

Niestety, część z wym. związków może uszkadzać tkankę prawidłową (10). Znajduje to odzwierciedlenie w badaniach ultrastrukturalnych u kotów chorych na zakaźne zapalenie otrzewnej, niezależnie od działania wirusa FIPV. Obserwano bowiem w obrębie otrzewnej wyraźne zwiększenie ilości włókien kolagenowych w strefie tkanki łącznej zlokalizowanej pod międzybłonkiem (ryc. 4-6). Powoduje to rozluźnienie wiązań między komórkami *mesothelium* z następową jego dezintegracją powodującą zaburzenia w barierze wyścielającej jamę otrzewnową. Komórki odklejają się od błony podstawnej i przedostają się do płynu surowiczego obecnego w jamie brzusznej (ryc. 7). Tak uwolnione komórki mezotelialne ulegały zmianom degeneracyjnym, co wyrażało się zmniejszeniem w nich obszarów ziarnistej siateczki śródplazmatycznej, wakuolizacją pozostałej jej części, upłynnieniem cytoplazmy podstawowej i agregacją *mitochondrium*. Brak zatem strefy nabłonkowej obniża bardzo wyraźnie funkcję obronną otrzewnej u kotów chorych na FIP, wyrazem czego jest uogólnienie się procesu zapalnego w całej jamie brzusznej.

Po infekcji wirusowej większość białek produkowanych w cytoplazmie i prezentowanych na powierzchni komórki stanowią peptydy wirusa, stąd przyjmuje się, że ich antygeny stymulują głównie limfocyty CD δ . Także limfocyty CD δ wykazują bezpośrednie zdolności cytotoksyczne i tym sposobem przyczyniają się do usuwania komórek zakażonych wirusem. Ko-

mórki te produkują interferon gamma i interleukinę 2. Udział limfocytów w ziarniniakach zapalnych, wprowadzie nieznaczny, zaobserwowano także u kotów chorych na FIP.

W późniejszym stadium choroby dochodzi jednak do defektów układów enzymatycznych w lizosomach komórek fagocytarnych i zaburzeń ich funkcji żernych, następstwem czego jest uogólnienie się zakaźnego zapalenia otrzewnej u kotów.

Piśmiennictwo

1. Babier B. M., Kuver R., Curmutte J. T.: J. biol. Chem. 263, 1713, 1988.
2. Buczek J., Depiula W., Buczek K.: Medycyna Wet. 48, 301, 1992.
3. Dinanier M. C., Orkin S. H.: Immundefic. Rev. 1, 55, 1988.
4. Groot R. J.: A molecular study of feline infectious peritonitis virus. Rijksuniversiteit, Utrecht 1988, s. 92.
5. Kantorski J., Zeman K.: Post. Biol. Kom. 4, 361, 1990.
6. Kostro K.: Medycyna Wet. 49, 493, 1993.
7. Kotz J., Basmadji K., Madej J. A.: Medycyna Wet. 34, 89, 1978.
8. Madej J. A., Klimontowski S., Kielbowicz Z.: Medycyna Wet. 48, 305, 1992.
9. Pearse A. G. E.: Histochemistry, theoretical and applied. Little, Brown and Comp., Boston 1969.
10. Thomas E. L., Lehee R. I., Rest R. F.: Rev. Infec. Dis. 10, 450, 1988.
11. Walter J.: Morphologische und immunohistochemische Untersuchungen zur Antigenlokalisation bei der Feline Infectiöse Peritonitis (FIP) unter Verwendung monoklonaler Antikörper. Praca dokt., Freie Universität, Berlin 1987.
12. Wendel A.: Adv. clin. Enzymol. 6, 161, 1988.

Adres autora: prof. dr hab. Janusz A. Madej, ul. Liskego 4/5, 50-345 Wrocław

KORNEL RATAJCZAK

Model własny aparatu oddechowego dla koni

Katedra i Klinika Chirurgii Wydziału Medycyny Weterynaryjnej AR, pl. Grunwaldzki 51, 50-039 Wrocław

Summary

A new model of anaesthetic-respiratory equipment for horses

The paper presents observations collected from 7 horses during general anaesthesia with controlled ventilation (CV) used for surgical procedures (laparotomy, correction of long bone fractures). After the horses had been restrained (guiphenesin 0.1 g/kg b.w.), spontaneous ventilation was eliminated by the use of muscle relaxant (pancuronium 0.1 mg/kg b.w.) and replaced by CV (IPPV = 25-35 cm H₂O f = 13, V_{min} = 52 l/min, I/E = 2:3) realized by the „bag in box” respirator. General anaesthesia was maintained using an inhalation technique for an average of 110 min. using 2 vol% halothane with oxygen administered in a quantity of 2.5-3.5 l/min. Artificial ventilation maintaining breathing higher than natural (values V_t and V_{min}) protected the horses from metabolic disturbances. The anaesthesia performed with an anaesthetic-respiratory apparatus made in our department according to the conception of the author was characterized by a complication free course with a preferably rapid induction and a fast recovery. The variant of anaesthetization with mechanical respirators should be applied for long-lasting operations where full relaxation and no motion is required. This type of procedure gives better conditions for work the abdominal cavity and orthopedic procedures.

Znieczulenie wziewne, chociaż odznacza się dużą sterownością, obciąża jednak funkcję wentylacyjną płuc. Wynika stąd, że warto dla polepszenia wymiany gazowej upośledzony

oddech zastąpić, na czas anestezji, sztucznym. Idea wyłączenia, przed przystąpieniem do zabiegu, oddechu spontanicznego (OS) i stosowania mechanicznego, w formie oddychania z przerywanym ciśnieniem dodatnim (IPPV), zaczęła być praktycznie wykorzystywana w medycynie przed 40 laty. Próby zastosowania OK u koni motywowane były początkowo li tylko potrzebą zaradzenia niedomodze oddechowej, wynikłej z przyczyn urazowych, tęcza lub z przedawkowania anestetyków lub sukcynylocholino, używanej onegdaj powszechnie do kładzenia farmakologicznego. Dla tej grupy wskazań, którą można określić resuscytacyjnymi, Rankin przedstawił konstrukcję worka, który za pośrednictwem nozdrzy połączony był z płucami zwierzęcia. Również w latach 50. Schebitz używa balonu gumowego zgniatanego nogą, a Überreiter zamawia urządzenie napędzane ręcznie, przypominające miech kowalski. W 1964 r. opisano aparat do wentylacji wykonany na bazie odkurzacza (3, 5, 9, 10). Pierwsze znieczulenie z wyłączonym oddechem własnym przeprowadził Fowler posługując się medycznym wentylatorem Mark 7. To samo zadanie Weaver rozwiązuje za pomocą wentylatora pancernego. W 1971 r. Smith, jako pierwszy, buduje w całości oryginalny respirator dla koni (1, 11, 13, 14).

Od 12 lat wykonujemy w Klinice anestezję halotanową koni aparatem anestetycznym skonstruowanym przez autora (6). Na podstawie własnych ustaleń oraz doświadczeń innych konstatuję jednak, że anestetyk, ułożenie dużego zwierzęcia do operacji, jak i czynniki aparaturowe doprowadzają do powstania kwasicy oddechowej, co stwarza konkretne problemy

u osobników z obniżoną rezerwą krążenia. Długoczasowe ręczne ugniatanie 20-litrowego worka oddechowego przy aparacie anestetycznym łączy się z użyciem siły dla wprowadzenia w ciągu 1-2 sek. kilku litrów gazów pod ciśnieniem. Zatem sposób ten przekracza możliwości fizyczne człowieka i praktycznie mógł być stosowany jedynie do doraźnego wspomaganie osłabionej akcji oddechowej (2, 7, 8, 9).

Ten stan rzeczy skłaniał do podjęcia prób nad zbudowaniem odpowiedniego respiratora, który współpracując z posiadanym już aparatem anestetycznym pozwalałby na bezpieczne wyłączenie oddechu własnego zwierzęcia. W 1989 r. powstał prototyp takiego urządzenia (8). Zebrane od tej pory doświadczenia kliniczne i poczynione modyfikacje są przedmiotem niniejszego opracowania.

Prowadzono studia dla określenia uwarunkowań metodycznych, jakie winny obowiązywać w realizacji bezpiecznego znieczulenia z oddechem kontrolowanym. Wentylacja wymuszona mechanicznie musi w pierwszym rzędzie zapewniać wielkość wymiany gazowej, pokrywając potrzeby metaboliczne dużego zwierzęcia. Takie założenia poznawcze wraz z dokonanyymi ustaleniami technicznymi miały na celu ocenę szansy wdrożenia tej metody w zakres praktyki anestetycznej.

Materiał i metody

Obserwacje dotyczyły 7 nierasowych koni o m.c. 430 ± 70 kg, u których wskazaniami do znieczulenia ogólnego była w 5 przypadkach operacja jamy brzusznej, u 2 pozostałych zabieg osteosyntezy. Zwierzęta kładziono farmakologicznie gwałtem podawanym i.v. na zasadzie samodawkowania. Intubacji dokonywano rurką Rüsch'a o długości 120 cm i przekroju 25-35 cm, za pośrednictwem której narząd oddechowy łączono z układem zwrotnym, podając doń 5 vol% halotanu z O₂ w ilości 2,5-3,5 l/min. Oddech spontaniczny wyłączano pancuronium w dawce 0,1 mg/kg m.c. i.v. i zastępowano go oddechem kontrolowanym. Wielkość wentylacji mierzono respirometrem suchym firmy Dräger (ryc. 1). Przy końcu zabiegu konie odkuraryzowywano, podając i.v. atropinę 0,04 mg/kg, a po 2 min. neostygminę 0,03 mg/kg.

Budowa i działanie aparatu

Urządzenie anestetyczno-respiracyjne dla znieczulenia inhalacyjnego koni z OK (ryc. 2, 3) składa się z dwóch modułów: aparatu anestetycznego i oddechowego. Pierwszy służy wytworzeniu mieszaniny tlenowo-anestetycznej o odpowiednim stężeniu oraz oczyszczeniu jej z CO₂ w fazie wydechu. Jego układ zamknięty, o określonym obiegu gazów, opisany szczegółowo we wcześniejszej publikacji, posiada przekroje przystosowane do występujących u koni parametrów przepływu (6). Aparat oddechowy natomiast ma za zadanie wytwarzać cyklicznie wzrost ciśnienia i na tej drodze wtłoczyć mieszaninę do pęcherzyków. W jego konstrukcji wyróżnić można dwa bloki: system „worek w butli” i respirator.

Ten pierwszy zbudowano na bazie 20-litrowej butli z otworem górnym o $\varnothing$ 60 mm i dolnym umieszczonym przy dnie o $\varnothing$ 25 mm. Przez górny wprowadzono worek oddechowy o pojemności 15 litrów. Jego wnętrze łączyło się z układem zamkniętym aparatu anestetycznego za pośrednictwem przewodu rurowego o $\varnothing$ 50 mm, wychodzącego przez górny otwór. Przestrzeń butli, na zewnątrz worka, połączona została przez otwór dolny za pośrednictwem zbrojonego węża gumowego o średnicy 25 mm i przez zastawkę bezzwrotną, sterowaną pneumatycznie z wnętrzem cylindra respiratora. Całość tak zintegrowanej przestrzeni utworzyła układ roboczy.

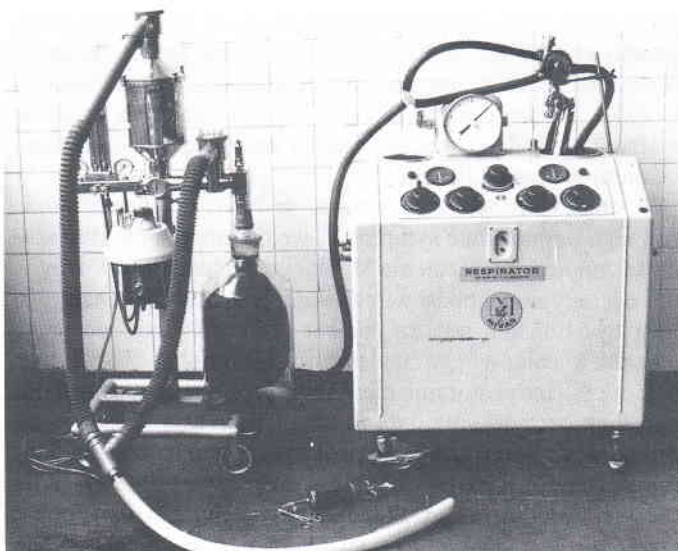
Respirator Engströma służył jako element sterujący i źródło energii poruszającej worek. Siłą napędową był silnik elektryczny o stałej liczbie obrotów, który przez przekładnię, umożliwiającą zmianę częstotliwości oddechów, uruchamiał tłok w cylindrze. Pod-

czas wdechu tłok spręża powietrze, które przez zastawkę bezzwrotną wtłaczane jest do butli. Tam powstające ciśnienie dodatnie zginał worek oddechowy. Znajdująca się w worku mieszanina tlenowo-halotanowa, poprzez układ zamknięty aparatu anestetycznego i uszczelnioną mankietem rurkę dotchawiczą, wprowadzona zostaje do płuc. W tym czasie boczne odgałęzienie ramienia wydechowego układu roboczego, działając ciśnieniem dodatnim, zamyka zastawkę pneumatyczną.

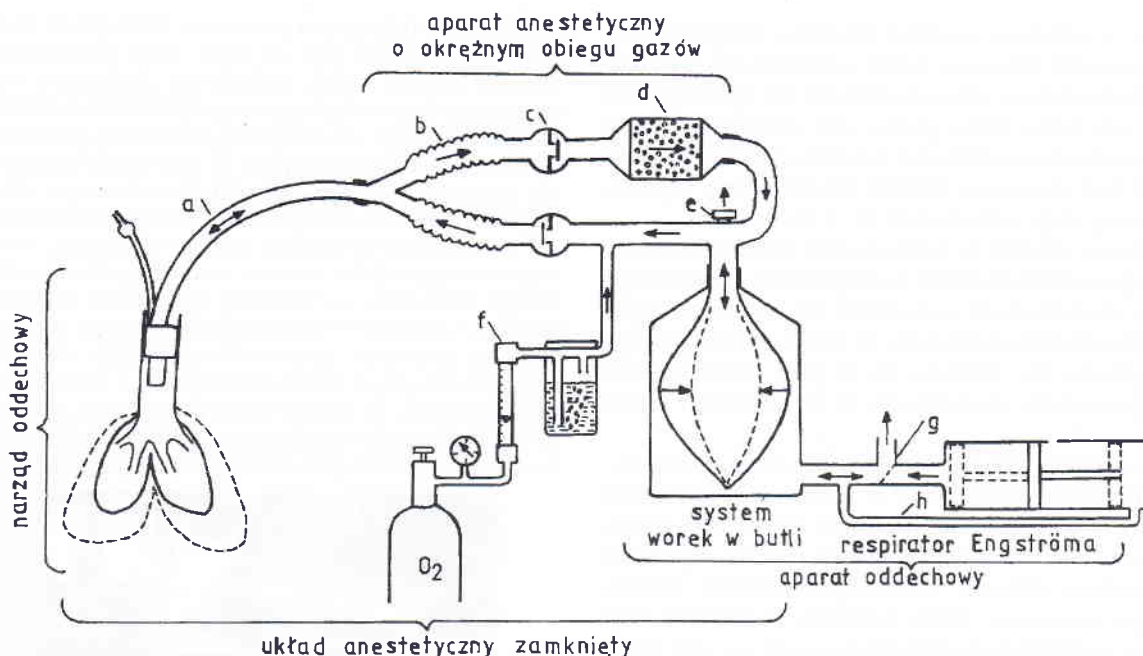
Po skończonym wdechu, ujemne ciśnienie, wywołane suwem zwrotnym tłoka, otwiera zastawkę, przez co wnętrze butli zostaje rozłączone z cylindrem respiratora, a połączone z atmosferą. Ciśnienie w butli spada do wartości zerowej, a worek może się rozprężyć, na powrót wypełniając się gazami wchodzącymi doń przez układ anestetyczny z płuc, w trakcie biernego wydechu. W czasie wydechu, cofający się tłok z jednej strony naciąga do cylindra powietrze, które będzie potrzebne do sprężenia worka przy kolejnym wdechu. Po drugiej stronie



Ryc. 1. Volumetr Drägera z poszerzonymi króćcami wlotowym i wylotowym, umożliwiającymi okresowe podłączenie do układu anestetycznego i dokonywanie pomiarów



Ryc. 2. Aparat anestetyczny wykonany przez autora i respirator Engströma połączone systemem „worek w butli”



Ryc. 3. Zespólna aparatura anestetyczno-oddechowa do znieczulenia z OK, pracująca w Klinice we Wrocławiu: a – rurka dotchawicza, b – rury faliste, c – zastawki jednokierunkowe, d – pochłaniacz, e – wentyl naddciśnienia, f – butla tlenowa, reduktor, przepływomierz i parownik, g – zastawka pneumatyczna bezzwrotna, h – zwężka Venturiego

tłoka powietrze, wypychane z cylindra, przechodząc przez zwężkę Venturiego, wytwarza w butli ciśnienie ujemne względem atmosfery.

Wyniki i omówienie

Obserwacje kliniczne pozwoliły na sformułowanie następujących ustaleń. Dawka gwavamaru, wynosząca średnio 0,1 g/kg m.c., wywoływała wolne od pobudzeń, nie wymagające użycia siły położenie zwierzęcia na stole operacyjnym. Indukcja wykonywana tym ośrodkowo działającym środkiem umożliwiała podczas zachowanej akcji oddechowej swobodną intubację konia i spokojne ułożenie go w potrzebnej pozycji. Po uzyskaniu tolerancji chirurgicznej, której właściwy poziom identyfikował brak odruchu powiekowego, OS eliminowano pancuronium i włączano moduł oddechowy. Funkcja przepony zanikała średnio w 2 min. od iniekcji. Preparat zapewniał pełne zwiócenia przez okres 30-45 min. Dla przedłużenia kuraryzacji na dalsze 0,5 godz. właściwe okazało się podanie tego preparatu w ilości 1/2 dawki inicjującej. Aplikacji podtrzymującej relaksację dokonywano zwykle już w 30 min. znieczulenia, by nie dopuścić do przedwczesnego powrotu oddychania własnego, kłócego się z OK. Średni czas wyłączenia OS i poddawania zwierząt działaniu wentylacji mechanicznej z przerywanym ciśnieniem dodatnim wynosił 110 min.

W stanie pełnego zwiócenia, prowadzący znieczulenie dostrzega ograniczone symptomy, wedle których mógłby szacować stopień znieczulenia ogólnego. Odpadają odruchy z pola operacyjnego, podstawowy wskaźnik poziomu analgezji; może być bowiem tak, że pacjent czuje ból, lecz nie może – wskutek całkowitego wyłączenia motoryki – okazać go „ucieczką”. Indykatorami niedostatecznie wyłączonego bólu pozostają: częstoskurcz, łzotok oraz hipertensja. Kierując się tymi odniesieniami, anestezję podtrzymywano halotanem, którego stężenie 2 vol% okazało się wystarczające dla uzyskania należytej tolerancji. Po skończonym zabiegu neostygmina, przeciętnie w ciągu 4 min. po jej aplikacji, przywracała własną czynność oddechową. W tym czasie dobra jakość OS, potwierdzona badaniami volumetrycznymi, nie wymagała pow-

tarzania dekuraryzacji i stosowania wentylacji wspomaganiej. Ekstubacji dokonywano po pojawieniu się odruchów połknięcia i kaszlu. Sen ponarkotyczny trwał krótko. Konie średnio w 25 min. od zamknięcia parownika układały się samodzielnie na mostku, w 45 min. przyjmowały pozycję stojącą, utrzymując się pewnie na kończynach (tab. 1, 2). Przebieg postępowania znieczulającego i bliski okres postanestetyczny wolny był od powikłań.

Na podstawie wykonanych znieczuleń z OK skontrolowano klinicznie pracę aparatu oddechowego i współpracującego z nim aparatu anestetycznego. Z poczynionych ustaleń wynika, iż zespólna aparatura anestetyczno-respiracyjna działała sprawnie, dostarczając założoną objętość mieszaniny tlenowo-halotanowej do płuc pacjenta oraz utrzymywała nastawioną częstotliwość cykli oddechowych o charakterystyce, którą prezentują następujące uśrednione wielkości: liczba oddechów/min. (f) = 13, objętość oddechowa (V_T) = 4 litry, wentylacja minutowa ($V_{min.}$) = 52 litry, czas cyklu = 5 sek., wdechu = 2 sek., wydechu = 3 sek. (tab. 2). Wielkości te ustalono w oparciu o własne

Tab. 1. Materiał kliniczny, czas stosowania OK (t), zużycie halotanu przy przeciąganiu przez parownik 2,5-3,5 l tlenu/min. (Z), czas wybudzania; pozycja zwierzęcia po wyłączeniu halotanu i OK (W), ($\bar{x} \pm s$; n=7)

Konie płeć	Wiek lata	Masa ciała kg	t min.	Z ml/min.	W (min.)	
					mostkowa	stojąca
3 klacze	5,9	430	110	0,60	25	45
4 wałachy	2,7	70	20	0,20	10	15

Tab. 2. Charakterystyka wentylacji; wartości oddechowe OS i OK; ciśnienie inflacyjne (p), ($\bar{x} \pm s$; n=7)

Parametry oddechu	OS przed pancuronium		OK w trakcie anestezji		OS 15 min. po neostygminie	
V_T litry	3,5	0,9	4,0	0,4	3,8	0,7
f/min	12,9	3,7	13,1	2,1	11,8	3,0
V_{min} litry/min.	43,5	4,7	52,4	14,0	39,9	5,1
p cm H ₂ O	-		25-35		-	

badania gazometryczne i preferencje innych autorów, u których liczba oddechów koni nie znieczulonych mieściła się w granicach 7-15, a $V_T = 5-14$ ml/kg m.c., co pozwalało utrzymać $PaCO_2$ w granicach 18-45 mmHg. Schatzmann uznaje 6-12 l/100 kg m.c., jako V_{min} zaspokajającą potrzeby podstawowej przemiany materii. Ciśnienia dodatnie notowane w czasie wdechu sztucznego wynosiły 25-50 cm H_2O (4, 8, 9). W postępowaniu własnym, zachowując stałą objętość oddechową, u wszystkich badanych koni uzyskiwano ciśnienia inflacyjne w zakresie 25-35 cm H_2O , co zależało głównie od stopnia uszczelnienia układu wentylem nadciśnienia. Przy całkowitym jego zamknięciu wartość ciśnienia była najwyższa, generując oddech o objętości 4,5 litra. Rozrzut wartości ciśnień dodatnich był także funkcją osobniczo różnych oporów sprężystych tkanek płucnej i struktur klatki piersiowej oraz oporów nieelastycznych zależnych od natężenia przepływających gazów i przekroju dróg przewodzących.

Istotną modyfikacją własną prototypu było zastosowanie dyszy Venturiego o zwiększonej wydajności. Wytwarzane przez nią ciśnienie ujemne, wykorzystywano dla usprawnienia przy wydechu ewakuacji powietrza z butli i obniżenia tym oporów wydechowych. Dzięki temu rozwiązaniu uniknięto efektu dodatnich ciśnień końcowowydechowych (PEEP), powstających wskutek zbyt wąskiego (w stosunku do natężenia przepływu) przewodu łączącego butlę z zastawką pneumatyczną respiratora. Światło tego przewodu poszerzono, a zwężkę Venturiego regulowano tak, by po skończonym wdechu przyspieszyć spadek ciśnienia w układzie anestetycznym bez powstawania ujemnych jego wartości przy końcu wydechu, czyli uniknąć efektu NEEP. Całość rozwiązania pozwalała na zwiększenie frekwencji oddechów bez obniżenia V_T .

Używane dotąd respiratory dla koni dysponowały możliwością generowania przepływów o natężeniu 150-250 l/min. (1, 11, 12). Przedstawiony model, wg ogólnie przyjętej klasyfikacji, jest generatorem przepływu o wydolności 200 litrów/min., ze stałym stosunkiem czasowym wdechu do wydechu (I/E), wynoszącym 2 : 3. Urządzenie pod koniec fazy wdechu staje się generatorem ciśnienia, ponieważ wartość objętości oddechowej regulujemy zwiększając bądź zmniejszając celową nieuszczelnność układu roboczego.

Do konstrukcji aparatu oddechowego użyto, jako elementu wywołującego przepływ powietrza, respiratora firmy Engström. Wybrano ten model, kierując się wysoką jakością wykonania tego urządzenia i niezawodnością działania, a także dlatego, że posiadał napęd elektryczny. Dzięki temu możemy prowadzić wielogodzinny OK niezależnie od częstych, kłopotliwych i kosztownych zmian butli ze sprężonym O_2 , które mogą być bezproblemowym źródłem energii wyłącznie w jednostkach leczniczych korzystających z ciekłego tlenu.

U koni podstawową przesłanką do posługiwania się OK jest operacyjne rozwiązanie niedrożności przewodu pokarmowego i leczenie złamań kości długich; zabiegi te z założenia wymagają jak najgłębszego znieczulenia dla uzyskania wysokiego stopnia relaksacji. Realizacja tego celu w tradycyjnym postępowaniu nieuchronnie wywołuje depresję oddechowo-krażeniową. Homeostazę wklajają dodatkowo, obecne zazwyczaj w tej grupie pacjentów, zaburzenia metaboliczne. Wyniki własne i dane literaturowe wskazują na przydatność OK, jak i oddechu wspomaganego dla utrzymania w granicach normy parametrów równowagi kwasowo-zasadowej i jonowej (3, 8, 12). Z przeprowadzonych przez autora prób wynika ponadto jednoznacznie, że pełne zwióczenie mięśni upraszcza przebieg

zabiegu; w laparotomii, wyłączając tłocznię brzuszną, polepsza dostęp do narządów; w operacjach ortopedycznych zdecydowanie obniża wysiłek potrzebny dla repozycji odłamów. W sumie przy płytko prowadzonym, a więc bezpieczniejszym znieczuleniu, operator uzyskuje warunki sprzyjające nietraumatyzującemu tkanki działaniu. Poza tym pancuronium usprawnia indukcję i skraca okres wybudzania, przez co w rękach lekarza staje się kolejnym instrumentem służącym sterowności znieczulenia ogólnego.

Wskazania do anestezji, w trakcie której wymianę gazową optymalizuje aparat oddechowy, można podzielić na trzy grupy. Pierwszą stanowią zabiegi krótkie, lecz wymagające całkowitej miorelaksacji; wyłączenie oddechu spontanicznego środkiem zwióczającym – znosi napięcie mięśni, a tym samym komfort operowania uzyskuje się bez potrzeby pogłębiania znieczulenia. Druga, to procedury długotrwałe, szczególnie toczące się w obrębie jamy brzusznej; duże objętości wentylacji, stanowiące atrybut OK, zapobiegają całkowicie groźbie hiperkapni, związanej z czasem zabiegu i ograniczeniami pracy przepony śródoperacyjnymi czynnikami jatrogennymi. Trzecie wskazanie dotyczy torakotomii; jako jedyny sposób podtrzymania wentylacji, bowiem zanik ciśnienia śródopłucnowego po otwarciu klatki piersiowej czyni skurcze mięśni oddechowych bezskutecznymi w przewietrzaniu płuc, nie doprowadzającymi do wytworzenia różnicy ciśnień między jamą ustną i pęcherzykami.

Na podstawie przeprowadzonych prób można uznać, iż walory techniczne skonstruowanego urządzenia oddechowego dla koni, jak i metoda jego klinicznego wykorzystania, pozwalają na realizację wyszczególnionych tu zadań terapii chirurgicznej. Nie stosowany do tej pory w Polsce model postępowania bezbolesnego wymaga dalszych studiów porównawczych dla oceny zachowania wyznaczników metabolicznych i szerokiej gamy wskaźników funkcji układu krążenia, zależnych od czasu trwania znieczulenia z dodatkami ciśnieniami w drogach oddechowych. Potrzeba takich ustaleń wiąże się ponadto z tym, że wyniki zawarte w pracach zagranicznych autorów nie dają się odnieść do stosowanego u nas modelu działania. I nie idzie tu tylko o różnice w postępowaniu anestetycznym, ale głównie o odmienności techniki respiracyjnej.

Wnioski

1. Anestezja koni z wyłączonym oddechem, realizowana prototypem własnym sztucznego układu respiracyjnego, odznacza się wolnym od powikłań przebiegiem, zwiększając komfort operowania i bezpieczeństwo znieczulanego zwierzęcia.

2. Wstępne ustalenia kliniczne wskazują, iż proponowany model powinien być włączony w zakres praktyki anestetycznej u koni dla zabiegów laparotomii i osteosyntezy.

Piśmiennictwo

1. Fowler M. E., Parker E. E., Tyler W. S.: J. Am. vet. med. Ass. 143, 272, 1963.
2. Krebs U.: Assistierte Beatmung während der Halothan-Lachgas-Narkose beim Pferd. Praca dokt., Wyższa Szkoła Weterynaryjna, Hanower 1982.
3. Moore A. G., McCrady J. D.: Southw. vet. 18, 22, 1964.
4. Purchase I. F. H.: Vet. Rec.: 78, 613, 1966.
5. Rankin A. D., Bath N. H., Sullivan H. R.: J. Am. vet. med. Ass. 120, 196, 1952.
6. Ratajczak K.: Medycyna Wet. 37, 545, 1981.
7. Ratajczak K.: Anest. Reanim. Inten. Terap. 14, 349, 1982.
8. Ratajczak K.: Zesz. Nauk. AR Wrocław-Weterynaria, rozprawy nr 76, 1989.

9. Schatzmann U.: Berl. Munch. tierarztl. Wschr. 96, 311, 1983.
10. Schebitz H.: Mh. Vet.-Med. 10, 503, 1955.
11. Smith M.: Nord. Vet. Med. 23, 537, 1971.
12. Steffey E. P.: Am. Large Anim. Pract. 3, 97, 1981.
13. Überreiter Wien. tierarztl. Mschr. 45, 337, 1958.

14. Weaver B. M. Q., Walley R. V.: Eq. vet. J. 7, 9, 1975.

Adres autora: doc. dr hab. Kornel Ratajczak, ul. Zaolziańska 6a/12, 53-334 Wrocław

JOLANTA DĄBROWSKA, EUGENIUSZ WIŚNIEWSKI, WIESŁAW KRUMRYCH,
JANUSZ DANEK, JACEK JANISZEWSKI

Wpływ doświadczalnej endotoksemii na niektóre wskaźniki krzepnięcia krwi u koni

Zakład Chorób Koni Bydgoskiego Oddziału Instytutu Weterynarii w Puławach, Al. Powstańców Wlkp. 10, 85-090 Bydgoszcz

Summary

Influence of experimental endotoxaemia on some indices of blood coagulation in horses

The studies were carried out on 8 horses including two controls. Three animals were given *E. coli* endotoxin twice at 24-hour intervals intravenously in a dose of 1.0 µg/kg of body weight. The other three received the endotoxin 3 times in doses of 0.2 µg and 0.1 µg (after 3 hours) and 0.2 µg after 24 hours. In all six horses the signs of endotoxaemia of a different extent were observed. In the first group (3 horses) only insignificant statistical alterations were noticed regarding blood coagulation indices, while in the second group significant disturbances were found, i.e. a decrease in the number of thrombocytes, an increase of fibrinogen concentrations, the prolongation of the prothrombin and, in some animals, also of coagulase times and a drop of AT III activity that indicate the occurrence of DIC syndrome.

Zaburzenia krzepnięcia krwi towarzyszą wielu chorobom koni. Jednym z czynników wywołujących wymienione zaburzenia są endotoksyny uwalniane ze ścian bakterii w trakcie ich rozpadu, co występuje w przebiegu niektórych procesów chorobowych. U koni endotoksyny są uwalniane najczęściej z bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* (2, 3, 12, 14). Ich pojawienie się we krwi doprowadza do uszkodzenia śródbłonna naczyń krwionośnych, odsłonięcia kolagenu i zapoczątkowania procesów wykrzepiania. Szczególnie duże zagrożenie dla zdrowia i życia zwierzęcia ma miejsce wtedy, gdy endotoksyny znajdują się we krwi w dużym stężeniu i są uwalniane do krwiobiegu przez dłuższy czas. W takich przypadkach dochodzi do rozlanego wewnątrznaczyniowego wykrzepiania (DIC – Disseminated Intravascular Coagulation). Powstające skrzepiny utrudniają mikrokrążenie, gromadzą się i zaczopowują naczynia krwionośne najpierw małego, a później większego kalibru. Aby w wyniku niedotlenienia nie doszło do martwicy narządowej, uruchamiany jest układ fibrynolityczny, mający za zadanie rozpuszczenie powstałych skrzepin. Nie zawsze jednak jest możliwa kompensacja tego układu. W międzyczasie „zużywa się” pula czynników krzepnięcia niezbędnych do prawidłowej hemostazy i dochodzi do krwawień, które mogą być groźne dla życia, bowiem organizm nie może ich zatrzymać (9, 10). Zespół DIC nie jest samodzielną jednostką chorobową, ale komplikuje większość chorób systemowych u koni, co niejednokrotnie przedstawiono w piśmiennictwie (1, 4, 8, 11,

13, 15). Proces ten może być wywołany przez wiele różnych stymulatorów, które uszkodzają śródbłonek naczyń krwionośnych i/lub aktywują płytki krwi i białka krzepnięcia. Oprócz endotoksyn należą do nich również: kwas mlekowy, krążące kompleksy antygen-przeciwciała, tromboplastyna tkankowa uwalniająca się na skutek urazów lub obumierania tkanek (9).

Klinicznymi objawami DIC są często wybroczyny, plamica, sączenie z ran chirurgicznych, krwawienia z miejsca nakłucia żyły lub wyraźne wewnętrzne krwawienia. Zwykle są to krwawienia naczyń kapilarnych z wielu nie powiązanych ze sobą miejsc (17). Diagnoza jest głównie wysuwana na podstawie licznych laboratoryjnych badań koagulologicznych, gdyż nie ma jednego swoistego testu do rozpoznawania tego stanu.

Ponieważ endotoksyny są najczęściej wymieniane przez różnych autorów jako czynnik komplikujący wiele chorób u koni, postanowiono na doświadczalnym modelu endotoksemii prześledzić ich wpływ na niektóre wskaźniki krzepnięcia krwi koni.

Materiał i metody

Eksperyment prowadzono na 8 klinicznie zdrowych koniach różnej płci, w wieku od 5 do 15 lat, odrobaczonych, w dobrym stanie odżywienia i utrzymania. Do badań użyto Pyrogen Standard (1 ampulka zawiera 500 gamma lipopolisacharydu z *E. coli*, Kroeger 08), produkcji Wytwórni Surowic i Szczepionek w Krakowie. Najmniejsza dawka pirogenna (MPD – Minimal Pyrogenic Dose) tego preparatu dla królika wynosi 0,1 gamma (µg)/kg m.c. Przed iniekcją endotoksynę rozpuszczono w 500 ml jałowego płynu fizjologicznego. Badania wykonano na dwóch grupach zwierząt:

W grupie 1 trzem koniom podano dożylnie we wlewie kroplowym 0,1 µg/kg m.c. endotoksyny *E. coli* dwukrotnie w odstępach 24 h. Badania kliniczne i pomiary wskaźników krzepnięcia krwi (czasy krzepnięcia, kaolinowo-kefalinowy, protrombinowy, trombinowy, stężenie fibrynogenu, liczbę płytek krwi, aktywność AT III) wykonano przed podaniem endotoksyny, 3 h po wlewie, a następnie w odstępach 24 h przez 4 dni. Eksperyment prowadzono w obecności 1 konia kontrolnego.

W grupie 2 kolejnym trzem koniom podano dożylnie endotoksynę *E. coli* trzykrotnie w dawkach: 0,2 µg/kg m.c., po trzech godzinach dodano po 0,1 µg/kg m.c., a następnie po 24 h od pierwszego podania jeszcze po 0,2 µg/kg m.c. Te same badania, co w pierwszej grupie wykonano przed wlewie endotoksyny, po 3, 6, 24, 27, 48, 50, 72 godzinach. W badaniach uczestniczył 1 koń kontrolny. Oznaczenia wykonano przy użyciu metod opisanych we wcześniejszej publikacji (6).