

616—089.5:615.391—092.22:[616.12:616.24]

VPLYV RÝCHLEJ A MASÍVNEJ INFÚZIE NA KARDIORESPIRAČNÚ ČINNOSŤ POČAS ANESTÉZY

MUDr. Magda ŠTEINEROVÁ

Anesteziologické oddelenie FN-Martin (prednosta MUDr. Magda Šteinerová)

Rýchle a masívne infúzie sa už dávno pokladajú za nebezpečné, pretože po náhlom zvýšení transmuralného tlaku v pľúcnych kapilárach hrozí edém pľúc (1,2).

U anestetizovaných pacientov je dôležité vedieť, s akou rýchlosťou môžeme u nich upraviť poruchy v hospodárení tekutinami. Anesteziológ býva často postavený pred úlohu upraviť objem cirkulujúcej krvi čo najrýchlejšie, avšak bez toho, že by ohrozil kardiorespiračnú funkciu pacienta nadmerným a rýchlym prívodom tekutín.

V klinickej praxi sme už dávnejšie pozorovali, že po rýchlom intravenóznom podaní tekutín dochádza u spontánne dýchajúceho anestetizovaného pacienta k útlmu dychu a následnej hypoxii (3). Rozhodli sme sa túto otázku skúmať v experimente.

Materiál a metodika

12 psov sme zaradili do dvoch skupín. V I. skupine psi spontánne dýchali, kým v II. skupine sme ich napojili na respirátor s pozitívnou fázou dýchania.

I. skupina

V tejto sérii sme sledovali 6 psov o váhe 18–23 kg spontánne dýchajúcich v povrchovej halotánovej anestéze. Pred pokusom sme psom odmerali objem cirkulujúcej plazmy pomocou humánneho sérového albumínu značkovanej radioaktívnym jódom (I-131). Objem cirkulujúcej krvi sme vypočítali potom podľa vzorca:

$$\frac{\text{Objem cirkulujúcej plazmy v ml}}{100 - \text{objem erytrocytov, tj. hematokrit}}$$

Objem cirkulujúcej krvi sa u psov rovná 9–10 % celkovej váhy tela. Presnosť metódy sme u niekoľkých psov kontrolovali aj exsangvináciou, ktorá ukázala o niečo nižšie výsledky, tj. 8 % váhy tela. Vyššie výsledky s použitím I-131 možno azda vysvetliť rýchlejšim únikom jódu do tkanív.

U všetkých psov sme použili štandardnú anestetickú techniku. K indukciu sme podali thio-pental v množstve 25 mg/kg váhy intravenózne. Po zavedení endotracheálnej kanyly s manžetou sme udržiavali povrchnú halotanovú anestézu pomocou odparovača Fluotec. Použili sme Foreggerov anestetický aparát s jednocestným zatvoreným systémom. Psi ležali na chrbte vo vodorovnej polohe.

Arteriálny tlak sme merali priamou metódou ortuťovým manometrom v arteria femoralis.

Centrálny venózný tlak sme merali za pomoci vodného manometra zavedeného cez katéter do vena cava inferior. Zvieratú sme podali 2,5 mg heparinu na kg váhy.

Záznamy dýchania sme robili jednak Kroghovým spiografom, jednak sme dýchové hodnoty merali Wrightovým expiračným respirometrom.

Iní autori (4, 5) na základe experimentálnych prác prišli k záveru, že u zdravých, neanestetizovaných psov možno pomaly podať vo forme infúzie až dvojnásobok objemu cirkulujúcej krvi bez toho, že by bol preťažený kardiovaskulárny aparát.

My sme na vyvolanie rýchlej hypervolémie používali 5% roztok glukózy, ktorý sme podávali intravenózne počas 5 minút. U prvých 3 psov sme podali 5% glukózu v množstve zodpovedajúcom 50% objemu cirkulujúcej krvi zvieratá. Ku koncu 5. minúty sme zaznamenali u všetkých 3 psov náhle zastavenie dýchania a srdcovej činnosti. Týchto psov sme preto nezaradili do I. série, ale rozhodli sme sa podávať rýchlu infúziu v nižšej dávke, zodpovedajúcej len 25 % objemu cirkulujúcej krvi zvieratá.

Tlakové a dýchové záznamy sme robili pred podaním rýchlej a masívnej infúzie, ihneď po jej stečení a o 30 minút neskôršie.

II. skupina

Chrániaci vplyv ventilácie s pozitívnym tlakom proti vzniku pľúcneho edému je známy (6). Preto sme v II. skupine 6 anestetizovaných psov — pri použití tej istej anestetickej techniky — napojili na Engströmov respirátor s pozitívnou inspiračnou fázou (+ 3 cm H₂O) s frekvenciou 22 dychov za minútu. V tejto skupine sme podávali psom behom 5 minút 5% roztok glukózy v množstve zodpovedajúcom až 50 % objemu cirkulujúcej krvi zvieratá. Registrovali sme zmeny arteriálneho tlaku ako aj centrálneho venózneho tlaku.

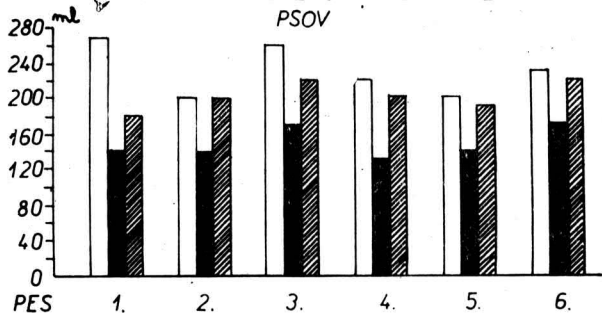
Výsledky

Naše výsledky naznačujú, že rýchle narastanie objemu cirkulujúcej krvi u spontánne dýchajúceho anestetizovaného psa v I. skupine podstatne hatí dýchanie a vyvoláva zníženie dýchového objemu a minútovej ventilácie.

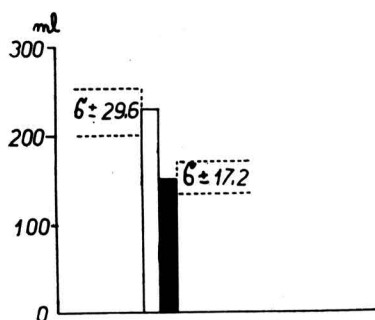
Na tab. 1. vidieť, že u všetkých psov po stečení infúzie došlo k poklesu dýchového objemu (tmavý stĺpec). V dolnom rohu tabuľky je znázornený aritmetický priemer poklesu dýchového objemu u 6 sledovaných psov. Priečne pruhovaný stĺpec ukazuje normalizáciu dýchového objemu 30 minút po stečení rýchlej infúzie.

TAB. 1.

ZMENY DYCHOVÉHO OBJEMU U SPONTÁNNE DÝČAJÚCICH PSOV



□ PRED INFÚZIOU
 ■ IHNED PO INFÚZII
 ▨ 30' PO INFÚZII

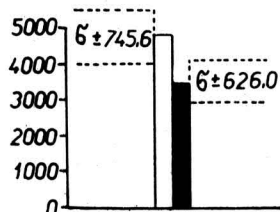
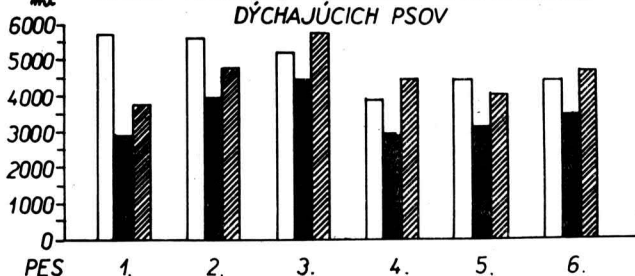


Rozdiely hodnôt dychového objemu pred infúziou a ihneď po jej stečení sme hodnotili Studentovým testom pre párne zoradené súbory, pričom ide tu o významnosť s najväčšou pravdepodobnosťou ($P < 0,001$).

Na tab. 2. sú zmeny minútovej ventilácie, ktorej pokles po stečení rýchlej infúzie je tak metódou strednej chyby, ako aj Studentovým testom tiež štatisticky významný ($P < 0,01$).

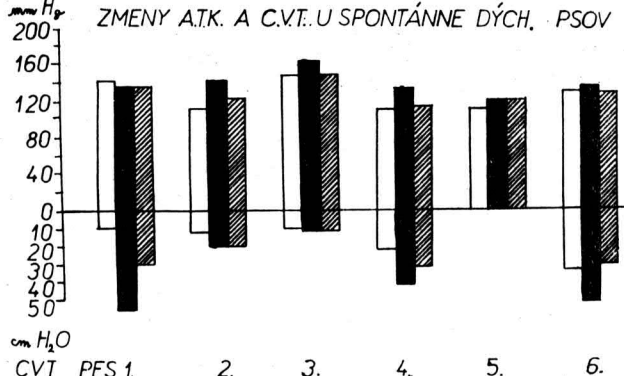
TAB. 2.

ZMENY MINÚTOVEJ VENTILÁCIE U SPONTÁNNE DÝČAJÚCICH PSOV



TAB. 3.

ZMENY ATK. A C.V.T. U SPONTÁNNE DÝČ. PSOV

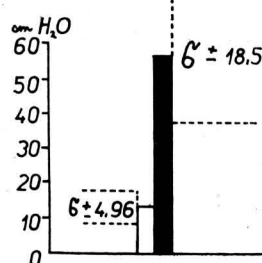
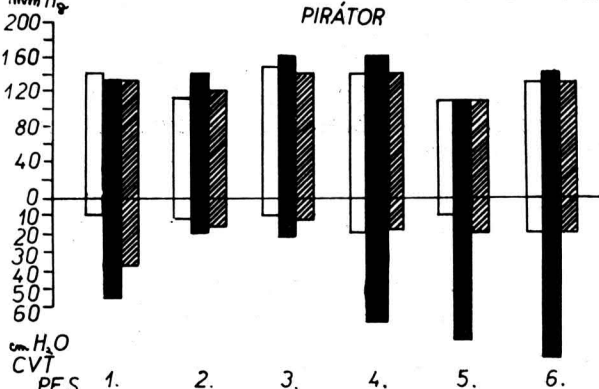


Tab. 3. ukazuje zmeny arteriálneho tlaku a centrálneho venózneho tlaku, ktoré však nie sú štatisticky významné ($P > 0,05$).

Tab. 4. zachycuje zmeny arteriálneho tlaku a centrálneho venózneho tlaku u 6 psov z II. skupiny, tj. psov napojených na respirátor pred podaním rýchlej infúzie v množstve 50% objemu cirkulujúcej krvi, ihneď po jej stečení a o 30 minút neskôr. Kým zmeny arteriálneho tlaku nie sú štatisticky významné ($P > 0,05$), stúpnutie centrálneho venózneho tlaku po podaní infúzie je signifikantné ($P < 0,05$).

TAB. 4.

ZMENY ATK A C.V.T. U PSOV NAPOJENÝCH NA RESPIRÁTOR



Diskusia

Po podaní rýchlej infúzie 5% roztoku glukózy v množstve 25% objemu cirkulujúcej krvi zvierata došlo v I. skupine k štatisticky významnému poklesu dychového objemu i minútovej ventilácie. Náhle zvýšenie arteriálneho tlaku vyvoláva spazmus bronchiol následkom refle-

xov vychádzajúcich z baroreceptorov [7]. V našich pokusoch nie je možné u každého psa pripísať pokles dychového objemu a minútovej ventilácie na vrub zvýšenia arteriálneho tlaku, ktorý zväčša stúpol len nepatrne a štatisticky nevýznamne. U psa č. 1. došlo dokonca po rýchlej infúzii k poklesu arteriálneho tlaku, ale napriek tomu aj u neho sa dychový objem výrazne znížil. Je možné, že pri tlmení dýchania hrajú úlohu aj reflexy vychádzajúce z objemových receptorov. U niektorých psov došlo po podaní infúzie k tachypnoe, čo však pri súčasnom poklese dychového objemu, teda po relatívnom narastaní mŕtvého priestoru nezvyšuje alveolárnu ventiláciu. O väčšej náplni venózneho systému svedčí výrazné zvýšenie centrálného venózneho tlaku, ktoré sme pozorovali takmer u všetkých pokusných zvierat, aj keď toto zvýšenie nie je štatisticky významné.

V II. sérii pokusov psi dobre znášali rýchlu infúziu 5% glukózy až v množstve zodpovedajúcom 50 % objemu cirkulujúcej krvi. Na rozdiel od našich prvých — nezarađených — psov, ktorí pri spontánnom dýchaní po podaní takejto rýchlej a masívnej infúzie zahynuli, všetci psi napojení na respirátor prežili a nevykazovali ani 30 minút po skončení infúzie známky pľúcneho edému. Dochádza však u nich po stečení infúzie k štatisticky významnému zvýšeniu centrálného venózneho tlaku.

Tieto výsledky svedčia o tom, že psi prežívajú náhlu hypervolémiu vďaka chrániacemu vplyvu ventilácie pod pozitívnym tlakom, ktorá pôsobí proti zvýšenému transmurálnemu tlaku cez kapilárnu membránu a nedovoľuje vznik pľúcneho edému.

Súhrn

Sledovali sme vplyv rýchlej a masívnej infúzie 5% roztoku glukózy, podanej intravenózne behom 5 minút u 15 psov v halotánovej anestéze. 9 psi dýchali spontánne, 6 psov bolo napojených na respirátor s pozitívnou fázou dýchania.

Výsledky

1. Po podaní rýchlej infúzie v množstve zodpovedajúcom 50 % objemu cirkulujúcej krvi traja spontánne dýchajúci psi zahynuli.

2. Ak sme podávali spontánne dýchajúcim psom rýchlu infúziu len v množstve zodpovedajúcom 25 % objemu cirkulujúcej krvi, došlo u všetkých k štatisticky významnému poklesu dychového objemu i minútovej ventilácie.

3. 6 psi napojení na respirátor s pozitívnou fázou dýchania prežili rýchlu infúziu, aj keď sme ju podali v množstve zodpovedajúcom 50 % objemu cirkulujúcej krvi, došlo však u nich k štatisticky významnému zvýšeniu centrálného venózneho tlaku.

Aj keď sledovaný počet zvierat je malý, niektoré výsledky sú štatisticky významné a môžu byť nápomocné pre prax.

Naša experimentálna práca chce upozorniť anesteziológov na uvážené podávanie rýchlej infúzie u spontánne dýchajúceho anestetizovaného pacienta, u ktorého už po miernom zaťažení obehu môže dôjsť k štatisticky významnému útlmu dychového objemu, minútovej ventilácii a následnej hypoxii. Podávanie rýchlej a masívnej infúzie je pre pacienta bezpečnejšie, ak sa súčasne robí riadené dýchanie s pozitívnym pretlakom.

Literatura

1. Kilduffe, R., De Bakey, M.: *The Blood Bank and the Technique and Therapeutics of Transfusion*, St. Louis, Mosby 1942.
2. Keynes, G.: *Blood Transfusion*, Bristol, Wright, 1949.
3. Šteinerová, M.: Vplyv zvýšenia objemu cirkulujúcej krvi na dýchanie počas anestézy, Sborník prác z III. Vedeckej konferencie ILF, Bratislava, Obzor, 1967, str. 223-227.
4. Warthen, H. J.: Massive intravenous infusions, *Arch. Surg.*, 30, 1935, 199.
5. Pierce, V. K., Robbins, G. F., Brunswick, A.: Ultra-rapid blood transfusions, *Surg. Gyn. Obst.*, 89, 1949, 442.
6. Doyle, J. T., Wilson, J. S., Warren, J. W.: The effect of intravenous infusion of physiologic saline solution on the pulmonary capillary in man, *J. Clin. Investig.*, 30, 1951, 345.
7. Daly, M., Schweitzer, A.: Reflex bronchomotor responses to stimulation of receptors in the regions of the carotid sinus and arch of the aorta in the dog and cat, *J. Physiol.*, 113, 1951, 442.