

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Ústav obecné hygieny



Agáta Martinellová

Expozícia fluoridom z pitnej a balenej vody v ČR a
jej nutričný význam či riziko

Exposure to fluorides from drinking and bottled
waters in the Czech Republic
and its nutritional importance and health risks

Bakalárska práca

Praha, 2012

Autor práce: Agáta Martinelliiová

Študijný program: Veřejné zdravotnictví

Vedící práce: **MUDr. František Kožíšek, CSc.**

Pracovište vedícího práce: **Ústav obecné hygieny 3. LF**

Předpokladaný termín obhajoby: září 2012

Prehlásenie

Prehlasujem, že som predkladanú prácu vypracovala samostatne a použila výhradne uvedené citované pramene, literatúru a ďalšie odborné zdroje. Súčasne dávam zvoľenie k tomu, aby moja bakalárska práca bola používaná k študijným účelom.

Prehlasujem, že odovzdaná vytisknutá verzia bakalárskej práce a verzia elektronická nahraná do Študijného informačného systému – SIS 3.LF UK sú rovnaké.

V Praze dne 28. srpna 2012

Agáta Matinelliová

Pod'akovanie:

Rada by som týmto pod'akovala MUDr. Františkovi Kožíškovi, CSc za odborné vedenie, za poskytnuté študijné materiály, cenné informácie a pripomienky v priebehu spracovania práce.

Obsah

ÚVOD	- 6 -
1 TEORETICKÁ ČASŤ	- 7 -
1.1 CHARAKTERISTICKÉ VLASTNOSTI A VÝSKYT FLUÓRU	- 7 -
1.2 BIOLOGICKÝ VÝZNAM FLUÓRU	- 7 -
1.3 PRÍRODNE A ANTROPOGÉNNE ZDROJE FLUÓRU	- 8 -
1.3.1 <i>Atmosféra</i>	- 9 -
1.3.2 <i>Voda</i>	- 9 -
1.3.3 <i>Pôda</i>	- 10 -
2 METABOLIZMUS FLUÓRU V ĽUDSKOM ORGANIZME	- 11 -
2.1 FLUÓR V ĽUDSKOM TELE	- 11 -
2.2 ABSORPCIA	- 11 -
2.3 UKLADANIE DO ZÁSOB	- 12 -
2.4 DISTRIBÚCIA	- 13 -
2.5 ELIMINÁCIA	- 13 -
3 FLUÓR VO VÝŽIVE ČLOVEKA	- 15 -
3.1 LEGISLATÍVA	- 16 -
3.2 FLUORIZÁCIA PITNEJ VODY	- 16 -
3.3 STANOVISKO EFSA K FLUORIDOM	- 20 -
4 ÚČINKY FLUORIDOV NA ČLOVEKA	- 22 -
4.1 FLUORID A DETSKÝ ORGANIZMUS	- 22 -
4.2 VPLYV NA STAV ZUBOV	- 23 -
4.2.1 <i>Zubný kaz</i>	- 23 -
4.3 DENTÁLNA FLUÓROZA	- 24 -
4.3.1 <i>Znaky dentálnej fluórozy</i>	- 24 -
4.3.2 <i>Prevalencia dentálnej fluórozy</i>	- 25 -
4.4 SKELETÁLNÁ FLUÓRÓZA	- 26 -
4.4.1 <i>Zlomeniny kostí</i>	- 27 -
4.4.2 <i>Osteoporóza</i>	- 27 -
4.5 OSTATNÉ NEGATÍVNE ÚČINKY	- 28 -
4.5.1 <i>Chronická toxicita</i>	- 28 -
4.5.2 <i>Akútna toxicita</i>	- 29 -
4.5.3 <i>Kancerogenita</i>	- 29 -
4.5.4 <i>Genotoxicita</i>	- 30 -
4.5.5 <i>Fluór a oxidačný stres</i>	- 30 -
4.5.6 <i>Vplyv fluóru na IQ</i>	- 31 -
5 PITNÁ VODA	- 32 -
5.1 POŽIADAVKY NA KVALITU PITNEJ VODY	- 32 -
5.2 BALENÉ VODY	- 33 -
5.3 KOJENECKÁ VODA	- 34 -
5.4 PRAMENITÁ VODA (V MINULOSTI STOLOVÁ VODA)	- 34 -
5.5 MINERÁLNE VODY	- 35 -
5.6 PRÍRODNÉ LIEČIVÉ VODY	- 35 -
6 PRAKTICKÁ ČASŤ	- 37 -
6.1 HODNOTENIE EXPOZÍCIE:	- 38 -
6.2 VÝSLEDKY A VYHODNOTENIE EXPOZÍCIE FLUORIDOM Z PITNEJ VODY	- 39 -
6.2.1 <i>Rok 2008</i>	- 40 -
6.2.2 <i>Rok 2009</i>	- 40 -

6.2.3 Rok 2010.....	- 40 -
6.3 FAKTORY, KTORÉ MOHLI VIESŤ K PODCENENIU RIZIKA:	- 41 -
6.4 VÝSLEDKY A VYHODNOTENIE BALENÝCH VÔD.....	- 44 -
ZÁVER	- 46 -
ABSTRAKT:	- 48 -
ABSTRACT:.....	- 49 -
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	- 50 -
ZOZNAM PRÍLOH.....	- 56 -
ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV	- 57 -
PRÍLOHY	- 58 -

Úvod

Téma mojej diplomovej práce je expozícia fluoridom z pitnej a balenej vody v ČR a jej nutričný význam či riziko.

Aktuálnou otázkou v súčasnosti je sledovanie vplyvu fluoridov na zdravotný stav človeka. Fluoridy sú prirodzenými stavebnými prvkami tela podieľajúcimi sa na tvorbe kostí a raste, na strane druhej expozícia vysokým dávkam môže viesť ku mnohým nežiadúcim účinkom.

Fluór sa nachádza ako v živočíšnych, tak v rastlinných zdrojoch v jednotkách mikrogramov až v stovkách gramov. Je pravidelnou zložkou našej stravy. V organizme človeka sa hlavne vyskytuje v kostiach a zuboch. Fluór je pre naše telo síce potrebný, ale aj nebezpečný. Jeho nedostatok spôsobuje zdravotné problémy, ale jeho prebytok škodí snád' ešte viac. Najdôležitejším zdrojom fluóru (resp. fluoridové anióny čo je forma v ktorej sa fluór nachádza vo vode), v negatívnom i pozitívnom smere, je pitná voda. (Voda s menej než 0,5 mg fluóru na liter má fluóru málo, obsah 1 až 1,5 mg/l je zodpovedajúce množstvo zdravotného limitu, ale vyšší obsah je už značne škodlivý.) Najbohatším zdrojom fluóru v strave sú lístky a vetvičky čaju, a to 11,5 - 45 mg/l. Jeden pohár čaju (po 5 minútach vylúhovania) obsahuje asi 0,2 mg fluóru, preto odborníci odporúčajú nepiť často príliš čierny čaj. V mäse je fluóru približne 20 mikrogramov/kg. Ďalej bohaté na fluór sú morské ryby (1).

1 Teoretická časť

1.1 Charakteristické vlastnosti a výskyt fluóru

Fluór je nekovový prvok, značne toxický, za bežnej (laboratórnej) teploty je to zelenožltý plyn. Chemicky je mimoriadne reaktívny a vyznačuje sa najvyššou elektronegativitou zo všetkých prvkov periodickej sústavy. Je najľahším prvkom z radu halogénov. V histórii sa ho ľudia pokúsili veľmi dlho získať, ale kvôli jeho vysokej reaktivite sa to podarilo až roku 1886 Henri Moissanovi elektrolyzou chladené zmesi KHF_2 v HF. Za výrobu fluóru získal Nobelovu cenu (2).

Fluór sa na zemi vyskytuje iba v zlúčeninách a to v nevelkom množstve. Najvýznamnejšie minerály fluóru sú kazivec CaF_2 a fluorapatit, ktoré sa používajú na jeho výrobu. Fluór sa vyrába elektrolyzou roztoku KHF_2 v HF. Vďaka extrémnej reaktivite sa fluór spotrebuje ihneď na mieste výroby, kvôli problémom s jeho skladovaním (2).

Zo zlúčenín fluóru sa najviac využíva kyselina fluorovodíková, ako základná priemyselná chemikália, kryolit, ktorá sa používa na zníženie teploty topenia bauxitu pri výrobe hliníka, a fluorid uránový, ktorý slúži k rozdeleniu izotopov uránu pre použitie v jadrových elektrárňach. Fluór sa ďalej využíva na výrobu teflónu a ďalších syntetických organických polymérov. Fluór patrí tiež k biogénnym prvkom. Vyskytuje sa v kostiach a zuboch (2).

1.2 Biologický význam fluóru

Fluór nie je klasickým biogénnym prvkom, je známe, že jeho príjem je žiaduci predovšetkým pre vývoj zdravých zubov. Niektoré zubné pasty preto majú zámerne zvýšený obsah zlúčenín fluóru (fluorid sodný, aminofluoridy, fluorofosforečnany).. Pri jednorazovom požití 150 mg fluoridu sodného NaF môže dôjsť k nevoľnosti, zvracaniu, hnačke a k akútnej bolesti brucha. Po

požití vápenatých iónov (napr. mlieka, v ktorom sú prítomné) tieto problémy veľmi rýchlo zmiznú. Ďalej stimuluje fyziologické pochody (sprostredkuje väzbu fosforečnanu vápenatého v tkanivách) (2). Zistilo sa, že hliník, vápnik, horčík a chloridy znižujú vstrebávanie a využitie fluóru, kým fosfor a síra jeho absorpciu zvyšujú. Chlorid sodný napríklad znižuje absorpciu fluóru v kostnom tkanive. To stojí za povšimnutie, pretože kuchyňská alebo stolná soľ je v niektorých krajinách používaná ako nosič fluóru pri jeho náhrade. Mechanizmy interakcií presne stanovené nie sú. Užití antacida obsahujúceho hliník redukuje absorpciu ako fluóru, tak fosforu. Uvažuje sa, že hliník vytvára v čreve s fluórom nerozpustné komplexy. Problematika vplyvu pH antacida na absorpciu fluóru musí byť ďalej preskúmaná (3).

Okrem toho sa po 2. svetovej vojne robili pokusy o umelé zvyšovanie obsahu fluóru v pitnej vode (tzv. fluorovanie vody) s pomerne diskutabilnými výsledkami. Fluoridový anión je protoplazmatický jed, zasahuje do funkcie enzýmov, je neurotoxický a viaže ióny vápnika a pri zvýšenom množstve spôsobuje fluorózu kostí a zubov (biele, žlté, čierne škvrny na zuboch). Predovšetkým americké univerzity pred 40 rokmi preukázali prínos fluóru v ionizovanom stave, dnes sa takmer využíva iba v prevencii lokálne (výplachy a laky, pečatenie fissúr). Vznikajúci fluorhydroxyapatit (pentahydrát) vytvára pre -agresívne prostredie ústnej dutiny prostriedok, ako zabrániť pôsobeniu organických kyselín na sklovinu (fluorhydroxyapatit je po dekarboxylácií disociovaný na fluorid). K rovnakej prevencii patria aj zubné pasty s fluoridy (aminofluoridy používa jediný výrobca na svete, všetky ostatné fluorid sodný) (1).

1.3 Prírodné a antropogénne zdroje fluóru

Fluoridy sa v zemskej kôre prirodzene nachádzajú v horninách, ílu, uhlí a pôde. Sú do životného prostredia uvoľňované zvetrávaním minerálov, sopečnou činnosťou a z morského aerosólu. Najväčším prirodzeným zdrojom fluorovodíka i ostatných fluoridov je vulkanická činnosť (4, 5, 6).

1.3.1 Atmosféra

Najväčším prirodzeným zdrojom fluorovodíkových emisií do atmosféry je sopečná činnosť. Tieto emisie sa odhadujú na 0,6 až 6 miliónov ton ročne. V priemere menej ako 10% týchto emisií je výsledkom veľkých erupcií. Táto časť sa dostáva do stratosféry. Hlavným zdrojom troposférického fluorovodíka je pasívne odplynenie sopiek (5, 7).

1.3.2 Voda

V určitej koncentrácii sa fluór vyskytuje v každom prírodnom vodnom zdroji. Obsah fluóru v povrchových vodách sa líši podľa geografickej polohy a počtu zdrojov emisií. Hodnoty sa väčšinou pohybujú v rozmedzí 0,01 - 0,3 mg/l. Morská voda obsahuje fluóru viac než voda sladká, koncentrácia fluóru v morskej vode sa pohybujú v rozmedzí 1,2 - 1,5 mg/l vyššie hodnoty fluóru v povrchových vodách nájdeme v oblastiach, kde prebieha geotermálna alebo vulkanická činnosť. Môžu to byť napríklad oblasti okolo hôr alebo oblasti s výskytom geologických usadenín morského pôvodu. V podzemných vodách sa však môžu objaviť ako vysoké, tak nízke koncentrácie fluóru. Toto závisí na pôvode hornín a výskytu minerálov, v ktorých je fluór jednou zo zložiek. Koncentrácia fluóru vo vode je ovplyvnená rozpustnosťou fluoritu, takže ak je prítomný vápnik s koncentráciou 40mg/l, rozpustnosť fluoritu je obmedzená na 3, 1 mg/l. Stále vyššia koncentrácia fluóru je možná len vtedy, keď roztok neobsahuje vápnik. Vysoké koncentrácie fluóru môžeme teda očakávať v podzemných vodných zdrojoch chudobných na vápnik a v oblastiach, kde je bežný výskyt minerálov, v ktorých štruktúre je prítomný fluór (6,8). V dôsledku prítomnosti fluoridov v prostredí sú aspoň malé množstvá obsiahnuté vo všetkých zdrojoch pitnej vody. V nefluoridovaných pitných vodách sa množstvo fluoridov veľmi rôzni podľa geologického prostredia, z ktorého sa voda získava. Koncentrácie sa pohybujú približne pod úroveň 0,3 mg/l, v oblastiach so zaznamenanou fluorózou až do 20 mg/l

vo fluoridovaných pitných vodách nájdeme fluoridy v koncentráciách 0,7 - 1,2 mg/l (9).

1.3.3 Pôda

Hoci sa koncentrácia fluóru v pôde líši podľa miestnych geologických podmienok, hodnota 440 ppm bola výpočtom stanovená ako priemerná koncentrácia. Faktory, ktoré ovplyvňujú premeny fluóru v pôde, sú pH a zlúčeniny hliníka a vápnika. V kyslejších pôdach boli koncentrácie anorganického fluóru podstatne vyššie v hlbších vrstvách. Nízka afinita fluoridov k organickým materiálom spôsobuje ich vylučovanie z kyslejších povrchových vrstiev, fluoridy sú potom v alkalických a hlbších vrstvách zadržované ílom a usadeninami. Tento typ distribúcie nebol pozorovaný v alkalických, ani soľných pôdach. Celkovo obsah fluóru závisí od chemického zloženia pôdy a klímy. Väčšina fluóru v pôde je viazaná v zlúčeninách. Maximálna absorpcia fluóru pôdou bola zaznamenaná pri pH 5,5. V kyslých pôdach s pH nižším ako 6 sa fluór najčastejšie vyskytuje v komplexoch s hliníkom alebo železom. Pokiaľ je v pôde k dispozícii dostatok uhličitanu vápenatého, fluór je v alkalických pôdach s pH 6,5 a vyššie takmer vždy viazaný v podobe fluoridu vápenatého. Fluór sa viaže na íl vytesnením hydroxidu v povrchu ílu. Adsorpcia je značne závislá na pH a koncentracii fluóru. A je najväčšia pri pH 3,4 a klesá pri pH nad 6,5 (10,6).

2 Metabolizmus fluóru v ľudskom organizme

2.1 Fluór v ľudskom tele

Fluór je prvok, ktorý má v ľudskom organizme dobre známe prospešné funkcie. Jeho najvýznamnejšou úlohou je ochrana kalcifikovaných tkanív proti patologickej demineralizácii. V ľudskom tele sa nachádzajú iba stopy fluóru, ale prieskumy dokázali, že v oblastiach, kde je strava bohatá na fluór, sú kryštalické usadeniny v kostiach a zuboch väčšie a lepšie formované. Fluór sa nevyskytuje len v kostnom a zubnom tkanive, ale aj v tkanivách mäkkých (11, 12, 13).

2.2 Absorpcia

Podľa prehľadov metabolizmu fluóru z tráviaceho traktu sa absorbuje 75-90% prijatého fluóru a menej ako 20% prijatého fluóru je vylúčené stolicou. Podľa Groffa je absorpcia fluóru takmer 100%, ak je skonzumovaný vo forme hexafluorokremičitanu sodného ($(\text{Na}_2\text{SiF}_6)$) v pitnej vode alebo ako fluorid sodný (NaF) alebo monofluorofosfát sodný ($(\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F})$) v zubnej paste. Po absorpcii dosahuje fluór najvyššie hladiny po 30-60 minútach (11,3).

Absorpcia fluoridov: z vody až 97 % a z potravy 80%. Absorpcia klesá na 50-80% v prípade, že je fluór konzumovaný s potravinami alebo nápojmi obsahujúcimi vápnik. Vápnik je spolu s ďalšími minerálnymi látkami, považovaný v komplexe s fluórom za nerozpustnú zlúčeninu, čo je dôvodom zníženie absorpcie. Rozpustné fluoridy, ako napríklad fluorid sodný, sú absorbované takmer úplne. Menej rozpustné zdroje, ako treba kostná múčka, sú relatívne málo absorbovateľné (<50%). Hydroxid hlinitý ($\text{Al}(\text{OH})_3$), hojne používaný ako antacidum, absorpciu fluóru značne inhibuje. V potravinách sa fluór vyskytuje aj vo väzbe na proteíny. Takto viazaný fluór musí byť pred tým, než dôjde k absorpcii, hydrolyzovaný pepsínom alebo inou proteázou. Z

týchto zdrojov sa absorbuje menej fluóru ako z vody alebo zubnej pasty (11, 3).

Absorpcia fluóru je rýchla, približne 50% priemernej dávky fluóru je absorbované počas 30 minút a úplná absorpcia nastane za 90 minút. Rýchlosť absorpcie naznačuje, že veľká časť prijatého fluóru je absorbovaná zo žalúdka, čo je vlastnosť medzi prvkami výnimočná. Absorpcie fluóru prebieha pasívne difúziou a je nepriamo úmerne spojená s pH, takže faktory, ktoré podporujú sekréciu žalúdočných štiav, zvyšujú mieru absorpcie.

2.3 Ukladanie do zásob

Približne 50% denne absorbovaného fluóru je ukladané do zväpnených tkanív (kosti a vyvíjajúce sa zuby). Výsledkom teda je, že 99% fluóru, ktorý sa dostane do tela, je viazané na tieto tkanivá. Miera ukladania do kosti je ovplyvnená štádiom vývoja, v ktorom sa kostné tkanivo nachádza (3).

Fluorid v kostnom tkanive je prítomný tak ako v amorfnej forme (tá predstavuje zásobu, ktorá sa mení rýchlo), tak vo forme kryštalickej (tá predstavuje pomaly sa meniacu zásobu). Kryštalická forma fluóru je súčasťou hydroxylapatitu ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_2$). Ako už bolo spomenuté, 99% celkového množstva fluóru v tele sa nachádza v mineralizovaných tkanivách, pričom kostné tkanivo je zďaleka najväčšou zásobárňou. So zvýšením hladiny absorbovaného fluóru sa zvyšuje aj množstvo pohlcované tvrdými tkanivami. Avšak percento naozaj zadržaného fluóru v tele s rastúcou mierou absorpcie klesá, pretože sa urýchlí vylučovanie obličkami. Tiež rast kostného tkaniva ovplyvňuje bilanciu fluóru, čo je doložené faktom, že u mladých ľudí, u ktorých nebol dokončený rast dlhých kostí, sa ukladá do kostného tkaniva väčšie množstvo fluóru ako u dospelých a sekrécia fluóru močom je znížená (14).

2.4 Distribúcia

Fluór sa distribuuje niekoľko minút po absorpcii.

Obsah fluoridov v mäkkých tkanivách je rovnaký s obsahom v krvi okrem:

- thymu
- aorty
- obličiek
- plazmatické hladiny 7,6 - 28,5 µg/l
- v materskom mlieku 2 - 97 ng/g
- Fluór prestupuje i placentou
- Plod má asi 75 % koncentrácie fluóru v krvi v porovnaní s matkou (15, 18).

Časť fluóru je v krvi transportovaná vo forme fluoridového aniónu alebo fluorovodíka, nie je viazaná na plazmatické proteíny. Ďalšia časť fluóru je viazaná na proteíny v plazme, táto forma fluóru sa nazýva neiónová alebo organická forma. Organicky viazaný fluór sa vyskytuje v rôznych koncentráciách, ktoré nie sú závislé na celkovom príjme fluóru a na hladine iónovej formy fluóru v plazme. Ešte nebolo dostatočne preskúmané, do akej miery môže túto koncentráciu ovplyvniť fluór, ktorý sa dostáva do životného prostredia z priemyslu vo forme fluórokarbónové zlúčeniny. Naproti tomu koncentrácia iónového fluóru koreluje s dávkami fluóru prijímanými v strave, a to aj s veľmi veľkými dávkami, čo ukazuje, že plazmatický iontový fluór nie je homeostatickým mechanizmom presne kontrolovaný (3).

2.5 Eliminácia

Odstránenie fluóru z cirkulácie prebieha v zásade dvojitým mechanizmom - renálnou exkréciou a ukladaním do kalcifikovaného tkaniva. Približne 50% denne absorbovaného fluóru je teda ukladané do tvrdých tkanív a zvyšných 50% je odstraňované obličkami. Vylučovanie fluóru

močom priamo súvisí s pH moču, teda faktory, ktoré ovplyvňujú pH moču, ako zloženie stravy, liečivá, metabolické a respiračné choroby a nadmorská výška pobytu, môžu ovplyvniť množstvo exkrécia absorbovaného fluóru (12, 16, 17).

3 Fluór vo výžive človeka

Bežné strava obsahuje určité množstvo fluóru. V USA je najbežnejším zdrojom fluóru pitná voda, ktorá obsahuje priemerne 0,24 mg fluóru v jednom pohári (200 ml). Táto hodnota je odrazom toho, že sa tu pitná voda umelo flouriduje. Príjem dospelého človeka, ktorý vypije 10 pohárov (2 l) vody je tak 2,4 mg fluóru, pričom odhadovaná bezpečná a potrebná denná dietetická potreba fluóru je podľa Kvasničkovej 1,5-4 mg. Ďalšími zdrojmi sú nealkoholické nápoje a ovocné džúsy, na ktorých výrobu bola použitá fluoridovaná voda a tiež zubná pasta, ak dôjde k jej prehltnutiu. Toto predstavuje nebezpečenstvo zvlášť pre deti, u ktorých táto situácia môže ľahko viesť k prívodu takých dávok fluóru, ktoré presahujú dávky odporúčané. Preto výrobcovia zubných pást zdôrazňujú, že pasta má byť uskladnená na mieste mimo dosahu detí a že pre čistenie zubov je nutné použiť množstvo menšie, než je veľkosť hrášku. V niektorých oblastiach je prirodzený obsah fluóru vo vode vysoký a príliš fluóru môže spôsobovať poškodenie zubov, dentálne fluorózy. V ľahších prípadoch sa na zuboch objavujú malé biele škvrnky, v tých závažnejších sa na sklovine objavujú nerovnosti a permanentné škvrny. Fluorózy sa objavujú iba v dobe vývoja zuba a je nezvratným procesom. Preto je jej prevencia veľkou prioritou (11, 13, 3).

Prostriedky pre ústnu hygienu, obsahujú fluoridy v koncentráciách 1000 až 1500 mikrogramov/g Produkty ako zubná pasta, ústna voda a fluoridové suplementy sú hlavnými zdrojmi fluoridov. Prípravky na výplachy ústnej dutiny obsahujú 250 až 500 mg/l fluoridov, zatiaľ čo ústne vody pre použitie 1x alebo 2x týždenne obsahujú 1000 mg/l Deti vo veku 2 až 5 rokov môžu takto požiť až 0,39 g ústneho prípravku na jedno čistenie zubov (9).

3.1 Legislatíva

Podľa základnej smernice EU 80/777/EHS, ktorá bola novelizovaná a vydaná pod novým číslom 2009/54/EC platia pravidlá na čerpanie, kvalitu a označovanie prírodných minerálnych vod. Minerálne vody obsahujúce viac než 1,5 mg fluoridu v litri musia od polovice roku 2004 v označení uvádzať, že voda nie je vhodná k pravidelnej konzumácii dojčiat a malých detí (19,20).

3.2 Fluorizácia pitnej vody

Fluorizácia pitnej vody je základom preventívnych programov zubného zdravia v mnohých krajinách, pretože podľa odhadu znižuje kazovosť zubov v priemere o 40 - 50% (WHO 1987). Nevyžaduje spoluprácu príjemcu ani priamu účasť zdravotníkov a náklady na ňu sú nízke. Zabezpečuje hromadnú prevenciu kazu, ktorá ovplyvňuje najmä detskú populáciu bez ohľadu na sociálne zaradenie (21, 22).

Do vody sa pridáva fluorid sodný, alebo fluorkremičitan amónny. Dôkazy o vzťahu medzi výskytom dentálnej fluorózy, majúca napriek škvrnitú sklovine zníženú kazovosť postihnutých zubov, a obsahom fluoridov v pitnej vode boli uverejnené v 30. rokoch 20. storočia. Nasledovalo intenzívne bádanie v zmysle stanovenia optimálnej koncentrácie fluoridov v pitnej vode ako možnosti plošného preventívneho opatrenia proti zubnému kazu. V priebehu 50. rokov 20. storočia bola táto koncentrácia nájdená a ako najvhodnejší (maximálne redukuje kazovosť zubov a zároveň nevyvolávajúca fluorózy) stanovená v hodnote 1 mg fluoridov na liter pitnej vody. Prvý pokus s cieľom zistiť prospešnosť fluorizácie pitnej vody znížením výskytu zubného kazu sa uskutočnil v mestách Grand Rapids a Muskegon v USA. Grand Rapids slúžilo ako mesto s fluorizáciou, Muskegon ako mesto kontrolné. Pred začiatkom fluorizácie sa medzi mestami nepreukázal žiadny rozdiel vo výskyte zubného kazu a od roku 1945 sa začala voda v Grand Rapids obohacovať fluoridom sodným. Po šiestich a pol rokoch poklesol

index kazovosti z hodnoty 4,7 na 2,3, tzn. o viac ako polovicu. Potom sa metóda fluorizácie vody rozšírila po celom svete (23).

V Českej republike sa fluorizácia vody prvýkrát uskutočnila v Táboře v roku 1958, kontrolným mestom bol Písek. Obe lokality mali porovnateľné životné podmienky a v oboch mestách sa užívala voda s veľmi nízkym obsahom fluoridov. Za 6 rokov trvajúceho experimentu vyplynulo, že u detí, ktoré pili fluorizovanú vodu od narodenia, došlo k redukcii zubného kazu o 74%. Zároveň sa zistilo, že fluorizácia neovplyvnila stav výživy a osifikáciu kostry, nepreukázal sa ani strumigený vplyv fluoridov (21, 23).

Po vyhodnotení štúdie a preukázaní antikariéznej účinnosti fluóru bola následne zavedená fluorizácia v ďalších mestách. V Brne začala fluorizácia v roku 1960, v Prahe 1962. Ďalších desať menších miest nasledovalo v rokoch 1963 - 1965. V nasledujúcom období profitovala z fluorizácie pitnej vody viac než tretina populácie. V miestach bez fluorizácie bol odporúčaný príjem vo forme fluoridových tabliet (21, 23, 27).

S postupným rozširovaním fluorizácie vody aj na ďalších vodovodoch sa súbežne rozvíjal tiež bohatý výskumný program, ktorý sa zameriaval tak na teoretické otázky, tak aj na terénny stomatologický výskum. Vrcholného rozšírenie fluorizácie pitnej vody u nás dostalo v prvej polovici 80. rokov, kedy fluorizovanú vodu pilo v ČSSR asi 3,3 milióna obyvateľov v 567 lokalitách (z toho na Slovensko pripadalo minimum) (24).

V roku 1978 bola vyhlásená hlavná úloha hlavného hygienika "Hodnotenie fluorizácie pitnej vody", ktorého cieľom bolo vykonať bilanciu obsahu fluoridov, zistiť nedostatky, navrhnúť opatrenia na riešenie a prípadne prehodnotiť metodický pokyn z roku 1967. V roku 1985, kedy úlohu skončil, bol skutočne nový návrh metodického odporúčania vypracovaný, ale nikdy nebol oficiálne vydaný, pretože v tú dobu už prebiehala čulá odborná debata o bezpečnosti vyšších dávok fluoridov aj o

efektu fluoridované vody (v porovnaní s vysokými prevádzkovými nákladmi). Vyskytovali sa totiž technické problémy so zaistením požadovanej dávky vo vode aj s dodávkami samotného fluorokremitanu, bolo upozorňované na rôzne ekonomické a ekologické aspekty fluorizácie vody (len 0,4 - 0,8% vtedy vyrobené vody sa spotrebovalo na pitie alebo varenie; zvyšok vody s fluoridom sa dostával do povrchových vôd) a na postupné zvyšovanie expozície fluoridom z potravín a zubných pást, atď. Preto, ak došlo v druhej polovici 80. rokov k technickej odstávke zariadenia na dávkovanie fluoridov na niektorých vodárňach, hygienická služba už nenaliehala na obnovenie prevádzky (napr. fluorizácia pitnej vody pre Prahu bola ukončená v roku 1988). A tak v marci 1990 sa voda fluoridovala už len na 10 vodovodoch či vodárenských sústavách (pre cca 1,5 mil. obyvateľov) v Českej republike (25).

Posledný vodovod (Ostravský oblastný vodovod) ukončil fluorizáciu v roku 1993. Od tej doby sa u nás už nikde fluoridy do pitnej vody umelo nepridávajú. Ešte predtým (10.10.1991) vydal hlavný hygienik stanovisko, v ktorom uvádza, že hygienická služba ani hlavný hygienik ČR fluorizáciu pitnej vody nenariadi ani nezakazuje (26).

Fluorizácia vody je metódou nielen účinnou a pri starostlivom monitoringu aj bezpečnou, ale zo všetkých preventívnych opatrení aj najlacnejšiou. Údaje z roku 1993 porovnávajú náklady na fluorizáciu vody na 1 obyvateľa Spojených štátov amerických - činí 0,42 US dolára a cenu tzv. jednoploškové amalgámové výplne - činí 70,0 US dolára (23).

V súčasnej dobe pije fluoridovanú vodu na svete približne pól miliardy jej obyvateľov.

Rôzne výskumy v Českej republike, ktoré vyšetřovali skupiny 12 a 13-ročných detí, ukázali, že ak tieto deti pili od narodenia fluorizovanú vodu, vyskytlo sa u nich menej anomálií rezákov. U týchto vyšetřených detí bol tiež

preukázaný priaznivý vplyv fluoridovanej vody na postrannú radu zubov. (29).

Fluoridy sú obsiahnuté vo všetkých vodách. V morskej vode je obsiahnutý 1,2 až 1,5 mg/l, v niektorých francúzskych minerálnych vodách: St Yorre 8,9 mg/l, Sail les Bain 6,5 mg/l, Vichy Celestín 6,1 mg /l (1).

Existujú spodné vody s veľmi vysokým obsahom fluoridov asi 25 mg/l, v Tanzánii až 95 mg/l a Keni 2 800 mg/l, u nás Mattoni obsahuje 0,55-1,8 mg/l (v súčasnej dobe neuvádzané), Ondrášovka 0,03 mg/l, Dobrá voda 0,70 mg/l, Vincentka 3,06 mg/l V súčasnej dobe podľa smernice 2003/40 v EÚ platí, že ak balená prírodná minerálna voda obsahuje fluoridu viac než 1,5 mg/l, musí byť uvedené varovanie pred nadmernou konzumáciou deťmi. V ČR je tento požiadavok zapracovaný do vyhlášky 275/2004 Z. z. o balených vodách. Pre pitnú vodu v ČR platí podľa vyhlášky 252/2004 Z. z. tiež limit 1, 5 mg/l (1).

Obsah fluoridov v pitnej vode konzumovanej deťmi od 1 do 8 rokov by nemal prekročiť 1 mg/l. Ak má voda vysoký obsah fluoridov (25 mg/l), nemalo by dieťa vypiť denne viac než 200 ml. Ak má voda okolo 1 mg fluoridov/l, nehrozí ani u malých detí nebezpečenstvo z predávkovania. (1).

Ak fluór v zdroji pitnej vody chýba, incidencia zubného kazu je vysoká. Fluorizácia pitnej vody za účelom zvýšenia koncentrácie fluóru je považovaná za dôležité opatrenie v oblasti verejného zdravia. Ľudia, ktorí mali dostatok fluóru v čase formovania zubu v rannom a neskorom detstve, majú väčšie predpoklady, aby boli počas života chránení proti zubnému kazu. Prevencia zubného kazu má aj širší význam, pretože zároveň predchádza zdravotným komplikáciám, ktoré by sa mohli v súvislosti s dentálnymi problémami objaviť. Hoci má fluór veľký pozitívny význam, stretávame sa v spoločnosti s jeho odporcami. Na základe nazhromaždených dôkazov o jej prospešných účinkoch bola fluorizácia v USA schválená nasledujúcimi inštitúciami: National Institute of Dental Health, American Dietetic

Association, American Medical Association, National Cancer Institute a Center for Disease Control and Prevention. WHO vykonala v roku 1984 rozsiahle preskúmanie fluóru a jeho účinkov na ľudské zdravie. Zistilo sa, že pravidelná konzumácia pitnej vody nad koncentráciu 1,5 mg/l vedie k dentálnej fluoróze a konzumácia nad 10 mg/l ku skeletálnej fluoróze s trvalými následkami. Na základe týchto poznatkov stanovila WHO odporúčanú hodnotu koncentrácie fluóru v pitnej vode na 1,5 mg/l, pri tejto dávke by mal byť výskyt dentálnej fluorózy minimálny. V rokoch 1996 a 2004 sa odporúčania následne znovu zhodnotili so záverom, že nie je dôvod na zmenu tejto hodnoty. Bolo tiež zdôraznené, že hodnota 1,5 mg/l nie je stanovená prísne pre všetky oblasti, ale že má byť prispôbena miestnym podmienkam. Medzi tieto podmienky patrí predovšetkým podmienky klimatické, množstvo konzumovanej vody a príjem fluóru v strave. WHO tiež zdôrazňuje dôležitosť monitorovania koncentrácia fluóru v pitnej vode a tiež kontroly populácie za účelom odhalenia prípadného nadmerného príjmu fluóru (8, 11).

3.3 Stanovisko EFSA k fluoridom

Významné je tiež vyjadrenie Európskeho výboru pre bezpečnosť potravín (EFSA) k fluoridom z roku 2005. Vedecký panel EFSA (European Food Safety Authority) nenašiel dôvod k zmene najvyššej tolerovanej dennej dávky fluoridov, ktorá bola stanovená na 1,5mg/l. Bolo podané nižšie uvedené vysvetlenie (31).

Fluorid nie je esenciálny z hľadiska rastu a vývoja organizmu, ale v množstve 0,05 mg /kg hmotnosti denne prospieva zdravému chrupu (chráni sklovinu pred pôsobením kyselín a obmedzuje vznik kyselín z cukrov inhibíciou bakteriálneho metabolizmu cukrov v ústach). Obsah fluoridov v tele nie je fyziologicky regulovaný, u detí je absorbovaný do kostí asi z 90%, u dospelých z 50% a menej, pričom ostatné je vylučovaný obličkami. Nadmerná dávka môže mať negatívny vplyv, pretože môže dôjsť k zubnej a svalovej fluoróze (zvyšuje sa hustota zuboviny a kostí, ale aj ich krehkosť a lámavosť).

Nie sú teda známe klinické prípady deficitu fluoridov, ale nebezpečenstvo hrozí z ich nadbytku. Za primeranú dávku je podľa odporúčaných hodnôt považovať 3,1 až 3,8 mg/deň. Panel EFSA považuje za horné denné tolerovateľné množstvo UL (Upper Limit) 0,08 až 0,12 mg/kg telesnej hmotnosti. U detí od 1 do 8 rokov 0,1 mg/kg telesnej hmotnosti zodpovedá 1,4 mg (u detí od 1 do 3 rokov) resp. 2,2 mg denne (u detí od 4 do 8 rokov). Deti vo veku 9 až 14 rokov môžu prijať najviac 5 mg a nad 15 rokov 7 mg. Neboli stanovené (najvyššie prípustné limity - upper limits) UL pre dojčatá, pretože príjem z mlieka u dojčených detí je 2 - 40 mg/deň a nebezpečenstvo nehrozí ani pri príjme 0,25 mg/deň. Pre priemyselne vyrábanú kojeneckú výživu odporúča Vedecký výbor pre potraviny (SCF) pri Európskej komisii - nepresahujúcim 0,6 až 0,7 mg/l, čo zodpovedá 0,1 mg/kg telesnej hmotnosti. V prípade sušenej kojeneckej výživy sa obsah zvýši o fluoridy z použitej vody (obsah fluoridov vo vode by nemal prekročiť 0,7 mg/l) (31).

4 Účinky fluoridov na človeka

Reakcie a účinky fluoridov v biologických systémoch sa od ostatných halogénov líši niekoľkými spôsobmi. Zatiaľ čo ostatné halogény sa nevyskytujú v intracelulárnej tekutine buniek mäkkých tkanív, pomer tkanivové a plazmatické koncentrácie fluoridov sa pohybuje v rozmedzí 0,5-0,9 okrem tukového tkaniva a mozgu, v ktorých sú pomery nižšie, a obličiek, v ktorých je pomer vyšší. Rýchlosť vylučovania fluoridov obličkami, je mnohokrát vyššia ako rýchlosť, s ktorou sa vylučujú ostatné halogény. Vo vysokých koncentráciách má schopnosť znižovať aktivitu širokej škály enzýmov a jeho potenciál zapríčiniť akútnu toxicitu je relatívne vysoký. Schopnosť fluoridov stimulovať tvorbu novej kosti je medzi osteoaktívnymi činiteľmi jedinečná. Jeho schopnosť znižovať a dokonca obrátiť proces tvorby zubného kazu je tiež jedinečná (16).

4.1 Fluorid a detský organizmus

Prieskumy analyzujúce vplyv fluoridu na detský organizmus nie sú zatiaľ kompletné. Existujú štúdie, ktoré sú viac či menej dost presvedčivým dôkazom toho, že vyvíjajúci sa detský organizmus nepotrebuje k správne mu vývoju takmer žiadne, alebo skôr žiadne fluoridy. Dojča prijíma v prvých chvíľach života živiny prostredníctvom materského mlieka, ktoré má veľmi nízku koncentráciu fluoridu (0,005-0,01 ppm) a táto sa pri fluoridovej suplementácii matky zvyšuje len úplne nepatrne. Nevysvetlené zostáva aj zistenie, že dojčatá vylučujú močom viac fluoridov, ako prijímajú z materského mlieka. Toto vylučovanie fluoridu do amniotickej tekutiny sa navyše zvyšuje v poslednom trimestri tehotenstva. Myslím, že príroda je dokonalá a ľudská bytosť je na svet stvorená s úplne automatickými reakciami na určité nežiaduce prvky (45, 46, 47).

Zatiaľ čo v Českej republike nie sme svedkami viditeľnejšieho nátlaku na zodpovedné osoby, v zahraničí (napr. v Kanade) existuje niekoľko iniciatív

volajúcich po dôkladnejšom monitoringu pri používaní fluoridov. V roku 1997 sa po evidentnom zvýšení počtu detí postihnutých neprimeraným dávkovaním fluoridov, rozhodli ich rodičia založiť mimovládnu organizáciu Parents of Fluoride Poisoned Children (PFPC). Táto organizácia spolupracuje s lekármi, učiteľmi, umelci, vedeckými pracovníkmi, žurnalistami a právnikmi. PFPC si kladie za cieľ upozorňovať na nebezpečenstvo plynúce z nadmerného zaťaženia životného prostredia fluoridy, prinášať dôkazy o ich škodlivom účinku na ľudské zdravie a dosiahnuť zákaz fluorizácie pitnej vody a pridávanie fluoridov či iných zlúčenín fluóru do výrobkov používaných najmä deťmi. Dôkazom zvyšujúcich sa obáv mnohých vedcov a doktorov je aj internetová petícia obracajúce sa na Svetovú zdravotnícku organizáciu (WHO) so žiadosťou, aby presadila celosvetový zákaz fluorizácie pitnej vody (45, 46, 47).

4.2 Vplyv na stav zubov

Hlavnými minerálnymi látkami, ktoré sú súčasťou zubnej skloviny a zuboviny, sú rôzne kalcium fosfátové soli, predovšetkým hydroxylapatit a hydroxylfluorapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_{2-n}\text{Fn}$; $n = 0, 1$ alebo 2). Apatit obsahujúci fluór je menej rozpustný v kyslom prostredia ako hydroxylapatit, ktorý fluór neobsahuje (16).

4.2.1 Zubný kaz

Vznik zubného kazu začína vo chvíli, keď je zubná sklovina naleptaná kyselinou, ktorá je produkovaná baktériami v zubnom plaku. Na vzniku zubného kazu sa podieľajú baktérie na povrchu zuba a fermentovateľné sacharidy z potravín. Pri spracovávaní potravy s obsahom sacharidov, sú tieto látky baktériami veľmi rýchlo premenené na kyseliny. Vo chvíli, keď sa pH plaku dostane na kritickú hranicu (pH 5, 5), začína proces demineralizácie a zubné tkanivo je narušené. Tento proces je iniciovaný niekoľkokrát za deň, podľa frekvencie príjmu stravy a nápojov s obsahom sacharidov, ale môže

byť prerušený ochrannými mechanizmami, predovšetkým pôsobením zložiek slín, ktoré kritickú hranicu pH pozdvihnú. Slina podporuje remineralizáciu erodovaných tvrdých zubných tkanív, a to prostredníctvom kyseliny uhličitej, hydrogén uhličitanu, dihydrogenfosfátu, hydrogenfosfátu, vápnika a fluóru. Tieto ióny spolu s proteínovým pufrovacím systémom slín zaručujú integritu tvrdých zubných tkanív. Zubný kaz vznikne v prípade, že proces demineralizácie prevažuje proces remineralizácie (16, 30, 36).

Pre kontrolu zubného kazu existuje niekoľko stratégií: ovplyvňovanie rastu bakteriálnej flóry v dutine ústnej, úprava zloženia stravy, zvyšovanie rezistencie zubnej skloviny a zastavenie procesu demineralizácie (32).

4.3 Dentálna fluóroza

Začiatkom dvadsiateho storočia Frederick McKay a ďalší výskumníci obrátili pozornosť na niekoľko oblastí v juhozápadnej oblasti Spojených štátov, kde došlo k endemickému výskytu nepriesvitnosti a neprirodeného sfarbenia zubov. Pre identifikáciu fluóru ako etiologického faktora bola potrebná práca chemikov, biológov a epidemiológov po nasledujúce tri desaťročia. Stav, ktorý bol predtým známy pod niekoľkými menami, ako je napríklad Colorado brown stain, je teraz známy pod názvom dentálnej fluórózy (16).

4.3.1 Znaky dentálnej fluórozy

Dentálna fluóroza je narušenie vývoja zubnej skloviny, ku ktorému dochádza iba pred erupciou zubov. Po ukončení procesu mineralizácie, nemôže žiadne množstvo prijímaného alebo lokálne aplikovaného fluóru toto ochorenie spôsobiť. Fluórozy boli pozorované u detí, ktoré prijímali 2-8 kg/deň. Dentálna fluóroza je klasifikovaná ako mierna, stredná a ťažká, pričom miera choroby závisí od množstva prijímaného fluóru v čase vývoja zuba. Pri miernejších formách sa na zubnej sklovine objavia belavé

horizontálne prúžkovane, ktoré môže byť lokalizované v určitých oblastiach zubov, najčastejšie v rezací tretine predných zubov a na vrcholoch zadných zubov (tzv. "snow capping"). Mierne fluórozy si bežný pozorovateľ nevšimne, k jej rozpoznaniu je potrebné mať skúsenosť. Stredné a ťažké formy sú rozpoznateľné vďaka hnedavému zafarbeniu a niekedy aj ryhované sklovine. Histologicky je sklovina viac pórovitá, resp. jej hustota je menšia ako u normálnej skloviny. Zmeny vo sfarbení sa objavujú pozvoľna po erupcii zubov a to kvôli prenikaniu síry a železa a ďalších pigmentov zo stravy do pórov skloviny. Z chemického hľadiska obsahuje sklovina relatívne veľké množstvo proteínov, čo vysvetľuje pórovitosť. Mierna dentálna fluóroza je všeobecne považovaná za estetický problém, nie problém, ktorý by mal mať nepriaznivý účinok na zdravie. Sklovina centrálnych maxilárnych rezákov, čo sú zuby, ktoré sú na prvý pohľad najviac vidieť, sa zdá byť najviac náchylné na fluorózu medzi 15. a 24. mesiacom veku u mužského pohlavia a medzi 21. a 30. mesiacom veku u pohlavia ženského. Je to časové obdobie, kedy sú zuby v štádiu neskorej sekrécie a v počiatkoch dozrievania počas vývoja. Zuby, ktoré sa vyvíjajú neskôr, sú najviac náchylné v neskorých štádiách ich vývoja (3, 16).

4.3.2 Prevalencia dentálnej fluórozy

Priemerný príjem fluóru 0,05 mg/kg telesnej hmotnosti (skutočné rozmedzie je 0,03 až 0,07 mg/kg) u detí, u ktorých sa vyvíja chrup, je spájaný s miernou formou dentálnej fluorózy u približne 10% populácie. Tieto hodnoty prijímaného fluóru (priemer a rozmedzie) boli zaznamenané u ľudí, kde koncentrácia fluóru vo fluoridovanej vode bola optimálna (asi 1,0 ppm alebo 1,0 mg/l), pričom pitná voda bola hlavným zdrojom fluóru. Priemerný denný príjem 0,1 mg/kg je spájaný s miernou formou dentálnej fluórozy u 50% populácie, pričom u 5% populácie sa objavia jej príznaky (16).

Na prevenciu dentálnej fluórozy je dôležité sledovanie obsahu fluóru v miestnych zdrojoch pitnej vody, ďalej dohľad nad deťmi do 6 rokov pri

čistení zubov, aby používali iba množstvo pasty zodpovedajúcej veľkosti hrášku, a aby pastu alebo gél neprehĺtali a v prípade nutnosti používania potravinových doplnkov s obsahom fluóru vždy túto alternatívu najskôr konzultovať s lekárom (11).

4.4 Skeletálna fluóroza

Skeletálna fluoróza je ochorenie, ktoré vzniká po dlhodobej expozícii zvýšeným dávkam fluóru, pričom fluór sa môže do tela dostať ako inhalačnou cestou, tak cez gastrointestinálny trakt. Hoci zabudovanie fluóru do kosti zvyšuje stabilitu jej kryštálovej štruktúry a zaisťuje menšiu rozpustnosť kostného tkaniva, mineralizácia kosti mešká alebo je inhibovaná, takže kosti môžu byť krehké a ich pevnosť v ťahu je oslabená. Závažnosť stavu ochorenia závisí od množstva fluóru, ktoré je zabudované do kosti. V predklinickom štádiu sa choroba nemusí vôbec prejaviť, len na röntgenovom snímku by bol zaznamenaný nárast kostnej hmoty. Sú známe tri štádia skeletálne fluórozy. Prvé štádium je charakterizované občasnou stuhnutosťou a bolesťou kĺbov a čiastočnou osteosklerózou panvovej kosti a stavcov. Klinické prejavy druhého a tretieho štádia sú zhodné, ale líšia sa mierou manifestácie. Sú to kalcifikácia väzov, osteoskleróza, exostózy, osteoporóza dlhých kostí, strata svalovej hmoty, neurologické poruchy ako následok hyperkalcifikácie stavcov a môže dôjsť až trvalému poškodeniu pohybového aparátu. Vývoj skeletálne fluórozy a stupeň jej závažnosti závisí na dĺžke a intenzite expozície. Mierne klinické prejavy sa objavia pri konzumácii dávky 10 mg za deň po dobu 10 a viac rokov. Prípady, kedy sa fluóroza dostane do štádia trvalého poškodenia pohybového aparátu, sú veľmi zriedkavé, napr. v USA bolo zaznamenaných 5 chorých od začiatku 60. rokov 20 storočia (6,33).

4.4.1 Zlomeniny kostí

Fluorid je jedným z mála faktorov, ktoré stimulujú proliferáciu osteoblastov a zvyšujú hustotu kostného tkaniva. Práve jeho schopnosť zvýšenej proliferácie osteoblastov a stimulácia alkalickéj fosfatázy bola úspešne využitá pre zlepšenie biokompatibility titánu, kedy bol fluór nanášaný na povrch implantátu. Tvorba fluorapatitu v okolí spojenia kosti a implantátu mala vplyv na pevnosť spojenia a podporila remodeláciu kosti. Dlhodobý kontakt fluóru s tkanivom však musí byť predmetom ďalšieho skúmania (17).

Vestergaard vo svojej metaanalýze potvrdil účinnosť využitia fluóru pre zvýšenie minerálnej hustoty stavcov a bedra. Vplyv na zníženie rizika zlomenín potvrdený nebol a tiež neboli preskúmané vedľajšie účinky (14).

Skúmaná bola tiež súvislosť medzi konzumáciou fluoridovanej vody a vody nefluoridovanej. Zlomeninami alebo kostnou hustotou sa zaoberalo niekoľko prierezových štúdií, ale kvôli obmedzeným údajom o skutočnej expozícii a spôsobe vykonania niektorých štúdií nemožno vyvodiť jednotný záver (6).

4.4.2 Osteoporóza

Niektoré epidemiologické štúdie ukázali nižšiu incidenciu osteoporózy v oblastiach s fluoridovanou vodou (1-8 mg/l), než v oblastiach, kde bol obsah fluóru vo vode nižší (pod 0,1 mg/l). Tieto účinky ale vyžadovali dlhodobý pobyt v danej oblasti a zároveň konzumáciu odporúčanej dennej dávky vápnika. Pre dosiahnutie pozitívnych výsledkov pri užívaní fluóru v liečbe osteoporózy je potreba denne zvyšovať hladiny fluoridu na hornú fyziologickú hranicu, pričom fyziologické rozmedzie je 10-200 mg/l. Vyššie hladiny fluóru v plazme sú spájané s vedľajšími účinkami, napríklad s bolesťou kĺbov (6,3).

Fluoridy sú považované za najúčinnnejšie stimulatory formovania kostného tkaniva. Štúdie ukázali zvýšený počet zlomenín kostí u pacientov, ktorým boli podávané vysoké dávky fluóru. Podávanie malých dávok zároveň s vápnikom však viedlo k nárastu kostnej hmoty o 5-10% a k zníženému výskytu zlomenín. Autori štúdií, ktorí pozorovali zmeny u žien liečených na osteoporózu bez užívania fluóru po dobu jedného roka, zaznamenali pokles hladiny fluoridov v sére a moči až na stopové množstvá. Dôvodom bolo zabudovávanie fluóru do hydroxylapatitu v štruktúre kostí (34, 35).

Stanozs sa zaoberal minimálnou účinnou dávkou fluóru ovplyvňujúcou hodnoty osteokalcínu, prokolagénu, rastového faktora podobnému inzulínu I a prolaktínu v liečbe osteoporózy u žien po menopauze. V závere svojej štúdie z roku 2009 uvádza, že kombinácia optimálne dávky 0,25 mg/kg /deň a transdermálna náhradná hormonálna terapia je pri liečbe osteoporózy ideálna, pretože zaistí uje stabilné fyziologickú hornú hranicu koncentrácie fluoridov v krvi. Bergmanová poukazuje na ďalšie štúdie, ktoré považujú použitie fluoridov v liečbe osteoporózy za neefektívne. Tieto štúdie zaznamenali úspešnosť liečby u 55-75% pacientov, ale uvádza, že novo formovaná kosť nevykazuje rovnakú silu ako bežná zdravá kosť (34, 35).

4.5 Ostatné negatívne účinky

Fluór je rovnako ako mnoho ďalších chemických prvkov v prípade vysokého prívodu toxický. Primárne nežiaduce účinky pri chronickom vyššiemu príjmu fluóru sú dentálne a skeletálna fluoróza. Dentálna fluoróza sa vzťahuje iba na excesívny príjem pred prerezaním zubov, takže prívod fluóru by mal byť sledovaný predovšetkým u detí do 8 rokov (49).

4.5.1 Chronická toxicita

Chronická toxicita je charakterizovaná zmenami v kostnom tkanive a obličkách a existuje domnienka, že má vplyv aj na funkciu nervov a svalov. Je

to pomalé progresívne degeneratívne ochorenie, ktoré je rozdelené na tri typy: skeletálne fluorózy, dentálne fluorózy a fluorózy ovplyvňujúce všetky mäkké tkanivá. Prvé dva typy som už opisovala vyššie (3, 17).

4.5.2 Akútna toxicita

Akútna toxicita sa prejavuje nevoľnosťou, zvracaním, hnačkami, acidózou a srdcovými arytmiami. Bolo zaznamenané, že prívodom dávky 5-10 g fluoridu sodného alebo 32 -64 mg fluóru na 1kg telesnej hmotnosti môže spôsobiť smrť, avšak aj malá dávka ako je 5 mg fluóru na 1kg telesnej hmotnosti, môže byť smrteľná. Najvyššia bezpečné prijímané množstvo sa pohybuje okolo hodnôt 1,3 mg /deň pre deti vo veku 1 - 3 rokov a 10 mg/deň pre deti starších 8 rokov a u dospelých. Najohrozenejšou skupinou sú deti do 6 rokov. Do tohto veku je nutné venovať zvýšenú pozornosť užívaní fluoridových suplementov (3, 17, 33).

4.5.3 Kancerogenita

Súvislosť medzi užívaním fluoridovanej vody a chorobnosťou a úmrtnosťou na následky rakoviny sa zaoberalo niekoľko štúdií v rôznych krajinách sveta. Jedna z amerických štúdií napríklad navrhla možnú súvislosť medzi príjmom fluóru z pitnej vody a osteosarkómom u chlapcov, ale pretože je tento druh rakoviny skôr vzácny (3% všetkých typov rakoviny u detí), nemohla byť preukázaná skutočná príčina vzniku. Väčšina podobných epidemiologických štúdií bola zameraná na jednotlivé štáty alebo regióny, nie na jedincu, jednalo sa teda o tzv.ekologický typ štúdia. Výsledky tak boli skreslené sťahovaním obyvateľov, osobnými návykmi, industrializáciou v danej oblasti a ďalšími faktormi, ako je napríklad rozdielny prívod fluóru z potravín, nápojov a prípravkov pre zubnú hygienu (6, 36).

4.5.4 Genotoxicita

Analýza frekvencie sesterských chromatíd chromatinu lymfocytov v periférnej krvi vykonaná u 100 čínskych žien a mužov konzumujúcich fluoridovanú vodu s koncentráciou fluoridu 0,11-0,53mg/l ukázala, že fluoridy nemajú pri týchto koncentráciách genotoxické účinky. Priemerný odhadovaný prívod fluoridov odvodený z jeho koncentrácie vo vode a potrave a z priemernej telesnej hmotnosti sa pohyboval v rozsahu 20-280 mg/kg hmotnosti/deň. V skupinách osôb, ktorých výživa bola podľa vyšetrovania neadekvátna, bol zistený záporný vzťah medzi frekvenciou výmeny sesterských chromatíd a príjmom fluoridu, aj keď zistené rozdiely boli malé. Neskoršie americká a čínska štúdie však ukázali istý nárast frekvencia výmeny sesterských chromatíd u pacientov z oblastí endemického výskytu fluorózy v porovnaní so zdravými jedincami z oblastí bez fluoridovanej vody. Podobná štúdia v Indii zaznamenala vzostup výskytu chromozómových aberácií v jednej z troch dedín s endemickým výskytom fluorózy. U všetkých týchto štúdií však nebola interpretácia úplne jasná. Tým, že neboli doložené podrobnosti výberu subjektov a vplyvom ďalších zavádzajúcich faktorov, mohli byť výsledky skreslené (6).

Randomizovaná zaslepená štúdia vykonaná u siedmych žien liečených fluoridom sodným alebo monofluorofosfátom sodným (priemerná dávka 29 mg fluoridu za deň) pre osteoporózu po dobu 29 mesiacov nezaznamenala v porovnaní so siedmimi kontrolnými neliečenými ženami žiadny vplyv na chromozomálne aberácie alebo na mikronukleárne lymfocyty (6).

4.5.5 Fluór a oxidačný stres

Hoci fluór nie je priamo faktorom spôsobujúcim oxidáciu alebo redukciu, má silnú schopnosť ovplyvniť redukčné deje. Mnoho experimentálnych štúdií ukázalo, že fluór vyvoláva nadmernú produkciu reaktívnych foriem kyslíka a derivátu membránovej peroxidácie, ako je napríklad malonyldialdehyd, znižuje aktivitu antioxidantných enzýmov, ako sú

superoxiddismutáza, kataláza a glutatión peroxidáza a tiež glutatiónu. S toxicitou fluóru a oxidačným stresom je spájaná tiež apoptóza. V tejto súvislosti bola vykonaná štúdia na krysách, ktoré boli vystavené fluoridu sodnému. Štúdia ukázala, že fluorid sodný mení expresiu p53, BCL-2 a kaspázy-3 a spôsobuje zmeny v metabolizme leukocytov, ktoré sú indikátory zmien v normálnom procese apoptózy (17, 37).

4.5.6 Vplyv fluóru na IQ

Systematická prehľadová práca, ktorá sa zaoberala súvislosťou expozície fluóru a rizikom zníženého intelligenčného kvocientu v Číne v posledných 20 rokoch, zistila, že deti žijúce v oblasti zvýšeného výskytu fluorózy, majú 5-krát vyšší výskyt znakov vyvíjajúci sa nízke inteligencie ako deti z oblastí bez fluorózy. Na základe tejto skutočnosti bola vykonaná analýza acetylcholinových receptorov laboratórnych potkanov, ktorým bola po dobu 7 mesiacov podávaná voda s obsahom fluoridu sodného 100 ppm (10 mg/kg). Bolo zaznamenané významné zníženie počtu neuronálnych acetylcholinových receptorov. Vzhľadom k tomu, že majú tieto receptory veľký vplyv na kognitívne funkcie, ako sú napríklad učenie a pamäť, zníženie ich počtu môže byť významným faktorom vo vzniku porúch mozgu (17).

5 Pitná voda

5.1 Požiadavky na kvalitu pitnej vody

Kvalita pitnej vody z verejných vodovodov je sledovaná v rámci celoštátneho monitoringu. Záväzným podkladom pre hodnotenie kvality pitnej vody je Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Českej republiky 252/2004 Z. z., ktorá je plne harmonizovaná s európskou Smernicou Rady 98/83/EC o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu. Hodnotené sú mikrobiologické a biologické ukazovatele, hodnoty organoleptických ukazovateľov kvality pitnej vody, a koncentrácia obsahu zdravotne významných chemických kontaminantov. U vybraných látok je odhadovaná populačná expozícia a z nej vyplývajúce zdravotné riziká (38).

Podľa vyhlášky musí pitná voda spĺňať požiadavky:

- Musí mať vyhovujúce organoleptické vlastnosti (teplota, chuť, farba)
- Nesmie byť prostredím, ktoré obsahuje patogénne mikroorganizmy a toxické látky, musí spĺňať technické požiadavky vodáreň.

Vyhláška stanovuje aj hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálnych a chemických, organoleptických ukazateľov pitnej vody. Tie sa rozdeľujú do niekoľkých skupín:

Mezná hodnota ukazateľov kvality pitnej vody (MH) je hodnota, ktorého prekročením stratí pitná voda vyhovujúcu kvalitu. Tieto ukazatele sú indikačné a pri ich prekročení je nutne zahájiť príslušné opatrenia, ktoré vedu tuto zmenu k norme. Patria sem zdravotne menej závadné ukazatele, napr. železo, horčík, amónne ióny.

Najvyššia mezná hodnota ukazatela vody (NMH) je hodnota, ktorej prekročenie vylučuje používanie vody ako pitnej. Napríklad zvýšený výskit koliformných baktérií, arzénu či fluóru.

Doporučená hodnota ukazatela kvality pitnej vody je hodnota, ktorá znamená dosiahnutie optimálnej koncentrácie danej latky z hľadiska biologickej hodnoty pitnej vody (39).

5.2 Balené vody

Predaj balených vôd ma v Česku dlhú tradíciu. V minulosti to boli skôr vody minerálne, alebo liečivé. Predaj kojeneckej a minerálnej vody sa začal rozvíjať až v roku 1990 a tento typ vody našiel veľké zastúpenie v našom pitnom režime hlavne vo väčších mestách. Na trhu je veľký vyber vôd, je však dôležité vedieť rozlišovať jednotlivé druhy, ktoré sa môžu výrazne odlišovať zložením s kvalitou. Kvalitu, druhy a zloženie balených vôd upravuje Vyhláška č 275/2004 Sb (39).

Pri otázke prečo ľudia kupujú a v poslednom čase čoraz častejšie siahajú po balených vodách, je ťažké odpovedať. Vo väčšine prípadov sú odpovede nejasné, ako napríklad že nechcú ponúknuť vodu z kohútika návštevam, alebo že im voda nechutná, alebo preferujú sýtenú vodu.

Podľa mineralizácie sa vody delia do niekoľkých kategórii, od slabo mineralizovaných až k silne mineralizovaným. Nemajú žiadny veľký liečivý efekt. Vzhľadom k úprave vody (väčšinou sa odželezní) stráca prírodný oxid uhličitý, ten sa potom musí umelo dosýtiť CO₂. Ide o balený napoj vhodný (hlavne u silne mineralizovaných) k občasnej konzumácii (39).

5.3 Kojenecká voda

Je určená k stálej konzumácii predovšetkým pre deti do 1. roku života. Zdrojom je kvalitná podzemná voda, ktorá nevyžaduje vodárenskú úpravu, je povolené len ošetrovanie UV žiarením. Celková mineralizácia je do 1g/l. Voda sa nesmie chlórovať, je mierne stabilizovaná CO₂, pH však nesmie klesnúť pod 6 (39).

Každá voda zodpovedá vo všetkých ukazovateľoch požiadavkám na pitnú vodu, a je bezpečná i pre dojčatá. To je stanovisko nielen odborné ale aj právne, pretože zákon o ochrane verejného zdravia ani vykonávacía vyhláška č 252/2004 Z. z. nehovoria, že by pitná voda nebola pre nejakú skupinu obyvateľov vhodná či bezpečná. Ak má pitná voda obsah RL > 500 mg / l, Na > 25 mg / l, F > 0,7 mg / l alebo Mg > 50 mg / l, môže hygienický orgán odporučiť pre dojčatá používať (čiastočne) kojeneckú vodu balenú. Balená dojčenská voda poskytuje vyšší stupeň ochrany: jej použitie v porovnaní s pitnou vodou by sa dalo prirovnať k používaniu biopotravín a konvenčne pestovaných potravín - aj konvenčné potraviny sú považované za bezpečné, ale biopotraviny predstavujú vyšší stupeň kvality. Rozdielne legislatívne požiadavky na kvalitu pitnej vody a balenej dojčenskej vody však nemusia vždy znamenať rozdiel v reálnej kvalite (44).

5.4. Pramenitá voda (v minulosti stolová voda)

Pochádza tiež z podzemného zdroja. Je tu prípustný vyšší obsah rozpustných látok a povolená je aj doprava fyzikálnymi prostriedkami. Ak vyhovuje požiadavkám na prípravu kojeneckej stravy, tak môže jej varianta nesýtená CO₂ byť označená ako vhodná na prípravu kojeneckej stravy (39).

5.5 Minerálne vody

Minerálne vody sú cenným prirodzeným zdrojom fluoridov, aj keď dosiaľ nie celkom doceneným a využívaným. Rozlišujú sa prírodné minerálne vody a liečivé vody. Na prevenciu zubného kazu sa odporúčajú iba pramenité vody, skôr minerálne vody, v ktorých sa rozpustené minerálne látky ani jednotlivito, ani vcelku nevyznačujú výraznými farmakologickými účinkami (39, 21).

Vzhľadom na skutočnosť, že niektoré z českých pitných vôd nemožno podávať dojčatám do veku 4 mesiacov kvôli vysokému obsahu dusičnanov, ktoré sú zodpovedné za detskú alimentárnu methemoglobinémiu, odporúča sa na riedenie sušených mliečnych prípravkov použiť balenú dojčenskú vodu alebo pramenitej vody. Tu je však nutné brať ohľad na obsah fluóru a odporúčať vodu s jeho nižším obsahom. Všeobecne sú v letných mesiacoch vhodné väčšie dávky pramenitých vôd s nižším obsahom F-, v zime naopak (21, 22).

5.6 Prírodné liečivé vody

Sú to vody s preukázaným liečivým účinkom. Väčšinou sú to vody bohato mineralizované, určené k pití či k inhalácii. Konzumujú sa po konzultácii s lekárom. U nás je najznámejšia liečivá voda Vincentka s obsahom fluoridov 3,08 g/l. Vyššia hodnota fluoridov je tolerovaná v prípade, že sa voda využíva na liečebné účely a užíva sa krátku dobu. A na fľaši je viditeľné upozornenie na zvýšene množstvo fluoridov.

K trvalej konzumácii sú vhodnejšie prírodné pramenite vody a prírodné minerálne vody, ktoré sú slabšie mineralizované. Je vhodné striedať druhy podľa zloženia. Pri výbere balenej vody je lepšie si vybrať variantu bez sýtenia, sýtené majú totiž nižšie pH, preto by mali byť opatrní ľudia s metabolickými chorobami, gastrointestinálnymi a kardiovaskulárnymi

problémami. Aby bolo možné posúdiť zastúpenie jednotlivých minerálov, je lepšie kupovať nápoje, ktoré majú základné zloženie na etikete. Veľmi dôležité je aj spôsob a dĺžka skladovania pred spotrebou (dodržanie doby expirace, skladovanie v chlade, bez slnečného žiarenia) (39).

6 Praktická časť

Praktickú časť som si vyčlenila, pre porovnanie expozície fluoridom v pitnej a balenej vode. Porovnávala som výsledky z monitoringu databázy o kvalite pitnej vody, ktorú vypracoval SZU. Pracovala som s poslednými tromi rokmi (2010, 2009, 2008) a zisťovala ako sa hodnota fluoridov za túto dobu menila. Zistiť obsah fluoridov v balených vodách, bola trochu ťažšia úloha, väčšina vôd množstvo neudáva, čerpala som buď z osobne získaných výsledkov (exkurze po obchodných domoch), alebo zo stránok d-testu, ktorý sa zameriaval na testovanie balených vôd a vody kohútikovej z roku 2009.

Systém monitorovania zdravotného stavu obyvateľstva ČR vo vzťahu k životnému prostrediu je realizovaný podľa Uznesenia vlády Českej republiky č. 369 z roku 1991. Zdrojom dát pre túto správu je informačný systém (IS PiVo) prevádzkovaný Ministerstvom zdravotníctva ČR. Vďaka zákonu o ochrane verejného zdravia, podľa ktorého výsledky všetkých rozborov pitnej vody, vykonaných podľa tohto zákona, musia byť vložené do IS PiVo, sú v správe spracované údaje popisujúce kvalitu pitnej vody v celej Českej republike. Výsledky sú spracované a publikované vo forme výročných správ.

Uvádza sa, že Česi v roku 2009 minuli za balenú vodu cez sedem miliárd korún. A tiež sa uvádza, že výrobcovia nie sú spokojní. Dôvodom je klesajúca spotreba nielen balených vôd ale aj nealkoholických nápojov, ktorá vlni klesla o necelé jedno percento na 2,730 miliardy litrov. Vyjadrené na hlavu - čo Čech, to 268 vypitých litrov vody a nealkoholických nápojov (48).

V roku 2010 bolo v Českej republike pitnou vodou z verejného vodovodu zásobované 9 755 605 obyvateľov, tj. 92, 62% z celkového počtu obyvateľov. (41).

Záväzným podkladom pre hodnotenie kvality pitnej vody je Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Českej republiky č 252/2004 Z. z., ktorou sa

ustanovujú hygienické požiadavky na pitnú a teplú vodu a početnosť a rozsah kontroly pitnej vody, v platnom znení, ktorá je harmonizovaná s európskou smernicou Rady 98/83/EC, o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu (9).

Oproti smernici však česká vyhláška obsahuje viac ukazovateľov a u niekoľkých ukazovateľov má prísnejšiu limitnú hodnotu, čo smernica pripúšťa. (41).

6.1 Hodnotenie expozície:

Expozícia je vystavenie ľudského organizmu účinkom nebezpečné chemické látky. Expozícia môže byť jednorazová, opakovaná a aj akútna, keď do organizmu vniklo naraz alebo v krátkej dobe väčšie množstvo látky, a chronická pri dlhodobom a opakovanom pôsobení nebezpečných chemických látok (41, 42).

Hodnotenie expozície je kľúčovým krokom pri hodnotení rizika. Zohľadňuje konkrétnu situáciu na mieste, ktoré sa hodnotí. Kým v ostatných fázach hodnotenia sa pracuje s konkrétnymi hodnotami a spôsobom výpočtu, pri hodnotení expozícii si môžeme vybrať individuálny postup (41, 42).

Vzorec pre výpočet priemernej dennej dávky (ADD-average daily dose, u nekarcinogénneho rizika v mg/kg/deň) pri expozícii z pitnej vody sa nelíši od bežného postupu v hodnotení zdravotného rizika (41, 42).

$$\text{ADD (orálne)} = (\text{CW} \cdot \text{IR} \cdot \text{EF} \cdot \text{ED}) / (\text{BW} \cdot \text{AT}), \text{ kde}$$

CW...je koncentrácia látky vo vode v mg/l

IR...je množstvo použitej vody v l/deň

EF...frekvencia expozície v dňoch za rok

ED...trvanie expozície v rokoch

BW...telesná hmotnosť v kg

AT...doba v dňoch na ktorú expozíciu priemerujeme pri hodnotení expozície u toxických látok platí že $AT=ED.365$, ak hodnotíme karcinogénnu látku tak priemerujeme dávku na celú predpokladanú dĺžku života (70 rokov) $AT=70.365$, dostávame celoživotnú priemernú dennú dávku LADD (lifetime average daily dose) (41, 42).

6.2 Výsledky a vyhodnotenie expozície fluoridom z pitnej vody

Sledovala som tri posledné roky z monitoringu, čiže od roku 2008 do 2010. Každý rok bolo hodnotenie rozdelené na miesta podľa počtu obyvateľov, to znamená boli dve skupiny a to mestá nad 5000 obyvateľov a mesta pod 5000 obyvateľov. Skoro každý rok boli získané hodnoty z cca 90% získaných od prevádzok verejných vodovodou a zvyšok cca 10% pochádza z rozborov prevedených hygienickou službou.

Pre jednoduchšie predstavenie rozdielnych expozícií, som vytvorila tabuľku, kde je lepší prehľad. Podľa vypočítaných hodnôt som došla k záveru, že rozdiely medzi rokmi 2008-2010 nie sú výrazne rozdielne. Hodnoty sa pohybovali každoročne v podobných hodnotách a k žiadnemu rapídneho zvýšeniu ani zníženiu nedošlo. To znamená že ak je príjem optimálny to znamená do 1,5-2l vody tak kohútikovej, alebo balenej nehrozí žiadne riziko spojené s nadmerným príjmom fluoridov. Treba brať do úvahy, že príjem však vždy optimálny nie je. A celkový príjem je závislý od veku, hmotnosti, pohlavia a aj od zloženia prijímanej stravy. Samozrejme, čo sa týka rizika sem nepatria oblasti, kde sú udelené výnimky na vyššiu toleranciu tu by mali byť ľudia oboznámení s rizikom a vodu používať v obmedzenom množstve a kombinovať ju s vodou balenou s nízkym množstvom fluoridov. U balených vôd s vyšším množstvom fluoridov sa doporučuje jej znížený a nie pravidelný príjem.

Zo zistených hodnôt vyplýva že obyvatelia Českej republiky nie sú vystavení rizikovej expozícii z fluoridov v pitnej vode.

Vo veľmi zriedkavých prípadoch môže dôjsť až k prekročeniu doporučenej dennej dávky, v Českej republike je tento stav spôsobený vodou výnimočný až nemožný. Samozrejme k predávkovaniu môže dôjsť v kombinácií s podávaním potravín s vysokým obsahom fluoridov (čaj, ryby, flouridované tabletky, gély, fluorid sodný ako súčasť zubnej pasty).

6.2.1 Rok 2008

V mestách sa v tomto roku monitorovalo 6405 vzorkov. Fluoridy sa stanovili v rozmedzí od 0,02 do 5,5 mg/l. Výnimku v tomto roku mali 3 zásobované oblasti s 2200 obyvateľmi, kde sa zvýšila tolerovaná hodnota fluoridmi na 1,8-2 mg. Výnimka sa prideluje na tri roky (41).

6.2.2 Rok 2009

V tomto roku sa pracovalo s 6280 vzorkami na fluoridy. Fluoridy boli stanovené v rozmedzí od 0,010-2,9 mg/l. Výnimku na fluoridy mali 4 oblasti s 2272 obyvateľmi a určil sa limit 1,8-3 mg/l (28).

6.2.3 Rok 2010

V roku 2010 bolo k dispozícií 7853 vzorkov. Obsah fluoridov bol v rozmedzí 0,010-2,9 mg/l. Výnimku na limit fluoridov mali 3 zásobované oblasti s 900 obyvateľmi s 1,8-3 mg/l. (43)

Tab. č. 1 Výsledky monitoringu pitnej vody na prítomnosť fluoridov v rokoch 2008-2010 a výpočet súvisejúci s priemernou dennou dávkou pre dospelú populáciu. (MS-mez stanoviteľnosti, LH-limitná hodnota, ADD-priemerná denná dávka)

Rok	Počet obyvateľ v oblasti	Počet vzorkov pod MS	Počet vzorkou nad LH	90% kvantil (mg/l)	Priemerná hodnota (mg/l)	ADD (mg/kg/deň)
2008	> 5000	566	0	0,22	0,13	0.003
2009	> 5000	513	0	0,25	0,13	0.003
2010	> 5000	539	1	0,24	0,13	0.003
2008	< 5000	2114	18	0,29	0,15	0.004
2009	< 5000	1806	15	0,3	0,15	0.004
2010	< 5000	1662	19	0,3	0,16	0.004
2008	vš.oblasti	2680	18	0,3	0,15	0.004
2009	vš.oblasti	2369	15	0,3	0,15	0.004
2010	vš.oblasti	2201	20	0,29	0,15	0.004

6.3 Faktory, ktoré mohli viesť k podceneniu rizika:

a) Určená spotreba 1 l /osobu/deň vychádza síce z dotazníkovej štúdie vykonané v mestách monitorovaných v Systéme sledovania zdravotného stavu obyvateľstva vo vzťahu k životnému prostrediu, ale jedná sa o vodu požitú bez úpravy. S vodou požitou vo forme teplých nápojov, polievok a iné stravy bude celková spotreba pitnej vody vyššia, priemerne medzi 1 - 2 litre na deň (41, 42).

b) Tu uvažovaná priemerná hmotnosť človeka (64 kg) neplatí po celú strednú dĺžku života. U detskej populácie je pri rovnakej koncentrácii polutantov vo vode - a to aj pri nižšej spotrebe - dávka na jednotku hmotnosti vyššia. Týmto výpočtom možno získať priemernú celoživotnú dennú dávku až o poriadok vyššiu, ale za predpokladu, že človek bude danej koncentrácii hodnoteného polutantov exponovaný po celý život, čo nie je príliš pravdepodobné (41, 42).

c) Pretože nie zo všetkých zásobovaných oblastí boli k dispozícii údaje o všetkých tu vybraných látkach, nemohli byť tieto údaje do výpočtu zahrnuté. U jednotlivých oblastí počet látok s dostupnými koncentračnými údajmi kolísal, čo poznamenáva ako možnosť porovnania riziká v jednotlivých oblastiach, tak výpočet celkového rizika (41, 42).

Aj keď je voda považovaná za médium, kde koncentrácia látok v čase i priestore je homogénna, nemusí to platiť pre všetky látky a všetky prípady. Je dôležité zistiť zdroj kontaminácie, pretože iná bude koncentrácia kovov vo vode pochádzajúce z prirodzeného horninového podložja, iná bude koncentrácia prvkov pochádzajúca z domových rozvodov (meď, zinok, olovo). U iných látok vyskytujúcich sa v povrchových vodách, alebo v podzemných vodách, ktoré sú ovplyvnené povrchovými vodami je sledované značné sezónne kolísanie obsahu. Preto sa nedá spoliehať na jeden výsledok, ale je dôležité vychádzať z opakovaných výsledkov. Z rôznych dôvodov sa však viac používa konzervatívny spôsob, kedy používame hornú hodnotu 95% intervalu spoľahlivosti (41, 42).

Distribúcia spotreby vody u populácie ma v podstate normálne rozloženie. Posledný údaj z USA hovorí o priemernej spotrebe pitnej vody 1,95l s podielom 1,13l vodovodnej vody a je značne rozdielna u vekových kategórii. Iba 10% americkej populácie spotrebuje viac než 2litry vodovodnej

vody denne. Väčšina starších prieskumov, v prvej polovici 80.rokov, zistila priemernú spotrebu vody okolo 1,4 l /deň (41, 42).

V dotazníkovom prieskume, ktoré bolo vykonané v roku 1995 v 30 okresoch ČR sa zistilo že priemerné množstvo priamo konzumovanej vody z kohútiku (bez prevarenia) bolo asi 0,7 l/osoba/deň. Problém bol však, že vo väčšine okresov sa nenašlo dostatočné množstvo respondentov (41, 42).

Vedľa tradičných možností zmeny kvality vody v domácnosti, predovšetkým varom (kedy môžu niektoré latky vyprchať, alebo naopak koncentrovať, sem ale nezaraďujeme fluór, ktorý varom nevyparchá) je charakteristická postupná zmena schémy spotreby vody:

- stúpa mobilita ľudí, to znamená že stúpa počet osôb, ktorý konzumujú len menšiu časť celkovej spotreby vody doma,
- vzrastá spotreba balených vôd (minerálnych a kojeneckých) ako náhrada za vodu vodovodnú, v ČR konzumuje balenú vodu polovica populácie a priemerná spotreba je vyššia než 30l/osobu/rok, (v západnej Európe je spotreba variabilná, niektoré krajiny ako je Taliansko je spotreba vyššia, ale v oblasti Nizozemska je naopak spotreba nižšia).
- alternatívou k baleným vodám je distribúcia kvalitnej podzemnej vody prostredníctvom výdajných automatu, v niektorých českých mestách, ich spotreba je minimálne na úrovni balených vôd.
- zvyšuje sa počet domácnosti, kde vyžívajú nejaký spôsob dopravy vody v domácnosti pomocou tzv. vodných filtrov.

Telefonicky prieskum v Torontu z roku 1992 preukázal, že 40% domácnosti používa niektorý z alternatívnych spôsobov zásobenia vodou (22,5% domácností konzumuje balenú vodu, 11% doupravuje vodnými

filtrami a 12% vodu prevaruje) pričom 35% domácnosti takto získava najmenej polovicu konzumovanej vody (42).

6.4 Výsledky a vyhodnotenie balených vôd.

Pri výpočtu expozície u balených vôd som vychádzala z rovnakého vzorca ako u výpočtu z kohútковой vody. Znova som denný príjem počítala na 1 liter, keďže samotná hodnota bola udávaná v mg na liter aj keď reálny príjem balených vôd je individuálna, v ČR je príjem asi 85l/osobu/rok. Preto treba brať do úvahy ten fakt že vypočítaná expozícia je braná na liter, a čím viac vody príjmem tým je expozícia väčšia, alebo naopak.

Vypočítala som expozíciu zo zistených etikiet balených vod. Vyššiu hodnotu som našla na etikete siedmich balených vod. Zbytok mal hodnoty fluoridov menej než 1,5 mg/l, alebo sa hodnota ani neuvádzala. Hodnoty som shrnula do tabuľky, ktorá sa nachádza nižšie.

Z jednotlivých výsledkov vyplýva, že vody ako Mattoni, Hanácká kyselka by sa mali prijímať v obmedzenom množstve, alebo sa doporučuje častejšie striedať s inými minerálnymi vodami s nižším obsahom fluoridov. Podľa množstva na etikete prevyšujú doporučený denný príjem, ktorý by pri dlhodobom príjmu nemal presahovať 1,5mg/l.

Tab. č. 2 Koncentrácia fluoridov vo vybraných balených prírodných minerálných a liečivých vodách:

Obchodný názov	Množstvo f fluoridov (mg/l)	ADD (mg/kg/deň)
Bílinska kyselka	4,5-5,6	0,0789
Rudolfův pramen	0,2-0,34	0,0040
Šaratica	1,16	0,0181
Vincentka	3,06	0,0478
Zaječická hořká voda	2,2	0,0343
Martini	3,2-3,53	0,0525
Ondrášovka	0,03	0,0004
Praga	2,84	0,0443
Hanácka kyselka	2,71	0,0423
Vratislavická kyselka	1,64	0,0256
Poděbradka	1,47	0,0229
Korunní kyselka	1,26	0,0196
Dobrá voda	0,7	0,0109

Záver

Fluór sa prirodzene nachádza v zemskej kôre, v horninách, uhlí a ílu a v menších množstvách aj vo vode, vzduchu a rastlinných a živočíšnych organizmoch. Človek je teda exponovaný rôznym hodnotám fluóru ako z prírodných, tak z antropogénnych zdrojov. Jeho účinky na človeka môžu byť ako pozitívne, tak negatívne, záleží predovšetkým na dávke, ktorej je ľudský organizmus vystavený. Odporúčaná denná dávka sa pohybuje v rozmedzí 3-4 mg/deň u dospelého človeka. U detí je dávka menšia, závisí od veku a musí byť prísne strážená, pretože pri prekročení hornej hranice v kritickom štádiu vývoja zubov hrozí vznik dentálnej fluorózy. Rovnako tak musí byť strážená minimálna dávka za účelom prevencie zubného kazu. Preventívny účinok fluoridov na vznik zubného kazu je nesporný, a hoci zubný kaz nepatrí medzi život ohrozujúce ochorenia, je jedným z najčastejších ochorení a môže výrazne ovplyvniť kvalitu života od detstva až po starobu. Všetky odporúčania pre konzumáciu fluoridovanej vody a potravín, a pre užívanie doplnkov výživy s obsahom fluoridov musí teda vychádzať z optimálnej rovnováhy medzi prospechom a rizikom (32, 36, 37).

Ďalšie účinky fluóru na ľudský organizmus ako je vplyv na funkciu enzýmov, jeho možná karcinogenita, genotoxicita, ovplyvňovanie apoptózy, oxidačného stresu a tiež jeho použitie v zabudovávaní kĺbových protéz musí byť ďalej podrobne preskúmané (6, 17).

Výsledky praktickej časti práce poukázali na to koľko mg/kg/deň bežne človek v ČR z pitnej a balenej vody prijíma. Podľa mojich vypočítaných hodnôt som zistila, že sa množstvo fluoridov v pitnej vode za posledné tri roky nemenilo. Sú to hodnoty v rozmedzí od 0,003-0,004 mg/kg/deň, čo je po prepočte na dospelého človeka minimálna doporučená dávka. Nesmie sa však zabúdať na príjem z iných zdrojov, ako sú potraviny a prostriedky orálnej hygieny. U niektorých balených vôd sú tieto hodnoty vyššie, a doporučuje sa častejšie striedanie a obmedzený príjem u vôd so zvýšeným množstvom. Aj

keď sa s vodou ako takou stretávame deň čo deň a sprevádza nás celým životom, napriek tomu o nej len málo vieme. A snáď práve preto tak zaberajú reklamy balených vôd, pretože v mnohom stavia na našu nevedomosť. Väčšina výrobcov balených pitných vôd využíva toho, že nemusí žiadne zloženia uvádzať, a iba konštatuje, že vo fľaši je voda pitná.

Abstrakt:

Cieľom tejto práce je popísať problematiku fluóru-fluoridov v pitnej a balenej vode. Na jednej strane sa práca zaoberá teoretickými faktami ako metabolizmus fluoridov a jeho úloha vo výžive človeka a jeho účinky v prípade nedostatku, alebo nadbytku tak v pozitívnom ako negatívnom smere. V druhej praktickej časti sa porovnávali jednotlivé zistené hodnoty fluoridov v pitnej vode. Využívali sa hodnoty monitoringu pitnej vody z posledných troch rokov. U balených vôd sa porovnávali hodnoty uvedené na etiketách. Väčšina balených vôd však množstvo fluoridov na etikete neuvádza, preto sa pracovalo iba s 13 zistenými hodnotami. Celkový záver by sa dal zhrnúť, tak, že po ukončení fluoridácie pitnej vody sa extrémne zvýšené množstvo neobjavil. U balených vôd s vyšším obsahom fluoridov by bolo vhodné lepšie upozornenie spotrebiteľov na tento fakt. Podľa jednotlivých vypočítaných hodnôt ADD obyvatelia Českej republiky sú vystavení minimálnemu riziku nadmernej expozície fluoridom z pitnej vody. Nesmie sa však zabudnúť na to, že fluoridy nie sú prijímané iba z vody, ale aj z potravín a prostriedkov ústnej hygieny.

Kľúčové slová: fluór- pitná voda -balená voda –expozícia

Abstract:

The aim of this work is to describe the problem of fluorine-fluoride in drinking water and bottled water. The first part of this work deals with theoretical facts like metabolism of fluoride and its role in human nutrition and consequences in case of its efficiency or excess both in the positive and the negative direction. The second practical part is comparing individual values of fluoride observed in drinking water. The values of monitoring from last three years were used. For bottled water the values given on the labels were compared. Most bottled water doesn't excluded quantity of fluoride on labels. For this reason, the work was dealing with only thirteen observed values. The overall conclusion is that after fluoridation of drinking water extreme amount of fluoride was not detected. For bottled water with higher concentration of fluoride should be considered to exclude this fact on labels to warn consumers. According to the calculated ADD values , inhabitants of Czech republic are at minimal risk in exposure of excessive amount of fluoride from drinking water. Anyway, we must take into account the fact, that fluoride is contained not only in water, but also in food and oral hygiene.

Key words: fluoride-drinking water-bottled water-exposure

Zoznam použitej literatúry

1. MICHÁLKOVÁ, J. Potraviny jako zdroj fluoru ve výživě. Zlín, 2009.
Dostupné z:
http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/8766/mich%C3%A1lkov%C3%A1_2009_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati.
2. Fluor. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2012 [cit. 2012-08-03]. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Fluor>
3. GROPPER, S, STEPNIČKA, SMITH, J.L, GROFF J.L. Advanced nutrition and human metabolism. 5th ed. United States: Wadsworth/Cengage Learning, c2009, s. 624. ISBN 978-0-495-11657-8.
4. TYLEND, C.A. et al. Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride, and fluorine. Atlanta: ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2003. 404 s.
5. SYMONDS, R. et al. Contribution of Cl- and F-bearing gasses to the atmosphere by volcanos. Nature, 1988. Vol. 334. s. 415-418.
6. LITEPLO, R, MALCOLM H., Howe P. Fluorides. Geneva: World Health Organization, 2002, s. 268. Environmental health criteria. ISBN 92-4-157227-2.
7. FRIEND, J.P. Scientific Assessment of stratospheric ozone: 1989. Volume II. NASA, 1989. Appendix: AFEAS Report. Report No. 20. p.433.
8. FAWELL, J a BAILEY, K., Fluoride in drinking-water. Seattle: IWA Pub., 2006. WHO drinking water quality series. ISBN 978 92 4 156319 2.

9. Státní zdravotní ústav Praha. Manuál prevence v lékařské praxi: Zdravotní kritéria pro fluoridy a fluorózu. Praha: Fortuna, 1998. 20 s.

10. EPA (Environmental Protection Agency). Fluoride: Exposure and relative source contribution analysis. Washington D.C., 2010.

11. DEBRUYNE, L. et al. Nutrition and diet therapy. 6th Edition. Belmont, USA:

12. BOWMAN, B.A. - RUSSEL, R.M. Present knowledge in nutrition. 8th Edition. Washington, DC: International life sciences institute, 2001. p. 396-397.

13. KVASNIČKOVÁ, Alexandra. Minerální látky a stopové prvky: esenciální minerální prvky ve výživě. 1. vyd. Praha: ÚZPI - Ústav zeměděl. a potravin. informací, 1998. ISBN 80-85120-94-

14. VESTERGAARD, P. et al. Effects of treatment with fluoride on bone mineral density and fracture risk – a meta-analysis. Osteoporosis international, 2007. Vol. 19. pp.257-268.

15. PERLÍN, C. Organizace: Nadace NutriVIT [online]. 4. května 2007 [cit. 2011-04-20]. Minerální látky a stopové prvky. Dostupné z WWW: < www.ordinace.cz/clanek/mineralni-latky-a-stopove-prvky >.

16. STIPANUK, M., Edited by Martha H. a Bailey K, . Biochemical and physiological aspects of human nutrition. 2nd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier Saunders, 2006, s. 960. ISBN 978-1-4160-0209-3.

17. GHIGO, D. et al. Fluoride Effects: The two faces of janus. Current medicinal chemistry. 2010, 2431-2441.

18. MAŇASKOVÁ, D. Fluor: Fluor v prevenci kazu a ke zvýšení odolnosti skloviny proti kyselinám. Medicinman [online]. 2011 [cit. 2012-08-03]. Dostupné z: <http://medicinman.cz/?p=leky-latky/fluor>
19. PITTER, P. Hydrochemie. 3. přepr. vyd. Praha: VŠCHT, 1999, s. 568. ISBN 80-7080-340-1.
20. STRNADOVÁ, N. Technologie vody I. 2. přepr. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999, s. 226. ISBN 80-7080-348-7.
21. KILIAN, J. Základy preventivní stomatologie. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, vydavatelství Karolinum, 1996, 14–16, 33–41, 43–60, 63–74, 79–88, 141–142. ISBN 80 -7184 -145 -5.
22. PROVAZNÍK, K, KOMÁREK, L PROVAZNÍKOVÁ, H. Manuál prevence v lékařské praxi 6: prevence poruch zdraví dětí a mládeže. 1. vyd. Praha: Státní zdravotní ústav, 1998, s. 129-133. ISBN 80-7071-108-6.
23. HUBKOVÁ, V. K Úloze fluoridů v prevenci zubního kazu. Stomatologická klinika LF UK a FN v Hradci Králové: Pediatrie pro praxi, 2001, 180-182. Dostupné z: <http://www.pediatriepropraxi.cz/artkey/ped-200104-0006.php>
24. JANEČEK J. a ROKYTOVÁ K. Způsob a efekt prevence zubního kazu fluórem. Československá Hygiena. 1983, 350-352.
25. JANEČEK J. Současný stav fluoridace v ČR ke dni 12.3.1990: Interní zpráva, IHE., Praha, 1990.
26. KOŽÍŠEK, F. Biologická (Biogenní) hodnota pitné vody a její historie v České republice. 27. prosince 2008. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/biologicka_hodnota_vody.pdf

27. MARTHALER, T., POLAKK, G. Fluoridace soli ve střední Evropě. 2006.
Dostupné z: <http://pollak-presse.tatraportal.sk/Stomatologie/Fluoridace%20soli%20ve%20stredni%20Evrope%20Progresdent%202-06.pdf>
28. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí: Subsystem II: Zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody. Wwww.szu.cz [online]. 2009 [cit. 2012-08-03]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/monit/voda_09.pdf
29. MERGLOVÁ, V. Prevence vzniku zubního kazu.
<Http://www.zdravcentra.cz> [online]. 2005 [cit. 2012-08-03]. Dostupné z: <http://www.zdravcentra.cz/cps/rde/iauth/SID-0A647C74-73052908/change/frameset>
30. MOROZOVA, J. Erozivní defekty tvrdých zubních tkání: Česká stomatologie. roč. 59. č. 1. 2011, str. 4-13.
31. SUKOVÁ, I. Stanovisko EFSA k fluoridům. Wwww.agronavigator.cz [online]. 5.9. 2005 [cit. 2012-08-03]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=158&ch=13&typ=1&val=39295>
32. ROZIER, R.G. et al. Evidence-based clinical recommendations on the prescription of dietary fluoride supplements for caries prevention: A report of ADA Council of scientific affairs. The journal of American dental association. 2010, č. 141, s. 1480-1489.
33. GIBNEY, M. J. Introduction to human nutrition. 2nd ed. London: Nutrition Society, 2009, s. 360. Human nutrition textbook series. ISBN 978-1-4051-6807-6.

34. BERGMAN, C. et al. What is next for the dietary reference intakes for bone metabolism related nutrients beyond calcium: phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride?. ? Critical reviews in food science and nutrition, 2009, č. 49, s. 136-144.
35. STANOSZ, S. et al. . Assesment of the influence of fluoride, Modified transdermal replacement hormone therapy and supplement hormone therapy on unmanagable osteoporosis in postmenopausal women. Journal of elementology. 2009, Vol. 14. No. 3., č. 34, s. 541-551.
36. . GIBSON-MOORE, H. Water fluoridation for some – should it be for all?. British nutrition foundation. 2009, č. 34, s. 291-295.
37. GUTIÉRREZ-SALINAS, J. et al. . Exposure to sodium fluoride produces signs of apoptosis in rat leukocytes. Internationala journal of molecular sciences. 2010, č. 11, 3610-3622.
38. Monitoring zdraví a životního prostředí. Www.szu.cz [online]. 1998 [cit. 2012-08-03]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/publikace/monitoring-zdravi-a-zivotniho-prostredi>
39. BENCKO, V. Hygiena a epidemiologie: učební texty k seminářům a praktickým cvičením pro studijní obor Zubní lékařství. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006, s. 38-44. ISBN 8024611295.
40. MERGLOVÁ, V. Prevence vzniku zubního kazu u dětí. Pediatrie pro praxi. Praha, 2004. Dostupné z: <http://www.pediatriepropraxi.cz/artkey/ped-200402-0003.php>
41. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí: Subsystem II: Zdravotní důsledky a rizika znečištění

pitné vody. Wwww.szu.cz [online]. 2008 [cit. 2012-08-03]. Dostupné z:
http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/monit/voda_08.pdf

42. PROVAZNÍK, K. (editor) Manuál prevence v lékařské praxi 8: základy hodnocení zdravotních rizik. 1. vyd. Praha: Státní zdravotní ústav, 2000, s. 64-68. ISBN 8070711612.

43. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí: Subsystem II: Zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody. Wwww.szu.cz [online]. 2010 [cit. 2012-08-03]. Dostupné z:
http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/monit/voda_10.pdf

44 . KOŽÍŠEK, F. Je vodovodní voda vhodná i pro kojence?. Praktický lékař č.4/2007. (online). Dostupné z <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/kojenci>

45. About the fluoride action network [online]. 2007 [cit. 2012-08-03]. Dostupné z:<http://www.fluoridealert.org/>

46. Fluoride. 2008. Dostupné z: [unicef.org/wes/fluoride.pdf](http://www.unicef.org/wes/fluoride.pdf)

47. Galetti, P. M., Joyet, G.: Effect of Fluorine On Thyroidal Iodine Metabolism in Hyperthyroidism. J. Clin. Endocrinol. 18, 1958, s. 1102-1110.

48. Test balených vod a pitné vody z kohoutku 2009. Dtest (online). Dostupné z : <http://www.dtest.cz/clanek-835/test-balenych-vod-a-pitne-vody-z-kohoutku-2009>

49. DANCINGEROVÁ, H. Fluor nejen pro zuby dobrý. Brno, 2011. Dostupné z http://is.muni.cz/th/258874/lf_b/Fluor_nejen_pro_zuby_dobry.txt.
Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA Lékařská fakulta.

Zoznam príloh

Príloha č. 1: Zoznam skratiek

Zoznam obrázkov, tabuliek a grafov

Tab č. 1 Výsledky monitoringu pitnej vody na prítomnosť fluoridov v rokoch 2008-2010 a výpočet súvisejúci s priemernou dennou dávkou pre dospelú populáciu.(MS-mez stanovenia,LH-limitná hodnota,ADD-priemerná denná dávka)

Tab č. 2 Koncentrácia fluoridov vo vybraných balených prírodných minerálnych a liečivých vodách

Prílohy

Príloha č. 1: Zoznam skratiek

WHO - svetová zdravotnícka organizácia

EFSA - európsky úrad pre bezpečnosť potravín

UL - horná bezpečná dávka

SCF - vedecký výbor pre potraviny

MZ - mezná hodnota

NMH - najvyššia mezná hodnota

RL - rozpustné látky

SZU - štátny zdravotný ústav

LH - limitná hodnota

MS - mez stanoviteľnosti

ADD - denná prípustná dávka