

616-089.5[:546.172.5]—089.166

## PRINCIPY MODERNÍ CELKOVÉ ANESTÉZIE KYSLIČNÍKEM DUSNÝM S HYPERVENTILACÍ\*)

MUDr. Miroslav ŠKARDA

z anesteziologického oddělení fakultní nemocnice v Hradci Králové  
(přednosta MUDr. J. Vecko)

Mluvíme-li o moderní celkové anestézii, máme na mysli lehkou, povrchní anestézii, která umožňuje anesteziologovi poměrně bezpečně převést pacienta přes kritické období operačního výkonu, ale zároveň poskytuje chirurgovi velmi dobré podmínky k šetrnému a rychlému provedení operace. Při takové anestézii požadujeme, aby funkce životně důležitých orgánů zůstaly nepoškozeny a pacient se po operaci brzy probudil k plnému vědomí a mohl řádně ventilovat.

Ukazuje se, že zmíněným požadavkům dnes nejlépe vyhovuje anestézie kysličníkem dusným s kyslíkem doplněná svalovými relaxanciemi a řízeným dýcháním, propracovaná především prof. T. C. Grayem a jeho spolupracovníky v Liverpoolu, a to i z provozních důvodů, neboť nevyžaduje příliš dlouhý úvod a umožňuje v podmínkách, ve kterých my pracujeme, zkrátit časy mezi jednotlivými operacemi.

Metoda éterové analgézie, jak ji užívá J. F. Artusio v USA u hrudních operací, je již na čas náročnější a obtížnější, vyžaduje eeg. kontrolu a nedovoluje účinné řízení dýchání; je při ní také zvýšené riziko výbuchu při použití elektrokoagulace.

Dále budu mluvit pouze o Grayově metodě. Nepoužíváme ji sice přesně v té formě, do jaké ji nakonec přivedl Gray se spolupracovníky, ale i s její malou modifikací máme vesměs dobré zkušenosti a značně si jí ceníme u pacientů se zvýšeným anesteziologickým rizikem s poruchami kardiovaskulárního i respiračního systému. Na rozdíl od Graye podáváme v úvodu malou dávku thiopentalu i. v. a intubujeme v relaxaci po succinylcholinu i. v. Tuto metodu používáme s úspěchem u převážné většiny pacientů operovaných na chirurgické i urologické klinice a v poslední době i u některých pacientů operovaných na neurochirurgické klinice v Hradci Králové.

Přesto jsme se však setkali s různými názory a určitými námitkami, které se týkají základních principů této metody, jako je nutnost použití poměrně vysokých dávek svalových relaxancií, řízeného dýchání, dosaženého stupně bezvědomí a amnézie apod. Proto považujeme za vhodné některé tyto otázky blíže vysvětlit a pokusit se obhájit široké použití této metody u různých operací.

Prof. Gray začal používat povrchní anestézie kysličníkem dusným s kyslíkem a svalovými relaxanciemi hned po druhé světové válce a na zá-

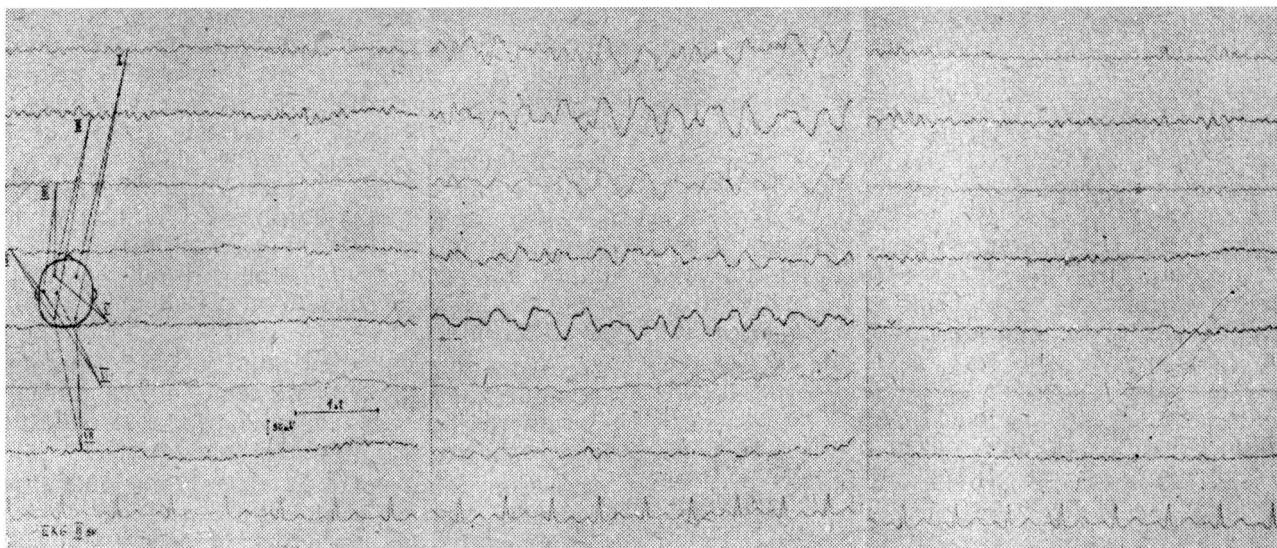
kladě klinických zkušeností a vlastních experimentálních prací ji stále zdokonaloval, takže v poslední době provádí anestézii tímto způsobem: Po lehké premedikaci promethazinem (25 mg) a atropinem (0,65 mg) provede předokysličení pacienta inhalací kyslíku v polozavřeném systému s velkým přívodem plynu, odpovídajícím asi dvojnásobku minutového dechového objemu, po dobu 3—5 min., kdy je dosaženo i význačné denitrogenace plic, pak zredukuje přítok kyslíku na 2 l/min. a podá kysličník dusný 8 l/min. Asi po dvou minutách při známkách přechodu do druhého (excitačního) stadia anestézie podá testovací dávku 5 mg d-tubocurarinu, potom 25—30 mg, vyčká úplné apnoe, kdy se dá s pacientem snadno řízeně dýchat, a intubuje endotracheální rourkou s nafukovací manžetou. Po intubaci zredukuje přívod plynů na 3 litry, tzn. 1 litr kyslíku a 2 litry kysličníku dusného za minutu, a provádí řízené dýchání s mírnou hyperventilací, přičemž podle potřeby přidává další dávky d-tubocurarinu. Ke konci operace injikuje atropin i. v. a po zrychlení pulsu provede dekurarizaci neostigminem. Pohlčovač s vápennou směsí odstraňuje až při plném spontánním dýchání. Před extubací a po ní podává na krátkou dobu čistý kyslík k prevenci hypoxie z difúze.

Popsaná metoda se zdá jednoduchou, ale vyžaduje důsledné a správné provedení všech jejích součástí. Hlavně proto, že se používá slabého anestetika — kysličníku dusného — jako hlavního, prokázané zcela netoxického anestetika.

Již nástup anestézie je podmíněn odstraněním dusíku z plic, aby mohl být nahrazen kysličníkem dusným. Na denitrogenaci plic výše zmíněným způsobem proto musíme dbát i tehdy, když v indukci anestézie podáváme thiopental i. v.

K zesílení účinku kysličníku dusného je dále nutná mírná hyperventilace až do dosažení respirační alkalózy. Význam takové hyperventilace objasnil Gray ve své klasické práci v r. 1959: Snížení hladiny  $\text{CO}_2$  v arteriální krvi působí přímo na retikulární formaci mozkového kmene a způsobuje depresi její aktivity. Dosažená respirační alkalóza tudíž působí na centrální nervový systém podobně jako anestetikum a potencuje účinek kysličníku dusného. Proto Gray považuje hyperventilaci při podávání kysličníku dusného za doplňujícího anestetického činitele. Deprese aktivity retikulární formace mozkového kmene se projeví charakteristickými pomalými vlnami na eeg (obr. 1), které se podobají vlnám při chirurgické anestézii éterem (obr. 2). Tyto vlny vymizí po zvýšení hladiny  $\text{CO}_2$  v alveolárním vzdu-

\*) Předneseno na krajském chirurgickém a anesteziologickém semináři v Hradci Králové dne 3. dubna 1964.



Obr. 1

Elektroencefalografický záznam při anestézii kysličníkem dusným s kyslíkem s hyperventilací. Nemocná V. K., 57 r.; relaxace gallaminem (Remyolan Spofa); ruční řízené dýchání přerušovaným přetlakem. Předoperační eeg. záznam normální.

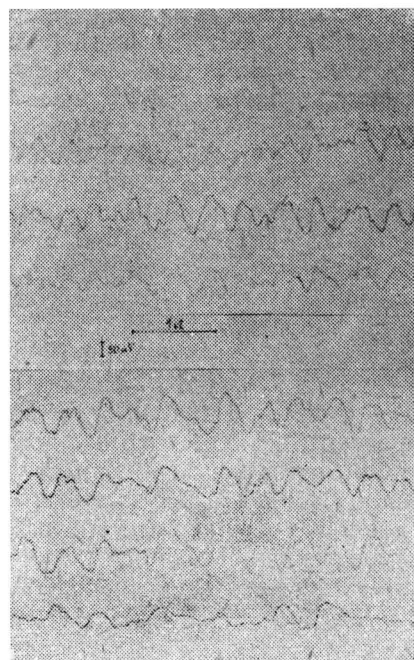
- a) Eeg. záznam před úvodem do anestézie.  
 b) Po hyperventilaci se objevily pomalé vlny o velké amplitudě.  
 c) Záznam po extubaci. Pacientka je probuzena a spolupracuje (vlastní pozorování).

chu a zároveň se anestézie kysličníkem dusným změlčí. V klinice dochází k takové situaci při nedostatečné eliminaci  $\text{CO}_2$  z alveolů, zvl. při podpůrném dýchání neodborně prováděném.

Účinné eliminace  $\text{CO}_2$  lze dosáhnout pouze řízeným dýcháním s mírnou hyperventilací, při úplném vyřazení spontánní aktivity dýchacích svalů. Proto je další důležitou složkou popisované metody anestézie použití vyšší dávky svalového relaxancia hned na počátku anestézie (30–40 mg d-tubocurarinu u dospělého pacienta). Přitom se současně vyloučí hrubší svalové pohyby na dráždivé podněty z operačního pole, ale motorické odpovědi drobných svalů (např. mimických nebo svalů ruky) tím zcela nezabráníme. Podle Stea a kol. (cit. Geddes a Gray) by bylo třeba k zabránění veškeré svalové aktivity u zdravého muže 200–400 mg d-tubocurarinu. Při Grayově technice se však dosáhne úplného motorického klidu pacienta centrálním účinkem respirační alkalózy. K udržení apnoe a tím účinného řízeného dýchání během anestézie pak přispívá i nadměrná stimulace inhibičního Heringova-Breuerova reflexu pasivní inflací plic.

Na tomto místě považuji za vhodné zmínit se o zajímavé práci Uttinga, rovněž z Liverpoolu, uveřejněné koncem min. roku v Brit. J. Anaesth., o vztahu pH k plazmatické koncentraci d-tubocurarinu. I když je to práce experimentální, prováděná na psech, může napovídat, že i u člověka při hyperventilaci dochází ke snížení plazmatické koncentrace d-tubocurarinu, a že tudíž zmenšení svalových pohybů centrálním účinkem hyperventilace je dosaženo za cenu zmenšení stupně účinku relaxancia. Utting ve své práci poznamenává, že by tomu mohla napovídat klinická zkušenost, že i po užívaných velkých dávkách relaxancií je zrušení bloku neostigminem promptní a účinné; může to být zaviněno zvýšenou eliminací d-tubocurarinu dosud neznámými mechanismy.

Při samotném řízeném dýchání, které běžně provádíme rytmickou kompresí dýchacího vaku



Obr. 2

Srovnání elektroencefalografického záznamu při anestézii kysličníkem dusným s kyslíkem s hyperventilací (horní část obrázku) se záznamem při anestézii éterem s kyslíkem a spontánním dýcháním (dolní část obrázku). V obou případech pomalé vlny o velké amplitudě (vlastní pozorování).

narkotizačního přístroje, je velice důležité jeho správné provádění, hlavně při zavřeném hrudníku. Je známo, že při kompresi dýchacího vaku pracujeme proti fyziologickému mechanismu hrudní pumpy a ztěžujeme přítok krve do pravého srdce. Tento nepříznivý efekt kompenzuje organismus zvýšením tonusu vazomotorů a zvýšením periferního venózního tlaku. Současně se však pozitivním tlakem při pasivním inspiriu ztěžuje plicní cirkulace a zvyšuje práci pravého srdce. Proto musíme dbát jak na výši pozitivního tlaku v plíci při kompresi dýchacího vaku, tak i na dobu, po kterou tento tlak působí. Oba tyto faktory obsahuje pojem středního tlaku v plících. Je to střed momentálních tlakových hodnot v plících během dýchacího cyklu a při grafickém znázornění se rovná velikosti plochy, ohraničené tlakovou křivkou a nulovou linií, dělené dobou trvání cyklu. Při správném provádění řízeného dýchání se má tento tlak co nejvíce přibližovat nulové hodnotě. Toho dosáhneme podle Mushina zachováním těchto pravidel:

1. Pozitivní tlak při vdechu má trvat jen tak dlouho, jak je nutné k dosažení žádaného dechového objemu.
2. Vdech musí být kratší než výdech.
3. Plíce mají být rozvinuty velkou rychlostí plynů.
4. Odpor při výdechu má být malý.
5. Ke zmenšení nepříznivého účinku řízeného dýchání na hemodynamiku je možno při výdechové fázi použít podtlaku.

Nevhodně zvolený podtlak však může být naopak škodlivý, zvl. u emfyzematiků s malou elasticitou plicní tkáně a velkou rezistencí dýchacích cest. Přesáhne-li u těchto pacientů podtlak 5 cm vod. sloupce, může dojít snáze ke kolapsu bronchiolů se slabší stěnou, čímž se značně zpomalí výdech a vážne eliminace  $\text{CO}_2$  z alveolů. Proto se v široké praxi více osvědčuje dýchání přerušovaným přetlakem, které se také dá rychle a snadno přizpůsobit potřebám pacienta. S ohledem na výše uvedená pravidla provádíme toto dýchání tak, že vdech způsobíme plynule, ale rychle se zvětšující kompresí dýchacího vaku, trvající asi 1 vteřinu, načež vak rychle uvolníme, abychom snížili odpor při dýchání na minimum, a dovolíme pasivní výdech, trvající 2—3 vteřiny.

Prakticky se řízeným dýcháním téměř vždy dosáhne hyperventilace. Při větším množství čerstvých plynů přiváděných do anestetického dýchacího systému však může být značný rozdíl mezi předpokládanou a skutečnou ventilací plic. Na tuto otázku upozornil Mushin. Při použití polozavřeného systému v běžném uspořádání s pře-

tlakovým ventilem otevírajícím se na konci inspirační fáze zůstává totiž v plících určité množství plynu, které se při zvyšování přítoku čerstvých plynů zvětšuje, a tím se skutečná ventilace plic zmenšuje. Množství plynu, které u zmíněného systému zůstává při řízeném dýchání v plících, se rovná rozdílu mezi předpokládanou minutovou ventilací a množstvím čerstvých plynů přiváděných za minutu, děleným délkou expirační fáze. Z toho důvodu se snažíme vystačit s poměrně malým přítokem čerstvých plynů 3 l/min.

K hypoventilaci může dojít také při špatném utěsnění anestetického systému. Proto dáváme při Grayově metodě zásadně přednost endotracheální rource s nafukovací manžetou.

Závěrem chci ještě poukázat na důležitost včasného vysazení kysličníku dusného ke konci anestézie. K tomu jsou dva důvody: Především se tím zabrání hypoxémii z difúze po odpojení pacienta od přístroje, neboť největší množství kysličníku dusného se po jeho vysazení vyloučí v prvních 3—5 minutách, a jestliže pacient v této době již dýchá atmosférický vzduch, může být velkým množstvím kysličníku dusného v alveolech značně ochuzen o potřebný kyslík. Druhým důvodem je pak naše snaha o rychlý návrat pacienta k vědomí, která, jak prokázal Fink, je důležitým stimulem aktivity respiračního centra. Při vědomí se rychle obnoví činnost dýchacího centra i při nízké hladině  $\text{CO}_2$  v krvi, dosažené hyperventilací.

Při zachování všech těchto principů je Grayův způsob anestézie kysličníkem dusným s kyslíkem, doplněné svalovými relaxanciemi a řízeným dýcháním s hyperventilací, jedním z nejšetnějších a nejbezpečnějších způsobů celkové anestézie a umožňuje provedení maléhavých chirurgických zákroků i u pacientů s vysokým anesteziologickým rizikem. Při správném provádění zaručuje pak nejen motorické zklidnění nemocného, ale, jak bylo potvrzeno i několika dalšími autory, kteří se tímto problémem zabývali, i úplnou amnézii na celý operační výkon.

#### Literatura

1. Artusio J. F.: Ether analgesia during major surgery. *J. A. M. A.* 157 (1955), 33.
2. Dundee J. W.: Influence of controlled respiration on dosage of thiopentone and d-tubocurarine chloride required for abdominal surgery. *Brit. Med. J.* 1952, I, 893.
3. Fink B. R.: The stimulant effect of wakefulness on respiration: Clinical aspects. *Brit. J. Anaesth.* 33 (1961), 97.
4. Geddes I. C., Gray T. C.: Hyperventilation for the maintenance of anaesthesia. *Lancet* 1959, II, 4.
5. Mushin W. W.: Probleme der künstlichen Beatmung. *Berliner Symposium über Anaesthesieprobleme des offenen Thorax.* Akademie-Verlag, Berlin 1961.
6. Uttin J.: pH as a factor influencing plasma concentrations of d-tubocurarine. *Brit. J. Anaesth.* 35 (1963), 706.