

Xenónová anestézia v experimente na dobrovoľníkoch

Török Pavol¹, Hermely Albert¹, Sopko Imrich¹, Čandík Peter¹, Saladiak Stanislav¹,
Sýkora René¹, Májek Milan²

¹OAIM VÚSCH, a. s., Košice

²KAIM SZU, FNŠP – Déřerova nemocnica, Bratislava

Súhrn

Cieľ práce: Prvým cieľom práce bola experimentálna aplikácia krátkodobej inhalačnej anestézie xenónom a zvládnutie techniky a technológie jej podávania. Druhým cieľom bolo sledovanie objektívnych fyziologických a laboratórných parametrov, ako aj subjektívnych pocitov experimentálnych subjektov – anestéziológov, ktorí sa podrobili anestézii. Autori v práci opisujú prvé experimentálne podanie xenónovej inhalačnej anestézie na dobrovoľníkoch.

Pracovisko: Oddelenie anestéziológie a intenzívnej medicíny.

Dizajn: Klinický experiment (Súhlas etickej komisie č. 21082009).

Materiál a metodika: Na skupine 5 dobrovoľníkov sme sledovali účinky xenónovej anestézie, jej objektívnych účinkov na fyziologické premenné, laboratórne výsledky a subjektívne prežívanie anestézie do štádia, kedy dôjde k strate vedomia. Dva experimentálne subjekty viedli do prvých dvoch štádií hĺbky anestézie, ďalšie 3 subjekty do 3–4. štádia xenónovej anestézie. Pacienti boli štandardne monitorovaní a zabezpečení.

Výsledky: V parametroch laboratórných biochemických a hematologických vyšetrení, porovnávali výsledky odberov pred anestéziou a cca 15 min po anestézii. Rozdiely medzi výsledkami pred anestéziou a po anestézii nezistili. Výsledky boli v tolerancii fyziologických hodnôt. Počas anestézie boli sledované parametre obehu (TK a P) stabilné a nedošlo k významným zmenám pulzu a TK. Ventiláčne parametre sa v úvode do anestézie mierne menili, dýchanie sa spomalilo a prehĺbilo, ale po nástupe III a IV štádia anestézie „spánku“ sa parametre prakticky vrátili na pôvodné hodnoty. Monitorovaná SpO₂ bola stabilná, okolo 97–100 %. E_TCO₂ sa pohybovalo od 5,2 do 4,6 %. Autori hodnotia subjektívne pocity anestézovaných subjektov, a to v momente dosiahnutia relatívne stabilnej koncentrácie xenónu v dýchacom okruhu pri 10, 20, 30, 40 a 50%.
Záver: Autori konštatujú, že pre získanie určitej skúsenosti s aplikáciou xenónu, ako aj technologických zručností bol tento experiment veľkým prínosom. Z pohľadu experimentálnych osôb – anestéziológov, to bola nenahraditeľná skúsenosť. Autori predpokladajú skoré zavedenie xenónu do anestéziologickej praxe v indikovaných prípadoch na vlastnom oddelení.

Kľúčové slová: inhalačná anestézia – xenón

Abstract

Xenon inhalational anaesthesia in volunteers

Objective: We describe the first experimental administration of xenon inhalational anaesthesia in volunteers. The primary aim was administering a short inhalational xenon anaesthesia and learning the technique and technology of its administration. The secondary aim was observing objective physiological and laboratory parameters and the subjective feelings of the subjects who had undergone the anaesthesia.

Setting: Department of Anaesthesia and Intensive Medicine.

Design: Clinical experiment (Approval No. 21082009 of the Ethical Committee).

Materials and methods: The objective effects of xenon anaesthesia on the physiological variables and laboratory tests and its subjective perception until the loss of consciousness by the subjects were tested in a group of 5 volunteers. Two subjects reached the first two depth levels of anaesthesia and the remaining subjects reached levels 3 and 4 of xenon anaesthesia. All the subjects were monitored and managed in a standard fashion.

Results: The laboratory tests were performed prior to and 15 minutes after the anaesthesia. There were no significant differences found in the results before and after the anaesthesia. No result exceeded the normal range. Blood pressure and heart rate were stable, without significant changes, during the course of anaesthesia. Ventilatory parameters showed minor changes, the heart rate decreased and breathing became temporarily deeper but after reaching anaesthesia depth-levels 3 and 4, all the parameters became normal again. SpO₂ was stable, oscillating between 97 and 100%, E_TCO₂ reached 4.6–5.2 kPa. The authors evaluated the subjective perception by the anaesthetized persons at the moments when xenon concentration in the airways reached a relatively stable concentration at 10, 20, 30, 40 and 50%.

Conclusion: This experiment is one of the first ones in the field of gaining technical skills and experience in performing xenon anaesthesia. For the volunteers, all of whom are anaesthetists, this was a unique personal experience. The authors expect early implementation of xenon anaesthesia into their clinical anaesthetic practice in indicated cases.

Keywords: xenon– inhalational anaesthesia

Anest. intenziv. Med., 21, 2010, č. 3, s. 134–139

Úvod

Xenón ako anestetikum je veľmi zaujímavý plyn, okolo ktorého sa vykonalo množstvo experimentov a veľmi kvalifikovane prezentovaných klinických štúdií. V niektorých štátoch (Francia, USA, Rusko) prekročilo používanie xenónu experimentálny rámec a začína sa používať v klinickej anestéziologickej praxi, výhradne v špecifických indikáciách [5, 6, 11, 12, 13, 16].

Prečo xenón?

Inhalačné anestetiká sú látky vstupujúce do organizmu pľúcami, odkiaľ sú krvou (obehom) transportované do tkanív. Cieľovým miestom je mozog, v ktorom svojím účinkom vyvolávajú celkovú anestéziu.

Ideálne inhalačné anestetikum by malo mať nasledovné vlastnosti:

- rýchly úvod a rýchle vyvedenie z anestézie,
- dobrú korigovateľnosť hĺbky anestézie,
- dostatočnú analgetickú potentnosť,
- dostatočnú schopnosť svalovej relaxácie,
- veľkú terapeutickú šírku (bezpečnosť),
- minimálne nežiaduce a žiadne toxické účinky,
- minimálne (najlepšie žiadne) metabolizovanie v organizme,
- byť environmentálne neškodné.

V súčasnosti však ideálne inhalačné anestetikum neexistuje, a preto sa inhalačná anestézia podľa potreby kombinuje s venóznou, kedy sa do organizmu privádzajú anestetiká, kurarimimetiká a analgetiká i. v. formou. Ideálnemu inhalačnému anestetiku sa najviac blíži (Xe) xenón.

Okrem minimálnych nežiaducich účinkov na ľudský organizmus je xenón v porovnaní s fluór-chlórovanými uhľovodíkmi (Halotan, Sevoran, Desfluran a pod.) predstaviteľom environmentálne úplne neškodného inhalačného anestetika.

Samotné zavedenie (low-flow a minimal-flow anestézie) LFA a MFA znižuje odpad fluór-chlórových uhľovodíkov – anestetiká a N_2O do atmosféry 4–8-násobne [1, 2, 3, 4].

Štádiá xenónovej anestézie pri inhalačnom úvode

Burov identifikoval pri inhalačnom úvode do anestézie zmenou $O_2/Xe = 30\%/70\%$ ($40\%/60\%$) 4 štádiá xenónovej anestézie [11, 13]:

1. Vzniká do 1–2 minút od začiatku inhalácie O_2/Xe a je charakterizované vznikom parestézií na koži, pocitom opilsti, diskoordináciou. Vedomie je zachované, slovný kontakt možný. Vzniká hypoalgézia – približne dvojnásobne je potom lepšia tolerancia bolesti.
2. Vzniká do 2–3 minút od začiatku inhalácie O_2/Xe a je charakterizované eufóriou, psychomotorickým nekludom, veselosťou a logoreou. Zvyšuje sa svalový tonus, nepravidelné dýchanie, mierne stúpa

krvný tlak a pulz. Obranné reflexy sú ešte zachované, tolerancia na bolesť sa zvyšuje.

3. Vzniká do 3–4 minút od začiatku inhalácie O_2/Xe a je charakterizované analgéziou a čiastočnou amnéziou, výrazne sa zvyšuje tolerancia na bolestivý podnet, vedomie sa zahmlieva, kontakt s pacientom je zvyčajne nemožný a postupne upadá do spánku. Dýchanie začína byť znovu pravidelné a pulz a tlak krvi sa normalizujú; pokožka býva ružová a teplá.
4. Vzniká do 4–5 minút od začiatku inhalácie O_2/Xe a je charakterizované nástupom anestézie (analgézia a úplná amnézia), obranné reflexy vymiznú, podobne ako viečkový a korneálny reflex. Zrenice sa zužujú, dýchanie je pravidelné, podobne ako pulz. Tlak sa stabilizuje. Pokožka je ružová, teplá, suchá. Reakcia na kožný rez nie je prítomná.

Xenón predstavuje vo svetle súčasných pohľadov na anestetiká látku výrazne sa približujúcu ideálnemu anestetiku.

Zavedenie xenónu do klinickej praxe vyžaduje okrem fundovaných lekárov aj technické zariadenie – narkotizačný prístroj, ktorý spĺňa požiadavky pre aplikáciu minimal-flow anestézie xenónom. Vyššie uvedené podmienky boli splnené a jeden z autov tohto článku mal možnosť anestézovať xenónom na zahraničnom pracovisku, kde hmatateľne zistil jeho výhody. Technické zariadenie vyrába domáci výrobca.

Výhody xenónu ako anestetika sa dajú využiť v kardiovaskulárnej anestézii priam ideálne [5–9, 15–18], preto sme sa rozhodli zaviesť xenónovú anestéziu do praxe na našom pracovisku (VÚSCH, a. s., Košice). Pred použitím u pacientov sme sa rozhodli pre krátkodobú aplikáciu na dobrovoľníkoch – lekároch OAIM.

Materiál a metodika

Päť lekárov sa počas diskusie prihlásilo dobrovoľne do experimentu krátkodobej, cca 15-minútovej xenónovej inhalačnej anestézie, ktorú sme aplikovali dobre tesniacou nazoorálnou maskou. Použili sme medicínálny xenón (Xe-Med od fy AKELA – Ruská federácia) s čistotou 99,9996 %. Pre aplikáciu anestézie sme použili narkotizačný prístroj Venar-Xenón (Chirana-Medical) vybavený štandardným anestetickým patientským monitorom S-5 (General Electric) a monitorom na meranie koncentrácie xenónu v dýchacom okruhu (Insoft). Pred začiatkom experimentu, ako aj po jeho ukončení, sme sledovali krvný obraz a základné biochemické parametre (iony, urea, kreatinín, bilirubín, AST, ALT, GMT, glykémia). Experimentálne osoby boli monitorované štandardným spôsobom (EKG, TK, SpO_2 , E_TCO_2 , Xe%, f, VT, MV, Cst, Raw, klinické sledovanie). Po denitrogenácii pacienta ($6\text{ l} \cdot \text{min}^{-1} O_2$ počas 5 min) pred úvodom do anestézie sme aplikovali prietok čerstvých plynov $Q_{fgf} = 3,6\text{--}4\text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ s $FiO_2 = 0,25$ a $FiXe$ xenónu = 0,75. Počas inhalačnej indukcie, keď koncentrácia xenónu v okruhu dosiahla cca 60 %, sme znížili Q_{fgf} a prispôbili koncentráciu plynov tak, aby v okruhu

Tabuľka 1. Demografické údaje o dobrovoľníkoch – priemerné hodnoty

Počet	Hmotnosť [kg]	Výška [cm]	Vek [roky]	Komplikácie ochorení
5	87	178	40,2	1
Max-Min	112–65	187–15	59–32	maligná hypertonia

Tabuľka 2. Subjektívne prejavy a objektívne klinické sledovania (n = 5)

Koncentrácia Xe v okruhu [%]	10	15	20	30	40	50	60
Čas započatia anestézie – preoxygenácie = 0 min, tj. po 5 min (min)	6–7	7	7,5	8	8,5	9	10
Excitácia	+	++	++	+/-	-	-	-
Dobrá nálada, pocit opojenia ako alkoholom	+	+++	++++	++	+/-	-	-
Smiech, excitácia	+	++++	+++	+/-	-	-	-
Mravenčenie končatín a prstov	+/-	++	+++	+/-	+/-	-	-
Mžikanie pred očami	- -	+	++	-	-	-	-
Útlm	-	-	-	+/-	+	++	-
Optické vnemy – reaguje	+	+	+	+	-	-	-
Akustické vnemy – reaguje	+	+	+	+	+	-	-
Strata vnímania seba samého	-	-	-	-	+/-	+	+
Žiadna reakcia na bolestivý stimul	-	-	-	-	-	+/-	+

bolo približne 60 % Xe. Dve pokusné osoby sme na ich želanie uviedli len do druhého štádia xenónovej anestézie, ďalšie 3 do III–IV. štádia anestézie. Bolestivý stimul sme robili štipnutím „plastovým peňom“. Po poutčení a podpísaní informovaného súhlasu pokusnej osoby sme pristúpili k samotnému experimentu, ktorý bol odsúhlasený Etickou komisiou VÚSCH, a. s., pod číslom 21082009. Xenón „Xemed“ firmy Akela bol dovezený z Ruskej federácie na mimoriadne jednorazové povolenie dovozu MZ SR.

Demografické údaje sú v tabuľke 1.

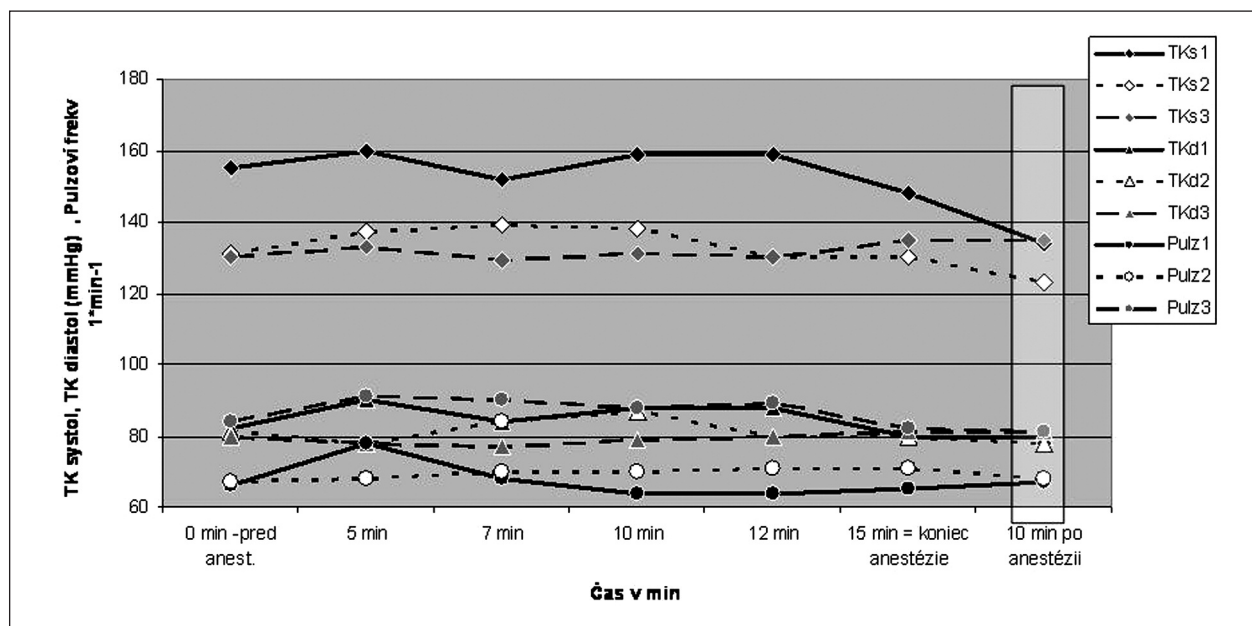
Výsledky

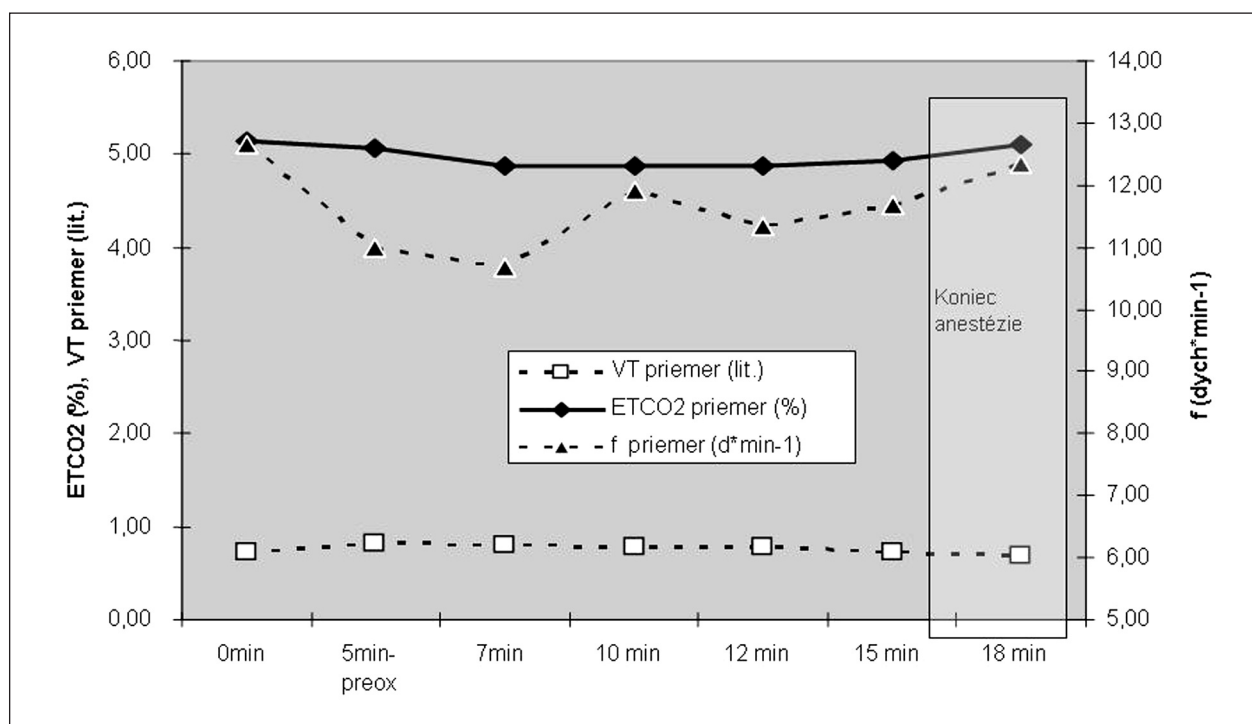
Odobrali sme vzorky krvi na analýzu biochemických parametrov pred anestéziou a do 10 minút po anestézii.

Výsledky u všetkých sledovaných osôb boli vo fyziologických toleranciách a nevykázali žiaden podstatný rozdiel medzi hodnotami pred anestéziou a po anestézii. Podobne pri analýze krvného obrazu boli výsledky pred anestéziou a po anestézii bez podstatných zmien.

Subjektívne vnímanie účinkov xenónu sme sledovali do stavu straty vedomia v 3 prípadoch a do stavu excitačného ($FiXe = 22\%$) v dvoch prípadoch. Výsledky uvádza tabuľka 2.

Na základe klinického sledovania môžeme konštatovať, že pri koncentrácii xenónu v okruhu do 22 až 30 % dochádza postupne k prvému a druhému štádiu anestézie, ktoré opísal Burov a ktoré majú znaky vymenované v diskusii. Postupne so zvyšujúcou sa koncentráciou xenónu dochádzalo k útlmu a nakoniec k zaspatiu a strate vedomia. Od štádia III sa

**Graf 1.** Obehové parametre počas anestézie (n = 3)



Graf 2. Ventiláčny parametre (n = 3)

parametre obehu nemenili, ventilácia sa po miernej hyperventilácii ukludnila, a pokožka pacientov bola teplá a suchá. SpO_2 sa pohybovalo od 97 do 99 %.

Prebudenie z anestézie, resp. obnovenie vedomia, nastalo cca do 120 sek po vypláchnutí xenónu z ventiláčného okruhu čistým kyslíkom.

Prebudenie bolo hladké, komunikácia veľmi dobrá, experimentálne osoby sedeli na lôžku do 3–4 minút od zobudenia.

Reakcie obehového systému sú znázornené na grafe 1.

Na grafe sú znázornené reakcie troch subjektov (1–3), ktoré boli uvedené do III. a IV. štádia celkovej anestézie. Obehové parametre sa počas anestézie výraznejšie nemenili. Môžeme ich vyhodnotiť ako stabilné. U subjektu č.1 (M. hyperton.) boli hodnoty krvného tlaku vyššie, na čo vplýval predsa len existujúci psychický stres. Desať minút po skončení anestézie sa aj u tohto subjektu TK normalizoval.

Pulzová frekvencia bola u všetkých 3 subjektov stabilná.

Priemerné ventiláčny parametre troch subjektov uvedených do III. a IV. štádia anestézie, teda so stratou vedomia, sú uvedené v grafe 2.

Po začatí aplikácie xenónu postupne dochádzalo k spomaleniu dychovej frekvencie, zvýšeniu VT ako aj k miernemu poklesu E_TCO_2 . Po nástupe III.–IV. fázy anestézie, cca v 10 minúte, došlo k miernemu stúpnutiu dychovej frekvencie. Ak na začiatku anestézie bolo $E_TCO_2 = 5,13 \pm 0,28$ %, tak počas fázy spánku bolo $4,87 \pm 0,21$ %. SpO_2 nekleslo pod 97%. Konštatujeme, že k nijakým ventiláčnym problémom nedošlo.

Diskusia

Xenón ako inhalačné anestetikum

Xenón (Xenos) je grécky výraz (neznámy, cudzí). Bol objavený v roku 1898 ako vzácny inertný plyn, ktorý má anestetické účinky v normobarických podmienkach. Xenón je veľmi vzácny a v objeme cca jednej stredne veľkej miestnosti je ho len 4 ml.

Vyrába sa frakčnou destiláciou zo vzduchu a jeho cena je cca 2000-krát vyššia ako N_2O .

Komerčné využitie nachádza v osvetľovacích telesách, bleskoch, avionike, RTG lampách a medicíne [14].

Fyzikálne vlastnosti

- Bez chuti vône a farby.
- Monoatomický plyn, atómové číslo = 54, mol. hmotnosť 131,3.
- 9 stabilných izotopov.
- Bod skvapalnenia: $111,9^\circ C$; bod varu: $108,1^\circ C$.
- 4-krát hustejší ako vzduch.
- Nehorľavý a horenie nepodporujúci.
- Difuzibilný cez gumu a silikón.

Anestetické vlastnosti

- Prvýkrát použitý Cullenom (1951) u 81-ročného pacienta pri orchidektómii.
- Blízky tzv. ideálnemu anestetiku.
- Xenón inhibuje Ca^{++} pumpu membrán a znižuje prenos vzruchov. Inhibuje nociceptívnu citlivosť neurónov aj v mieche.
- MAC = 71 %, podľa ruských autorov okolo 60–70 %.

- Má minimálne hemodynamické účinky.
- Má nízky koeficient rozpustnosti krv/plyn = 0,115, ktorý je najnižší zo všetkých v súčasnosti používaných anestetík.
- Rýchly nástup a ukončenie účinku, bez ohľadu na trvanie anestézie.
- Počas anestézie Xe sú zrejmé 4 štádiá anestézie (Xe – 70 %, O₂ – 30 %):
 1. Celkový pocit parestézií a hypoalgie.
 2. Eufória, zvýšená psychomotorická aktivita.
 3. Analgézia a amnézia (po 3–4 min).
 4. Chirurgická anestézia s dobrou svalovou relaxáciou.
- Analgézia je porovnateľná s N₂O a nie je reverzibilná po aplikácii naloxonu.
- Nemá nežiaduce účinky na životné a pracovné prostredie.

Účinky na ľudský organizmus

- Respiračné:
 - centrálna depresia dýchania so znížením frekvencie a kompenzátnym zvýšením VT, ktorá môže progredovať až do apnoe.
- Kardiovaskulárne:
 - nemá inhibičný efekt na kardiálne iónové kanály (Ca⁺⁺, K⁺),
 - nemá vplyv na kontraktilitu, TK a SVR (TPR),
 - niektoré práce opisujú pokles frekvencie kontrakcií,
 - nesenzibilizuje myokard na adrenalin,
 - v animálnych experimentoch zvyšuje prietok krvi mozgom, pečňou, obličkami a GIT v porovnaní s anestéziou Halotan, N₂O, O₂ a Thiopental + Fentanyl.
- CNS:
 - Xe zvyšuje prietok krvi mozgom, zvyšuje ICP (intrakraniálny tlak) a znižuje perfúziu mozgu u pacientov s akútnou traumou mozgu. Nie je však žiadny dôkaz o spôsobení ischémie mozgu;
 - zvýšenie ICP je však odstrániteľné miernou hyperventiláciou.
- Obličky:
 - nemá žiaden dokázateľný vplyv (nie sú údaje).
- Endokrinný systém/neurohumorálna regulácia:
 - nemá dlhodobý kortikosupresívny účinok,
 - tlmi chirurgický stres počas výkonu.
- Toxicita:
 - zvyšuje agregáciu trombocytov pri pretlaku 200 kPa (potápači),
 - nemá dokázateľné účinky na krvné bunky (Ery, Le, Ly).
- Malígna hypertermia:
 - nebolo dokázané, aby Xe priamo či nepriamo participoval na MH.
- Metabolizmus a eliminácia:
 - nevstupuje do nijakých biochemických pochodov v organizme,
 - eliminuje sa pľúcami.

Možné cesty k aplikácii xenónovej anestézie ekonomicky akceptovateľnej

- Zníženie výrobných nákladov:

- možné pri veľkých separačných jednotkách,
 - recyklácia Xe,
 - použitie hermetického anestetického okruhu s plne zatvoreným dýchacím systémom,
 - veľmi tesný okruh,
 - možné použiť servosystém dopĺňania Xe do okruhu,
 - analýza plynov v okruhu,
- Súčasná cena je cca 20 Euro/liter (30 USD).

Sumár

- Plyn bez farby, chuti a zápachu, nedráždi dýchacie cesty, dobre tolerovaný pri inhalačnom úvode.
- Nízky koeficient rozpustnosti krv/plyn, tuk/voda s rýchlym nástupom účinku a rýchlym odoznením.
- Robí dobrú analgéziu, bezvedomie – anestéziu a svalovú relaxáciu.
- MAC = 60–70 %.
- Môže spôsobiť depresiu dýchania až apnoe, hlavne pri koncentráciách nad 70 %.
- KVS-stabilný, kardioprotektívita pri použití extrakorporálnej cirkulácie (ECC).
- CNS – zvyšuje prietok krvi mozgom, ale má zároveň neuroprotektívny účinok.
- Nemetabolizuje sa a kompletne sa rýchlo vylučuje pľúcami.
- V tlakovej nádobe je stabilný a v okruhu nereaguje s jeho komponentmi, ani s nátronným vápnom.
- Nemôže sa používať s gumovými hadicami okruhu, pretože nimi uniká.
- Nehorľavý.
- Nemá nežiaduce enviromentálne pôsobenie.
- Je veľmi nákladný, a preto je vhodné ho aplikovať výhradne v úplne uzavretom okruhu a zabezpečiť jeho absorpciu a následnú recykláciu.

Vychádzajúc z jeho priaznivých biologických účinkov na organizmus a minimálneho ovplyvnenia všetkých dôležitých orgánových systémov považujeme xenón za veľmi výhodné anestetikum v srdcovocievnej anestézii. Pretože je jeho cena pomerne vysoká, vyžaduje špeciálne technické zariadenie – anestetický prístroj, ktorý umožňuje aplikáciu minimal-flow anestézie s prietokom Q_{fgf} od 100 ml . min⁻¹. Komplexný monitoring, vrátane monitorovania koncentrácie xenónu v okruhu, je nevyhnutný [14, 16].

Na mnohých pracoviskách v Ruskej federácii, Francúzsku, Japonsku a USA sa xenónová anestézia aplikuje skoro rutinne, hlavne v kardioanestéziológii a v transplantáčnej chirurgii, s veľmi dobrými výsledkami. Okrem rýchleho nástupu účinku a vyvedenia z anestézie sa udáva protektívita na myokard, ako aj na mozgovú tkanivo, pričom nemá zásadné negatívne účinky na iné orgánové systémy [15, 16, 18].

Niektoré práce udávajú zníženie pooperačných delírií u pacientov operovaných v kardiochirurgii (ECC) až 3-krát v porovnaní s inými anestetikami [5, 15]. Podobne ako iní autori sme zistili jeho veľmi rýchly nástup účinku ako aj rýchle vyvedenie z anestézie.

Praktické skúsenosti je možné dosiahnuť výhradne prácou s xenónom, aby sme mohli overiť si účinky, kto-

ré sú opísané v literatúre a aby sme zvládli technológiu bezpečného a úsporného podania xenónovej anestézie [12, 14].

Záver

Pri optimálnych materiálnych, technických i personálnych podmienkach máme možnosť zaviesť xenónovú anestéziu do klinickej praxe, preto sme sa rozhodli urobiť vyššie opísaný experiment, ktorým sme na jednej strane chceli overiť metodické postupy, ako aj vyskúšať účinky xenónu na „vlastnej koži“, napriek tomu, že prvý autor si mohol vyskúšať vo výskumnom ústave transplantológie a umelých orgánov v Moskve aplikáciu xenónovej anestézie v klinickej praxi opakovan a s výborným výsledkom.

Podľa nášho názoru máme k dispozícii účinné a zaujímavé – aj keď nákladné – anestetikum, ktorého história sa na našom území začala písať práve týmito prvými aplikáciami.

Je možné konštatovať, že xenón ako anestetikum nesklamal ani z pohľadu aplikujúceho lekára-anestéziológa, ani z pohľadu anestézovaného subjektu. Objektívne fakty, ktoré sme zisťovali monitorovaním a hlavne subjektívne pocity anestéziológa sa nedajú nahradiť klinickou skúsenosťou na pacientovi. Veríme, že v indikovaných prípadoch sa v dohľadnej dobe presadí xenón aj v klinickej praxi, k čomu prispejeme ako kolektív lekárov.

Literatúra

1. Virtue, R. V. Minimal flow N₂O anaesthesia. *Anaesthesiology*, 1974, 40, p. 196–198.
2. Larsen et al. *Anestezie*. Grada publishing: Praha, 2004, p. 903.
3. Török, P. Monitorovanie počas anestézie a na OAIM. In: Firment et al. *Základy anesteziológie*. LF UPJŠ: Košice, 2001, p. 302.
4. Török, P. Inhalačná anestézia – súčasný stav. Možné a potrebné technické riešenia v SR s výhľadom integrácie do EÚ. Materiál výboru SSAIM pre MZ SR, 2000, s. 4.
5. Bamert, J. H., Falter, F., Eletr, D. et al. Xenon anaesthesia may preserve cardiovascular function in patients with heart failure. *Acta Anaesthesiol. Scand.*, 2005, 49, p. 743–749.
6. Baumert, J. H., Hecker, K. E., Hein, M. et al. Effects of xenon anaesthesia on the circulatory response to hypoventilation. *British Journal of Anaesthesia*, 2005, 1, p. 166–171.
7. Baumert, J. H., Hein, M., Hecker, K. E. et al. Autonomic car-

diac control with xenon anaesthesia in patients at cardiovascular risk. *British Journal of Anaesthesia*, 2007, 5, p. 722–727.

8. Bedi, A., McBride, W. T., Armstrong, M. A. et al. Xenon has no effect on cytokine balance and adhesion molecule expression within an isolated cardiopulmonary bypass system. *British Journal of Anaesthesia*, 2002, 3, p. 546–550.
9. Burov, N. E., Korienko, L. JU., Džabarov, D. A., Mironova, I. I. Gemodinamika i funkcia myokarda pri xenonovej anestézii. *Anesteziologia i Reanoimatologia*, 1993, 5, p. 57–59.
10. Burov, N. E., Korienko, L. JU., Džabarov, D. A., Mironova, I. I. Vlijanie anestezii ksenonom na morfológiu i svertyvajuščuju systemu krovi. *Anesteziologia i Reanoimatologia*, 1993, 6, p. 14–18.
11. Burov, N. E., Korienko, L. JU., Makaev, G. N., Potapov, V. N. Kliničesko experimentalnoe issledovanie anestezii xenonom. *Anesteziologia i Reanoimatologia*, 1999, 6, p. 56–60.
12. Burov, N. E., Korienko, L. JU., Makaev, G. N., Potapov, V. N. Alternativnoe sposoby udeševljeni anestezii xenonom. *Anesteziologia i Reanoimatologia*, 1997, 4, p. 71–73.
13. Burov, N. E., Korienko, L. JU., Makaev, G. N., Potapov, V. N. Anesezia xenonom, sostojanie i perspektivy primeneniia v chirurgii. *Annaly chirurgii*, 1998, 4, p. 60–64.
14. Burov, N. E., Potapov, V. N. Xenon v prektičeskoj anestezii. Sostojanie i perspektivy primeneniia v Rosii. V zborniku: *Xenon i xensoberajuščie tehnologii v medicine – 2005*. Moskva, 2005. p. 57–62.
15. Kozlov, I. A., Voronin, S. V. Xenon pri operaciach na serdce-kačestvcenno novyj variant obščej anestezii. *Zdravoochranenie i medicinska tehnika*, 2004, 10, p. 10–12.
16. Kozlov, I. A. Izofluran a Xenon v anestezii. *Vestnik intensivnoj terapii*, 2003, 3, p. 23–29.
17. Kozlov, I. A., Chubutia, A. S., Voronin, S. V. Pervyj opyt s anesteziej xenonom pri operacijach s iskusstvennym krovoobraščeniem. *Serdečno sosudnyje zabolevaniia*, 2003, 6, p. 125.
18. Goto, T., Nakata, Y., Morita, S. Will xenon be a stranger or a friend? The cost, benefit, and future of xenon anesthesia. *Anesthesiology*, 2003, 98, p. 1–2.

Podakovanie: V prvom rade patrí našej vrchnej sestre p. Jane Suchárovej, ako aj anestetikkej staničnej sestre p. Zuzke Krasnecovej, ktoré nám pripravili podmienky pre urobenie experimentu a vytrpeli si to s nami.

Došlo 20. 8. 2009.

Prijato 5. 2. 2010.

Adresa pre korešpondenciu:

MUDr. Pavol Török, CSc.

OAIM Východoslovenský ústav srdcových

a cievnych chorôb, a. s.

Ondavská 8

04011 Košice

Slovenská republika

e-mail: ptorok@vus.ch.sk