

# **Toxikologie**

Ing. Jaroslav Zikmund

# Toxikologie

je nauka o působení jedů.

**Toxikologie forenzní** diagnostikuje otravu na lidském těle a její závěry mají kriminalistický a právní význam.

# Toxikologie

otravy doprovázejí dějiny lidstva od samého počátku

příčiny otrav se příliš nemění – touha po bohatství, moci, závist, zloba, pomsta,...

forensní aspekty – snaha dokázat otravu

# Jed

je taková látka, která po proniknutí do organismu v poměrně malém množství, vyvolá **po vstřebání** chorobné změny, jež mohou vést i k zániku organismu.

# Otrava

je chorobný stav, který je vyvolán vstupem jedu do organismu, jeho vstřebáním a zásahem do metabolických dějů. Jde tedy o interakci jedu a organismu.

# Rozdělení otrav

Akutní otrava

Chronická otrava

# Vstup jedu do organismu

je možný všemi způsoby, jakými látka do organismu může vniknout:

- vdechováním
- požitím
- sliznicemi (nos, rektum, vagína)
- injekcí (bodná i řezná rána)
- průnik kůží

# Toxokinetika

- distribuce
- vazba na bílkoviny
- distribuční objem, podíl tukové tkáně
- kinetika
- eliminace a biotransformace
- vylučování



# Druhy účinku jedů

- přímý toxický – látka působí svou pouhou přítomností na kritickém místě v organismu  
(k. oxalová)
- biochemický – interakce s receptorem, inhibice enzymů (CO vazba na Hb, k. monofluoroctová > k. fluorcitronová > inhibice akonitázy > blokace Krebsova cyklu)
- imunotoxicita
- teratogenita
- mutagenita
- karcinogenita

# Toxicita látek

- **DL** dosis letalis - smrtná dávka
  - **DL<sub>50</sub>** – dávka
  - **LC<sub>50</sub>** – koncentrace
- } při níž uhynie 50% pokusných jedinců
- 
- **NOAEL** – dávka při které ještě nebyl pozorován škodlivý účinek (no observable adverse effect level)
  - **LOAEL** – nejnižší dávka, při které byl pozorován škodlivý účinek (lowest observable adverse effect level)

# Toxicita látek

- **Tolerance** – rezistence je dána pohlavím, věkem, rasou, prostředím a individuální odolností.
- **Intolerance**

# Toxicita látek

kategorie	DL <sub>50</sub> mg/kg	DL <sub>50</sub> člověk	příklad
1. prakticky netoxické	> 15000	víc než litr	BaSO <sub>4</sub>
2. málo toxické	5000 – 10000	½ až litr	ethanol
3. mírně toxické	500 - 5000	½ až 5 dcl	NaCl, FeSO <sub>4</sub>
4. silně toxické	50 - 500	lžička až ½ dcl	Cd <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , metanol
5. extrémně toxické	5 - 50	7 kapek až lžička	BaCO <sub>3</sub> , KClO <sub>3</sub>
6. supertoxické	< 5	stopa	nikotin, As <sup>3+</sup> , botulotoxin

# Příčiny vzniku otrav

1. Vražda.
2. Užití chemických bojových látek
3. Podání jedu k vyvolání duševní poruchy
4. Sebevražda

# Pokus o sebevraždu valproátem





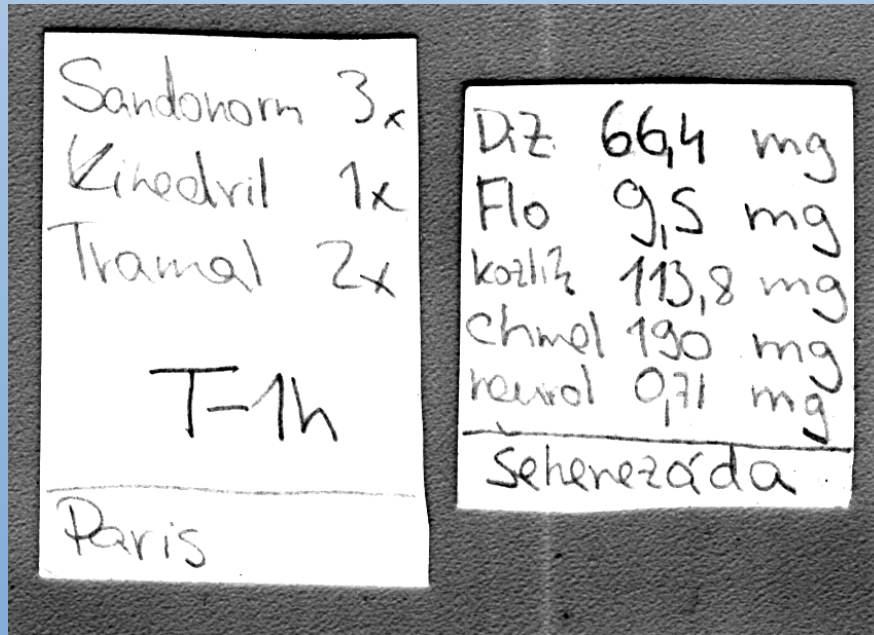








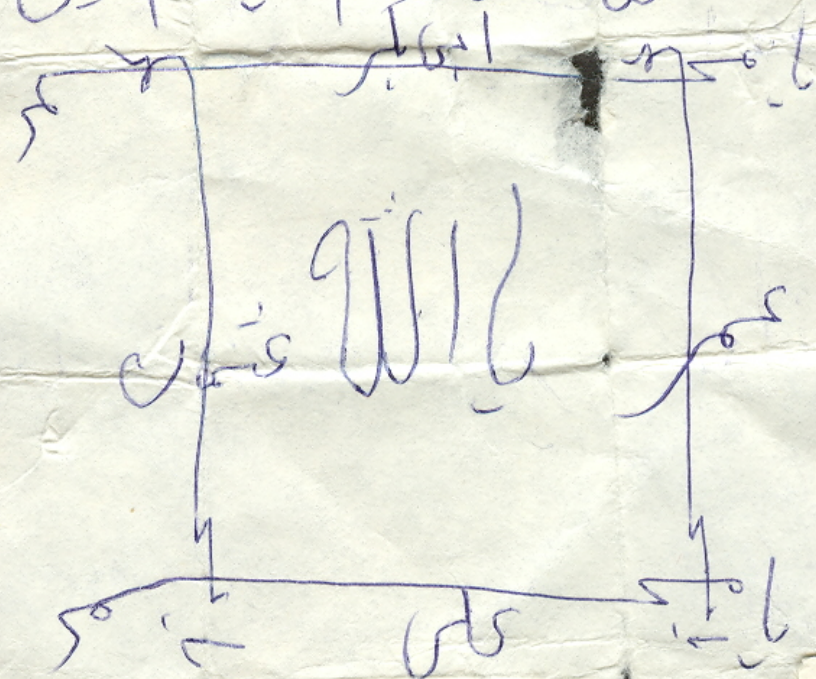
# Sebevražda inzulinem



0,00 g.kg<sup>-1</sup> etanol  
kofein, moxastin (Kinedryl), diazepam  
a bopidolol (Sandomorm)

úmrtí – i.v. inzulin

بسم الله الرحمن الرحيم  
قل اوحى الى الله استمع ثفرن  
الحجن فقالوا انا سمعنا قرانا عجا  
الشرقا منا به ولن نشكر بربنا اقراء  
لا حول ولا قوة الا بالله العلي العظيم  
ما شئنا الا ان كان وما لم نشأ لم يكن



# Pokus o sebevraždu akonitinem

Oměj šalamounek  
odvar z kořene 19 g





# Příčiny vzniku otrav

5. Sebepoškozování (*tajné požívání jedu na krysy z kumarinem – pacient dlouhodobě léčen, cíl získat invalidní důchod*), vyhýbání se vojenské službě nebo vězení,...
6. Záměna – jedovaté látky se často dávají do lahví od nápojů, houby jedlé × jedovaté, požití rulíku či vraního oka
7. Profesní otravy

# Příčiny vzniku otrav

8. Medicinální – individuální intolerance, předávkování (zdá se, že lék nezabírá), sumace účinku (digitálisové glykosidy), omylem lékaře či lékárníka (*yohinbinový přípravek – lékárník se spletl a požil neřaděný alkaloid – výsledná dávka 10× vyšší*)
9. Kosmetické otravy
10. Toxikománie (*podání čisté drogy, MDMA × DOB*)

heroinista – trofické změny na bérce



heroinista – trofické změny na bérce



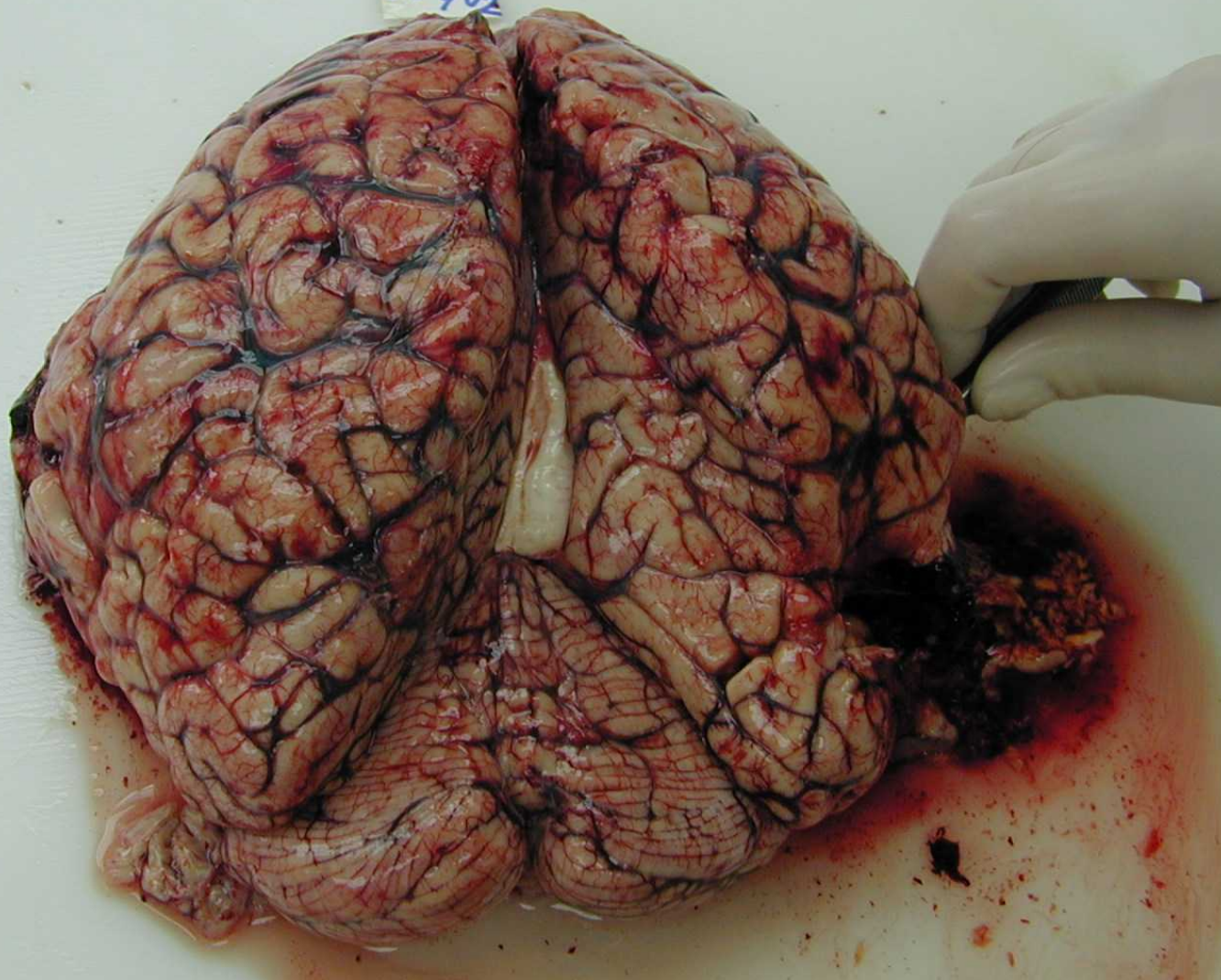


heroinista – četné vpichy v loketní jamce





heroinista - pohled na překrvené omozečnice + provalení  
hemoragie z pravého týlního laloku



# Příčiny vzniku otrav

11. Doping

12. Pověra – čarodějnické sabaty

13. Nepředvídaný vznik jedu v potravině –  
bakteriální toxiny

14. Porušování potrav – postřiky, konzervační  
činnidla, přídatné látky ke zlepšení vzhledu,  
koukol a námel z obilí

# Příčiny vzniku otrav

- 15. Neopatrnost – *puštěné plynové topení – otrava CO*
- 16. Technická závada
- 17. Požití abortivních prostředků
- 18. Afrodisiaka – španělské mušky (*Lytta vesicatoria*)  
kantharidin
- 19. Odchylné chemické pochody v těle
- 20. Experimentální otrava
- 21. Kousnutí či bodnutím živočichem nebo kontakt  
s jedovatými rostlinami



## 21. Kousnutí živočichem



## 21. Kousnutí živočichem





### 3. den



4. den



5. den





6. den



9. den



10. den



# Osud jedu v organismu

Každý jed se chová jinak

# Diagnóza otravy

velmi obtížná

obvykle náhlá změna chování či zdravotního stavu

# Diagnóza otravy



Ovšem náhlost onemocnění a rychlá smrt ne vždy znamená, že jde o otravu. !

Důležité jsou další okolnosti jako časové údaje vzniku otravy (po jídle, pití, pobytu v prostorách,...), prázdné obaly, injekční stříkačky, zbytky jídla, nápojů, nedopalky.

# Nejdůležitější příznaky intoxikace

1. Trávicí systém	zvracení	$CN^-$ , $H^+$ , <i>opium</i> , <i>EtOH</i>
	salivace	<i>amanita muscaria</i>
	sucho v krku	<i>atropin</i> , ...
	enteritis	<i>houby</i> , $As_2O_3$
2. Změny na kůži	zčervenání	$CO$ , <i>EtOH</i> , <i>eter</i>
	šedomodré	$NO_2^-$ ( <i>MetHb</i> )
	bledost	<i>morfin</i>
	pocit horka	<i>KCN</i> , <i>nitroglycerin</i>
	poleptání	$H^+$ , $OH^-$ , <i>BCHL</i>
	vypadávání vlasů	<i>TI</i>
3. Krevní změny	hemolýza	<i>kumariny</i> ( <i>Pelentan</i> , <i>jed na krysy</i> )
	<i>MetHb</i>	$NO_2^-$ , <i>anilin</i>

# Nejdůležitější příznaky intoxikace ( 2 )

4. Změny v moči	změna barvy	<i>zelenomodrá – Iron</i> <i>červená – fenoly</i>
	polyurie	<i>digitalis, kokain, nikotin</i>
	anurie	<i>As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HgX</i>
5. Poruchy od CNS	dojem opilosti	<i>EtOH, OL, CO, barbituráty</i>
	bezvědomí	<i>OL, EtOH, anestetika, CO,</i> <i>hypnotika, (hypoglykemie)</i>
	křeče	<i>CN<sup>-</sup>, strychnin, (epilepsie )</i>
	poruchy zraku	<i>CH<sub>3</sub>OH</i>
	halucinace	<i>CO, TL, halucinogeny,</i> <i>kokain, hašiš</i>
6. Poruchy zraku	mydriáza	 <i>atropin, kokain, EtOH, Amanita muscaria</i>
	mióza	 <i>morfin, opium</i>
	porucha až slepota	<i>CH<sub>3</sub>OH, botulotoxin</i>



# Pitevní nález

- Barva posmrtných skvrn může ukazovat na určitý druh otravy: červené skvrny - oxid uhelnatý, narůžovělé – kyanidy, morfin
- Posmrtná ztuhlost je větší u otrav křečovými jedy (strychnin)
- Poleptání úst, brady, rtů – leptavý jed
- Specifický zápach hořké mandle – kyanidy, alkohol, toluen,...
- Zabarvení žaludečního obsahu: krvavě červený (KCN, arsen), černý (kyseliny), žlutý (chromové soli), modrý (Rohypnol)
- Obsah žaludku – tablety, krystaly, rostlinné části nebo houby

# Sebevražda Rohypnolem



# Rohypnol



[zpět](#)

# Otrava kyselinami a alkáliemi



# Kyseliny

srážejí bílkoviny a v nadbytku je rozpouštějí, odnímají tkáním vodu a při styku s vodou se některé zahřívají a způsobují následně termické změny.

Po požití kyselin může ihned nastat kolaps a rychlá smrt.

**Pitevní nález:** žaludek kontrahovaný, stěny žaludku edematosně prosáklé, ztlustělé až na 1cm. Cévy jsou vyplněny černohnědými až dehtovými sraženinami.



# kyselina sírová     $\text{H}_2\text{SO}_4$

- smrtná dávka závisí na koncentraci
- konc. 4 – 6 g
- příznaky ihned po polknutí - palčivá bolest v ústech, krku, jícnu, žaludku a v břiše tak velká, že člověk bolestí křičí a omdlévá
- brzy po požití nastává zvracení kyselého obsahu
- bývá zácpa a moči je málo
- intenzivní žízeň s polykacími potížemi, každý pokus o napití je provázen novým zvracením
- nastává dehydratace
- dýchání je obtížné a hlučné, hlas chraptivý, řeč později nemožná
- po vstřebání - nervové příznaky, alkalita krve klesá

# Kyselina chlorovodíková HCl

Smrtná dávka u koncentrované je 10 – 15 g,  
u dětí asi 2 g

Příznaky jako u kyseliny sírové

# Kyselina dusičná $\text{HNO}_3$

Smrtná dávka asi 8g, smrt nastává asi 12 hodin po požití.

Zvratky mají citrónové až pomerančové zabarvení.

Pitevní nález. U nosu je žlutavá pěna, kromě obvyklého pitevního nálezu jako u jiných kyselin jsou sliznice žluté.

# Kyselina octová      $\text{CH}_3\text{COOH}$

Smrtná dávka asi 12 g, smrt nastává 1,5 hod. až 2 dny po požití.

Příznaky: palčivá bolest v ústech a hltanu, bolest žaludku a břicha. Nastává žízeň, vrhnutí, hlučné dýchání, dráždivý kašel, teplota stoupá.

Nervové příznaky – třesy, ochrnutí končetin.

Pitevní nález jako u anorganických kyselin.

# Kyselina oxalová (COOH)<sub>2</sub>

Smrtná dávka 15- 20 g, smrt nastává po 10 minutách až 30 hodinách.

Po požití nastává pálení v ústech a v jícnu, zvracení, bolesti v břiše, chraplavý hlas. Zvratky jsou zelenohnědé až černé. Vznikají poruchy vědomí, fibrilární záškuby svalů, křeče, bledost, kůže je chladná, teplota klesá.

Pitevní nález: jako u kyselin. Kyselina oxalová odnímá tkáním vápník a tvoří nerozpustný oxalan vápenatý, krystalky oxalanu vápenatého je možno nalést pod sliznicí žaludku a střeva. V ledvinách jsou často krystalky již znatelné makroskopicky.



# Kyselina citrónová, vinná, mléčná

Smrtné dávky

30 g k. citrónová

10 g k. vinná

Nastává acidosa a příčinou smrti je methemoglobinémie a tvorba kyselého hematinu.

# kasuistika

# $H_2SO_4$

*Údajné požití z donucení 1 až 1,5 dcl 38%  $H_2SO_4$ , potíže po 10 minutách, ještě týž den verbálně komunikovala a za 14 hodin po požití, byla schopna několika hodinového vyprávění.*

*Letální dávka překročena 10 až 15× - vše výmysl za účelem obviněními údajného pachatele.*

# Kyselina mravenčí $\text{HCOOH}$

Smrtná dávka asi 2g

Silný dráždivý účinek

Zánět ledvin

# Kyseliny

**Smrtné dávky kolem 10 g**

**Pitevní nález:** žaludek kontrahovaný, stěny žaludku edematosně prosáklé, ztlustělé.

# Alkálie

Hydroxid tvoří s bílkovinou alkalické albumináty, nekoaguluje bílkovinu.

Rozpouští ji, a tím vznikají rosolovité hmoty a mýdlovité příškvarky jež jsou mazlavé, na rozdíl od stavu po působení kyselinou.



# Hydroxid draselný a sodný

## KOH NaOH

Smrtná dávka 80 – 100 g

Příznaky: Na kůži poleptání až nekrosa hojící se jizvami.

Per os: okamžitě palčivá bolest v ústech, žaludku a břiše. Zvratky silně alkalické reakce obsahující i části sliznice a krev. Pocit zimy, slinění, třes.

Pitevní nález: poleptání kolem úst, sliznice v žaludku ztlustělá, mazlavá. Obsah želatinosní, toxické poškození myokardu, v játrech nekrosy.

# Otrava toxikologicky významnými kovy a nekovy

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra																
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

# Rtut'

- v těle normálně ve stopách 1 až 10  $\mu\text{g.kg}^{-1}$
- biologický význam nemá
- vazba na sulfanylové skupiny – inhibice enzymů
- kumulace v organismu

# Rtuť

## Akutní otrava

- nejčastěji po požití chloridu rtuťnatého LD50 0,1 až 0,5 g
- pálení v ústech, obtížné polykání, slinění a bolesti na prsou a v břiše
- v dalším průběhu bolesti charakteru trýznivé břišní koliky a dostavují se krvavé průjmy
- od druhého dne otravy znatelně zduřeny slinné žlázy a začíná zánět ústní sliznice
- kolem zubních krčků je šedý lem, zuby se v dalším průběhu zánětu uvolňují
- poškození jater
- pro osud nemocného je však rozhodující stupeň poškození ledvin



# Rtut'

## **Chronická otrava**

nemá vždy stejné počáteční projevy.

nejprve poškození zažívacího traktu pak příznaků nervové

po několika dnech expozice nechutenství, ke zvýšenému vylučování slin, zduření slinných žláz

často to navazuje zánět sliznice ústní, doprovázený zápachem z úst a měděným zbarvením patra, šedý lem kolem zubů, úporná rýma, krvácení z nosu, záněty vedlejších dutin nosních i onemocnění hltanu a hrtanu.

k projevům chronické otravy plíživě v průběhu měsíců až let práce, při práci s kovovou rtutí

nervové poruchy: nemožnost soustředění, předrážděnost a nesnášenlivost, zapomnětlivost, pocit únavy a slabostí

# Rtuť

Mezi akutní a chronickou otravou rtutí jsou často nezřetelné přechody.

# Rtuť

*Muž 55 let za účelem zjištění odpovědnosti ze trestné činy, se obhájí vlastnictvím 12 kg rtuti po dobu 20 let v bytu. Nalezena zvýšená hladina  $7 \mu\text{g.kg}^{-1}$  v krvi a  $25 \mu\text{g.kg}^{-1}$  v moči.*

normální hodnoty: krev  $5 \mu\text{g.kg}^{-1}$   
moč 10 - 20  $\mu\text{g.kg}^{-1}$

# Rtuť

Voják základní služby udušení z oběšení,  
nad levou prsní bradavkou vpich, při  
preparaci vpichu nález v podkoží a  
svalstvu 34 g kovové rtuti.

# Olovo

Smrtná dávka 20 – 50 g

**akutní otrava** kovová chuť v ústech,  
slinotok, zvracení, bolesti žaludku  
po resorpci křeče a bolesti v končetinách,  
závratě, koma smrt za 1 – 4 dny

**chronická otrava** zažívací potíže, poruchy  
zraku

Při intoxikaci olovem

poškození ledvin, jater, krve, nervový systém a kardiovaskulární systém.


Olovo se v organismu kumuluje v kostech, játrech a ledvinách.




# Obsah kovů v preparátech

č.o.p.	č. int. ev.	název výrobku	datum výroby	Pb [mg/kg]		Cd [mg/kg]		Hg [mg/kg]		TK
				lim.8mg/kg		lim.0,5mg/kg		lim.0,5mg/kg		
759413	3130	ASTRUM MA MADHULENE	9.IV.2001	41500	N	0,96	V	2950	N	nevyhovuje
165405	3244	ASTRUM LA LAXOLENE	VII.2001	< 5,0	V	< 0,015	V	1,8384	N	nevyhovuje
165407	3245	ASTRUM TRIGULIV-15	4. II. 2001	239	N	0,19	V	8,52	N	nevyhovuje
165408	3246	ASTRUM SM SOM MADHU	26. IV. 2001	< 2,0	V	< 0,006	V	0,001	V	vyhovuje
165409	3247	ASTRUM FE FEMIKALP	4.II.2001	2770	N	6,69	N	12,0	N	nevyhovuje
165410	3248	ASTRUM AM AMLANTAK	IV. 2001	92,0	N	0,89	V	205	N	nevyhovuje
165411	3249	ASTRUM PR PRABODH	IV. 2001	12,9	V	0,048	V	0,5977	N	nevyhovuje
165412	3250	ASTRUM ME MEDHELEEN	V. 2001	8,18	V	0,019	V	1,2935	N	nevyhovuje
165413	3251	ASTRUM MA MADHULENE	V. 2001	42800	N	3,76	N	199	N	nevyhovuje
165406	3252	ASTRUM MA MADHULENE	6.II. 2001	42600	N	2,96	N	204	N	nevyhovuje
165414	3253	ASTRUM MA MADHULENE	20. XI. 2000	17300	N	0,48	V	13,1	N	nevyhovuje

# „zdravotnická dokumentace“

	<p>EMIL [REDACTED] - ASTRÁL ASTROLOGICKÁ PORADNA A APATYKA</p>	<p>Dne:</p>
<p>Jméno a příjmení: [REDACTED] 13.4.1940 Pradubice</p>		
<p>Datum narození:</p>	<p>Místo:</p>	<p>Čas:</p>
<p>Diagnóza:</p> <p>lwebdina pr pondrk osteoúpotoza oči páežřtlkalenbrdiny stuinohy žamstěnažilystém koltlak slinivka</p> <p>160 300 300</p> <p>AMlmnatak2x2 tabdbebě Masdhuelen2x2 Mumuuiomasatntaáírat <del>shaksxxzdxkxnmssxx</del> oblast žaludku na noc čajč 5</p>		
<p>Doporučená léčba:</p> <p>60</p> <p>Pr20,-</p>		
<p>Doporučené preparáty je možno objednat na dobírku na této adrese: ASTROLOGICKÁ APATYKA, Bohdalov 179, telefon: 0616 / 677 283, fax: 0616 / 677 179, e-mail: apatykyastral@centrum.cz</p>		

# „zdravotnická dokumentace“

	<b>EMIL [REDACTED] - ASTRÁL</b> <b>ASTROLOGICKÁ PORADNA A APATYKA</b>	Dne:
<b>Jméno a příjmení:</b> <i>Hasek</i> [REDACTED] 24.2.1949 K Hora		
<b>Datum narození:</b>	<b>Místo:</b>	<b>Čas:</b>
<b>Diagnóza:</b> <i>300</i> symle 3x1 kávlžičkadneně do pus yzaklokata spolknout RUMaklymstnakeoamkloizxpáýetr. Cogen3x2 tba po dobu20dmi <i>culho</i> MUmuiomastnatort hrdlonanoc zbalit dotepia <i>120 160 - 400.3 = 1200</i> <i>[Signature]</i>		
<b>Doporučená léčba:</b>  <b>Za správnost fotokopie:</b> <i>29.9.2002 po. [Signature]</i>		
Doporučené preparáty je možno objednat na dobírku na této adrese: ASTROLOGICKÁ APATYKA, Bohdalov 179, telefon: 0616 / 677 283, fax: 0616 / 677 179, e-mail: apatykyastral@centrum.cz		

# Arsen

Smrtná dávka 0,15 až 0,3 g arseniku  $\text{As}_2\text{O}_5$

ochromuje enzymové pochody v těle

po požití asi za ½ hodiny škrábání v ústech, krku, nevolnost, prudké vrhnutí, nastává žízeň, a bolesti žaludku, průjmy s krví

**pitevní nález** po otravě arsenikem zduřelá temně rudá sliznice žaludku a střeva s nekrózami až vředy

oblíben hlavně ve 14. století ve formě arseniku

# Baryum

Smrtná dávka 10 g chloridu  
2 – 4 g uhličitanu  
síran nejedovatý

příznaky: bolesti v břiše, nausea, zvracení,  
průjmy, slabost, křeče, ochrnutí, poruchy  
zraku a sluchu

# Nekovy



# Halogeny

## Chlór

žlutozelený těžký plyn

poruchy dýchání, dušnost, zánět spojivek, kašel, zarudnutí, rychlé bezvědomí, edem plic

při pitvě zánět horních dýchacích cest, bronchopneumonie, poleptání od kyseliny

# chlorečnan draselný $\text{KClO}_3$

smrtná dávka 10 – 15 g

krevní jed, vyvolávající hemolýzu a mění hemoglobin na methemoglobin

příznaky: zvracení průjmy, bolesti hlavy, závratě  
moč hnědá

smrt po několika hodinách následkem dušení

# Bróm

červenohnědá kapalina

působí leptavě a ochrnuje CNS působením přímo na nervové buňky

centrálně tlumivý účinek => Calabron

Jód

Fluor

# Sirovodík      $\text{H}_2\text{S}$

Atak dýchacích cest, poškození CNS,  
poškození krevních enzymů

# Voda     $\text{H}_2\text{O}$

po požití velkého množství dochází  
k silnému poklesu  $\text{NaCl}$ , porušení osmotické  
rovnováhy a zmnožení vody v buňkách,  
zejména v CNS

příznaky: pocení, zvracení, stupor, křeče



# voda

*manifestační sebevražda vojína základní služby*

*nalezeny dvě balení Plegomazinu a láhev od rumu*

*následuje výplach žaludku 20 litry vody a převoz do nemocnice*

*po 6 hodinách od výplachu smrt*

*toxikologické vyšetření: Plegomazin nenalezen, alkohol v krvi  
 $0,8\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$*

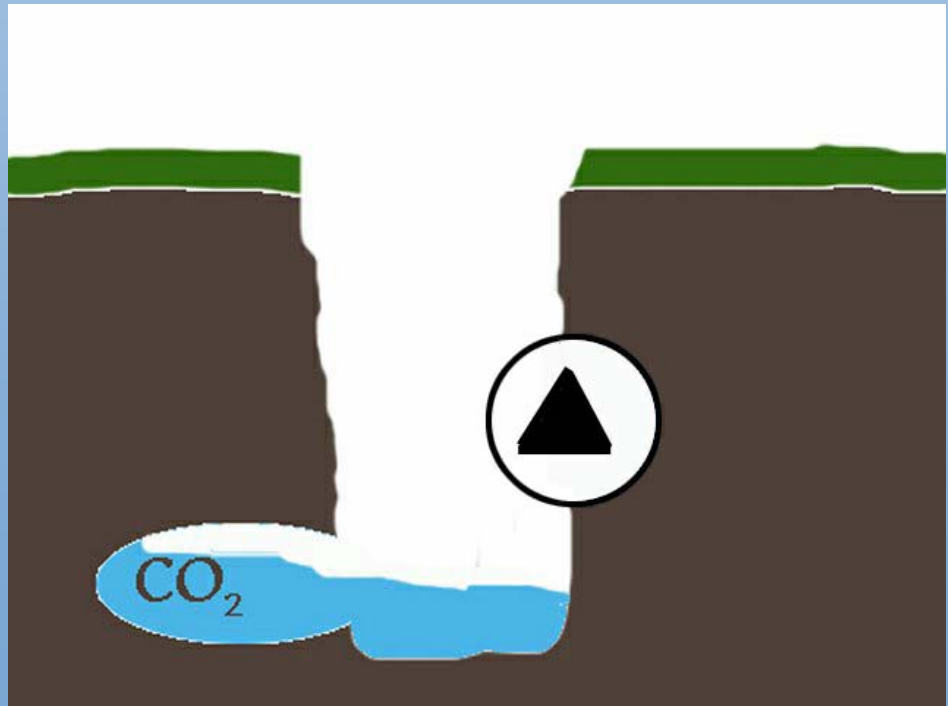
# Oxid uhličitý      CO<sub>2</sub>

k smrti dochází při konc. více jak 40% ve vzduchu

ztížené dýchání, tlak vstoupá, vzniká omámení, narkóza, smrt

vdechnutí čitého CO<sub>2</sub> často vede ke křeči poklůpku a smrti

pitevní nález odpovídá dušení



3 - 10 ‰<sub>obj.</sub> ve vdech.vzduchu

- cefalgie
- mírné poruchy vidění
- hučení v uších
- zvýšení TK
- dušnost
- pocení

10 - 15 %<sub>obj.</sub> ve vdech.vzduchu

- bezvědomí
- křeče

# Azoxid $\text{N}_2\text{O}$

bezbarvý, nejedovatý, nehořlavý, nevýbušný hoření však podporuje, plyn nasládlé chuti

Toxický účinek: Azoxid je prostředek celkového znecitlivění. Je-li vdechován samostatně, působí cyanózu a hlubokou narkózu, která by vyústila v udušení. Narkotický účinek vyvolává jednak azoxid a jednak anoxie. Používá se proto jen ve směsi se vzduchem nebo kyslíkem za mírného přetlaku. Po zastavení přívodu azoxidu se citlivost velmi rychle vrací.

Azoxid vyvolává vzpomínkové klamy – zneužívání na disko.



# Amoniak     $\text{NH}_3$

dráždí dýchací cesty, edém poklůpku

# Oxid uhelnatý CO

plyn bez barvy a bez zápachu

poněkud lehčí než vzduch

vzniká při nedokonalém spalování organických materiálů

Toxicita je dána jeho snadnou vazbou s hemoglobinem za vzniku karbonylhemoglobinu (COHb), přenos kyslíku je tímto blokován a dochází k vnitřnímu dušení.



# Otrava CO

Smrtná dávka je asi 700 ml čistého CO, nebo když  
v atmosféře koncentrace 0,5 - 1%<sub>obj</sub>

Při vdechování čistého vzduchu je poločas COHb 2-3 hod.

U kuřáků může být v krvi 6 –10% COHb

# Otrava CO

## **Pitevní nález:**

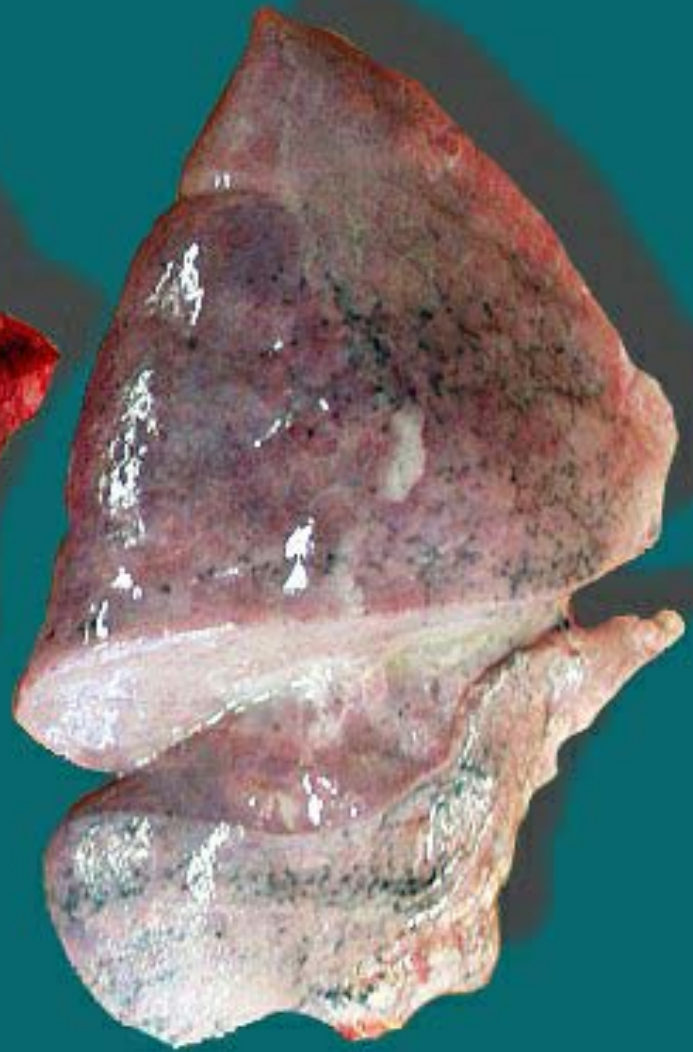
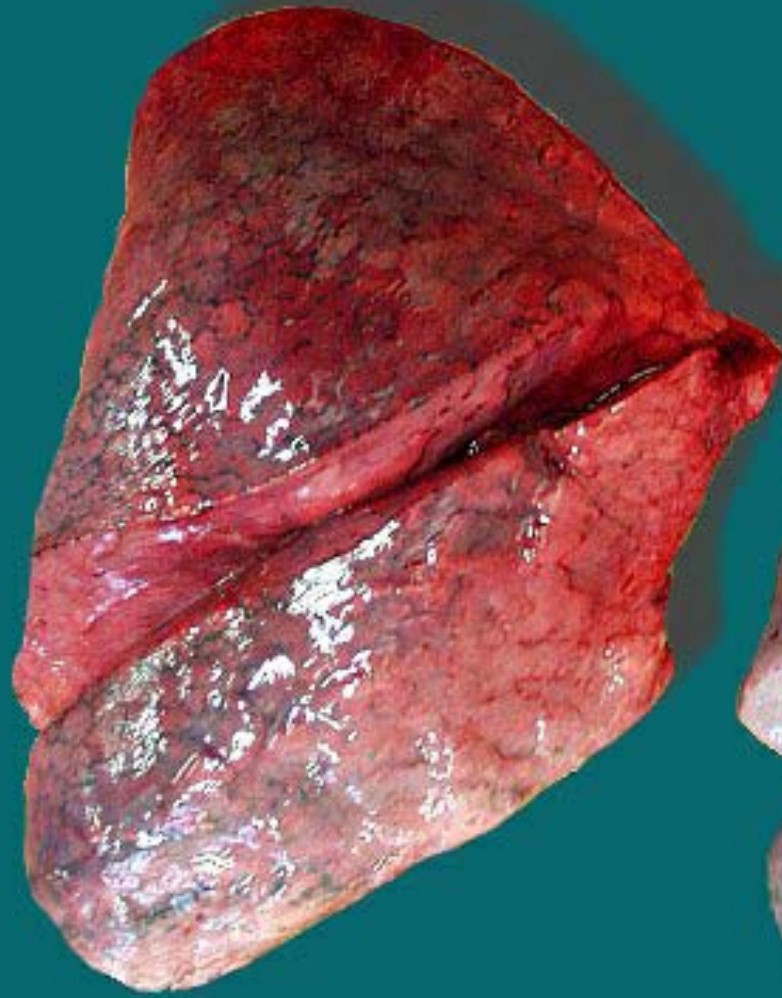
- ✓ světle červené posmrtné skvrny (barvy červeného rybízu)
- ✓ růžové zbarvení mozkové tkáně
- ✓ světle červené zbarvení příčně pruhovaného svalstva
- ✓ tekutá, světle červená krev
- ✓ ekchymózy pod serózními blanami

Na chemické vyšetření: krev

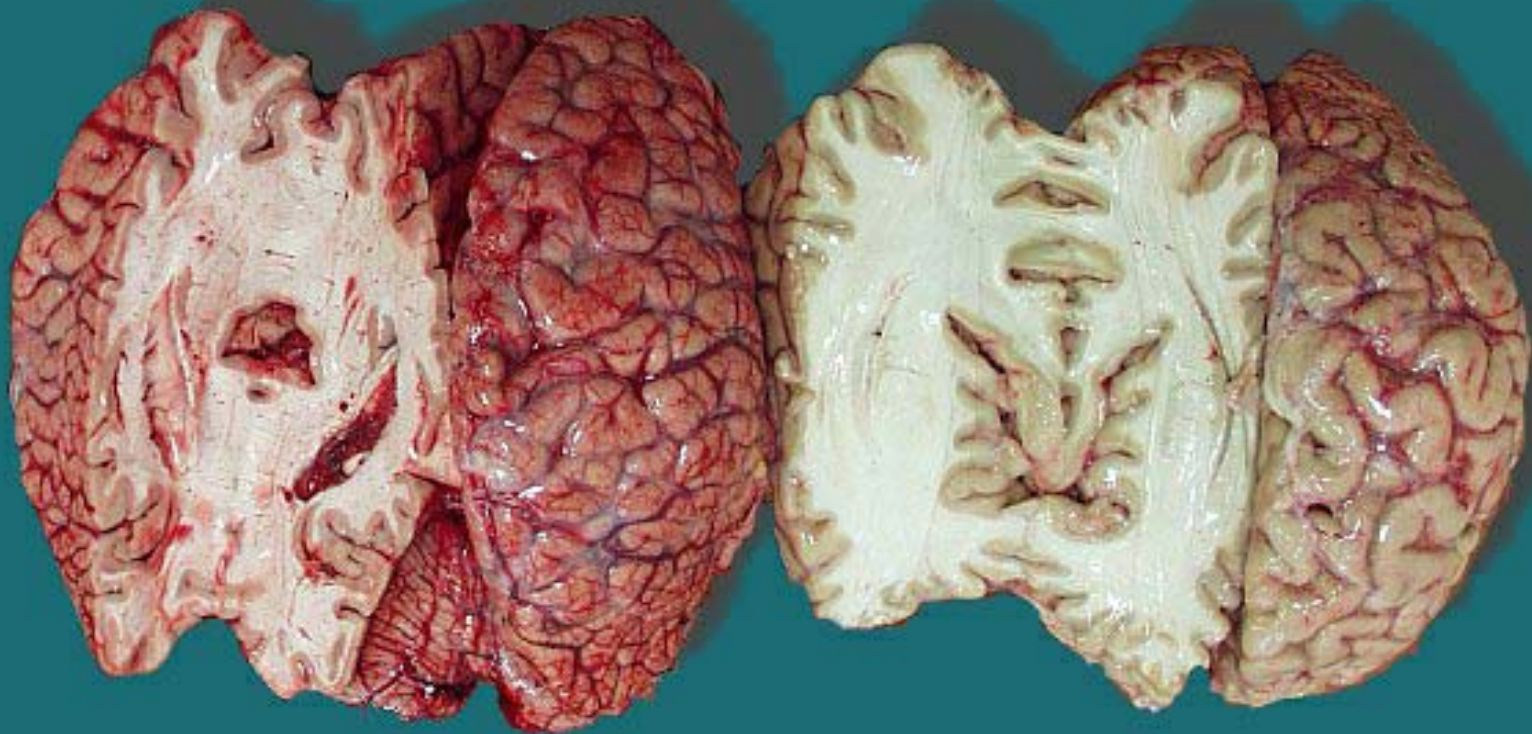
















# Otrava CO

COHb 54%

foto a popis MUDr. Tomáš Vojáček





Žena, která byla v místnosti, kde došlo k zakouření z kamen. Saze na obličeji.



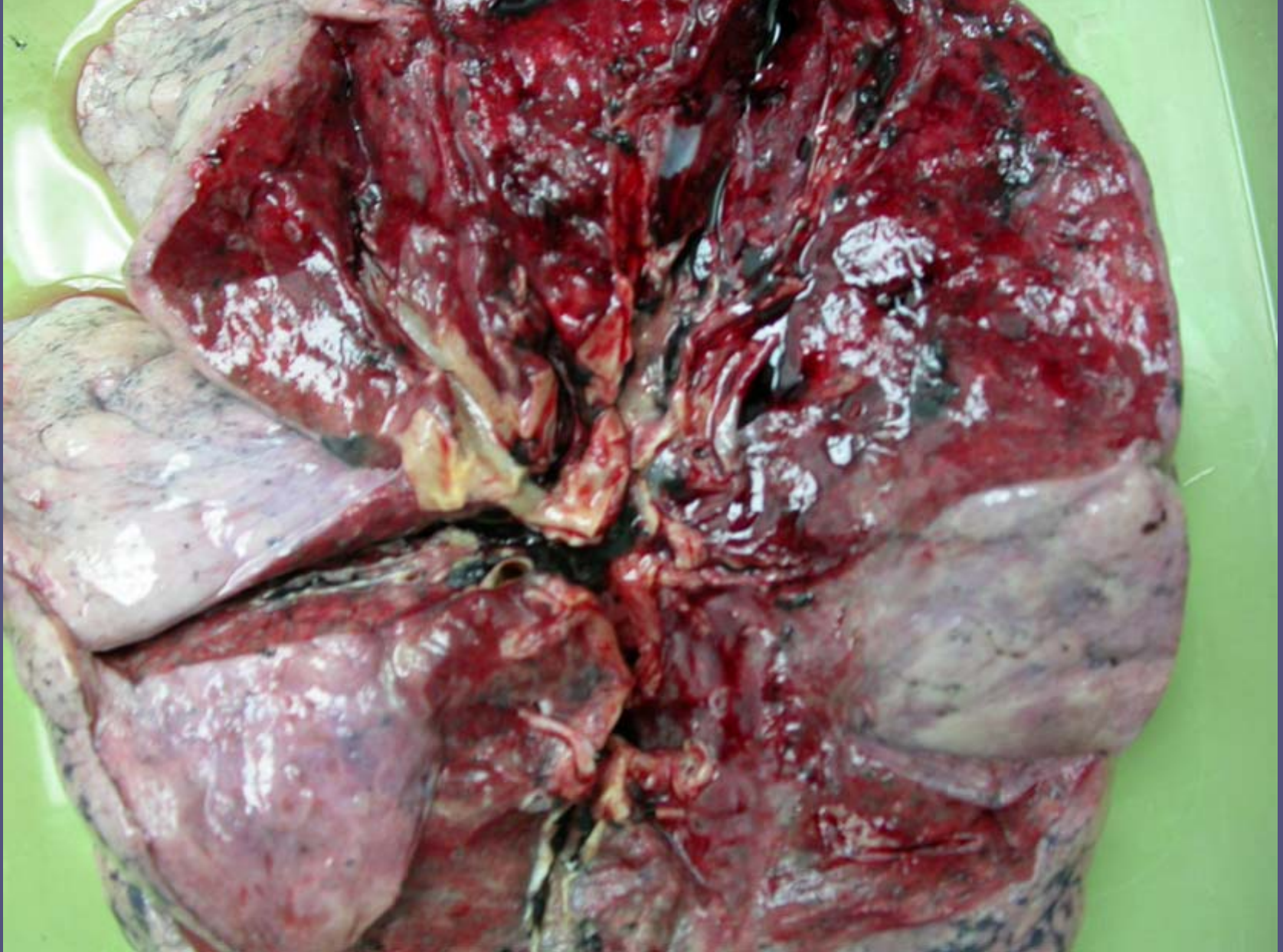


Saze jsou uchyceny na místech, kde nebyl oděv.



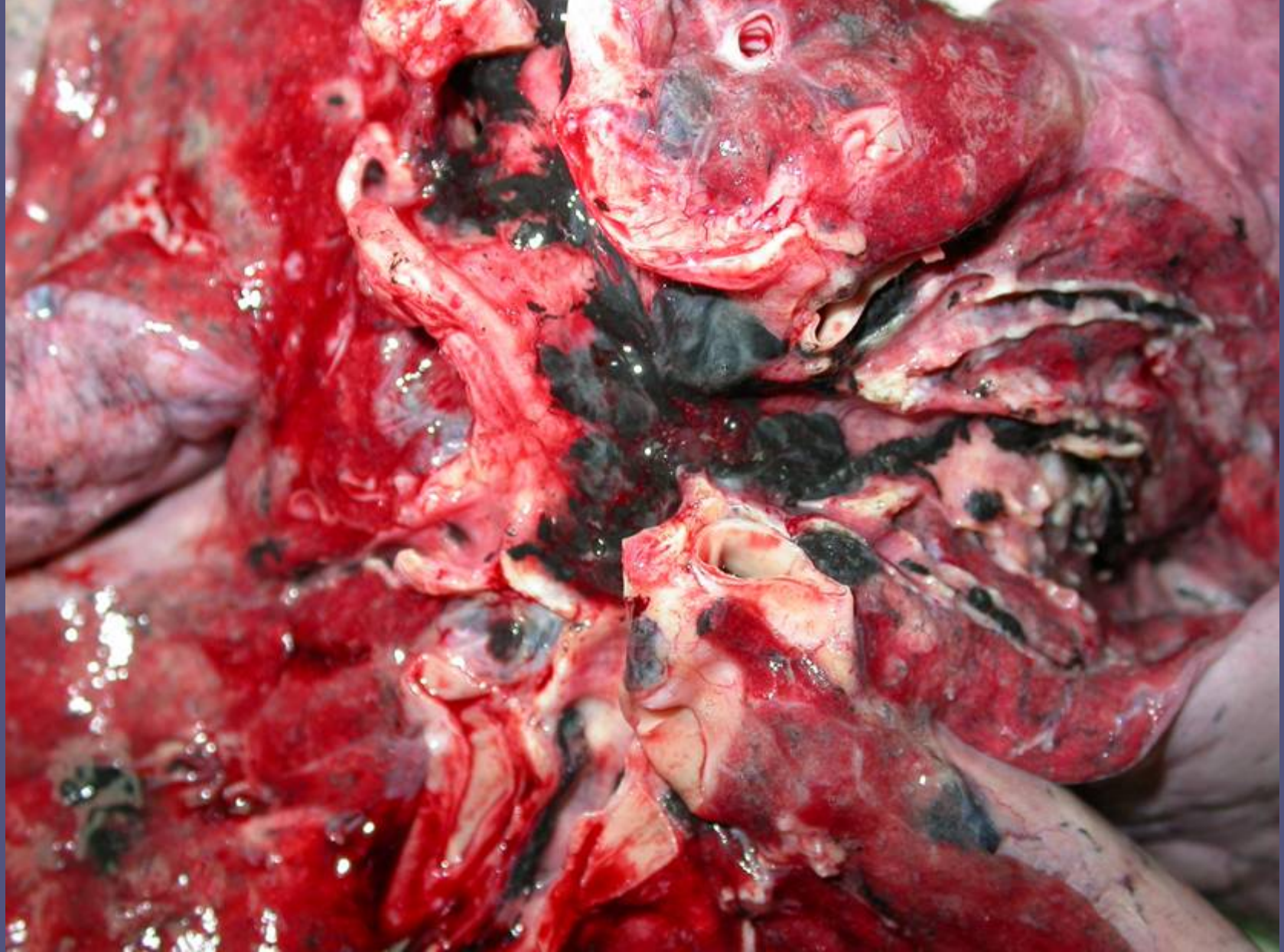
růžové posmrtné skvrny na zádech





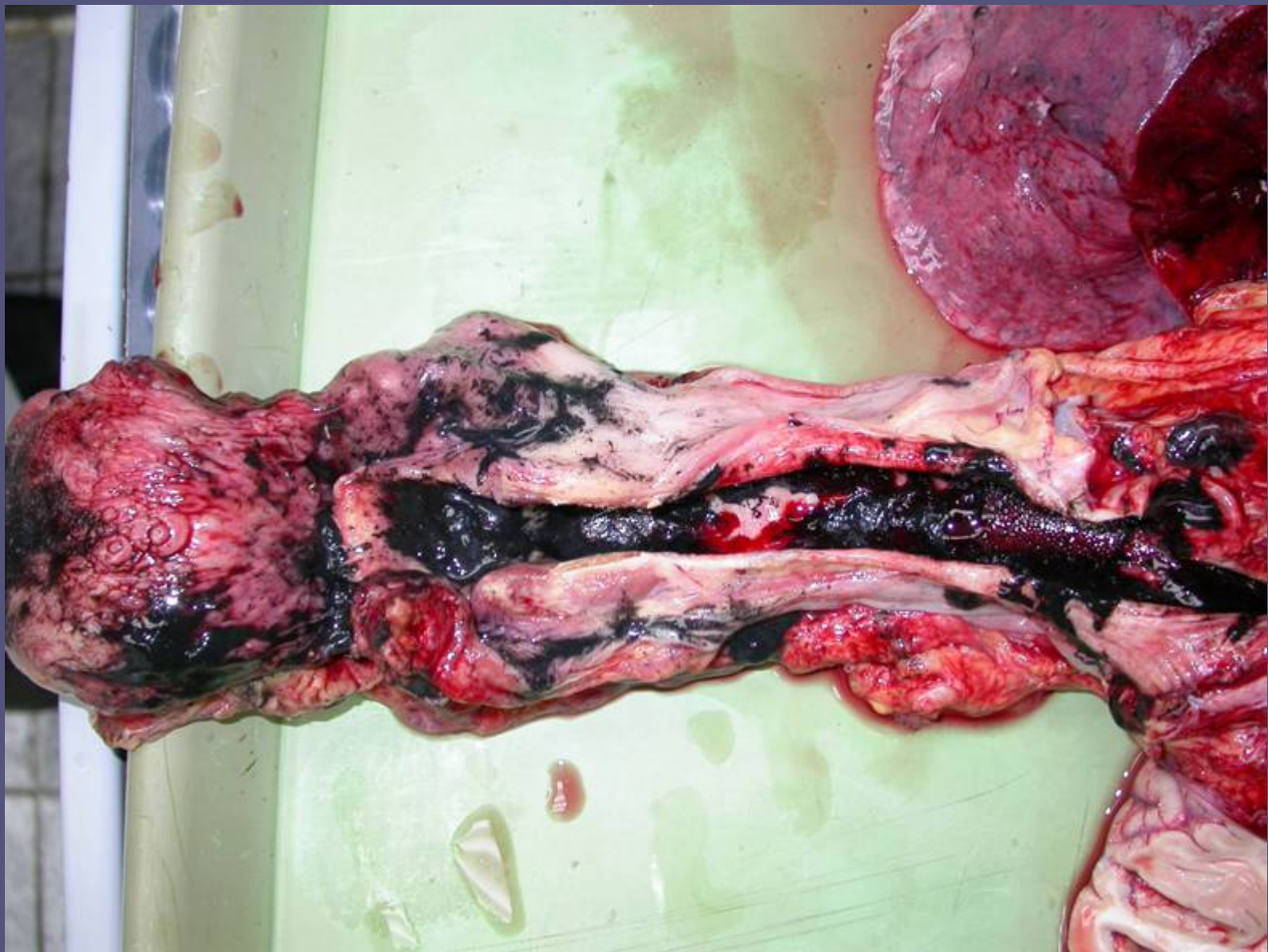
Překrvená plíce barvy červenorůžové.  
V bronchiálním stromu jsou patrné černé saze.





detail plíce se sazemi v bronchiálním stromu





saze na jazyku a v jícnu, samozřejmě i v hrtanu a  
v průdušnici

<b>% COHb</b>	<b>příznaky</b>
0 – 10	bez příznaků, při zátěži organismu těžký dech, tlak ve spáncích s pocitem stažení čela
10 – 20	tlak ve spáncích, krátký dech
20 – 30	bolest hlavy, závratě, zmatenost, halucinace, svalová slabost, spavost, zvracení, lehčí poruchy vědomí
30 – 40	úporná bolest hlavy, závratě, zmatenost, halucinace, svalová slabost, spavost, zvracení, lehčí poruchy vědomí
40 – 50	bezvědomí, tachykardie, dušnost, možnost smrti
50 – 60	bezvědomí, tachykardie s oslabeným pulsem, nepravidelné dýchání, křeče, často smrt
60 – 70	kóma, selhání oběhu a dýchání, zpravidla smrt
70 <	smrt

# Kyanovodík

Smrtná dávka: 0,05 g

hořké mandle 25 kusů

blokáce cytochromového systému

překysličená krev nemůže odevzdávat kyslík nastává tkáňové  
dušení a rychlá smrt

Po požití se postižený v několika vteřinách upadá k zemi,  
nastává bezvědomí a smrt.

# Kyanovodík

Při malé dávce:

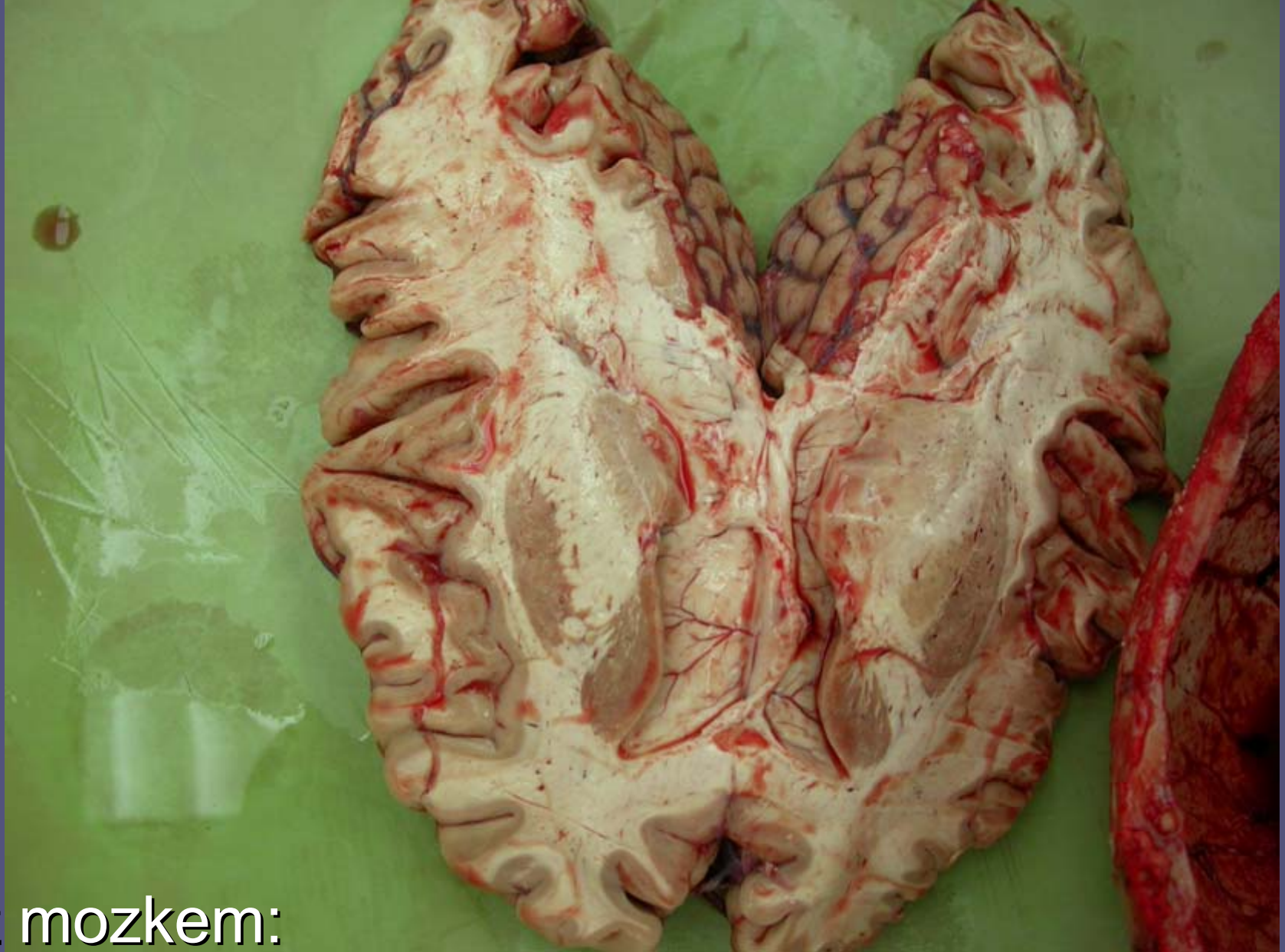
některý z příznaků bolesti hlavy, hořká chuť v ústech, slinotok, vrhnutí, závrať, astmatické potíže, křeče, ochrnutí, tep měkký, kůže chladná smrt může nastat i za 6 hodin

Pitevní nález: hořkomandlový zápach, posmrtné změny jsou světle červené. V případě KCN poleptání žaludku od hydroxidu draselného (hydrolýza).

# Otrava NaCN

foto a popis MUDr. Tomáš Vojáček





řez mozkiem:

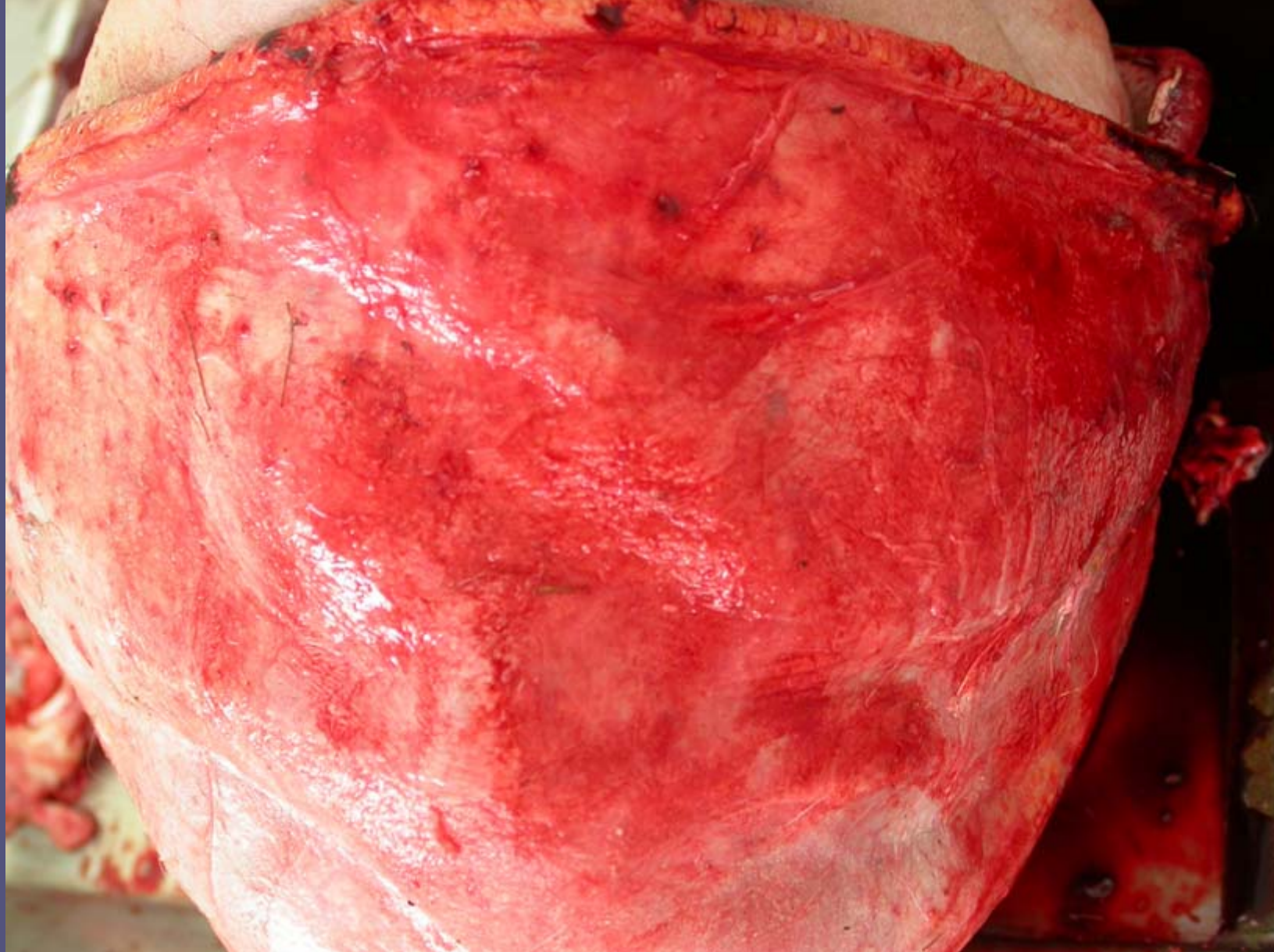
narůžovělé měkké pleny mozkové, překrvení mozku s barvou krve, která je růžová





obdobný pohled na řez mozkiem





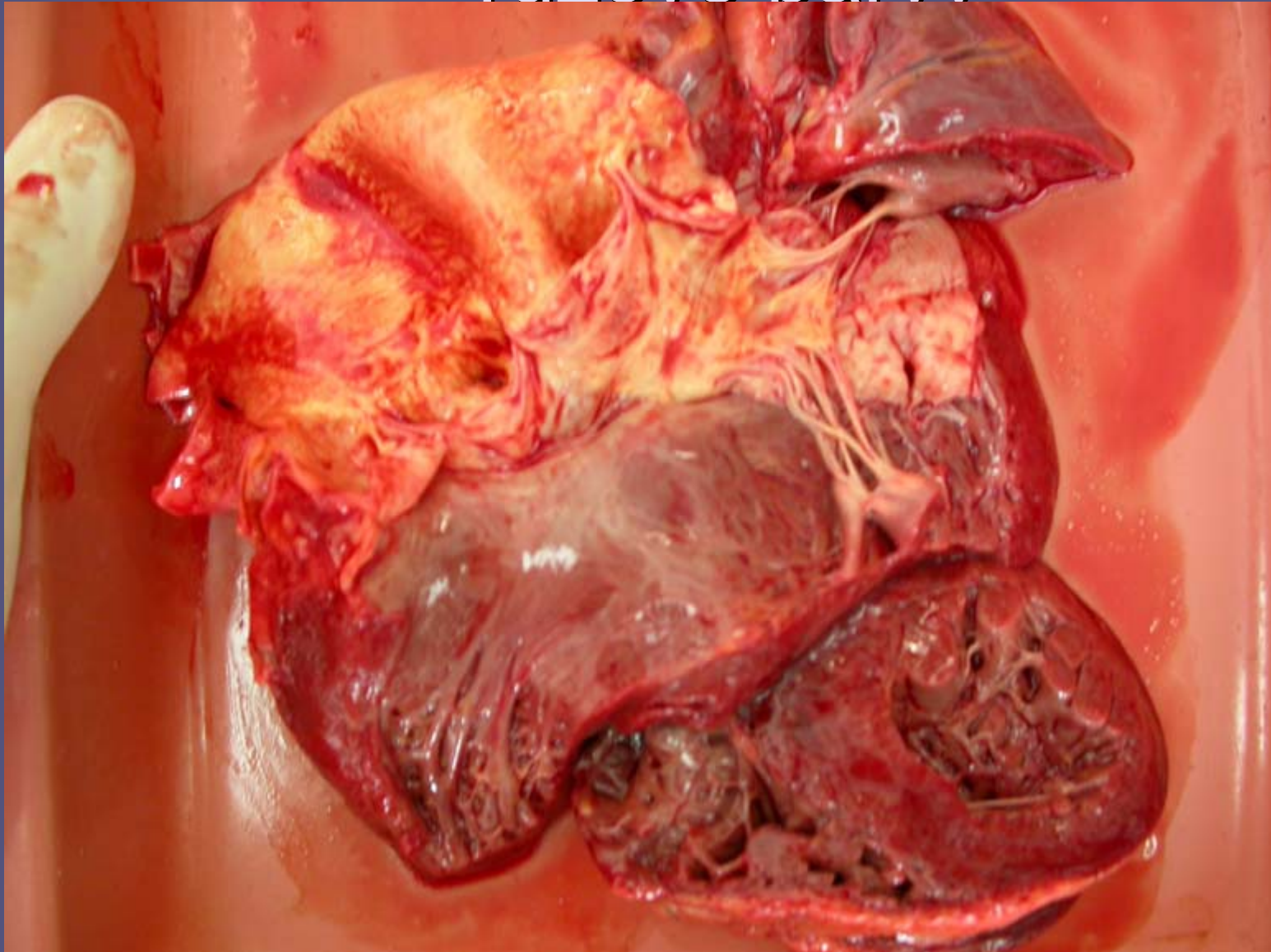
Pohled na růžové měkké pokrývky lební s drobnými krevními výrony v oblasti temenní.





Pohled na plíci, která je překrvená a krev má růžovou barvu.

na dalších obrázcích překrvené orgány  
růžové barvy

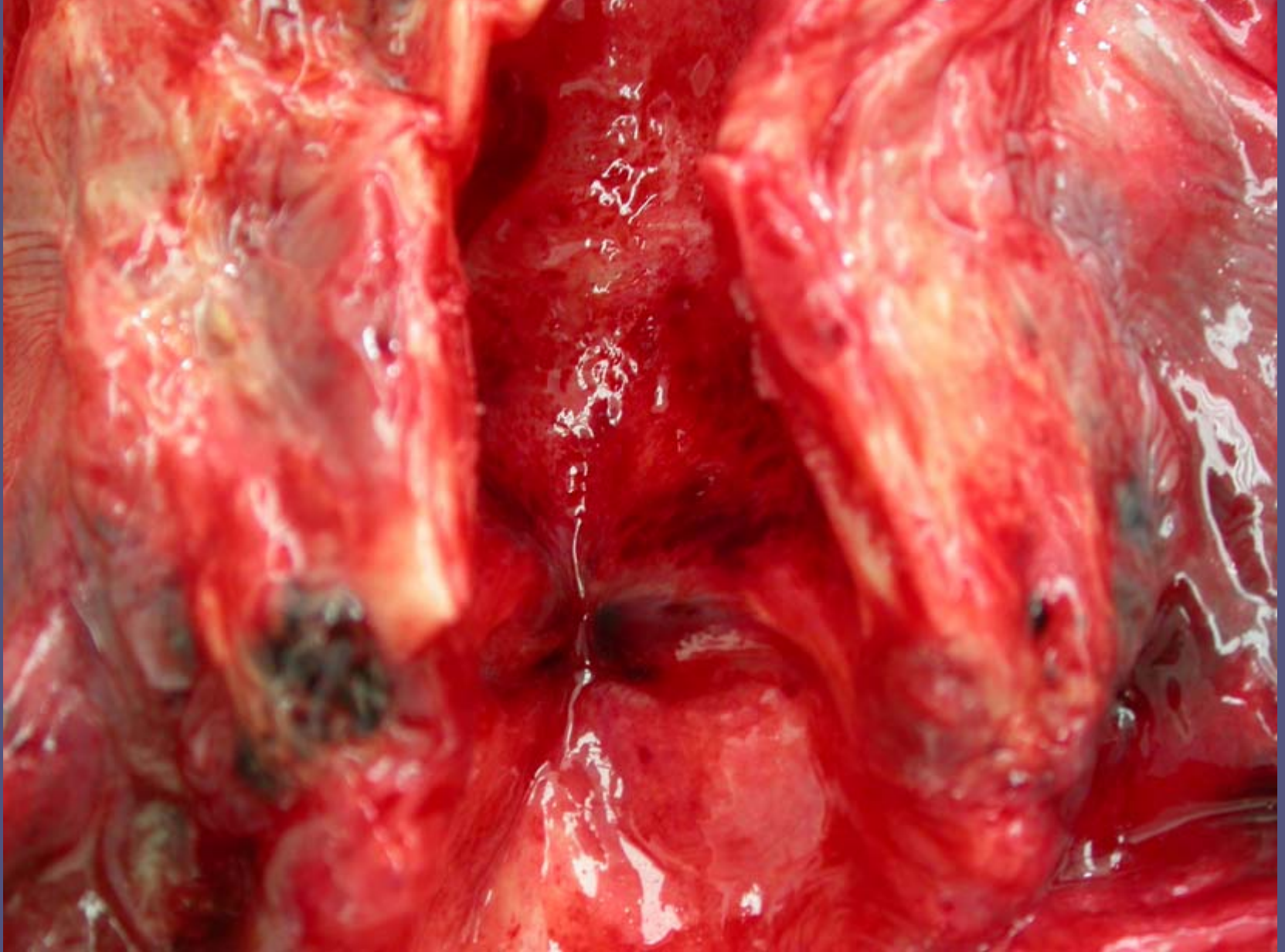


srdce



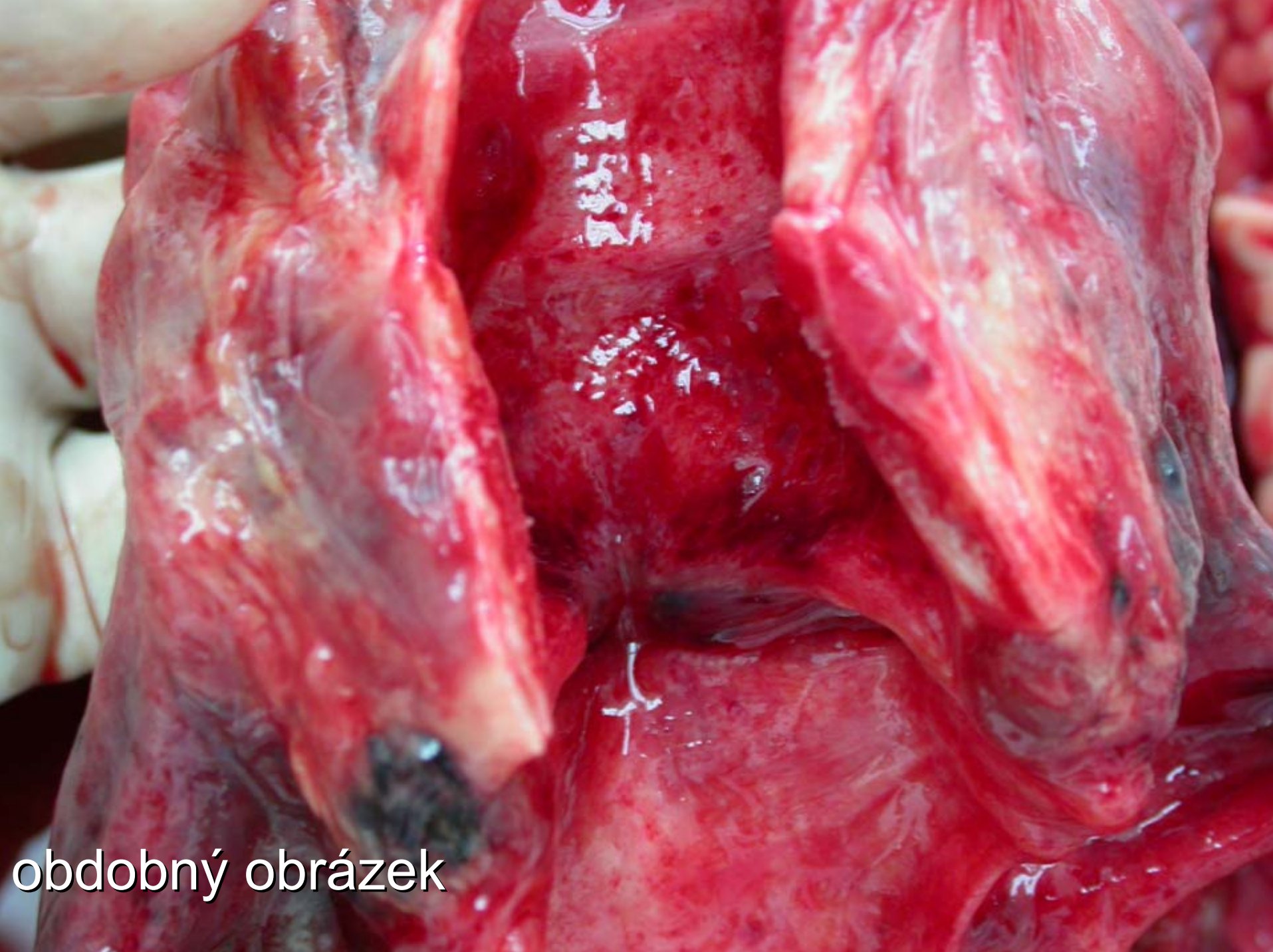


detail srdeční svaloviny levé komory



Sliznice hrtanu a průdušnice s krevními výrony na měkkém patře a pod hlasovými vazy.





obdobný obrázek





překrvená a růžová sliznice hrtanu a průdušnice s krevními výrony v okolí hlasových vazů



krvní výrony v oblasti měkkého patra a hltanu





překrvené a růžové ledviny





ledvina - detail



# Dusičnany $-\text{NO}_3$

Působení: oxidace  $\text{Fe}^{2+}$  v hemu na  $\text{Fe}^{3+}$  vzniká methemoglobin – nechopen přenášet kyslík (vnitřní dušení)

Příznaky cyanóza, křeče, ztráta vědomí

Fyziologická hladina pod 1% , příznaky otravy 20% MetHb, bezvědomí a smrt 50 – 60%

Pitevní nález šedomodré mrtvolné skvrny, hnědě zbarvená krev a orgány.

# Dusitany

–NO<sub>2</sub>

roztažení krevních cév, pokles krevního tlaku,  
zrychlení akce srdeční až šokový stav

barvivo krevní je dusitanovým aniontem měněno  
na methemoglobin

snížení transportu kyslíku krví

# Dusitany

–NO<sub>2</sub>

po požití většího množství zvracení, bolesti hlavy, bolesti břicha, závratě, cyanosa, pokles krevního tlaku až bezvědomí

požití 0,5 až 1 g dusitanu sodného vyvolává u dospělých lehčí otravu,

1 až 2 g těžkou otravu

asi 4 g smrt

# Dusitany



*32-leté rodiče aplikován na místo 0,3 M citranu sodného cca 30 ml 30% dusitan sodný (10,6 g  $\text{NaNO}_2$ ) per os, smrt do 2 hodin*

pos. 1564

*Toxikologické vyšetření:  
rodička 95 % methemoglobinu  
dítě 35% methemoglobinu  
- přežilo*

