

614.777:614.48

INDIVIDUÁLNÍ DEZINFEKCE PITNÉ VODY

MUDr. Jarmila HANOUSKOVÁ, mjr. MUDr. Miroslav ŠPLÍŇO
Vojenský lékařský výzkumný a doškolovací ústav JEP v Hradci Králové

Věnováno k 50. narozeninám plk. doc. MUDr. F. Kynterovi, CSc.

K přípravě nezávadné pitné vody v polních podmínkách je nezbytná její dezinfekce. Nejrozšířenějšími přípravky k tomuto účelu jsou chlórové preparáty, které jsou od 2. světové války v některých západních armádách nahrazovány preparáty jódu (9). Problematika dezinfekce pitné vody je stále aktuální. V armádních podmínkách se u nás podrobně zabýval touto problematikou Skalický (10, 11, 12), který prověřoval dezinfekční účinek peroxidu sodíku. Na dezinfekční prostředky jsou kladeny určité požadavky, kterým používané látky vyhovují v různé míře (11, 12). Jedním z nejdůležitějších kritérií je, aby prostředek byl vysoce účinný na co nejširší spektrum mikroorganismů, aby působil rychle a hlavně aby neovlivňoval nepříznivě vzhled, chuť a pach pitné vody (3, 4, 7, 8, 11).

Volba a použití vhodného dezinfekčního prostředku k individuální dezinfekci pitné vody není dosud definitivně vyřešena. Chlorové preparáty jsou vesměs dobře účinné, i když účinnost aktivního chloru ve vodním roztoku je značně závislá na pH vody a na příměsi organických látek. Během 2. světové války byla v USA věnována velká pozornost jódovým preparátům. Byl vyvinut a vyzkoušen jódový preparát Globalin, který postupně vytlačoval dosud užívaný chlorový preparát Halazon (6) a později byl zaváděn i do civilního sektoru k dezinfekci plovárenských vod a bazénů (1, 2, 6).

V článku uvádíme srovnání baktericidního účinku Pantocidu s jódovým přípravkem USA — Globalinem a s nově vyvíjenými dezinfekčními tabletami n. p. Lachema na vegetativní

formy střevních mikrobů a na spory *B. mesentericus*.

Materiál, metody

1. Preparáty použité k dezinfekci vody
 - a) Pantocid — šarže 111167, s obsahem 4 mg aktivního chloru (dále jen P),
 - b) Globalin USA (Water puriff. tablets) — účinná složka tetraglycinhydroperjodid. Tableta obsahuje 8 mg aktivního jódu. Bylo použito šarže FSN 6850-985-7166 (dále jen G).
 - c) Dezinfekční tablety Lachema (výrobce Nový Bohumín). Přípravek založený na perjodidové bázi, bližší složení nám není známo, protože prozatím jde o vývojový preparát. Tableta obsahuje 8 mg — 8,5 mg aktivního jódu (dále jen L).
2. Stanovení aktivního chloru a jódu:
Byl stanovován titračně sirnatanem sodným podle Jílka (učební texty, 1961).
3. Vyšetřované vzorky vody
Používali jsme vodovodní vodu, odebíranou za 5 min. po odtočení. Vzorky byly před vlastním pokusem převářeny po dobu 20 minut k vyloučení účinku zbytkového chloru.
4. Testovací kmeny mikrobů a způsob kultivace:
E. coli 5/49
Salmonella typhi murium Ta 18/45
Vibrio cholerae NAG 16/64
B. mesentericus
Kmeny pocházejí z referenční laboratoře IHE Praha, pouze *B. mesentericus* jsme získali

z dezinfekčního oddělení KHS v Hradci Králové (dr. Kobík). Je to kmen celostátně používaný pro kontrolu účinnosti dezinfekčního procesu.

E. coli a *S. typhi* murium byly kultivovány na MPA agaru po dobu 24 hodin při 37 °C, kultury smyty fyziologickým roztokem. Denzita bakteriálních suspenzí byla stanovována diluční titrační metodou. *Vibrio cholerae* NAG bylo kultivováno na MPA o pH 8,3 — 8,4 a *B. mesentericus* na MPA s přidáním síranu mangnatého (v koncentraci 1 mg/1 liter půdy) po dobu 48 hodin při 37 °C a další 3 dny při pokojové teplotě. Vysporulovanost kultury byla kontrolována tinkčně podle Wirtze-Conclina.

5. Uspořádání pokusů:

a) Všechny pokusy byly prováděny v objemu 1 litru vody, v Erlenmayerových lahvích. U každého vzorku bylo předem změřeno pH a stanovená přírodní kontaminace. V tomto objemu vody se rozpustí vyšetřovaný dezinfekční preparát ve zvolené koncentraci. Během rozpouštění preparátu bylo vzorkem vody mícháno a až po úplném rozpuštění byla přidána bakteriální suspenze testovaného kmene ($7-8 \times 10^7$ zárodků v 1 litru vody). Doba expozice byla počítána ihned od okamžiku přidání testované kultury. V 5minutových intervalech byly odebrány jednotlivé vzorky, a to od 5 do 30 minut a v některých případech (podle výsledků) ještě po 45, 60, 90, 120 a 180 minutách, u sporulujících tyčinek ještě za 6 a 24 hodin.

b) Při každém odběru bylo zpracováno vždy 20 ml vody metodou membránových filtrů a 0,1 ml vyšetřovaného vzorku bylo očkováno do maso-peptonového bujónu. Výsledek kultivace z bujónu byl vyhodnocován za 24—72 hodin.

Používali jsme membránové filtry SYNPOR č. 6 o velikosti pórů 0,40 μ (VCHZ Syntesia, n. p. Uhřetěves), které byly kultivovány na Endově půdě nebo na MPA a po 16—24hodinové inkubaci při 37 °C odečítány.

Výsledky

a) Pokusy s *E. coli*

Baktericidní účinek pantocidu a jódových preparátů na *E. coli* uvádíme v tab. 1. Pantocid o koncentracích 1 a 2 mg/1 liter zárodky *E. coli* neusmrcuje, pouze snižuje jejich počet z 10^7 na 10^{4-5} během 30minutové expozice. Globalin v nejnižších koncentracích (1 a 2 mg/11 litrů) také jen snižuje počet přežívajících zárodků, a to z 10^7 přibližně na 10^{2-3} . Teprve koncentrace 4 mg na 1 liter usmrtí za 30 minut všechny zárodky. Dezinfekční účinek tablet Lachema se v nejnižších koncentracích neliší od Globalinu. Koncentrace 4 mg/1 liter vykazuje výrazný baktericidní účinek již po 5minutové expozici, kdy dochází k usmrcení všech zárodků.

Při koncentraci Pantocidu 4 mg/1 liter dochází k poklesu počtu *E. coli* o 4 řády. Teprve vzorky po 45minutové expozici byly plně sterilizovány. Ke sterilizaci vzorku vody do 30 minut

Tab. 1

Účinek dezinfekčních prostředků na *E. coli* ve vodovodní vodě — 1 liter
Kontaminace 7×10^7 /1 liter

Preparát	Koncentrace v mg/1 l	Expozice v minutách					
		5	10	15	20	25	30
Pantocid	1	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	2	+	+	436	118	78	60
	4	125	90	18	12	8	0
	8	92	8	0	0	0	0
Globalin	1	+++	+++	++	++	++	++
	2	165	60	40	15	40	10
	4	20	10	10	20	5	0
	8	15	0	0	0	0	0
Dez. tbl. Lachema	1	+++	285	180	110	145	105
	2	+++	++	380	190	155	15
	4	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0

+ = 100 — 500 zárodků, ++ = 500 — 1000 zárodků,
+++ = 10^3 — 10^4 , ++++ = 10^5

dochází pouze při použití dvojnásobné dávky Pantocidu, tj. 8 mg chloru na 1 liter.

Globalin a dezinfekční tablety Lachema v koncentraci 8 mg na 1 liter již po 10minutové expozici usmrtí všechny zárodky.

b) Pokusy se *S. typhi* murium

Účinek dezinfekčních prostředků shrnuje tab. 2.

Tab. 2

Účinek dezinfekčních prostředků na *S. typhi* murium ve vodovodní vodě — 1 liter
Kontaminace 8×10^7 /1 liter

Preparát	Koncentrace v mg/1 l	Expozice v minutách					
		5	10	15	20	25	30
Pantocid	1	++++	++++	++++	++++	++++	++++
	2	++++	++++	++++	++++	+++	+++
	4	+++	+++	+++	+++	+	+
	8	40	5	0	0	0	0
Globalin	1	135	15	30	40	40	15
	2	90	65	30	40	10	20
	4	65	15	5	10	0	0
	8	5	0	0	0	0	0
Dez. tbl. Lachema	1	130	25	35	50	20	20
	2	65	50	25	10	10	10
	4	15	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0

Pantocid v koncentraci 1 a 2 mg/1 liter snižuje počet přežívajících zárodků během 30minutové expozice z 10^7 na 10^5 . Globalin a tablety Lachema ve stejné koncentraci rovněž bez-

pečně nesterilizují vzorky vody v požadované době 30 minut. Teprve koncentrace 4 mg/1 litr u obou jódových preparátů je efektivní, tablety L sterilizují vzorky do 10 minut, tablety G do 25 minut. V odpovídající koncentraci je Pantocid podstatně méně účinný, neboť ještě po 30minutové expozici přežívá 10^{2-3} zárodků.

V koncentraci 8 mg/1 litr byl zjištěn nejrychlejší baktericidní účinek na *S. typhi murium* u tablet L, neboť již po 5minutové expozici byly vzorky bezpečně sterilní, stejně jako kultivace z bujónu. U tablet G jsou vzorky sterilní po 10minutové expozici. Pantocid v koncentraci 8 mg/1 litr (2 tablety) vykazuje přibližně stejný dezinfekční účinek jako Globalin.

c) Pokusy s *V. cholerae* NAG

Účinek dezinfekčních preparátů na *V. cholerae* NAG shrnuje tab. 3.

Tab. 3

Účinek dezinfekčních prostředků na *Vibrio cholerae*
NAG ve vodovodní vodě v 1 litru
Kontaminace $8 \times 10^7/1$ litr

Preparát	Koncentrace v mg/1 l	Expozice v minutách					
		5	10	15	20	25	30
Pantocid	1	++++	+++	+++	++	+	25
	2	++	175	0	0	0	0
	4	+	20	10	0	0	0
	8	98	0	0	0	0	0
Globalin	1	++++	++++	+++	+++	+++	+++
	2	140	75	50	70	60	35
	4	30	5	0	0	0	0
	8	48	0	0	0	0	0
Dez. tbl. Lachema	1	+++	580	250	140	240	95
	2	105	15	20	5	0	0
	4	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0

Pantocid i oba jódové preparáty v koncentraci 1 mg/1 litr působí po 30minutové expozici pouze snížení počtu přežívajících zárodků z 10^7 na 10^{1-2} . V koncentraci 2 mg/1 litr působí bezpečně baktericidně v požadované době 30 minut pouze tablety L.

V koncentraci 4 mg/1 litr je dezinfekční účinek P a obou jódových preparátů poměrně rychlý a bezpečný. Pantocid sterilizuje vzorky do 20 minut, G do 15 minut a tablety L do 5 minut. V koncentraci 8 mg/1 litr se rovněž účinek všech tří preparátů neliší, vzorky jsou sterilní po 5minutové expozici.

d) Pokusy s *B. mesentericus*

Sporicidní účinek všech 3 zkoušených preparátů (P, G a L) v koncentraci 1–2 mg/1 litr se projevil jako velmi nízký, v koncentraci 4 a 8 mg/1 litr dochází pouze ke snížení počtu spor během 30minutové expozice přibližně o jeden řád. Po 24hodinové expozici vykazovaly nejlepší sporicidní účinek tablety L, i když i po této době přežívalo 10^{1-2} spor.

Diskuse

Srovnávali jsme baktericidní a sporicidní vlastnosti Pantocidu a dvou jódových preparátů, zahraničního Globalinu a nově vyvíjených čs. dezinfekčních tablet Lachema. Z našich výsledků vyplývá, že nejlepší baktericidní účinek vykazovaly tablety Lachema. O něco nižší účinek byl prokázán u Globalinu. Pantocid v nižších koncentracích (1, 3 a 4 mg/1 litr) měl na všechny testované vegetativní mikroorganismy nejslabší baktericidní účinek. Nutno však podotknout, že umělá kontaminace testovaných vzorků vodovodní vody byla dosti vysoká, řádově $7-8 \times 10^7$ zárodků na 1 litr. Účinek Pantocidu byl však i v koncentraci 8 mg na 1 litr ze všech zkoušených preparátů nejslabší.

Baktericidní účinek Globalinu v koncentraci 0,5–8 mg/1 litr při různém pH studoval Karalekas et al. (6). Jako testovacích mikroorganismů použili *E. coli*, *Aerobacter aerogenes*, *S. senftenberg*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus faecalis* a *Staphylococcus pyog. aureus*. I při nízkých koncentracích dezinfekčního prostředku zaznamenali již po 5minutové expozici výrazný úbytek přežívajících zárodků, a to bez podstatné závislosti na pH. Z testovaných mikrobů byl nejodolnější *Streptococcus faecalis*.

Rovněž Chang et al. (3, 4) zjistili dobré baktericidní vlastnosti jódových preparátů a doporučili je pro praktickou dezinfekci vody.

Fyzikální a chemické vlastnosti jódu jsou vhodné pro jeho využití k dezinfekci vody. Stabilita pevných polyjodidů stoupá s velikostí kationtů. Výhodou jódových preparátů je, že mají ze všech halogenů nejnižší chemickou aktivitu, takže jejich rezidua jsou stálejší a perzistují ve vodném prostředí i za přítomnosti organických látek či jiných oxidačních činidel (1, 3, 4, 6, 8).

Perjodidové preparáty ve srovnání s chlorovými preparáty mají při stejné koncentraci účinné látky cca 10krát větší baktericidní účinek (2, 3, 4, 8).

Marshall et al. (1960) uvádí, že jódové dezinfekční preparáty nevytvářejí žádné komplexy s dusíkatými sloučeninami. To má obzvláštní význam pro dezinfekci plovárenských vod v 1% koncentraci, protože nedochází ke dráždění očí a nosní sliznice a ke vzniku plovárenských konjunktivitid, běžně se vyskytujících při dezinfekci chlorem (6).

V literatuře jsou uváděna četná srovnání jódových preparátů (zejména Globalinu USA) s chlorovými dezinfekčními prostředky typu Halazonu (1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 13). Výsledky těchto srovnání vyznívají převážně ve prospěch Globalinu. Výsledky našich pokusů se s tímto pozorováním shodují. Nejlepší baktericidní účinek ze srovnávaných koncentrací (i v koncentracích doporučených výrobcem k použití) vykazovaly naše nově vyvíjené dezinfekční tablety Lachema.

Z hlediska praktické použitelnosti, tj. bezpečné dezinfekce pitné vody do 30 minut, je sporicidní efekt všech 3 zkoušených preparátů na spory *B. mesentericus* velmi slabý a navzájem se jejich účinek podstatně neliší.

Podle našich zkušeností mají oba jódové preparáty lepší baktericidní účinek na vegetativní zárodky než Pantocid. Účinek na spory je u P, G a L během 30 minut až 6 hodin slabý a přibližně stejný. Z literárních údajů vyplývá, že jódové preparáty mají 100krát větší cysticidní účinek než preparáty chlorové (2). O viricidním účinku těchto dezinfekčních prostředků je v literatuře poměrně málo údajů. Výsledky některých našich autorů (Skalický — osobní sdělení) svědčí pro to, že chlorové preparáty jsou na enteroviry několikrát účinnější než preparáty jódové.

Souhrn

Článek pojednává o studiu dezinfekčních vlastností Pantocidu a jódových preparátů (G a L) na testovací vegetativní zárodky *E. coli*, *S. typhi murium*, *V. cholerae* NAG a na spory *B. mesentericus* ve vodovodní vodě. Z výsledků vyplývá, že v koncentraci 1, 2, 4 mg aktivní složky/1 litr má chlorový preparát nižší baktericidní účinnost než oba jódové preparáty. V koncentraci 8 mg/1 litr je baktericidní účinek na vegetativní formy testovaných mikrobu v požadované době 30minutové expozice přibližně stejný. Sporicidní účinek jak chlorového, tak i obou jódových preparátů se do 30 minut pod-

statně neliší, po 24hodinové expozici vykazují poněkud lepší sporicidní účinek jódové preparáty, především dezinfekční tablety Lachema.

Literatura

1. Black, A. et al.: Use of iodine for disinfection. JAWWA, 57, 1965, s. 1401—1421.
2. Black, A. et al.: Iodine for the disinfection of water. JAWWA, 60, 1968, s. 69—83.
3. Chang, S. L.: The use of active iodine as a water disinfectant. J. Am. Pharm. Ass., 47, 1958, č. 6, s. 417—423.
4. Chang, S. L. et al.: Elemental iodine as a disinfectant for drinking water. Ind. Eng. Chem., 45, 1953, č. 5, s. 1009—1012.
5. Ingels, R. S. et al.: Bactericidal studies of chlorine. Ind. Eng. Chem., 45, 1953, č. 5 s. 996—1000.
6. Karalekas, P. C. et al.: Recent developments in the use of iodine for water disinfection. J. New Engl. Wal. Wks Ass., 84, 1970, s. 152—188.
7. Maximenko, S. S., Gubar, M. A.: Izyskanije sredstv obezbaraživanja individualnych zapasov pitěvoj vody. Vojennomed. Ž., 4, 1955, s. 51—56.
8. Morris, J. C. et al.: Disinfection of drinking water under field conditions. Ind. Eng. Chem., 45, 1953, č. 5, s. 1013—1015.
9. Ó'Connor, J. T., Kapoor, S. K.: Small quantity field disinfection JAWWA, 62, 1970, s. 80—84.
10. Skalický, J.: Dezinfekce pitné vody v polních lahvích. Voj. zdrav. Listy, 33, 1964, č. 5, s. 227—230.
11. Skalický, J.: Změny chuti dezinfikované pitné vody. Voj. zdrav. Listy, 33, 1964, č. 6, s. 269—271.
12. Skalický, J., Novotná, H.: Dezinfekce vody peroxidy. Čs. Hyg., X, 1965, č. 2, s. 100—106.
13. Taylor, S. L. et al.: New water disinfectant: an insoluble quaternary ammonium resin-triiodide combination that releases bactericide on demand. Appl. Microbiol. 20, 1970, 5: 720—722.