

Využití pasivních vzorkovačů Radiello v kombinaci s SPME a GC-MS při stanovení anestetik v ovzduší operačních sálů

Jan Leníček, Milan Sekyra, Eva Vášová
Zdravotní ústav, Ústí nad Labem

Radiello®

- Vyvinuto v roce 1990, Dr. Vincenzo Cocheo, Padova
- Radiálně symetrické difuzní vzorkování – registrovaná obchodní značka – Radiello®
- Složení:
 - Mikroporézní válec 60x16 mm
 - Uvnitř vyměnitelná cartridge s adsorbentem



Druhy difuzních dozimetrů

- **120**
- bílý 1.7 mm silný mikroporézní polyethylen, průměr pórů $25 \pm 5 \mu\text{m}$,
- difuzní dráha 18 mm.
- **120-1**
- modrý mikroporézní polyethylen, slouží pro vzorkování látek citlivých na světlo. má identické vlastnosti jako **120**.
- **120-2**
- žlutý 5 mm silný mikroporézní polyethylen, průměr pórů $10 \pm 2 \mu\text{m}$.
- difuzní dráha 150 mm.
- **120-3**
- 50 μm silná silikonová membrána na nerezové síťce vyvinutá pro vzorkování anestetik.

- Rozměry 16 x 60 mm



Difuze

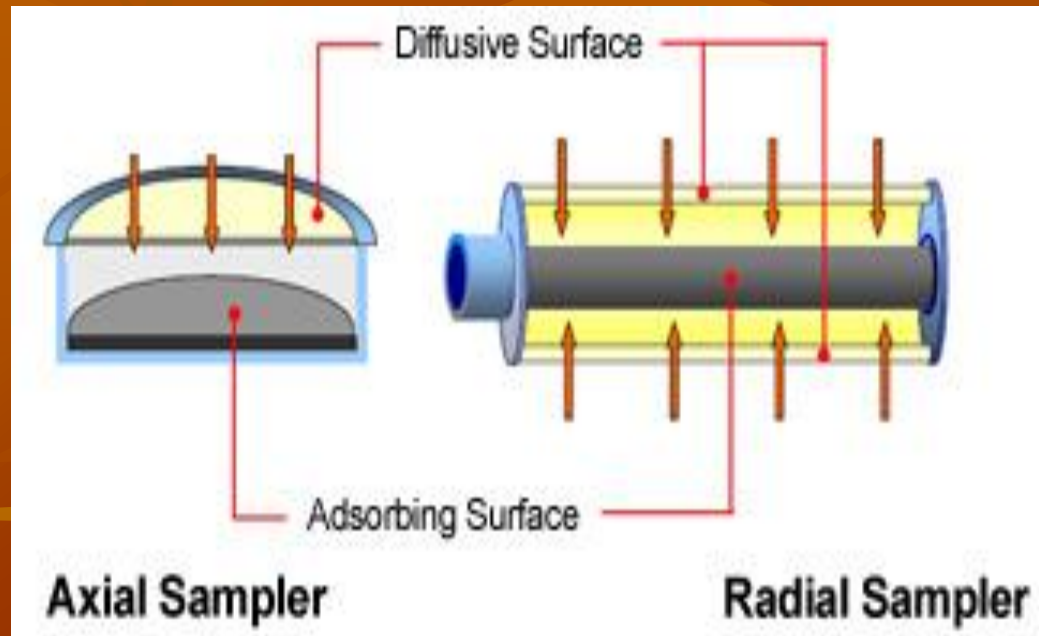
- Proces vedoucí k termodynamické rovnováze, popsáný
- 1. Fickovým zákonem

- $dm/dt = D \cdot S \cdot dC/dl$

- Kde:
- dm/dt je změna látkového množství v čase
- D – difuzní koeficient analytu v daném prostředí
- S – difuzní plocha
- dC/dl koncentrační gradient

- Integrací dostaneme vztah
- $m/t \cdot C = D \cdot S \cdot l$
- kde (m) je adsorbovaný analyt, t čas vzorkování a (C) koncentrace v ovzduší
-
- $m/t \cdot C$ je vzorkovací rychlost Q (ml/min)

Rozdíl mezi axiální a radiální difuzí



Vzorkovací rychlost

$$Q=m/t.C$$

- Axiální dozimetr
- $dm/dt= D.S.dC/dl$
- Po integraci
- $Q= D.S/l$
- Radiální dozimetr
- $dm/dt= D.2\pi h.r.dC/dr$
- Po integraci
- $Q=D.2 \pi h / (\ln r_d /r_a)$
- $Q=D.S/ (\ln r_d /r_a)$
- Kde:
 - h- je výška adsorpčního válečku
 - r_d - poloměr povrchu difuzního válečku
 - r_a - poloměr povrchu adsorpčního válečku
- Několikanásobně vyšší rychlost adsorpce než u axiálních dozimetrů

Vzorkovací rychlost Q

- Vzorkovací rychlost Q je závislá na difuzním koeficientu D, který je termodynamickou vlastností analytu
- $Q = f(T, p)$
- Hodnoty Q jsou udány výrobcem a vztaženy na 25°C a 1013 hPa

Vliv atmosférického tlaku na vzorkovací rychlost

- Změna hodnoty Q vlivem atmosférického tlaku při vzorkování je zanedbatelná
- Poměrně extrémní změna tlaku $\Delta P = 30$ hPa ovlivní hodnotu o 3%

Vliv teploty na vzorkovací rychlost

- Exponenciální závislost – změna při teplotě T
- $Q_T = Q (T/298)^{1,5}$
- Změna teploty o $\pm 10^\circ\text{C}$ ovlivní rychlost vzorkování o $\pm 5\%$
- Nutná kontrola teploty v průběhu odběru vzorku

Vzorkovací rychlost Q neovlivní

- vlhkost v rozmezí 10-90%
- proudění vzduchu v rozmezí 0,1-10 m.s⁻¹

Anestetika

■ sevorane
M.W. 200,6
b.v. 58,6°C



isoflurane
M.W. 188,5
b.v. 48,5°C



halothane
M.W. 197,4
b.v. 50,2°C



Vzorkování anestetik

- Difuzní vzorkovač (120-3) - 50 μm silikonová membrána.
- Adsorbér – nerezové sítko plněné směsí molekulového síta a aktivního uhlí 30-50 mesh.

Vzorkovací rychlosti

(25 °C a 1013 hPa)

sevorane $Q=0,92\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$

isoflurane $Q=2,25\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$

halothane $Q=4,93\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$

Extrakce vzorku

- head-space vialka 20 ml (150 x15 mm) s teflon-silikonovým septem
- napipetuje se 9 ml směsi methanol:voda (40:60)
- vloží se sorpční patronka Radiello
- ekvilibruje se 60 minut při 45°C

Head space SPME anestetik



SPME analýza

- vlákno PDMS 100 μm
- vyčištění vlákna 30 min. při 250°C
- head space sorpce 5 min. při 45°C
- desorpce při 200°C po celou dobu

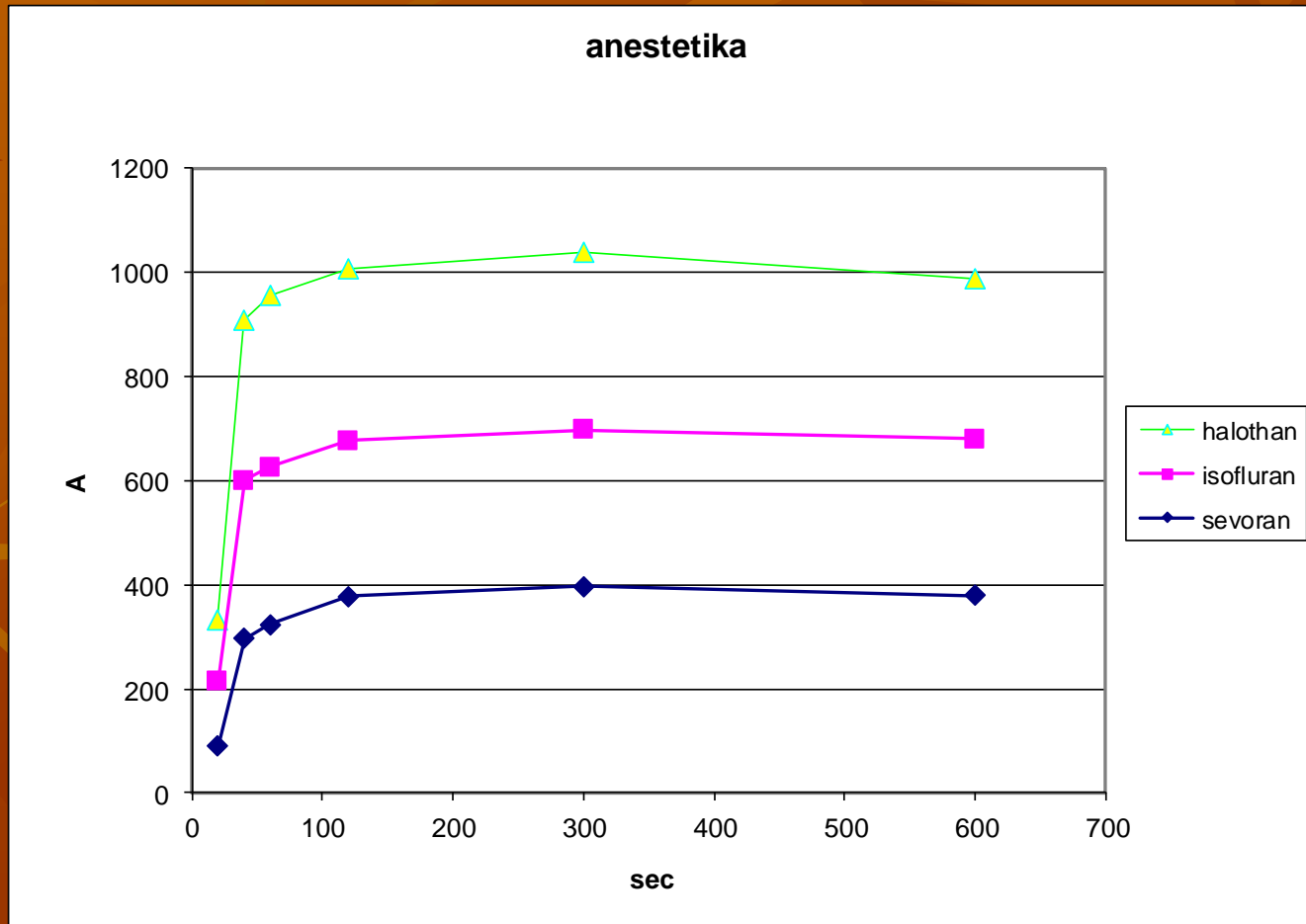
GC/MS analýzy

Extrakce při dosažení rovnováhy

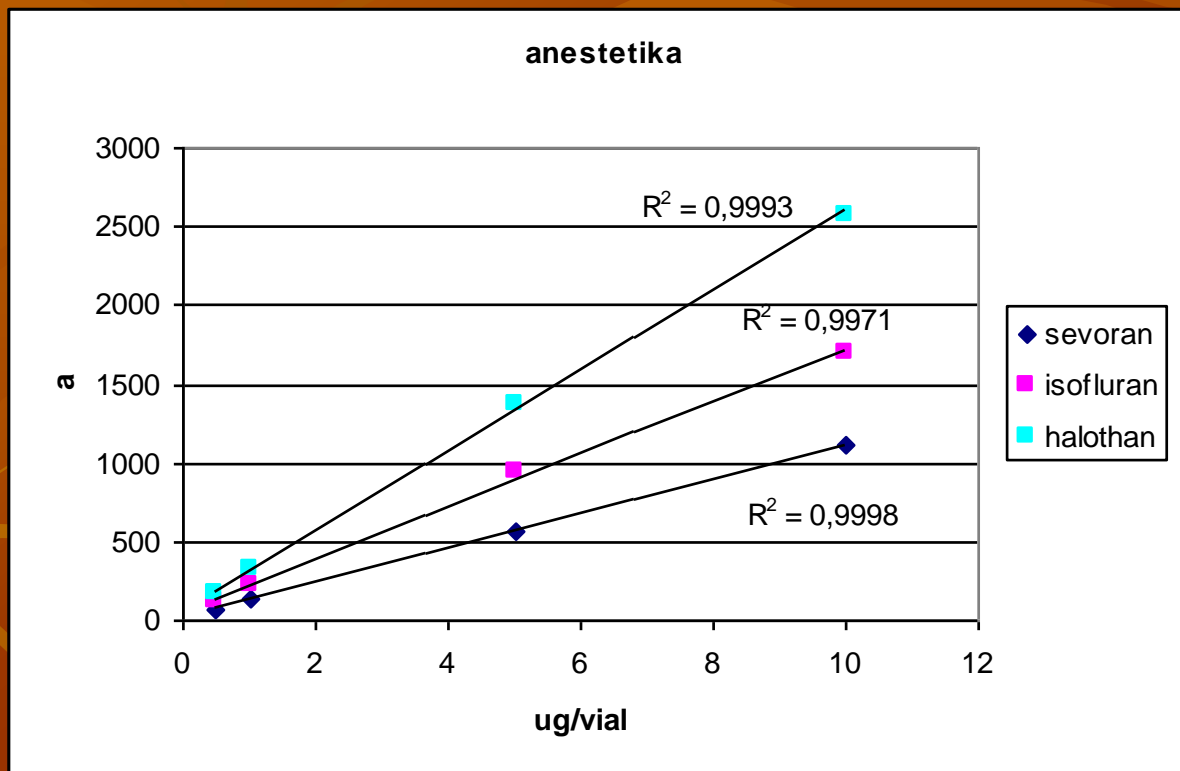
- sorbované množství je přímo úměrné počáteční koncentrací analytu

$$n = K_{fs} \times V_f \times C_0$$

Časová závislost sorpce analytů na vlákno



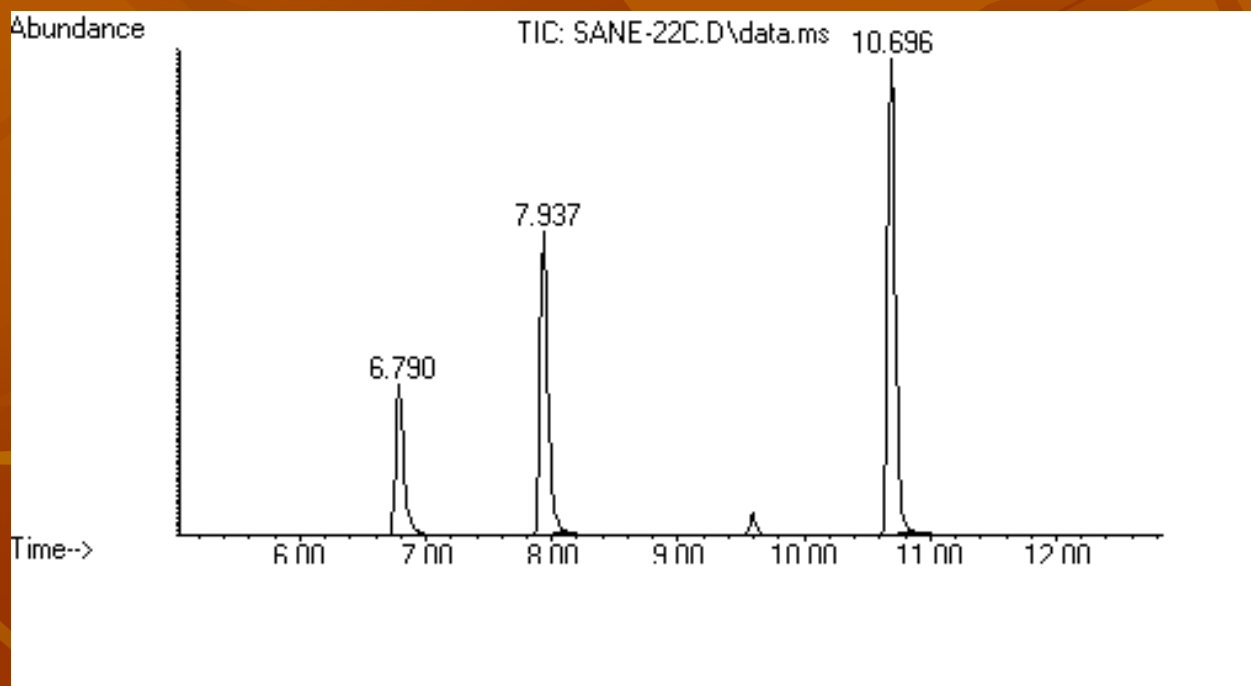
Kalibrační závislost



GC-MS analýza

- kolona DB-VRX 60 m x 0,25 mm x 1,4 μ m
- retenční gap 2 m x 0,53 mm
- injektor splitless 200°C
- nosný plyn He 1,6 ml/min
- teplota kolony
- 33°C – 5 min – 8°C/min – 80°C – 2 min
- MSD 280°C
- SIM m/z 51-117-131-149-181-198

GC-MS analýza anestetik



Rt 6,79 – sevoran, Rt 7,94 – isofluran, Rt 10,70 - halothan

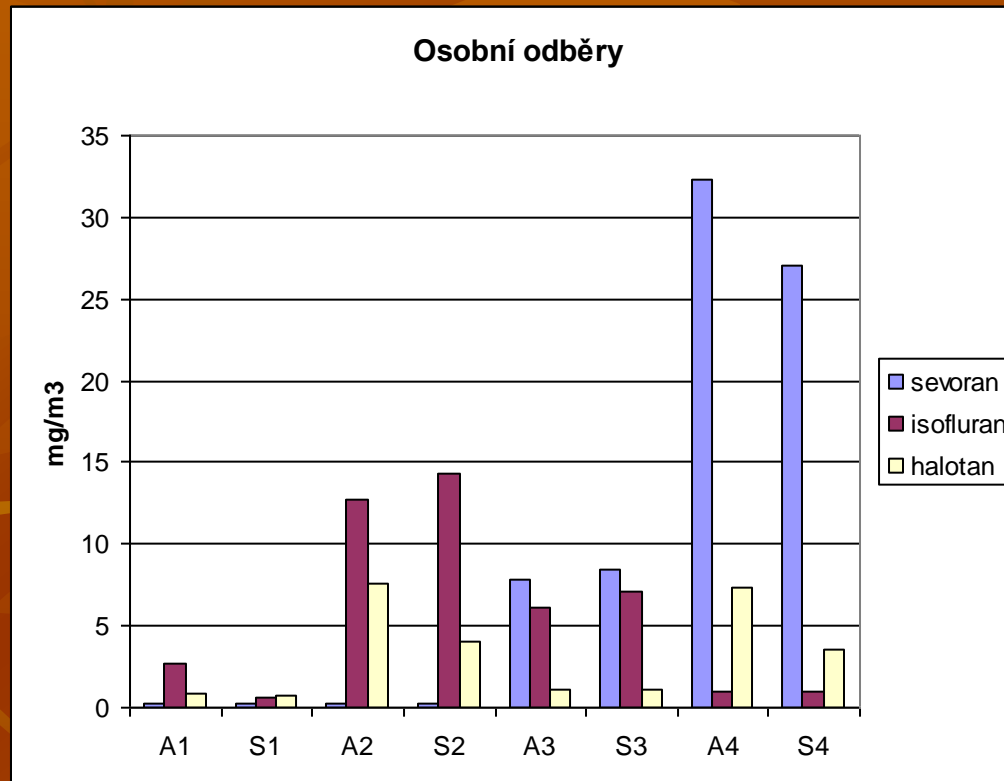
Charakteristika metody

pro dobu odběru 4 hod.

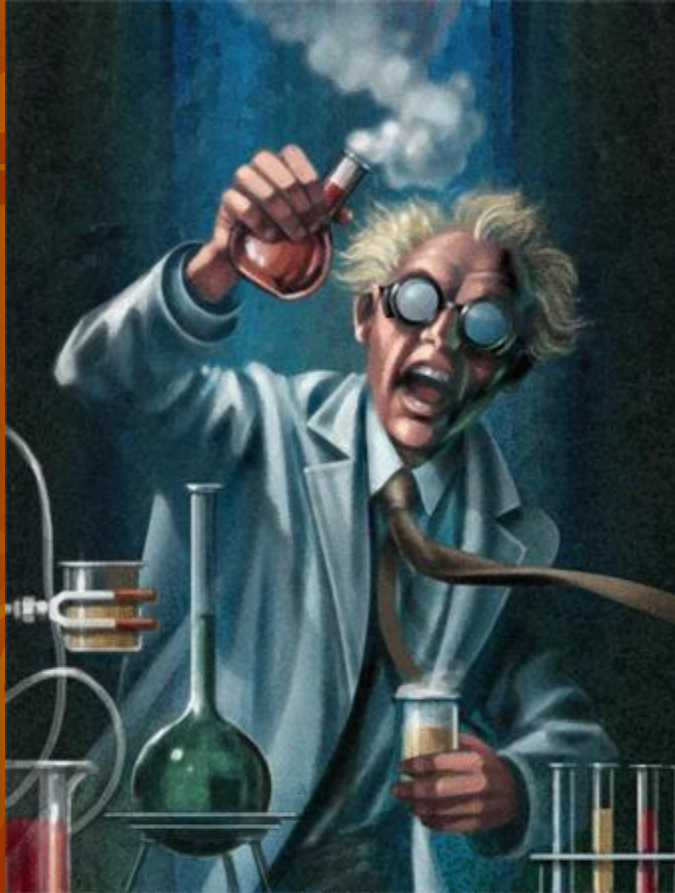
	sevorane	isoflurane	halothane
mez stanovitelnosti	0,2 mg/m ³	0,1 mg/m ³	0,05 mg/m ³
linearita (mg/m ³)	0,2-50	0,1-50	0,05-50
RSD (%)	5,2	5,9	5,8
PEL (mg/m ³)		15	15
NPK-P (mg/m ³)		30	30

Anestetika v operačních sálech

A-anesteziolog, S- sestra



Just I know, anaesthetic analysis is so easy



- Thank you for attention