

JOD A JEHO SLOUČENINY V MAGISTRALITER PŘÍPRAVĚ

MGR. PETR MLYNÁŘ, PHARM.DR. DOBROSLAV ŠRÁMEK
ÚSTAVNÍ LÉKÁRNA FNKV, PRAHA

Jod patří do skupiny halogenů a v přírodě se vyskytuje pouze ve formě sloučenin. Většina světových zásob jodu je rozpuštěna v mořské vodě, převážně ve formě jodidu a jodičnanu. Jod jsou schopny vyčítávat některé mořské rostliny (jedná se hlavně o různé druhy řas), z jejichž popela lze elementární jod izolovat. Dalším zdrojem jodu jsou matečné louhy po krystalizaci dusičnanu sodného z čilského ledku.

VÝROBA JODU A JEHO SOLÍ

Z možných způsobů výroby jodu, které jsou závislé na složení výchozí suroviny, uvádíme několik příkladů:

- a) Z výluhu popela mořských chaluh obsahujícího jodidy je jod vytěsněn působením chloru: $2 \text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{KCl}$
- b) Dále je možné jod izolovat působením směsi kyseliny sírové a oxidu manganičitého, neboli burelu:
 $2 \text{KI} + \text{MnO}_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$
 Jod se poté zbavuje stop chloru a bromu (rovněž přítomného v mořské vodě) přidáním malého množství jodidu draselného ($\text{Cl}_2 + 2 \text{KI} = \text{I}_2 + 2 \text{KCl}$). Při spalování mořských chaluh mohou vzniknout též stopy jodkyanu – ICN.
- c) Z matečných louhů, zbylých po výrobě chilského ledku, které obsahují jodidy a jodičnany se po okyselení vylučuje jod podle rovnice
 $\text{IO}_3^- + 5 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

Existují i další možnosti přípravy jodu (pomocí peroxidu vodíku, elektroliticky, apod.), nejsou však hlavním tématem tohoto příspěvku. Konečné čišťené suroviny je pak prováděno sublimací.

Sloučeniny jodu lze připravit v mocnostvích I^- , I^+ , I^{3+} , I^{5+} a I^{7+} . Z toho vyplývá, že jod má jak oxidační, tak redukční vlastnosti a při práci s ním je na to třeba pamatovat.

V praxi se s jodem setkáváme například v analytické chemii, a to v jodometrii, kde je přítomnost elementárního jodu indikována modrým zabarvením škrobového roztoku, a v tenkovrstvé chromatografii, kde jsou jodové páry používány k vyvolávání chromatogramů. Uplatnění nachází i v organické chemii, kde je asi nejnámější jako jedna z látek potřebných pro přípravu Pervitinu.

Jodid stříbrný – AgI – byl používán v počátcích fotografie jako jeden z fotosenzibilních halogenidů stříbra. Poměrně známé je využití jodidu draselného v prevenci vstřebávání radioaktivního jodu při nehodách s emisí radionuklidů. Méně jsou známé dráždivé a slizotvorné organické sloučeniny jodu navrhované kdysi jako bojové látky. Roztok jodu lze také využít k popisování ploch z nerezové oceli.

Zajímavé a praktické je rovněž využití jodu k dezinfekci vody pro pití a vaření. Jedná se hlavně o případ expedic do míst bez zdrojů pitné vody.

Pro zajímavost uvádíme, že s amoniakem tvoří jod trřaskavý jododusík ($\text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3$), který je po vysušení vysoce citlivý na sebemenší podnět a okamžitě exploduje. Někdy i bez podnětu.

VYUŽITÍ JODU V MEDICÍNĚ A FARMACII

Využití jodu a jeho sloučenin v medicíně je poměrně významné. Využívá se např. k dezinfekci, sloučeniny potom v terapii (v radiodiagnostice jako rentgenkontrastní látky, radioaktivní izotopy jodu v radiodiagnostice a radioterapii). Dále je používán pro přípravu očních kapek a tablet.

Jod je obsažen v molekulách hormonů štítné žlázy (trijodthyronin, thyroxin), stimulujících metabolismus ve většině tkání s výjimkou mozku dospělých osob. Hypothyreoidismus se manifestuje letargií, obezitou a chladnou a suchou pokožkou. U chronického nedostatku jodu dochází často ke zvětšení štítné žlázy a tvorbě tzv. strumy. V zárodečném období a těsně po porodu má hypothyreoidismus za následek ireverzibilní poškození jedince s následným opožděním tělesného a duševního vývoje, neboli syndrom označovaný jako kretenismus. Proto lze jodidování jedlé soli v podstatě považovat za medicínské využití NaI.

HALOGENOVÁ DESINFICIENCIA A ANTISEPTIKA

Elementární halogeny jsou z chemického hlediska silné oxidanty. K dezinfekci se z halogenů prakticky používá jod a chlor. Chlor a jeho sloučeniny (například sodná sůl tosylchloramidu, chlornan sodný a další) jsou vhodné spíše k technické dezinfekci, například povrchů nebo předmětů nejen ve zdravotnictví, k dezinfekci vody a podobně.

K dezinfekci například operačního pole nebo ran se podstatně lépe hodí jod a jodofory. Zavedení jodu do praxe ve formě alkoholického roztoku jako antiseptika je zmiňováno již v roce 1839 a úspěšně se používá doposud.

FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ VLASTNOSTI JODU

Jod tvoří destičkovité, šedočerné, kovově lesklé krystalky, které jsou dále upraveny pro snadnější rozpustnost do všem dobře známých kuliček. Rozpouští se nepatrně ve vodě, lépe v glycerinu, snadno v ethanolu, etheru a jiných organických rozpouštědlech. Roztoky v polárních rozpouštědlech jsou hnědočervené, roztoky v nepolárních rozpouštědlech jsou fialové. Čím je rozpouštědlo polárnější, tím se rozpustnost jodu v něm snižuje.

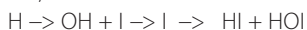
Rozpustnosti jsou ve vybraných rozpouštědlech následující – uvedeno množství rozpouštědla potřebného na rozpuštění 1 gramu jodu:

voda - 3670, líh 95% - 7, ether - 2, pentan - 75, glycerin - 200, sirouhlík - 3, chloroform - 30. Sublimuje již za pokojové teploty.

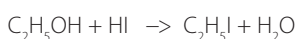
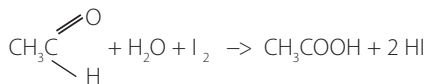
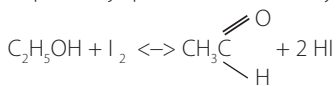
Při přípravě roztoků s jodem je zapotřebí si uvědomit několik základních pravidel.

Jod je inkompatibilní s řadou látek, které podléhají snadno oxidaci a jodaci. Při práci s elementárním jodem je proto nutné používat skleněné nebo porcelánové nádoby, ne kovové či plastové.

U roztoků je dobré si uvědomit možnost změny pH v průběhu času. Ve vodném prostředí dochází totiž k částečnému štěpení jednotlivých molekul, takže vzniká malé množství jodovodíku a kyseliny jodné:



Podobně nabývají po čase kyselé reakce i lihové roztoky jodu, zvláště pokud jsou koncentrovanější. Jodid draselný průběh těchto reakcí značně zpomaluje posunem rovnováhy doleva:



IODI SOLUTIO AQUOSA

Kód pojišťovny	RECEPT		poř. č.
	série UM	0681607	
Příjmení a jméno			
Číslo pojištěnce			f.
Bydliště (adresa)			
I	Rp.	Sk.	Kód
C			
P	Rp.		
	Iodi	10,0	
	Kálii jodidi	25,0	
	Aquae purificatae	ad 1000,0	
	M. f. solutio		
	D. S. Lékaři		
I	Rp.	Sk.	Kód
C			
P			
razítko zdrav. zařízení, jmenovka a podpis lékaře		Připravil:	Vydal:

Dle množství se jodid draselný rozpustí v čišťené vodě a přidá se jod. Po jeho rozpuštění se roztok doplní čišťenou vodou a zfiltruje se. V roztocích jodidů tvoří jod polyjodidy, které se snadno rozpouštějí ve vodě; v roztoku převažuje např. trijodid KI_3 .

IODI SOLUTIO GLYCEROLICA

Kód pojišťovny	RECEPT		poř. č.
	série UM	0681607	
Příjmení a jméno			
Číslo pojištěnce			f.
Bydliště (adresa)			
I	Rp.	Sk.	Kód
C	Iodi	10,0	
P	Kálii jodidi	100,0	
	Aquae purificatae	100,0	
	Glyceroli 85%	790,0	
	M. f. solutio		
	D. S. K vytírání krku		
I	Rp.	Sk.	Kód
C			
P			
razítko zdrav. zařízení, jmenovka a podpis lékaře		Připravil:	Vydal:

Jodid draselný se rozpustí v čišťené vodě a přidá se jod. Po jeho rozpuštění se přimíchá glycerol 85% a tekutina se zfiltruje.

Obecné předpisy na přípravu roztoků jodu s obsahem vody lze na základě našich osobních zkušeností upřesnit a korigovat asi takto: Do kádinky navážeme jod a přidáme přibližně stejné množství jodidu draselného. Přidáváme velmi zvolna vodu, a to tak, aby se suroviny spíše jen provlhčily a začaly „vzájemně“ rozpouštět. Olejovitou kapalinu mícháme až do rozpuštění částic jodu. Pak přidáme zbývající vodu a další suroviny. U iodi solutio ethanolica nebyl tento postup vyzkoušen.

JODOFORY

V přípravcích hromadně vyráběných jsou častěji než volný jod používány jodofory, například jodovaný polyvinylpyrrolidon. Připravují se smísením stabilizovaného roztoku jodu s kationaktivními, anionaktivními nebo neionogenními nosiči v prostředí různých rozpouštědel. Jodofory v práškovitém stavu se získají buď oddestilováním nízkovroucích rozpouštědel, nebo další možností je smísení pevného nosiče s jodem.

Dodávané roztoky jodoforů jsou červenohnědé barvy, bez charakteristického pachu po jodu, obsahující asi 1,8% aktivního jodu. Jsou většinou stabilizovány kyselinou fosforečnou. Rozpouštějí se ve vodě. U nás nejčastěji používaný komplex jodu s poly-N-vinylpyrrolidonem je červenohnědá krystalická látka obsahující 11–15% jodu. Je rozpustný ve vodě a ethanolu, prakticky nerozpustný v acetonu, etheru a chloroformu.

Jodofory mají neselektivní germicidní účinek, působí proti bakteriím, plísním, spórám, virům i protozům. Ve směsi s peroxokyselinami nebo peroxidem vodíku jsou jedny z neúčinnějších dezinfekčních prostředků. Jodofory méně dráždí a méně senzibilizují pokožku než volný jod.

JOD V ČESKÉM LÉKOPISE

Český lékopis také obsahuje články týkající se radiojodu, a to jak k diagnostickým, tak i k terapeutickým účelům.

Radioaktivní jod má celou řadu izotopů. Nejčastěji se používá ^{131}I , který má poločas 8 dnů a vyzařuje jak záření γ (energie od 0,08 do 0,63 MEV), tak i paprsky β (energie od 0,3 do 0,6 MEV). ^{125}I má sice delší poločas (60 dnů), ale vyzařuje jen slabé γ -záření (0,03 MEV); podle některých autorů by mohl zhoršit syntézu hormonů štítné žlázy bez podstatného poškození tkáně. ^{123}I má pro svůj velmi krátký poločas (13 hodin, γ -záření o energii 0,15 MEV) použití především diagnostické.

METODY PŘÍPRAVY

Jod-123 pro přípravu roztoku se získá ozařováním xenonu vysoce obohateného xenonem-124 protony a následnou přeměnou přímo vzniklého xenonu-123 a přeměnou cesia-123 nebo se může získávat ozařováním telluru neutrony nebo extrakcí ze štěpných produktů uranu. Obsah: 90,0% až 110,0% deklarované aktivity jodu-123 k datu a hodině uvedeným v označení na obalu.

Natrii iodidi (^{123}I) solutio ad radiosignandum

Je to silně zásaditý roztok obsahující jod-123 ve formě jodidu sodného.

Natrii iodidi (^{123}I) solutio iniectabilis

Je to sterilní roztok obsahující jod-123 ve formě jodidu sodného. Může obsahovat thiosíran sodný nebo jinou vhodnou redukční látku a vhodnou tlumivou přísadu.

Natrii iodidi (^{131}I) capsulae ad usum diagnosticum

Jsou to tobolky, které obsahují jod-131 ve formě jodidu sodného v pevném základu. Tobolky mohou obsahovat thiosíran sodný nebo jiné vhodné redukující látky a vhodnou tlumivou přísadu. Balení obsahuje jednu nebo více tobolek.

Obsah:

- jod-131: nejvýše 37 MBq v jedné tobolce; průměrná aktivita stanovená zkouškou na obsahovou stejnoměrnost je 90% až 110% deklarované aktivity jodu-131 k datu a hodině uvedeným v označení na obalu,
- jodid: nejvýše 20 μg v jedné tobolce.

Natrii iodidi (^{131}I) capsulae ad usum therapeuticum

Jsou to tobolky, které obsahují jod-131 ve formě jodidu sodného v pevném základu. Obsahují thiosíran sodný nebo jiné vhodné redukující látky a vhodnou tlumivou přísadu.

- Jodid: nejvýše 20 μg v jedné tobolce.

Natrii iodidi (^{131}I) solutio

Je to roztok obsahující jod-131 ve formě jodidu sodného a také thiosíran sodný nebo jinou vhodnou redukční látku. Může obsahovat vhodnou tlumivou přísadu.

- Jodid: nejvýše 20 μg v nejvyšší doporučené dávce v mililitrech.

Natrii iodidi (^{131}I) solutio ad radiosignandum

Je to silně zásaditý roztok obsahující jod-131 ve formě jodidu sodného. Neobsahuje redukující látku.

Literatura u autora

Oprava k článku *Magistraliter příprava – analgetika a anestetika v lokálním podání v minulém čísle (2/2011):*

K přípravě lidokainového gelu je třeba použít lidokain bázi, nikoli hydrochlorid. Prosíme čtenáře, aby si laskavě opravili recept na str. 49.

Chyba nevznikla vinou autora, ale při následném redakčním zpracování.

Autorovi i čtenářům se omlouváme. Redakce

Fagron



Komplexní řešení magistraliter přípravy

Léčivé přípravky

Léčivé látky

Obalový materiál

PHARMA WHITE

Dezinfekce a antiseptika

Laboratorní sklo

a pomůcky

Zdravotnický materiál

Pomocný materiál

Doplňkový sortiment



fagron.cz



FAGRON a.s.

Holická 1098/31M

772 00 Olomouc

Tel.: +420 585 222 590

Fax: +420 585 226 521

e-mail: obchod@fagron.cz

