokov a  $\Delta$  veku zo 16,68 rokov na 4,89 rokov. Takmer rovnaký pokles bol pozorovaný aj v skupine s náhradnými respondentami. Obyvatelia pôvodne zásobovaní mäkkou pitnou vodou sa v parametroch AS priblížili na úroveň obyvateľov, ktorí sú zásobovaní tvrdou pitnou vodou. Výrazne sa im tak znížilo riziko vzniku KVO.

Z výsledkov štatistickej analýzy vyplýva, že zo sledovaných parametrov, ktoré môžu vplývať na AS, má najväčší vplyv obsah Ca a Mg v pitnej vode. Tento vplyv je vyšší ako vplyv BMI, konzumácie alkoholu alebo fajčenia.

## Záver

Dosiahnuté výsledky potvrdili veľký význam obsahu Ca a Mg v pitnej vode na vznik KVO. Na základe dosiahnutých výsledkov odporúčame meranie pružnosti ciev obyvateľom v oblastiach, ktorí sú zásobovaní mäkkou pitnou vodou, aby bolo možné odhaliť zvýšené riziko vzniku KVO. Administratívne orgány by mali upozorniť obyvateľstvo zásobované pitnou vodou s deficitným obsahom Ca a Mg na vysoké riziko vzniku KVO. Taktiež by im mali odporučiť konzumáciu výživových doplnkov na báze Ca a Mg alebo dopĺňanie potrebnej dennej dávky Ca a Mg viacmennej pravidelnou konzumáciou menšieho množstva minerálnych vôd so zvýšeným obsahom Ca a Mg.

*Střet zájmů: žádný.*

## ORCID

Stanislav Rapant <https://orcid.org/0000-0002-9921-7722>

Veronika Cvečková <https://orcid.org/0000-0001-7660-5936>

Patrik Čermák <https://orcid.org/0000-0002-3699-7207>

## LITERATÚRA

1. Catling L, Abubakar I, Lake I, Swift L, Hunter P. Review of evidence for of relationship between incidence cardiovascular disease and water hardness. Norwich, Norfolk: Univiver-sity of East Anglia; 2005. NR47TJ.
2. Rosborg I, Kožíšek F, editors. Drinking water minerals and mineral balance. Importance, health significance, safety pre-cautions. 2nd ed. Cham: Springer Verlag; 2020.
3. Rapant S, Letkovičová A, Jurkovičová D, Kosmovský V, Ko-žíšek F, Jurkovič I. Differences in health status of Slovak mu-nicipalities supplied with drinking water of different hardne-ss values. Environ Geochem Health. 2021 Jul;43(7):2665-77.
4. DeLoach SS, Townsend RR. Vascular stiffness: its measure-ment and significance for epidemiologic and outcome stu-dies. Clin J Am Soc Nephrol. 2008 Jan;3(1):184-92.
5. Illyes M. A new and fast rapid screening method for measu-ring complex hemodynamical parameters and arterial stiff-

ness non-invasively with a simple arm cuff. Am J Hypertens. 2005 May;18(S4):A15. doi:10.1016/j.amjhyper.2005.03.035.

6. Rapant S, Čermák P, Cvečková V, Hajduk I, Kožíšek F, Steh-liková B. The significance of calcium and magnesium content in drinking water for arterial stiffness among residents of the Slovak Republic. J Water Health. 2024 Sep;jwh2024179. doi: 10.2166/wh.2024.179.

*Došlo do redakce: 15. 4. 2024*

*Přijato k tisku: 20. 6. 2024*

*Doc. RNDr. Stanislav Rapant, DrSc.  
Univerzita Komenského v Bratislave  
Prírodovedecká fakulta  
Katedra geochémie  
Ilkovičova 3278/6  
841 04 Bratislava  
Slovenská republika  
E-mail: stanislav.rapant@uniba.sk*