

Analiza pretokov dihalne zmesi skozi krožne anestezijske dihalne sisteme in njihov vpliv na izsušenost zrnca absorberja CO₂

The analysis of fresh gas flow in a circle anaesthetic breathing system, and its influence on CO₂ absorbent desiccation

Miljenko Križmarič,¹ Aleksander Manohin²

¹ Medicinska fakulteta Univerze v Mariboru, Slomškov trg 15, SI-2000 Maribor

² Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, Zaloška cesta 7, SI-1000 Ljubljana

Korespondenca/ Correspondence:

prof. dr. Aleksander Manohin, dr. med., Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, Zaloška cesta 7, SI-1000 Ljubljana
e-mail: aleksander.manohin@kclj.si

Izvelek

Izhodišča: Če na anestezijskem aparatu ob koncu anestezije pozabimo zapreti pline, ti kontinuirano tečejo skozi anestezijski dihalni sistem (ADS) in lahko izsušijo absorbent v absorberju. Ob začetku naslednje anestezije izsušeni absorbent razgradi lahkohlapni anestetik in tako nastajajo strupene zmesi, ki so nevarne za bolnika. Tedaj se razlikujeta tudi odbrana in izmerjena vrednost lahkohlapnega anestetika. V prispevku analiziramo potencialno nevarne možne smeri kontinuiranega pretoka dihalne zmesi skozi različne ADS.

Metode: V prvem delu raziskave smo z eksperimentalno metodo simulirali kontinuirani pretok dihalne zmesi na anestezijskem aparatu Sulla. V drugem delu smo analizirali, ali so mogoči retrogradni pretoki skozi absorber pri konvencionalnem ADS in anestezijskih aparatih Fabius GS, Cato, Julian in Primus pri zaprtem oziroma odprtem nastavku Y. Stopili smo v stik s servisno službo proizvajalca anestezijskih aparatov, da bi nam posredovali informacije, ali uporabniki zaradi neujemanja odbranih in izmerjenih koncentracij anestetika potrebujejo serviserja.

Rezultati: Skozi ADS Dräger ISO 8 (anestezijski aparat Sulla) ni mogoč retrogradni pretok pri standardnem priključku dovoda svežih plinov. Absorbent se suši v primeru odprtega ali zaprtega nastavka Y pri kontinuiranem pretoku. Pri anestezijskem aparatu Sulla je možen retrogradni pretok samo pri tistih aparatih, pri katerih je dovod svežega plina nameščen pod inspiracijsko

zaklopko. Retrogradni pretoki, ki sušijo zrnca absorbenta v absorberju, so mogoči pri anestezijskih aparatih Cato, Julian, Fabius GS in Primus pri zaprtem nastavku Y. Serviserji opozarjajo na težave, ki se dogajajo predvsem ob ponedeljkih zjutraj, pred prvo anestezijo.

Zaključki: Po zaključeni anesteziji moramo vedno zapreti dovode svežih plinov na anestezijskem aparatu. Pozorni moramo biti na absorbent, predvsem pri starejših anestezijskih aparatih in pred prvo anestezijo ob ponedeljkih. Pri anestezijskih aparatih novejših generacij moramo paziti, da je ventil za urgentno predihavanje (Safety O₂) po koncu anestezije zaprt.

Abstract

Background: If at the end of anaesthesia, the gases on the anaesthetic machine are not turned off, they continue to flow through the breathing circuit and may dry out the carbon dioxide absorbent in the absorber. At the beginning of the next anaesthetic procedure, the desiccated absorbent decomposes the volatile anaesthetic, resulting in the formation of toxic gas mixtures, which are dangerous for the patient. In such circumstances, the measured level of the volatile anaesthetic in the breathing circuit differs from the selected value. In the paper, we analyse potentially dangerous possible directions of continuous flow of fresh gas mixture in different anaesthetic breathing circuits.

Methods: In the first part of the study, we simulated the continuous flow of gases in a Sulla an-

Ključne besede:

anestezijski aparat, anestezijski dihalni sistem, absorber CO₂, izsušitev (desikacija) absorberja

Key words:

anaesthesia machine, anaesthetic breathing system, carbon dioxide absorber, absorbent desiccation

Citirajte kot/Cite as:

Zdrav Vestn 2012;
81: 341–8

Prispelo: 23. mar. 2011,
Sprejeto: 10. nov. 2011

aesthesia machine using an experimental method in a simulation setting. In the second part, we analysed whether a retrograde flow through the absorber was possible in a conventional anaesthetic breathing circuit and in the Fabius GS, Cato, Julian and Primus circuits with the Y-piece connector open or closed. Information on users' requests for maintenance services due to discrepancies between the desired and measured levels of the volatile anaesthetic in the breathing circuit were obtained from the manufacturer's local servicing agent.

Results: In a Dräger ISO 8 circle system (Sulla anaesthetic machine) with a standard gas supply connector, a retrograde flow is not possible. If the Y-piece connector is left open, the gases are vented to the outside via the absorber and the inspiratory tube. If the Y-piece connector is closed or open, the absorbent in the canister dries be-

cause of the continuous flow of gas. A retrograde flow is possible only in those Sulla anaesthetic machines where the fresh gas inlet is located below the inspiratory valve. A retrograde flow of gases causing absorbent desiccation can occur in a Cato, Julian, Fabius GS, or Primus anaesthetic machines with the Y-piece connector closed. Maintenance engineers point out that problems are reported mostly on Monday mornings before the first operation.

Conclusions: After completed anaesthesia, the fresh gas inlets on the anaesthetic machine must always be closed. Especially in older machines, the carbon dioxide absorber must be checked before the first operation on a Monday morning. In new-generation machines, we must make sure that the emergency ventilation valve is closed after the end of anaesthesia.

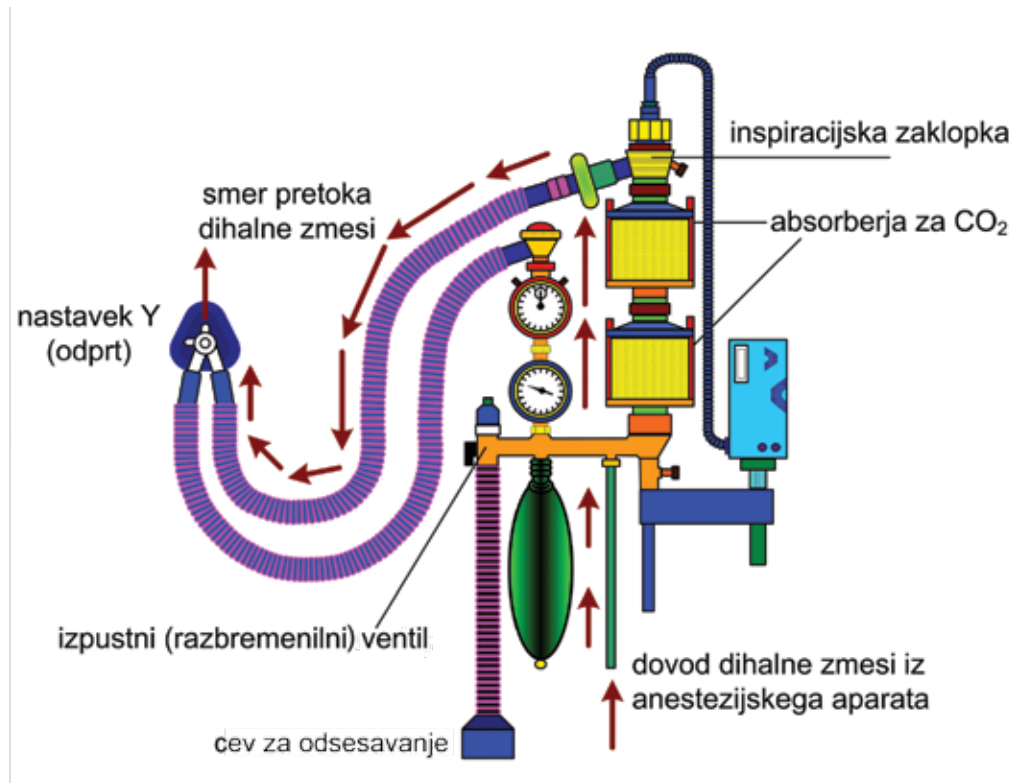
Uvod

Anestezijski dihalni sistem (ADS) povezuje bolnikova dihala z anestezijskim aparatom. Pri krožnem ADS bolnik vdihava anestezijsko dihalno zmes iz anestezijskega aparata in jo izdihava skozi ekspiracijsko cev ADS.^{1,2,3} Ameriško združenje za varnost bolnikov med anestezijo (Anesthesia Patient Safety Foundation, APSF) je leta 2005 izdalo smernice za uporabo absorbentov CO₂ z namenom zmanjšanja tveganja interakcije med izsušenim absorbentom in lahkohlapnim anestetikom.⁴ Izsušen absorbent namreč povzroči, da se na njega veže lahkohlapni anestetik, pri tem pa lahko nastanejo strupeni plini, kot je zmes A (*angl.* compound A) in ogljikov monoksid (CO). Stopnja izsušitve (desikacije) absorbenta je odvisna od trajanja izpostavljenosti absorbenta suhim plinom dihalne zmesi in od karakteristik anestezijskega aparata oziroma razporeditve komponent v samem anestezijskem dihalnem sistemu. Največkrat je vzrok sušenja absorbenta v tem, da pozabimo zapreti dotok plinov v anestezijskem aparatu po koncu anestezije, predvsem ob vikendih. Ti potem neprekinjeno tečejo ves ta čas.⁵ Ponekod na oddelkih anestezije menjajo absorbente CO₂ v ponedeljek zjutraj pred prvo anestezijo prav zato, da bi zmanjšali težave zaradi izsušenega absorbenta. Mejni kontinuirani

pretok dihalne zmesi skozi ADS, ki izsuši absorbent, je 5 l/min ali več.⁶ Absorbent se lahko suši tudi med normalnim delovanjem, če skozi njega teče povratni (retrogradni) tok suhih plinov iz plinskih vodov. Retrogradni pretok opredelimo kot tok, ki teče v nasprotni smeri, kot ga uravnava dve zaklopki v anestezijskem dihalnem sistemu.⁷ Lawes⁸ opozarja, da pasivni vlažilnik/filter na sapničnem tubusu nekoliko zmanjšuje zagotavljanje vlage v absorbentu, ki jo dobiva od bolnika. V nedavni študiji so ugotovili, da v slovenskih bolnišnicah zaposleni, ki skrbijo za zamenjavo absorbenta, premalo poznajo mehanizme sušenja zrn.⁹

V raziskavi analiziramo smeri kontinuiranih pretokov skozi različne anestezijske aparate oziroma ADS. Izraz »kontinuirani pretok« uporabljamo za pretok plinov skozi ADS, ko anestezijski aparat ni v uporabi na bolniku in ne poteka reakcija absorpcije CO₂ v absorberju. Učinki retrogradnega pretoka pri novejših modernih anestezijskih aparatih so zelo kompleksni in jih še ne poznamo dovolj. Pretok skozi te sisteme, ki bi med delovanjem naprave sušili absorbent, še niso dovolj raziskani.⁴ Z raziskavo smo želeli določiti pretoke, ki sušijo absorbent v absorberju. Analizirali smo želeli smeri pretokov pri večini anestezijskih aparatov, ki jih uporabljamo v Sloveniji.

Slika 1: Pretok dihalne zmesi skozi absorber pri odprtem nastavku Y.



Metode

V prvem delu eksperimentalne raziskave smo opazovali smeri pretokov plinov skozi anestezijski dihalni sistem Dräger ISO 8, ki je bil nameščen na anestezijskem aparatu Sulla 808.¹⁰ Analizo pretokov plinov skozi anestezijski aparat Sulla smo izvajali na ADS Dräger ISO 8¹¹, prikazanem na Slikah 1 in 2. Tak ADS je na starejših anestezijskih aparatih, ki so danes še vedno ponekod v klinični uporabi. Na anestezijskem aparatu smo odbirali kontinuirane pretoke kisika, višje od 10 l/min, in opazovali, ali se dvigne disk na inspiracijski zaklopki. Dvig diska iz ležišča predstavlja kvalitativni pretok zmesi skozi absorber oziroma skozi inspiracijski krak. Bolnikov nastavek Y je bil v enem primeru odprt, v drugem pa zaprt. Izpustni (razbremenilni) ventil (*angl.* adjustable pressure limiting valve, APL) smo postavili v tri položaje: samodejno (avtomatsko) predihavanje, ročno predihavanje in spontano dihanje. Pri anestezijskem aparatu Sulla 808 je celotni ADS zunaj samega aparata.¹¹ Raziskavo smo izvedli v simulacijskem okolju.

V drugem delu raziskave smo analizirali pretoke skozi tradicionalni ADS in skozi anestezijske aparate Cato, Fabius GS, Julijan

in Primus, pri katerih smo uporabljali dokumentacijo proizvajalca aparatov. Iz dokumentacije smo ugotavljali smeri pretokov glede na razporeditve komponent ADS.

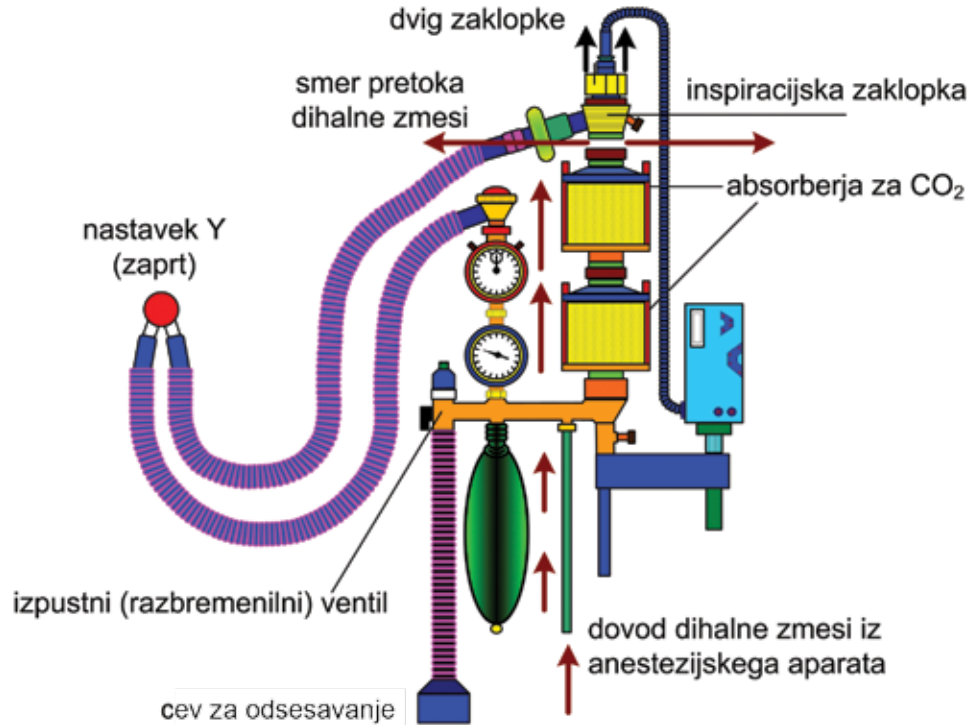
Servisno službo vodilnega proizvajalca anestezijskih aparatov smo v kratki telefonski anketi povprašali, ali se na njih obračajo uporabniki, ki imajo težave s koncentracijo lahkihplavne anestetika. Zanimalo nas je, ali uporabniki poročajo, da prihaja do neskladja med odbrano in izmerjeno koncentracijo anestetika. Serviserje smo prav tako prosili, da nam odgovorijo, kaj priporočajo ali kako ukrepajo v takih primerih.

Rezultati

Anestezijski aparat Sulla

Slika 1 prikazuje primer z odprtim nastavkom Y in zato nemotenim pretokom plina. Če smo ročico na izpustnem ventilu postavili v položaj, ki omogoča spontano dihanje (ročica obrnjena navzdol), je en del dihalne zmesi tekel proti cevi za odsesavanje in v dihalni balon, drugi del pa je tekel skozi absorber v inspiracijsko cev in skozi odprt nastavek Y v okolje. Takšna situacija bi lahko izsušila absorber; smer pretoka plinov pri-

Slika 2: Pretok dihalne zmesi skozi absorber pri zaprtem nastavku Y.



kazujemo s puščicami na Sliki 1. Če v tem primeru ne bi bilo anestezijskega dihalnega balona, bi plini skozi nastavek balona odtekali v okolico. Manjši del plinov pa bi tekkel skozi absorber in obstajala bi možnost, da se absorbent izsuši.

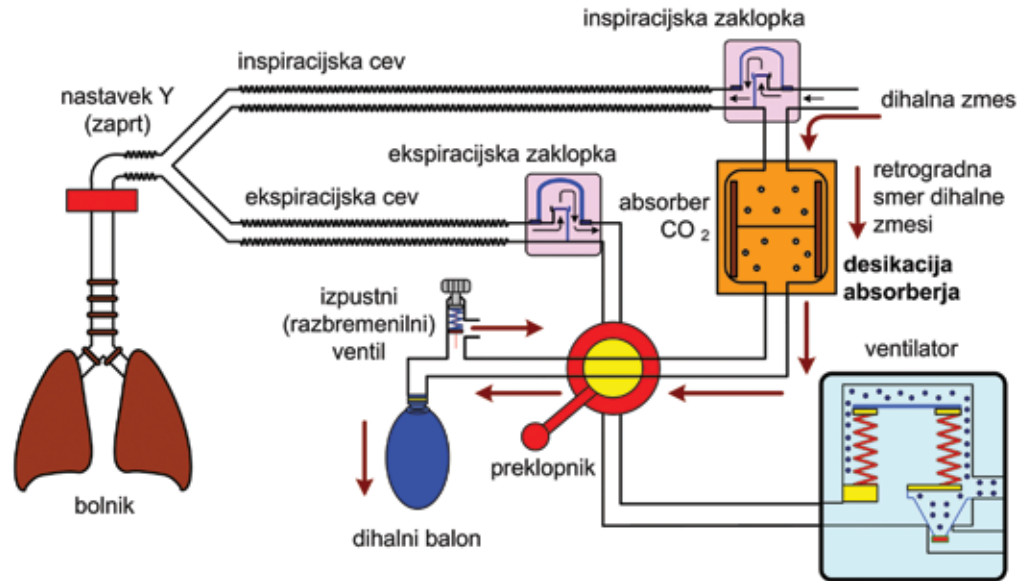
Ko je APL v položaju ročnega predihavanja (ročica obrnjena navzgor), tečejo plini ne glede na odbiro tlaka vedno skozi absorber in skozi odprti nastavek Y. V tem primeru so pretoki skozi absorber nekoliko večji, saj se disk (ploščica) premakne višje. Upornost v ventilu APL je bila dovolj velika, da se je večina dihalne zmesi preusmerila skozi absorber in inspiracijski krak, ni pa bilo pretoka skozi ventil APL v cev za odsesavanje.

Ko preklopnik na APL ventilu postavimo v položaj samodejnega predihavanja (ročica je postavljena vodoravno), plini prav tako tečejo skozi absorber in skozi odprti nastavek Y v okolico. V tem primeru so pretoki podobni kot v primeru ročnega predihavanja, kjer pa bi bilo potrebno za pretok v cev za odsesavanje premagati silo vzmeti na ventilu APL. Disk v inspiracijski zaklopki zavzame prav tako višjo lego v primerjavi z nastavitvijo, ko je ročica obrnjena navzdol (spontano dihanje).

Na Sliki 2 je nastavek Y zaprt z ustreznim zamaškom, ki preprečuje, da bi dihalni plini prosto tekli skozenj. Če je preklopnik na ventilu APL v položaju ročnega predihavanja, lahko dihalna zmes zapihuje ADS skozi ventil APL in nato skozi cev za odsesavanje. Po preteku določenega časa, ko tlak v ADS naraste in ustvari dovolj veliko silo, se celotna inspiracijska zaklopka, ki je nameščena na absorber, premakne iz ležišča in dihalna zmes steče v okolico, kar prikazujemo na zgornjem delu Slike 2. Če je zaklopka le rahlo nameščena na absorberju, se dvigne pri tlaku med 5 kPa in 6 kPa (med 50 cm H₂O in 60 cm H₂O). Pojav se ponavlja v časovnih intervalih nekaj minut, in sicer glede na odbrani pretok. Ko preklopnik na ventilu APL postavimo v položaj samodejnega predihavanja (ročica postavljena vodoravno), plini ne morejo zapuščati sistema skozi ventil APL v cev za odsesavanje in tlak v ADS prav tako narašča. Dvig zaklopke se lahko ponavlja enako kot v prejšnjem primeru.

Če pa je zaklopka trdno nameščena na absorberju, se napihuje dihalni balon, ki se po določenem času iztrga iz ustja, na katerega je nameščen. Anestezijski dihalni balon zaradi svoje konstrukcije služi kot varnostni

Slika 3: Retrogradni pretok dihalne zmesi skozi tradicionalni ADS pri zaprtem nastavku Y.

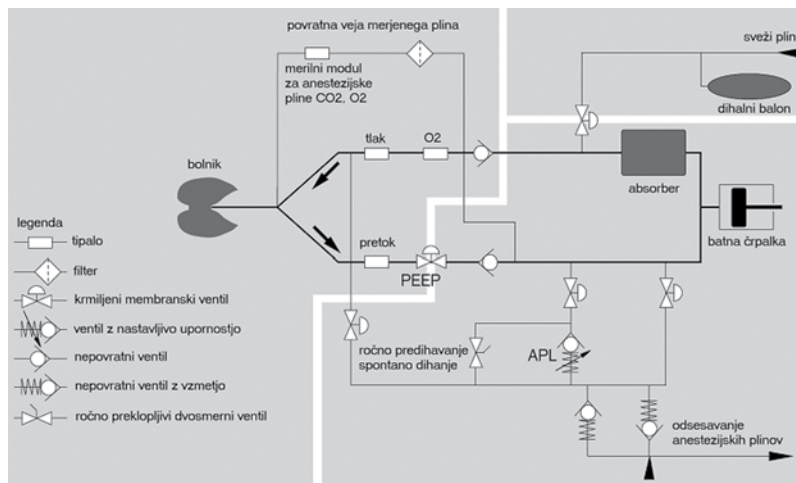


mehanizem in omejuje največji tlak v ADS na 6 kPa (60 cm H₂O), ki pa je glede na podajnost balona lahko tudi višji.¹²

Ko je preklopnik postavljen v način spontanega dihanja, plini tečejo skozi cev za odsesavanje in absorber se ne suši. V splošnem velja, da pri zaprtem nastavku Y ni pretokov, ki bi sušili absorber, razen če se zaklopka fizično premakne iz konusnega ležišča, če ni trdno nameščena na absorber.

Opozoriti moramo, da je na nekaterih vrstah anestezijskega aparata Sulla dovod svežih plinov priključen pod inspiracijskim ventilom, zato je v teh primerih mogoč retrogradni pretok.

Slika 4: Shema anestezijskega dihalnega sistema znotraj anestezijskega aparata Dräger Cato¹³ (z dovoljenjem Dräger Slovenija).

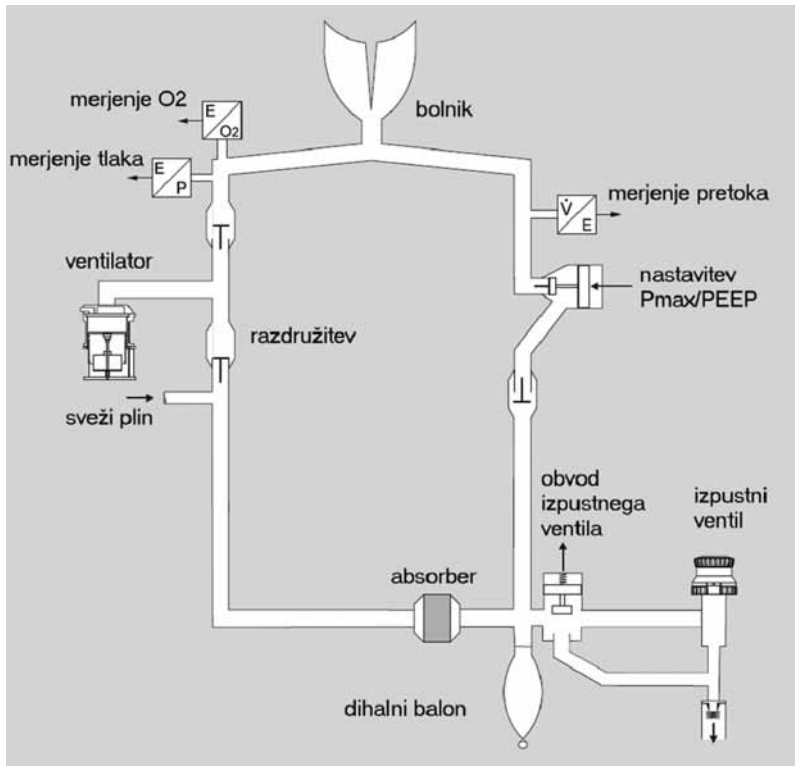


Tradicionalni ADS

Analizo pretokov smo v drugi fazi raziskave izvajali na tradicionalnem anestezijskem dihalnem sistemu, ki ga prikazujemo na Sliki 3. Takšna postavitev komponent v ADS je bila dolga leta v uporabi in je še vedno v mnogih sistemih. Zaradi zgodovinske in pogoste uporabe to razporeditev komponent pogosto imenujemo »tradicionalni ADS«⁶ ali »klasični ADS«.⁷ Pri tako načrtovanem ADS se retrogradni pretok pojavi v primeru kontinuiranega pretoka pri zaprtem nastavku Y. Ko odstranimo anestezijski dihalni balon pri zaprtem nastavku Y, teče dihalna zmes retrogradno skozi absorber in skozi spojko balona v okolico, kar vidimo na Sliki 3. Retrogradne smeri dihalne zmesi smo v tem primeru predstavili s puščicami. Prav tako se retrogradni pretok pojavi, ko je preklopnik v položaju ročnega predihavanja, samodejnega predihavanja ali spontanega dihanja. Pri tej konfiguraciji elementov ADS je tudi med normalnim delovanjem možen retrogradni pretok, kar pa kvantitativno še ni dovolj raziskano.

Anestezijski aparat Cato

Pri anestezijskem aparatu Cato¹³ je del dihalnega sistema integriran znotraj anestezijskega aparata (Slika 4). Če je nastavek Y odprt, tečejo dihalni plini kontinuirano skozi inspiracijsko cev v okoliški prostor. V tem



Slika 5: Shema anestezijskega dihalnega sistema v aparatu Dräger Fabius GS¹⁴ (z dovoljenjem Dräger Slovenija).

primeru se absorbent ne suši. Če na anestezijski aparat ne priklopimo dihalnega balona, dihalna zmes teče skozi spojko balona v okoliški prostor, saj je upornost v tej smeri najmanjša, zato se absorbent tudi ne suši.

Če pustimo nastavek Y zaprt, teče kontinuirani tok dihalnih plinov retrogradno skozi absorber in skozi ventil APL zapušča ADS preko sistema za odsesavanje. V tem primeru se absorbent suši.

Anestezijski aparat Fabius GS

Shema anestezijskega dihalnega sistema aparata Dräger Fabius GS¹⁴ predstavljamo na Sliki 5. Če je nastavek Y odprt, teče dihalna zmes skozi inspiracijsko cev v okoliški prostor in absorbent se ne suši. V primeru, da na ADS ni anestezijskega dihalnega balona, se dihalna zmes razdeli v dve smeri. Prva smer poteka skozi inspiracijski krak, druga pa je retrogradna smer skozi absorber.

Če je nastavek Y zaprt, tečejo plini retrogradno skozi absorber preko ventila APL v sistem za odsesavanje in ga sušijo.

Anestezijski aparat Julian

Shema anestezijskega dihalnega sistema aparata Julian¹⁵ predstavljamo na Sliki 6 in

je enaka tradicionalnemu ADS (Slika 3). Dihalna zmes je speljana na inspiracijski krak ADS. S preklopnikom izbiramo med ročnim in samodejnim predihavanjem.

Absorbent se ne suši, če ostane po anestezijski nastavek Y odprt, plini pa kontinuirano tečejo skozi inspiracijsko cev. Pri zaprtem nastavku Y pa teče dihalna zmes skozi absorber in suši absorbent. Dihalna zmes v tem primeru lahko teče skozi dve poti: skozi ventilator ali skozi ventil APL v napravo za odsesavanje. Najmanjša upornost v ventilu APL je v primeru odbranega spontanega dihanja.

Anestezijski aparat Primus

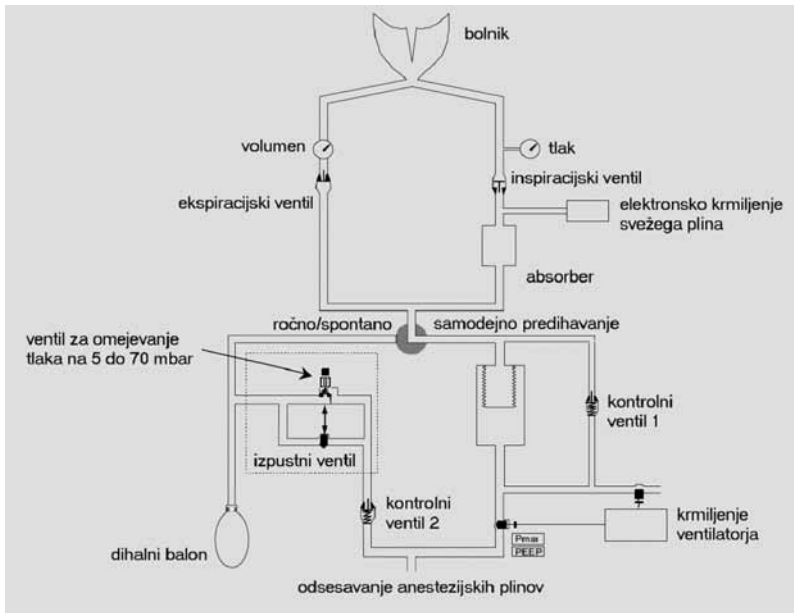
Anestezijski aparat Primus¹⁶ je novejši anestezijski aparat, ki ga pogosto uporabljamo v klinični praksi. Njegovo shemo ADS predstavljamo na Sliki 7. Tudi v tem primeru, podobno kot pri prejšnjih sistemih, dihalna zmes kontinuirano teče pri odprtem nastavku Y mimo absorberja skozi inspiracijski krak v okoliški prostor in ne suši absorbenta.

Absorbent se suši v primeru, ko je nastavek Y zaprt in dihalna zmes teče proti ventilu APL ali proti anestezijskemu balonu. Če balon ni prisoten, teče zmes skozi njegovo spojko v prostor, sicer pa teče proti ventilu APL v sistem za odsesavanje. Če je preklopnik v položaju samodejnega predihavanja, prav tako teče zmes v sistem za odsesavanje in absorbent se suši.

V anketi, ki smo jo izvedli s serviserji anestezijskih aparatov Dräger, ugotavljamo, da je neujemanje odbrane in izmerjene koncentracije lahkih anestetika dokaj pogosto. Serviserji v tem primeru predlagajo takojšnjo zamenjavo absorbenta. Največkrat se težave, povezane z neujemanjem koncentracij anestetika, pojavljajo v začetku delovnega tedna. Težave so pojavljajo večinoma na starejših tipih anestezijskih aparatov.

Razpravljanje

Anestezijski aparat Sulla nima konusnega zatiča, na katerega bi po koncu anestezijske nataknil nastavek Y in ga zaprli, zato obstaja verjetnost, da je nastavek Y večkrat odprt. V tem primeru prihaja do sušenja absorbenta

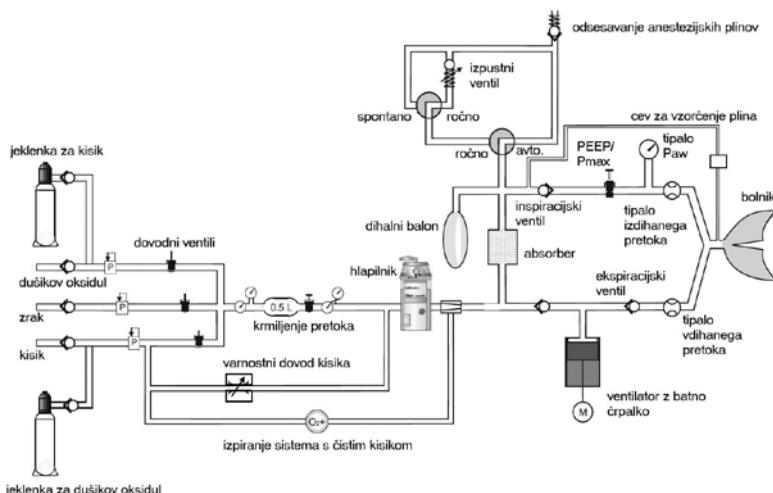


Slika 6: Shema anestezijskega dihalnega sistema v aparatu Dräger Julian¹⁵ (z dovoljenjem Dräger Slovenija).

ne glede na tip predihavanja in odbiro tlaka na ventilu APL. Največji pretok skozi absorber je, ko je ventil APL v položaju ročnega ali samodejnega predihavanja, manjši pretok pa v primeru izbire spontanega dihanja, ko se del plinov usmeri v cev za odsesavanje. Bistvena razlika med ADS na aparatu Sulla in ostalimi predstavljenimi ADS je prav dejstvo, da se pri odprtem nastavku Y pri Sulli absorber suši, pri ostalih pa sušenje ni tako izrazito.

Kvantitativno določanje vrednosti pretokov pri aparatih, kjer je del ADS integriran znotraj samega aparata, je dokaj kompleksno delo. Razporeditev posameznih komponent ADS in njihove relativne upornosti predstavljajo ključno vlogo pri nastanku retrogradnega pretoka. Pretok je odvisen

Slika 7: Shema anestezijskega dihalnega sistema v aparatu Dräger Primus¹⁶ (z dovoljenjem Dräger Slovenija).



od prisotnosti oz. odsotnosti anestezijskega dihalnega balona. Pri aparatu Primus odsotnost balona najbolj zmanjša upornost, zato dihalna zmes v retrogradnem pretoku suši absorber. Podobno je pri aparatih Julian in Fabius GS, medtem ko pri aparatu Cato odsotnost balona ne povzroči retrogradnega pretoka.

Pri zaprtem izpustnem ventilu in zaprtem nastavku Y se anestezijski dihalni balon napihuje, kar hitro opazimo. Pri nižjih odbranih vrednostih tlaka na ventilu APL ali pri spontanem dihanju se balon napihne le v manjši meri, plini pa odteka v cev za odsesavanje. Sušenje absorbenta je odvisno tudi od odbranega pretoka svežih plinov, učinkovitosti odsesavanja ter vloge izmenjevalcev vlage in toplote oziroma filtrov, kar zahteva dodatne analize. Novejši anestezijski aparati imajo konusni zatič, na katerega lahko natakemo nastavek Y in ga tako zapremo. V teh primerih je tveganje za sušenje absorbenta pri retrogradnih pretokih povečano.

Težave, povezane s sušenjem absorbenta, se pojavljajo največkrat ob ponedeljkih, kar kaže, da je njihov vzrok kontinuirani pretok suhih plinov, ki tečejo ob koncu tedna, skozi absorber.

Zaključki

V prvem delu raziskave smo ugotovili, da se pri kontinuiranem pretoku absorber v anestezijskem aparatu Sulla suši, ko je nastavek Y odprt. Pri zaprtem nastavku Y se lahko zaklopka dvigne iz ležišča, kar prav tako povzroči sušenje absorbenta. Aparat Sulla nima elektronsko nadzorovanih pretokov, ki bi avtomatsko prekinili dovod plinov po končanem delu, zato je verjetnost sušenja velika.

Rezultati drugega dela raziskave kažejo, da so mogoči retrogradni pretoki, ki sušijo zrnca absorbenta v absorberju, pri anestezijskih aparatih Cato, Julian, Fabius GS in Primus pri zaprtem nastavku Y. Pri odprtem nastavku Y je pri vseh omenjenih aparatih neprekinjen pretok usmerjen skozi inspiracijsko cev v okoliški prostor, zato se absorber ne suši.

Glavni vzrok sušenja absorbentov v dihalnih sistemih pri inhalacijski anesteziji so

pretoki svežih hladnih plinov skozi absorber, ko aparat ni v klinični uporabi. Analiza sušenja zaradi kontinuiranega pretoka v teh primerih zahteva natančno merilno opremo, ki je v času raziskave nismo imeli. V prispevku smo pokazali kvalitativno simulacijo pretokov glede na razporeditev komponent. Novejši aparati imajo ventil za urgentno predihavanje, ki ga lahko odpremo tudi, ko je aparat popolnoma izklopljen. Na ta ventil moramo biti posebej pozorni, da po pomoti ne ostane odprt. Posledice odprtih ventilov se največkrat kažejo v ponedeljek zjutraj, kar omenjajo tudi serviserji, zato predlagamo, da absorbent zamenjamo pred prvo anestezijo v začetku tedna (v ponedeljek).

Literatura

1. Manohin A, Križmarić M. Temeljne fizikalne osnove v anesteziologiji, anestezijski aparat, anestezijski dihalni sistemi in anestezijski ventilator. Maribor: Visoka zdravstvena šola; 2006.
2. Manohin A. Anestezijski aparat, anestezijski dihalni sistemi in anestezijski ventilatorji. In: Manohin A, Hribar-Habinc M, Paver-Eržen V, eds. *Respiracija: kontinuirano podiplomsko izobraževanje iz anesteziologije (CME): osmi tečaj FEEA*. Ljubljana: Slovensko združenje za anesteziologijo in intenzivno medicino, Slovensko zdravniško društvo; 2000. p. 27–59.
3. Mekiš D, Kamenik M. Anestezijski aparat. *Med meseč* 2007; 3: 98–105.
4. Olympio MA. Carbon dioxide adsorbent desiccation safety conference convened by APSF. *APSF newslett* 2005; 20: 26–9.
5. Atlee JL. *Complications in anesthesia*. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2007.
6. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, Cahalan MK, Stock MC. *Clinical Anesthesia*. 6th edition. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2009.
7. Dorsch JA, Dorsch SE. *Understanding anesthesia equipment*. 5th edition. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2008.
8. Lawes EG. Hidden hazards and dangers associated with the use of HME/filters in breathing circuits. Their effect on toxic metabolite production, pulse oximetry and airway resistance. *Br J Anaesth* 2009; 91: 249–64.
9. Križmarić M, Manohin A. Interakcija med absorbentom CO₂ in lahkihlapnim anestetikom v krožnem anestezijskem dihalnem sistemu. *Zdrav Vestn* 2011; 80: 820–3.
10. Operating instructions – SULLA 808. Drägerwerk Aktiengesellschaft. Federal Republic of Germany. Moislinger Allee 53–55 D-2400 Lübeck 1. 1th ed, April 1986.
11. Instructions for Use – Circle System 8. Drägerwerk Aktiengesellschaft (editorial). Federal Republic of Germany. Moislinger Allee 53–55 D-2400 Lübeck 1. 5th ed, September 1989.
12. Fish RE. *Anesthesia and analgesia in laboratory animals*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2008.
13. Instructions for Use – CATO Edition Anaesthetic Workstation SW 7.n. Dräger Medical AG & Co. KG (editorial). Moislinger Allee 53–55 D-23542 Lübeck. 4. Ed, March 2002.
14. Instructions for Use – FABIUS GS Anesthesia Workstation SW 3.n. Dräger Medical AG & Co KG (editorial). Moislinger Allee 53–55 D-23542 Lübeck. 3. Ed, April 2006.
15. Baum JA. *Low Flow Anaesthesia with Dräger Machines*. Dräger Medical AG & Co, 2004.
16. Instructions for Use – PRIMUS Anesthesia Workstation SW 4.n. Dräger Medical AG & Co. KG (editorial). Moislinger Allee 53–55 D-23542 Lübeck. 2. Ed, December 2007.