ИСТОРИЈСКИ ОСВРТ ФЛУОРИЗАЦИЈА ВОДЕ

Наташа Стојковић¹, Слободан Суботић²

HISTORICAL REVIEW OF WATER FLUORIZATION

Nataša Stojković, Slobodan Subotić

Сажетак

Флуорисање воде за пиће је најмасовнија превентивна мера којом се, додавањем оптималних количина флуорида води за пиће, постигла широм света значајна редукција каријеса.

Флуорисање воде за пиће је најједноставнија и најефикаснија превентивна мера којом се може обухватити целокупна популација урбаних средина са централним водоводима. Технички, додавање флуорида води за пиће је успешно решено и не разликује се од додавања многих хемијских супстанци које се рутински додају води како би се поправио њен квалитет (нпр. хлор). Флуориди се аутоматски додају води помоћу сувих или течних флуоринатора, а њихова концентрација у води се непрекидно читава и прати. Цена хемикалија је изузетно мала, а за флуорисање воде за пиће најчешће се користи натријум.

Према резултатима добијеним применом ове методе, слободно се може тврдити да је она једна од најбољих превентивних метода примене флуорида у превенцији каријеса.

Кључне речи: каријес, вода за пиће, флуоризација.

Summary

Fluoridation of drinking water is the most frequent preventive measure that, by adding the optimal amount of fluoride to drinking water, has achieved significant worldwide reduction in caries.

Fluoridation of drinking water is the simplest and most effective preventive measure that can encompass the entire population of urban areas with central water supply. Technically, the addition of fluoride to drinking water has been successfully resolved, and is no different from adding many chemicals that are routinely added to water to improve its quality (eg. chlorine). Fluorides are automatically added to the water with dry or liquid fluorinators and their concentration in the water is continuously read and follow. Price chemicals is extremely low, and the fluoridation of drinking water is the most useful of sodium.

According to the results obtained by this method is safe to say that it is one of the best preventive method of fluorides in caries prevention.

Keywords: caries, drinking water, fluoridation.

¹ Наташа Стојковић, Висока медицинска школа струковних студија „Милутин Миланковић“, Београд.

² Слободан Суботић, Висока медицинска школа струковних студија „Милутин Миланковић“, Београд.

1. УВОД

Флуоридима припада значајно место у превенцији каријеса. Масовна примена флуорида је уследила тек након дугих клиничких и научних истраживања, којима је доказана њихова ефикасност у превенцији каријеса, као и нешкодљивост по опште здравље људи.

По мишљењу бројних научника, флуорисање воде за пиће представља једну од најуспешнијих превентивних јавних здравствених мера која је до сада примењена у свету, а чији се резултати примене могу поредити са применом вакцине у искорењивању неких обољења.

На основу многих епидемиолошких, клиничких и експерименталних истраживања, несумњиво је утврђено да су флуориди најмоћније средство у превенцији каријеса. Данас, након више од пола века од њихове масовне примене, може се са сигурношћу тврдити да примена флуорида у превенцији каријеса представља велику тековину превентивне стоматологије („камен темељац“) и да су флуориди умногоме одговорни за значајно смањење каријеса у свим економски развијеним земљама света⁽¹⁾.

2. ХЕМИЈСКА И БИОЛОШКА СВОЈСТВА ФЛУОРИДА

Флуор припада групи халогених елемената и сврстан је у есенцијалне микроелементе. Због своје изузетне реактивности, флуор се ретко може наћи у елементарном стању. Он реагује са свим хемијским елементима, изузев неких племенитих гасова (He, Ne и Ar). Флуор поседује изразити афинитет према јонима калцијума.

Флуор је есенцијални микроелемент у исхрани и сматра се да је неопходан за нормалан развитак скелета и зуба. Флуориди директно стимулишу пролиферацију остеобласта, а истовремено повећавају активност серумске алкалне фосфатазе, ензима који има велики утицај на добру мине-

рализацију тврдых ткива. Студије *in vitro* су показале да флуориди имају утицаја на повећано стварање остеобласта, повећање активности алкалне фосфатазе, повећање диференцијације других ћелија у остеобласте, повећање раста и минерализације ембрионалних костију⁽²⁾.

Јединствено изражавање количине флуора у некој течности се врши у ppm-а (*parts per million*), што одговара милиграму флуора на литар течности (mg F/l) или милиграму флуора на килограм (mg F/kg). Концентрација флуора се у растворима може изразити и у процентима. Једнопроцентни раствор флуора садржи 10.000 ppm F. Међутим, мора се имати у виду да се концентрација флуорида често не даје у процентима, односно да одређени проценат отпада и на друга једињења. Тако нпр. 2% раствор натријум-флуорида садржи 0.9 % флуора (9.000 ppm F) и 1,1% натријума. Слично је и са пастама за зубе, тако да нпр. паста на којој је назначено да садржи 0,7% натријум-монофлуорфосфата садржи 0,1% флуора, односно 1000 ppm F (mg/kg). Ово уједно значи да се апликацијом 1 грама пасте за зубе у уста уноси 1 mg флуора.

Оптимална концентрација флуора у води за пиће је око 1 ppm F, што је еквивалентно 1 ppm F = 0.0001%.

3. РАСПРОСТРАЊЕНОСТ ФЛУОРИДА

Флуориди су широко распрострањени у природи. Они улазе у атмосферу вулканском активношћу и разносе се ветром, а из атмосфере се враћају на земљу путем прашине, кише, снега или магле. Флуориди улазе у хидросферу растварањем стена и земљишта. Из земљишта и воде флуориди асимилацијом доспевају у биљни свет, а преко њега у животиње и људе.

Људи уносе флуориде у организам путем воде за пиће, храном, удисањем или јатрогено – путем различитих лекова.

Флуориди су 13. по количини у Земљиној кори и људском организму, а 12. у морској

води. Њихова концентрација у води зависи пре свега од геолошких, хемијских и физичких карактеристика тла кроз које вода пролази до свог извора. Флуориди се у људски организам најчешће и највише уносе путем воде за пиће. Захваљујући присуству флуорида у Земљиној кори не постоји вода која не садржи флуориде.

Вода за пиће садржи различите концентрације флуорида, али је њихова концентрација најчешће мања од 0,3 ppm F. Воде из великих дубина, као и све минералне воде обично су богатије флуоридима. Тако нпр. минерална вода *Књаз Милош* садржи око 3 ppm F а *Милан Топлица* 10 ppm F⁽¹⁾.

3.1. Методе примене флуорида у превенцији каријеса

Мада постоје бројне поделе метода примене флуорида у превенцији каријеса, најчешће и најдуже се користила она која је њихову примену делила у две групе: *системску* (ендогену) и *локалну* (егзогену). Првој групи припадале су све оне методе којима се системским давањем флуорида у време минерализације зуба желело утицати на већу уградњу флуорида у тврда зубна ткива, како би она била отпорнија на настанак каријеса. Применом локалних (егзогених) метода желело се, директном апликацијом флуорида на површине изниклих зуба, повећати отпорност спољашњих слојева глеђи на каријесне ноксе.⁽³⁾

Методе примене флуорида се такође могу поделити у односу на број особа које се обухватају. Тако примена флуорида може бити свеобухватна (нпр. флуорисање воде), групна (нпр. школски програми за испирање уста растворима са флуоридима) и индивидуална.

Међутим, према новијим сазнањима везаним за механизам дејства флуорида у превенцији каријеса, можда је најбоље методе примене флуорида поделити према концентрацији флуорида у препаратима који се апликују: примена нискоконцентрованих,

средњеконцентрованих и висококонцентрованих флуорида.

Примена нискоконцентрованих флуорида:

- флуорисана вода за пиће,
- таблете са флуоридима,
- флуорисано млеко,
- системи за лагано отпуштање флуорида.

Примена средњеконцентрованих флуорида:

- флуорисана кухињска со,
- пасте за зубе,
- раствори за испирање уста,
- желеи за четкање зуба.

Примена висококонцентрованих флуорида:

- раствори или желеи за премазивање зуба,
- профилактичне пасте за уклањање наслага са зуба,
- лакови за премазивање зуба.

3.2. Историјат истраживања флуорозе зуба

Најранији извештај Кунса о зубима промењеног облика са мутно пребојеним деловима глеђи код становника појединих делова централног Мексика, датира још из 1888. године⁽⁴⁾.

J. M. Eager је 1901. године у часопису *Public Health Reports* описао дефектне структуре, као и промене боје глеђи зуба италијанских емиграната који су у Америку дошли из Поцуолија, малог места 7 км удаљеног од Напуља. *Eager* описује ове промене на глеђи као „врло карактеристичне са ситним беличастим мрљама, жутиим или браон пегастим површинама, распоређеним неправилно по целој површини зуба“, а у Напуљу познатих као *denti di chaie*, по професору *Chaie*-у, који је први описао овакве зубе, назвавши их *denti neri*.⁽⁵⁾ *Eager* је сматрао, што је било и мишљење професора *Chaie*-а, да су овакве промене на зубима вероватно последица конзумирања пијаћих вода контаминираних вулканским парамима из Везува. Касније су зуби са

таквим променама различито означавањем: *denti scritti*, *dientes veteados*, *Colorado brown stain*, *mottled enamel* и дентална флуороза.

Прва епидемиолошка истраживања извршио је у Колорадо Спрингсу *P. McKay* (1908), који је овако промењене зубе назвао *Colorado brown stain* (обојени зуби из Колорада), да би у сарадњи са *Black-ом* (1916), након обимних епидемиолошких истраживања, овакву појаву на зубима описао као „развојна ендемска несавршеност зуба непозната до сада у литератури“. Они су закључили да је највероватнији узрок оваквих промена на зубима мека вода која извире из великих дубина. Касније су назив *Colorado brown stain* заменили изразом *Mottled Enamel* (шарена глеђ)⁽¹¹⁴⁾. До сличног закључка је дошао и *Ainsworth* (1928) након епидемиолошких испитивања шарених зуба код деце из Есекса.

Churchill (1931) је међу првима открио да је повећана концентрација флуорида у води за пиће могући узročник настанка шарених зуба. Он је анализирајући пијаћу воду из Боксита (Арканзас), чији су становници имали шарене зубе, утврдио високу концентрацију флуорида (13,7 мг/л)⁽⁶⁾. Убрзо затим, коначан доказ да су флуориди узročници настанка шарених зуба, дошао је од бројних истраживача (*Mc Collum, Simmonds, Becker, Bunting, Smith, Lantz, Velu, Sebrell*), који су након додавања већих количина флуорида у исхрани експерименталним животињама (пацову, овци) успели да изазову настанак шарених зуба. Назив „шарени зуби“ замењен је након тога изразима ендемска флуороза зуба, тј. флуороза зуба.

3.3. Епидемиолошка истраживања флуорозе зуба

Флуороза зуба се јавља ендемски у јасно ограниченим подручјима у многим земљама широм света. Тек после извештаја *Mc Kay-a* (1929) о слабој пријемчивости шарених зуба на каријес, а нарочито након што су *Churchill* (1931) и *Smith* са

сарадницима (1931) идентификовали флуор као узročник, почињу значајна испитивања садржаја флуорида у водама за пиће широм света⁽⁵⁾.

Прва, врло значајна епидемиолошка истраживања утицаја флуорида из пијаћих вода на оболења зуба извршили су у САД 1930. и 1933. године *Dean, Arnold и Elvove*. Прегледом 7.257 деце узраста 12–14 година у 21 граду САД, они су између осталог закључили: да постоји обрнут однос између распрострањености каријеса и концентрације флуорида у води за пиће; да постоји директан однос између концентрације флуорида у води за пиће и појаве шарених зуба и да је појава шарених млечних зуба везана за велике концентрације флуорида у води за пиће.

У земљама северне Европе откривена су жаришта ендемске флуорозе зуба јер су поједини извори вода за пиће садржали повећане концентрације флуорида (Шведска 10 mg/l; Норвешка 2,7 mg/l; Финска 5 mg/l; Данска 3,4 mg/l; Енглеска 5,8 mg/l и Ирска 10 mg/l)⁽⁷⁾.

Поједини извори централног масива у Француској садрже концентрације флуорида од 18 mg/l, док је у Толеду у Шпанији та концентрација чак 21,65 mg/l. Жаришта ендемске флуорозе откривена су у Немачкој, Аустрији, Италији, Пољској и северо-западним деловима Чешке. Поједини извори питке воде у Румунији садрже и до 12 mg/l, док је у Бугарској у 41 узорку питке воде откривена повећана концентрација флуора (максимална концентрација 20,2 mg/l).

У Грчкој, Турској и на Кипру има ендемске флуорозе, а концентрације флуорида у води за пиће износиле су просечно 3 mg/l.

Бројна су жаришта ендемске флуорозе и у северној Африци (воде за пиће Марока и Алжира садрже флуора и до 12 mg/l). Египат има два жаришта ендемске флуорозе, док су она бројна у Кувајту (8 mg/l), Нигерији (3 mg/l), Уганди (3 mg/l) и Танзанији (46 mg/l). Највећа природна концентрација флуорида

у води у свету откривена је у језеру Накуру у Кенији (2800 mg/l). Јужна Африка, где су концентрације флуорида у води за пиће од 2,6 до 13 mg/l има бројна жаришта ендемске флуорозе.

Бројна су подручја ендемске флуорозе и у Индији, а у Пенџабу откривене су концентрације флуорида и од 16,2 mg/l. Максималне концентрације флуорида у води за пиће Шри Ланке износе 9,0 mg/l.

Бројни извори воде у Кини садрже повећане концентрације флуорида (од 1,48 до 13,1 mg/l), тако да су откривена бројна подручја ендемске флуорозе. Концентрације флуорида до 10 mg/l у водама за пиће Кореје, односно 15 mg/l у Јапану, јасно указују о појави ендемске флуорозе и у тим земљама.

Само у јужним деловима Аустралије, где се концентрације флуорида у води за пиће крећу од 0,7 до 20 mg/l, постоје ендемска жаришта флуорозе⁽⁷⁾.

Преваленција ендемске флуорозе је најдетаљније испитана у САД. Откривена су 335 жаришта у 25 држава. Више од 4 милиона људи употребљава воду за пиће са повећаним концентрацијама флуорида. Поједини извори садрже и до 30 mg/l.

Поједини делови Еквадора, као и северни делови Венецуеле имају жаришта ендемске флуорозе, док је у Мексику откривено 13 извора са повећаним концентрацијама флуорида. У Аргентини је откривено 175 жаришта ендемске флуорозе, док у осталим деловима Јужне Америке нису откривена места са ендемском флуорозом.

Скупљајући податке из литературе током последњих 15 година, Авцин (1981) сматра да на земаљској кугли ендемском флуорозом је обухваћено више од 20 милиона људи⁽⁷⁾.

Испитивања концентрација флуорида у водама за пиће у бившој Југославији, упоредо са испитивањем распрострањености зубног квара у Србији, први је започео З. Граовац 1953. године. Касније је испитивања наставио П. Стошић са сарадницима, тако да је у преко 100 места у Србији испитано више

од 500 узорак пијаћих вода, а у многим местима испитивања су извршена и по неколико пута. Највећи број испитиваних вода имао је 0,1 mg/l, нешто мањи број од 0,1 до 0,4 mg/l, а незнатан број око 1 mg/l. Највеће вредности флуорида у пијаћим водама су нађене у Чучалама (4,7 mg/l), Лисицама (6,1 mg/l), Партизанима (7,5 mg/l) и Врањској Бањи (7,2 mg/l)⁽⁵⁾.

На основу десетогодишњег прегледа 4.222 узорак вода различитог порекла на садржај флуора у Србији, извршеног од Завода за здравствену заштиту СР Србије, установљено је да су воде у Србији веома сиромашне у погледу садржаја флуора, са изузетком појединих мањих подручја ендемске флуорозе.

Садржај флуора у водама различитог порекла у Србији

Јавни водоводи	0,098	0,613 mg/l
Плитки бунари	0,079	0,877 mg/l
Извори	0,046	0,295 mg/l
Артешки и субартешки бунари	0,076	1,423 mg/l
Реке и језера	0,090	0,500 mg/l
Минералне и терминалне воде	0,17	6,450 mg/l
Подручја ендемске флуорозе	2,580	7,520 mg/l
(Шибалић, 1964)		

Дугогодишња испитивања Ж. Граовца и П. Стошића и сарадника показала су да се, упоређујући утврђене вредности флуора у пијаћим водама Србије и распрострањености зубног квара, јасно може уочити да у свим испитаним местима постоји очигледна подударност: мало флуора—много каријеса; оптималне количине флуора—мало каријеса; прекомерне количине флуора—мало каријеса, честа појава флуорозе зуба⁽⁸⁾.

Поред нежељеног дејства прекомерних количина флуорида (флуороза зуба) из вода за пиће у појединим местима у Србији, П. Стошић (1971) је јасно уочио и њихово позитивно дејство на преваленцију каријеса код деце.

4. ФЛУОРИСАЊЕ ВОДЕ ЗА ПИЋЕ

Флуорисање воде за пиће је превентивна мера, чијом је применом широм света постигнута значајна редукција каријеса бројних популација. Према резултатима добијеним применом ове методе, слободно се може тврдити да је то једна од најбољих метода у превенцији каријеса. Са становишта превентивне стоматологије и социјалне медицине, од историјске важности је 25. јануар 1945. године, када је започело флуорисање воде за пиће у Гранд Рапидсу (Мичиген, САД).

Историјат флуорисања воде за пиће је *Easley* (1995) поделио у 4 временска периода.

Период клиничких откривања који се одвијао од 1901. до 1933. године, а који је резултирао открићем да су флуориди, који се природно налазе у води за пиће, одговорни за значајну редукцију каријеса. Период епидемиолошких истраживања (1933–1945) карактерише откриће *Dean-a* са сарадницима да постоји обрнут однос између количине флуорида у води за пиће и учесталости каријеса. Након евалуације података епидемиолошких испитивања, закључено је да се најбоља заштита зуба од каријеса постиже када су флуориди присутни у води у концентрацији од 1 до 1,2 ppm F (mg F/l).

Из овог периода треба издвојити и истраживања *Galagan-a* и *Knutson-a*, који су установили да оптимална количина флуорида у води за пиће умногоме зависи од климатских фактора подручја. У односу на средње вредности годишње температуре одређеног подручја, оптималне дозе флуорида могу бити између 0,6 и 1,2 ppm F. Овај период се завршава почетком флуорисања воде за пиће у Гранд Рапидсу.

Период демонстрације (1945–1954) карактеришу бројна лонгитудинална истраживања која су се бавила поређењем оралног здравља људи из градова са флуорисаном водом и оних са ниским концентрацијама флуорида у води за пиће: *Grand Rapids* (Мичиген); *Muskegon* (Мичиген);

Newburg (Њујорк); *Kingston* (Њујорк); *Brantford* (Онтарио); *Sarnia* (Онтарио). Рани резултати поређења били су тако импресивни да су многи градови започели са флуорисањем воде пре него што су ова испитивања у потпуности завршена. *Sheboygon* (Висконсин) и *Midland* (Мичиген) започели су флуорисање 1946, а *Evanston* (Илиноис) 1947. године. Период трансфера технологије започео је средином педесетих година, и још увек траје. Овај период карактерише покушај друштвених заједница да се флуорисање воде уведе у све градове који имају јавни водовод⁽³⁾.

4.1. Превенција каријеса флуорисањем воде

Ефикасност свакодневног уношења оптималних количина флуорида путем воде за пиће по здравље зуба је добро документована. Хиљаде студија је објављено за последњих 60 година. Више од 3.700 студија је урађено само до 1970. године, а стотине других чланака бавило се ефикасношћу флуорисане воде у очувању здравља зуба. Све ове студије недвосмислено указују да флуорисана вода значајно утиче на очување здравља зуба, како деце, тако и одраслих, без обзира на то да ли се ради о млечној или сталној дентицији.

Септембра 1944. године, *Dean* са сарадницима је прегледом близу 20.000 деце из Гранд Рапидса, и нешто више од 4.000 деце из суседног Мускегона установио сличну распрострањеност каријеса. У оба ова града концентрација флуорида у води за пиће је била ниска. Прегледом преко 5.000 деце из Аурора (Илиноис), где је концентрација флуорида у води за пиће износила 1,4 ppm F, установио је значајно боље стање оралног здравља него код деце из Гранд Рапидса и Мускегона.

У Великој Британији истраживања *Weaver-a* (1944) су показала да је распрострањеност каријеса код становника Саут Шилда, где је концентрација флуорида у води износила 1,4 ppm F, била за око 50%

мања од оне у становника Норт Шилда, где је природна концентрација флуорида у води износила 0,25 ppm F.

Од 1945. до 1947. године четири обимна епидемиолошка истраживања су спроведена у Гранд Рапидсу, Њубургу, Еванстону и Брантфорду, како би се установио ефекат флуорисања воде за пиће на здравље зуба. У свим испитиваним градовима води за пиће је додаван 1 mg F на литар. Суседни градови са сличним популационим саставом, али са ниским (< 0,3 ppm F) вредностима флуорида у води за пиће, послужили су као контролни.

Ефекте флуорисања воде на здравље млечних зуба у деце, након шест и по година од флуорисања воде у Гранд Рапидсу, објавио је Амолд са сарадницима 1953. године.

Резултати су били јасни: распрострањеност каријеса у шестогодишње деце из Гранд Рапидса била је готово упола мања од оне у деце из контролног града Мускегона. Власти званичне здравствене службе из Мускегона одлучиле су да се јула 1951. године започне са флуорисањем воде, тако да овај град више није могао бити контролни.

Три године након флуорисања воде у Њубургу (држава Њујорк) каријес је смањен за трећину, а десет година касније редукација каријеса у деце узраста 6–9 година износила је 58%. Петнаест година након флуорисања воде за пиће, тринаестогодишњаци и четрнаестогодишњаци из градова са флуорисаном водом за пиће имали су 50–70% мање каријеса на сталним зубима од вршњака из контролних градова (табела 1).

Табела 1. Распрострањеност каријеса на сталним зубима у местима са флуорисаном водом и ниским вредностима флуорида⁽³⁾.

Место	F у води	Година прегледа	Узраст (год.)	KIP	Редукација каријеса
Grand Rapids	Без F	1945	12–14	9,5	55,5%
	Флуорисана	1959		4,3	
Evanston	Без F	1946	12–14	9,0	48,8%
	Флуорисана	1959		4,7	
Sarnia	Без F	1959	12–14	7,5	56,7%
Branford	Флуорисана	1959		3,2	
Kingston	Без F	1960	12–14	12,7	70,1%
Newburgh	Флуорисана	1960		3,7	

У Мидланду (Мичиген) резултати флуорисања били су још очигледнији. Деца узраста 12–14 година просечно су имала само два каријесна зуба, а пре флуорисања чак седам. Четрнаест година након флуорисања воде у Еванстону (Илиноис), четрнаестогодишњаци су имали 57% мање оболелих зуба од вршњака из истог града пре флуорисања воде. У Филаделфији, седам година након флуорисања воде, редукација каријеса код деце узраста 6–12 година износила је 34–75%, а највећа је била код шестогодишњака који су најдуже били изложени дејству флуорида из воде за пиће.

4.2. Учесталост примене флуорисања воде за пиће у свету

Данас преко 50% становништва пије флуорисану воду за пиће у САД, Ирској, Аустралији, Новом Зеланду и Малезији, док је у Хонг Конгу и Сингапуру целокупно становништво обухваћено овом превентивном мером.

Murray 1986. године указује да 313 милиона људи широм света користи флуорисану воду или ону која природно садржи оптималне или повећане количине флуорида, док Ekstrand 1988. извештава о 320 милиона. Према подацима Moller-a из 1987.

године, експерта СЗО из Копенхагена, флуорисање воде за пиће се спроводило у 40 земаља у свету, тако да је преко 250 милиона људи обухваћено овом методом. Крајем 1963. године у САД је природно флуорисану воду користило око 10 милиона, а вештачку око 43 милиона становника. У 1977. години 105,3 милиона (49%) становника је пило флуорисану воду, да би 1995. године готово 145 милиона Американаца (око 56% свих или 62,2% оних од 232,5 милиона који су прикључени на јавни водовод) уживало благодети флуорисане воде за пиће. Четири од пет највећих градова, односно 43 од 50 већих, флуорише воду за пиће у САД (Easky, 1995). Влада САД је средином деведесетих година зацртала план по коме ће у САД до 2000. године 75% становника бити обухваћено флуорисаном водом за пиће. Ово се пре свега односило на градове у Калифорнији (Лос Анђелес, Сан Диего, Сан Антонио и Сан Хосе).

Канада такође има дугу историју флуорисања воде, јер је то започето још 1945. године у Брандфорду. У Канади је 1970. године флуорисану воду за пиће користило само 6,6 милиона људи, да би 1980. године она била доступна 37% целокупне популације. Флуорисање воде је распрострањено и у Јужној Америци. Флуорисану воду је 1978. године користило 35 милиона људи. У Парагвају су сви водоводи флуорисани, међутим само десети део популације је прикључен на јавни водовод. У Чилеу 1978. године флуорисану воду је пило око 4 милиона људи, у Панами око један милион. Вода се флуорише и у Никарагви. У Бразилу је са флуорисањем воде започето 1962. године (*Campinos City*), а 1978. године флуорисањем је обухваћено 10,5 милиона људи. У Колумбији око 10 милиона људи такође пије флуорисану воду. У Централној Америци, у Порторику је 1961. године 93% становника, повезаних на јавни водовод, пило флуорисану воду. Флуорисање воде је 1972. године започело на Тајвану.

Вода се не флуорише ни у једном граду у Јапану, а једини град који је започео са

флуорисањем воде, а потом прекинуо, био је Јамашина.

Од 1963. године у граду Темворту у Аустралији је започето са флуорисањем воде за пиће. У Сиднеју се вода флуорише од 1988. године, а према извештају Аустралијског завода за здравствену заштиту из 1982. године, 66% Аустралијанаца пије флуорисану воду за пиће. На Новом Зеланду је 1980. године, 54% укупне популације пило флуорисану воду (84% популације повезане на јавни водовод).

Moller 1987. године наводи да је у Европи флуорисање воде спроведено у око 10 земаља, тј. да око 60 милиона Европљана ужива благодети ове превентивне мере. Флуорисање воде је спроведено у Чехословачкој (3.450.000), Финској (74.000), Савезној Републици Немачкој (3.400.000), Ирској (2.275.000), Израелу (902.000), Пољској (1.312.500), Швајцарској (260.000), Великој Британији (5.527.200) и Совјетском Савезу (41.340.000).

У Великој Британији са припремама за почетак флуорисања започело се 1952. године, када је Влада послала специјалну делегацију у САД и Канаду, да се детаљније упозна са овом методом. Са флуорисањем воде за пиће у Великој Британији је започето 1955. године, и то у три подручја: *Watford*, *Kilmarnock* и *Anglesey*. Са флуорисањем воде су нешто касније започели и у Бирмингему, Камбрији, Њукаслу, Нортумберленду и Лидсу. Интересантно је поменути да је у Килмарноку, након престанка флуорисања (1962), само након неколико година установљен евидентан пораст каријеса. У Ирској је од 1964. године започето са флуорисањем воде за пиће, а 1995. године је обухваћено око 67% целокупне популације.

Године 1952. је започето са флуорисањем воде у Немачкој (*Kassel-Wahlershausen*). *Kincel* 1986. године извештава да је 1/3 популације обухваћена флуорисањем, и да се овај метод користи у 40 градова Источне Немачке. Водовод у Тиелу (Холандија) је 1953. године започео са флуорисањем, а

Конинг (1986) наводи да од 1973. године 18 водовода обезбеђује флуорисану воду за око 13 милиона Холанђана. У Белгији је у граду Асесу 1954. године започето са флуорисањем воде. У Шведској, Норкопинг је започео са флуорисањем воде за пиће 1952. године, али је оно престало 1962. иако је након седмогодишњег функционисања редукција каријеса у деце од 7 година износила 52%.

У Финској се у Куопију (77.000 становника), од 1959. године, вода за пиће флуорисала, али је 1992. године престало. Према Хефтију (1977) у Аиглу у Швајцарској је 1960. године започето са флуорисањем воде за пиће, али је из техничких разлога 1965. године прекинуто. Од 1962. године у Базелу (250.000 становника) се флуорише вода.

У Мађарској покушај да се уведе флуорисање воде за пиће није био успешан. Флуорисање је започето у Сзолноку 1962. године, али је прекинуто годину дана касније.

У једном извештају из 1974. године, стоји да је у Бугарској 63% становништва обухваћено флуорисаном водом за пиће.

4.3. Флуорисање воде за пиће у Србији

На основу десетогодишњих прегледа 4.222 узорак вода различитог порекла у Србији, извршених од стране Завода за здравствену заштиту СР Србије, установљено је да су воде у Србији веома сиромашне флуоридима, изузимајући оне са појединих мањих подручја ендемске флуорозе зуба.

Испитивање концентрације флуорида у водама за пиће, упоредо са преваленцијом каријеса зуба у деце из различитих места широм Србије, започео је још 1953. године Граовац са сарадницима. Касније је испитивања наставио Стошић са сарадницима, тако да је у преко 100 места у Србији испитано више од 1000 узорак пијаћих вода. Највећи број испитиваних вода садржао је око 0,1 ppm F, нешто мањи број од 0,1 до 0,4 ppm F, а само незнатан

око 1 ppm F. Прегледом преко 50.000 школске деце широм Србије, установљена је корелација између распрострањености каријеса и концентрације флуорида у води за пиће. Јасно је уочено да у местима где вода за пиће садржи ниске вредности флуорида деца имају много каријеса. У местима где вода садржи оптималне количине флуорида деца имају мало каријеса, а код прекомерних количина флуорида у води за пиће деца имају мало каријеса, али и флуорозу зуба.

Познајући све аспекте примене флуорида у превенцији каријеса, Граовац је крајем педесетих година двадесетог века био иницијатор да се у закон Србије унесе обавеза о флуорисању воде за пиће. У Београду 17.10.1963. године, Градски завод за здравствену заштиту је образовао Републичку комисију за флуорисање водоводске воде у Београду.

Након огромног труда чланова Комисије, као и поднесених бројних извештаја и елабората, посланици Скупштине Србије су 1971. године изгласали Закон о флуорисању воде за пиће (Службени гласник СР Србије, бр.л, од 9.1.1971. год.). У члану 1 овог закона се каже: „Према овом Закону вода за пиће у водоводима... чији природни садржај флуора није довољан, обавезно се флуорише...“ У члану 2 стоји: „Вода за пиће у водоводима који снабдевају више од 20.000 становника, а који садрже мање од 0,8 mg/l F, мора се стално флуорисати до одређене концентрације флуора.“ У члану 3 пише: „Садржај флуора у води за пиће мора се кретати у распону од 0,9 до 1,1 mg/l.“ Члан 4 гласи: „За флуорисање воде могу се користити следећи флуориди: калцијум флуорид, натријум флуорид, силикофлуороводонична киселина и магнезијум-силикофлуорид.“ Законом је такође прописано да су радне организације које снабдевају водом за пиће више од 20.000 становника, а у чијим водама је концентрација флуорида мања од 0,8 mg/l, дужне да приступе флуорисању воде за пиће најкасније у року од 5 година, а изузетно се рок може продужити још годину дана. У датом року од 6 година (до 1977) ни у

једном граду у Србији није започето са флуорисањем воде за пиће.

Нажалост, у Србији је до сада флуорисање воде за пиће уведено само у Ужицу (1981), Крушевцу (1985) и Панчеву (1988) и 1996. године у систему Рзав (Ариље, Чачак, Пожега, Горњи Милановац и Лучани).

5. ЗАКЉУЧАК

Флуорисање воде за пиће је најмасовнија превентивна мера којом се додавањем оптималних количина флуорида води за пиће постигла широм света значајна редукација каријеса. Према резултатима добијеним применом ове методе, слободно се може тврдити да је она једна од најбољих превентивних метода примене флуорида у превенцији каријеса. Флуорисање воде за пиће је најједноставнија и најефикаснија превентивна мера којом се може обухватити целокупна популација урбаних средина са централним водоводима. Технички, додавање флуорида води за пиће је успешно

решено и не разликује се од додавања многих хемијских супстанци које се рутински додају води како би се поправио њен квалитет (нпр. хлор). Флуориди се аутоматски додају води помоћу сувих или течних флуоринатора а њихова концентрација у води се непрекидно читава и прати. Цена хемикалија је изузетно мала, а за флуорисање воде за пиће најчешће се користи натријум-флуорид, натријум-силикофлуорид и силикофлуороводонична киселина.

У САД је широко прихваћено мишљење да нема одговарајуће алтернативне мере за флуорисање воде у превенцији каријеса, тако да данас преко 75% Американаца пије флуорисану воду за пиће. У превенцији каријеса употребљене су и друге мере примене флуорида за протеклих педесет година, али ниједна није тако ефикасна и једноставна. Алтернативу флуорисању воде за пиће треба користити само тамо где не постоји јавни водовод.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Вуловић М. Д, Белоица Д, Гајић М, Стевановић Р, Ивановић М. Д, Царевић М. Р, Вулићевић З. Р, Марковић Д. Љ, *Превентивна стоматологија*, Elit Medika – Драслар, Београд, 2002.
2. Frachella J. *Fluoride and Bone mineralization: An important issue in dentistry*, J. Dent – Child, 1984.
3. Гајић М, *Флуориди у превентивној стоматологији*, Наука, Београд, 2002.
4. WHO, *Appropriate use of fluorides for human health*, Kellogg foundations joint conference on fluorides, Vienna, 1982.

5. Белоица Д, *Флуориди и тврда зубна ткива*, Докторска дисертација, Београд, 1978.
6. Churchill HV. *The Occurrence of fluorides in some waters of the United States*, J. Induct Engin. Chem, 1931.
7. Авцин А. П, Жаворонков А. А, *Патологија флуорозе*, Наука сибирског одељења, Новосибирск, 1981.
8. Стошић П, Поповић В, Белоица Д, Вуловић М, *Флуор и каријес у деце у СР Србији*, СГС, 1977.

Контакт: Наташа Стојковић, Висока медицинска школа струковних студија „Милутин Миланковић“, Београд.