

Horses monitoring during general anesthesia under limited equipment conditions

Drewnowska O., Hecold. M., Turek B.,

Department of the Large Animal Diseases with the Clinic, Faculty of Veterinary Medicine, Warsaw University of Life Sciences – SGGW

This article aims at the presentation of important problem of horses monitoring during general anesthesia especially when the essential equipment is limited. General anesthesia in horses, contrary to small animals, is considered to be a dangerous procedure. Horse should be monitored carefully, so the appropriate equipment is required to check regularly heart rate, breathing, capillary refill time, invasive artery pressure, saturation and eye balls position. The more parameters are monitored the higher is safety level during surgery and better prognosis for the patient recovery.

Keywords: horse, anaesthesia, monitoring.

Znieczulenie ogólne koni wiąże się z dużym ryzykiem i jest znacznie trudniejsze do przeprowadzenia niż u małych zwierząt. Jednym z powodów jest duża masa ciała zwierzęcia, która powoduje wiele

Monitoring koni podczas znieczulenia ogólnego przy ograniczonych warunkach aparaturowych

Olga Drewnowska, Mateusz Hecold. Bernard Turek

z Katedry Chorób Dużych Zwierząt z Kliniką Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Warszawie

komplikacji w anestezji, m.in. zaburzenia perfuzji tkanek przy długim utrzymywaniu konia w pozycji leżącej, obniżoną wydolność oddechową, złamania kończyn oraz inne urazy, do których może dojść w czasie wybudzania (1). W przypadku koni istnieje również zwiększone ryzyko poznieczuleniowego zapalenia mięśni.

Ryzyko zdecydowanie zmniejsza się, jeśli zabieg przeprowadzany jest warunkach szpitalnych. Im więcej dostępnej aparatury do monitoringu, tym lepiej, ponieważ pozwala to na szybszą reakcję anestezyjologa na zmianę parametrów życiowych zwierzęcia, a dzięki temu zabieg staje się zdecydowanie bardziej bezpieczny dla pacjenta. Warto tutaj wspomnieć, że ryzyko

śmierci pacjenta, jakim jest koń podczas znieczulenia ogólnego, wynosi 1%, natomiast w przypadku zwierząt towarzyszących (pies, kot) wskaźnik ten wynosi 0,1%, jest on więc aż 10-krotnie mniejszy (2). Niestety, w Polsce dostępność specjalistycznych klinik dla koni jest ciągle ograniczona i tylko w niektórych ośrodkach lekarze mają do dyspozycji kompletny zestaw monitorujący, czyli kardiomonitor z kapnografem, inwazyjny pomiar ciśnienia oraz pomiar gazów anestetycznych w wydechowym powietrzu oraz gazometrię. Dodatkowo zawsze należy liczyć się z ryzykiem awarii sprzętu podczas operacji lub chociażby przerwą w dostawie prądu. Prawdziwie jest jednak stwierdzenie, że żaden, nawet

najlepszy sprzęt nie zastąpi uważnego i doświadczanego anestezjologa.

W tym artykule przedstawiono możliwości monitoringu parametrów życiowych koni podczas znieczulenia ogólnego przy ograniczonych warunkach aparaturowych oraz sposoby obserwacji i oceny głębokości znieczulenia bez użycia specjalistycznego sprzętu. Przed anestezjologiem stoi bowiem zadanie nie tylko zbierania danych z aparatury, ale także ich dogłębna analiza i powiązanie ze sobą nawzajem, potwierdzenie przez obserwację widocznych zewnętrznie objawów głębokości znieczulenia oraz reakcję na wyżej wymienione w zależności od potrzeby.

Największa potrzeba monitoringu koni istnieje podczas zabiegów chirurgicznych. Mogą być one przeprowadzane w terenie, jak i w warunkach lecznicy, szpitala lub kliniki. Znieczulenie ogólne może być przeprowadzone według trzech procedur:

- 1) znieczulenia infuzyjnego (total intravenous anaesthesia – TIVA);
- 2) znieczulenia inhalacyjnego;
- 3) znieczulenia częściowo infuzyjnego (partial intravenous anaesthesia – PIVA).

Przy znieczuleniu infuzyjnym wymagana jest znacznie mniejsza ilość aparatury, w przeciwieństwie do znieczulenia inhalacyjnego, do którego przeprowadzenia jest konieczna maszyna anestetyczna. Znieczulenie wziewne wymaga też dokładnego monitoringu, co zazwyczaj jest możliwe, ponieważ może zostać przeprowadzone jedynie w warunkach klinicznych. Z tych powodów konie w warunkach pozaszpitalnych są znieczulane tylko infuzyjnie (tab. 1).

Każdą procedurę wprowadzenia konia w znieczulenie ogólne musi poprzedzić dokładne badanie kliniczne z wywiadem. Badanie podstawowych parametrów życiowych jest ważne nie tylko, aby ocenić stan ogólny pacjenta, ale również by móc odnieść parametry mierzone podczas znieczulenia do parametrów zwierzęcia przytomnego. W wywiadzie z kolei istotna jest wcześniejsza historia znieczuleń, w tym reakcje anafilaktyczne, osobnicze reakcje na konkretne leki oraz szybkość i jakość wybudzenia po wcześniej przeprowadzonych zabiegach chirurgicznych.

Stan ogólny zwierzęcia wpływa na intensywność i dokładność monitoringu – im cięższy stan pacjenta, tym intensywniej powinien być monitorowany, ponieważ parametry mogą zmieniać się z minuty na minutę, a szybkość reakcji w takim wypadku może zaważyć na przeżyciu konia (3). Podobna sytuacja jest w przypadku źrebiąt – im młodsze źrebię, tym bardziej niestabilne podczas znieczulenia, co wiąże się z odmiennościami fizjologicznymi i farmakokinetycznymi w okresie neonatalnym

(4). W każdym przypadku, a szczególnie gdy pacjentem jest osobnik młodociany, należy dokonywać pomiarów temperatury ciała. Oczywiście jest, że bez pomiaru temperatury ciała nie można mówić o poprawnie przeprowadzonym badaniu klinicznym, jednak z tym parametrem należy liczyć się zarówno w okresie okołoperacyjnym, jak i podczas znieczulenia ogólnego. Zarówno hipotermia u źrebiąt, jak i hipertermia u osobników dorosłych może stanowić stan zagrażający życiu zwierzęcia.

Badanie tętna i pracy serca

Tętno jest podstawowym parametrem badanym podczas znieczulenia ogólnego. W tym miejscu istotne jest, aby rozróżnić badanie jakości tętna od pomiaru liczby uderzeń serca, ponieważ te parametry nie są równoznaczne. Dla najlepszego pomiaru zawsze należy uwzględnić zarówno wyniki badania tętna, jak i pomiaru liczby uderzeń serca, wykonując czynności te równocześnie, gdyż tylko korelacja tych dwóch pozwala wstępnie określić występowanie zaburzeń w krążeniu, arytmii lub też innych niemierności (tab. 2).

Najpopularniejszym miejscem badania tętna jest tętnica twarzowa we wcięciu naczyniowym na gałęzi zuchwy. Tętnica jest w tym miejscu łatwo wyczuwalna, a tętno wyraźne. Gdy jednak badanie w tym miejscu nie jest możliwe (np. podczas zabiegów na głowie), należy poszukać innej dostępnej tętnicy lub gdy nie ma innej możliwości

– mierzyć uderzenia serca poprzez osłuchiwanie stetoskopem. Podczas palpacyjnego badania tętna należy ocenić nie tylko liczbę, ale też jakość – miarowość, wypełnianie się tętnicy, siłę uderzenia fali, gdyż te parametry mogą świadczyć o kondycji układu krążenia (5).

Do elektronicznego pomiaru tętna może być wykorzystywany pulsoksymetr, który wykorzystuje właściwość pochłaniania przez tkanki dwóch rodzajów fal o różnych długościach – czerwonego i podczerwonego. Jego głównym zastosowaniem jest określenie stopnia nasycenia krwi tlenem (saturację), ale wykonuje on również pomiar fali tętna. Pulsoksymetr taki zakłada się u konia na języku, uchu lub wardze.

Drugim sprzętem, jednak dość zaawansowanym, określającym kondycję układu sercowo-naczyniowego jest kardiomonitor, który w wersji podstawowej składa się z elektrokardiografii, 3- lub 5-odprowadzeniowego, podłączanego do ciała pacjenta. Uwidocznia on zapis elektrokardiograficzny, jak również miarowość pracy serca, zliczając jego uderzenia. Jest to jednak sprzęt nie zawsze dostępny przy znieczuleniu ogólnym ze względu na cenę oraz poręczność. W warunkach terenowych przydatny może być niewielki pulsoksymetr, który wyświetli najważniejsze parametry – tętno oraz saturację krwi. Do oceny serca pozostaje wtedy osłuchiwanie za pomocą stetoskopu, co pozwala na wykrycie zaburzeń jego pracy i szmerów.

Tabela 1. Podstawowe i rutynowe parametry monitoringu oraz uzyskiwane informacje

Poziomy monitoringu	Uzyskane informacje
POZIOM 1 (PODSTAWOWY)	
Odruch powiekowy, pozycja oka	głębokość znieczulenia
Liczba oddechów na minutę	prawidłowość wentylacji
Ocena błon śluzowych	perfuzja tkanek, saturacja
Tętno-rytm i siła, czas wypełniania kapilar	ocena układu krążenia
POZIOM 2 (RUTYNOWY)	
Ciśnienie tętnicze	głębokość znieczulenia
Pomiar stężenia glukozy we krwi	poziom glukozy we krwi – szczególnie u pacjentów pediatrycznych
Elektrokardiografia	rytm serca, rozpoznanie bloków – w każdym znieczuleniu wziewnym
Pulsoksymetria	saturacja hemoglobiny tlenem, puls – przy znieczuleniu wziewnym
Kapnografia	stężenie dwutlenku węgla w wydychanym powietrzu, ocena jakości wentylacji – przy znieczuleniu wziewnym

Tabela 2. Szczegółowy monitoring układu sercowo-naczyniowego i oddechowego

Monitoring układu sercowo-naczyniowego	Monitoring układu oddechowego
palpacyjne badanie tętna	obserwacja rytmu i liczby oddechów
czas wypełniania się naczyń krwionośnych (CRT)	saturacja tlenem
elektrokardiografia	kapnografia
ciśnienie tętnicze	gazometria

Tabela 3. Prawidłowe wartości parametrów mierzonych podczas znieczulenia ogólnego

Mierzony parametr	Prawidłowe wartości podczas znieczulenia
Tętno na minutę	30–45 (takie jak u konia przytomnego)
Oddechy na minutę	6–20
Błony śluzowe; czas wypełniania się włosowatych naczyń krwionośnych	różowe, wilgotne; <2 s
Ciśnienie tętnicze (mmHg)	40–60 (średnie ciśnienie powinno być nie niższe niż 70)
Saturacja krwi tlenem (%)	90–100

Badanie ciśnienia krwi

Ciśnienie tętnicze jest jednym z najważniejszych parametrów badanych u koni, szczególnie podczas stosowania znieczulenia wziewnego. Pomiar ciśnienia jest kluczowym elementem pozwalającym przeprowadzić bezpieczną anestezję u pacjenta, odzwierciedlającym aktualny stan funkcjonowania układu sercowo-naczyniowego (6). U tego gatunku dochodzi do dużych wahań ciśnienia ze względu na masę zwierzęcia, wiek, długość operacji oraz kondycję (szczególnie przy zabiegach nagłych, np. kolki), stąd monitoring jest konieczny, aby prawidłowo ocenić stan pacjenta (tab. 3).

Najdokładniejszy u koni jest inwazyjny pomiar ciśnienia, w którym kaniula jest wprowadzana do tętnicy, a jej pulsacja mierzona przez ciśnieniomierz. Najpopularniejszym dojściem jest tętnica twarzowa lub jej odgałęzienie, poniżej przysrodkowego kąta oka. Do takiego pomiaru wystarczy prosty ciśnieniomierz zegarkowy, podłączony do kaniuli (ryc. 1).

Dokonując pomiaru ciśnienia tą metodą, trzeba jednak przestrzegać kilku zasad. Dobrze jest wypełnić przewód łączący ciśnieniomierz z kaniulą roztworem soli fizjologicznej z heparyną, ponieważ (szczególnie gdy kaniula i przewody są niewielkiej średnicy) często dochodzi do tworzenia się skrzepów i braku prawidłowego pomiaru. Ponadto ciśnieniomierz musi pozostać na poziomie serca zwierzęcia – pomiar, gdy urządzenie jest umieszczone powyżej lub poniżej tego poziomu zafałszuje wyniki.

Badanie czasu kapilarnego

Parametr ten daje informacje na temat stanu układu krwionośnego i oddechowego. Do badania perfuzji tkanek służy pomiar czasu wypełniania się włosowatych naczyń krwionośnych (capillary refill time – CRT). Jest to procedura łatwa i szybka do przeprowadzenia, która może dać wstępne informacje, gdy np. nie ma możliwości podłączenia ciśnieniomierza. U koni najlepiej zbadać go na błonach śluzowych

przedsionka jamy ustnej, przyciskając palec na dziąsłach (ryc. 2).

Przy okazji tego pomiaru warto dokonać oceny błon śluzowych. Znaczące odchylenia od normalnego koloru (jasnoróżowe), czyli ciemnoczerwone lub sine, wskazują na zaburzenia w perfuzji krwi oraz zaburzenia całego układu krążenia i wymagają natychmiastowej reakcji. Ponadto suche, matowe błony śluzowe mogą dostarczyć informacji o niedostatecznym nawodnieniu pacjenta.

Badanie oddechów

Pomiar liczby i jakości oddechów jest istotnym wskaźnikiem, który daje informację o pracy układu oddechowego. Jest to ściśle powiązane zarówno z pracą serca, jak i odpowiednią saturacją krwi, niezbędnymi do prawidłowego funkcjonowania organizmu pacjenta podczas znieczulenia. Niedostateczna liczba oddechów powoduje również kwasicę organizmu, którą należy wyrównać, np. podając dożylnie roztwór Ringera z mleczanami.

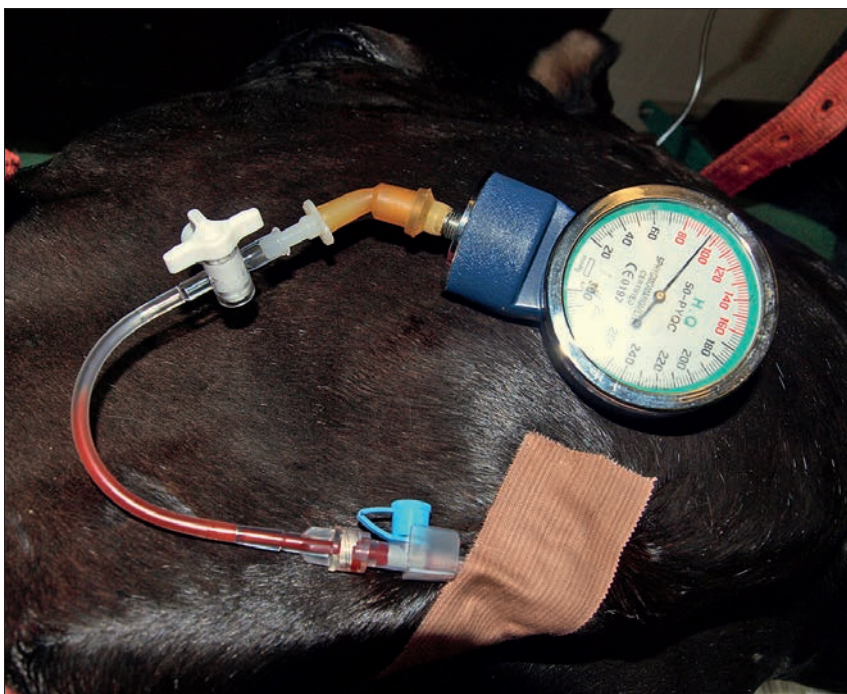
W zależności od rodzaju znieczulenia i posiadanej aparatury, przy niedostatecznej liczbie oddechów można podłączyć zwierzę do respiratora, który będzie dokładnie kontrolował częstość, głębokość i objętość oddechów. W przypadku oddechów spontanicznych ważne nie tylko jest określenie liczby oddechów, ale także ocena ich głębokości, typu i regularności. Czasem, szczególnie gdy są wykonywane zabiegi na jamie brzusznej, oddechy mogą być trudne do zaobserwowania w tym rejonie ciała – najłatwiej jest zliczać je przez obserwację worka oddechowego, elementu aparatury do znieczulenia wziewnego (tab. 2).

Monitoring oddechów jest szczególnie ważny podczas znieczulenia wziewnego, ponieważ anestetyki wziewne wpływają depresyjnie na układ oddechowy (7). Przy znieczuleniu infuzyjnym problem zbyt małej liczby oddechów nie występuje aż tak często, choć jest to oczywiście zależne od podawanych leków.

Badanie poziomu gazów i anestetyków we krwi

Przy ograniczonych warunkach aparaturowych trudno dokładnie określić stężenie tlenu we krwi. Służy do tego między innymi pulsoksymetr, jednak jego pomiary są niezbyt wiarygodne, ponieważ zawartość gazów we krwi w naczyniach obwodowych często nie odzwierciedla tego stężenia w całym organizmie (8).

Jeżeli istnieje potrzeba dokładnego oznaczenia stężenia gazów, jedynym badaniem referencyjnym jest gazometria (9), wykonywana z próbek krwi pobranych



Ryc. 1. Inwazyjny pomiar ciśnienia tętniczego na tętnicy twarzowej za pomocą ciśnieniomierza zegarkowego i wenflonu

z tętnicy i badanych w specjalistycznej aparaturze, która jest jednak dostępna tylko w dużych klinikach. Innym sprzętem bardzo przydatnym do oceny poziomu znieczulenia jest kapnometr, oznaczający poziom dwutlenku węgla we krwi lub powietrzu wydychanym. Jego wahania, szczególnie wzrost stężenia, wskazują na zmianę poziomu znieczulenia i pozwalają na wczesną korekcję dawek leków. Posiadając taki sprzęt, można też zbadać rzeczywiste stężenie anestetyków (w tym wziewnych) we krwi.

Obserwacja zmiany położenia gałek ocznych

Obserwacja oczu to element dający najwięcej informacji dla doświadczonego anestezjologa, szczególnie gdy nie ma on aparatury elektronicznej (ryc. 3). Na podstawie ruchu gałki ocznej oraz obecności i intensywności odruchów powiekowego i rogówkowego można określić głębokość znieczulenia zwierzęcia. Warto pamiętać, że odruch powiekowy bada się przez dotknięcie powieki w przyśrodkowym kącie oka, natomiast odruch rogówkowy, dotykając rogówki sterylnym gazikiem lub kierując strumień świeżego płynu fizjologicznego. Badanie tego odruchu palcem lub innymi niesterylnymi narzędziami może spowodować uraz lub zakażenie rogówki.

O płytkiej anestezji świadczy brak rotacji gałki ocznej lub jej przemieszczanie w kierunku przyśrodkowego kąta oka. Odruch powiekowy może być nadal obecny, a odruch rogówkowy aktywny. Przy wybudzaniu się zwierzęcia z poziomu pozwalającego na wykonanie zabiegu, można również zaobserwować oczopląs.

Podczas wchodzenia na głębszy poziom anestezji odruch powiekowy zanika, natomiast odruch rogówkowy powinien być stale obecny, jednak nie tak aktywny, jak przy płytszych poziomach znieczulenia. Gałka oczna wraca do pozycji centralnej, a źrenica może być rozszerzona (10).

Podsumowanie

Warto pamiętać o tym, aby każdego pacjenta traktować indywidualnie, ze względu na jego stan, choroby, wiek itd. Oznacza to, że w niektórych przypadkach głębokość znieczulenia może się różnie objawiać, nie zawsze według podanego schematu, na przykład rotacja oka może pozostać, mimo pogłębiającego się znieczulenia. Dlatego zawsze należy interpretować stan pacjenta, zbierając wszystkie możliwe obserwacje i dane.

W ocenie stanu pacjenta niezwykle ważną jest współpraca anestezjologa i chirurga. Przede wszystkim konieczne jest, aby znieczuleniem zajmowała się jedna



Ryc. 2. Badanie czasu wypełnienia naczyń krwionośnych na dźwięśle



Ryc. 3. Badanie odruchu powiekowego w przyśrodkowym kącie oka. Gałka oczna jest zrotowana w jego stronę, co daje informację o odpowiednio głębokim poziomie znieczulenia

osoba, która będzie mogła poświęcić swoją uwagę i zbierać dane dotyczące przebiegu znieczulenia u pacjenta. Natomiast chirurg wykonujący zabieg może przekazać informacje np. o niepożądanych ruchach zwierzęcia lub zwiększonym napięciu mięśni, co wskazuje na płytki poziom anestezji, czasami niewidoczny dla anestezjologa. Taka współpraca pozwala na szybką i skuteczną reakcję oraz dostosowanie poziomu znieczulenia u pacjenta.

Piśmiennictwo

1. Vettorato E, Chase-Topping M.O., Clutton R.E.: A comparison of four systems for scoring recovery quality after general anaesthesia in horses. *Equine Vet. J.* 2010, **42**, 400–406.
2. Johnston GM, Eastment JK, Taylor PM, Wood JLN. The confidential enquiry of perioperative equine fatalities (CEPEF-1): mortality results of phases 1 and 2. *Vet. Anaesth Analg* 2002, **29**, 159–170.
3. Magdesian KG.: Monitoring the critically ill equine patient. *Vet Clin North Am Equine Pract* 2004, **20**, 11–39.
4. Yves P.S., Moens Y.P.S.: Anaesthesia of the foal. *European Veterinary Conference*, Amsterdam 2007.
5. Muir W., Hubbel J.: The cardiovascular system. W: *Equine Anaesthesia Monitoring and Emergency Therapy*. 2nd ed., Saunders Elsevier, St. Louis 2009, s. 8–10.
6. Rowland S.: Blood pressure management in equine anaesthesia. *Veterinary Technician* 2013, **34**, no 7.
7. Edner A, Nyman G, Essen-Gustavsson E.: The effects of spontaneous and mechanical ventilation on central cardiovascular function and peripheral perfusion during isoflurane anaesthesia in horses. *Vet. Anaesth. Analg.* 2005, **32**, 136–146.
8. Shih A.: Cardiac output monitoring in horses. *Vet Clin. Equine* 2013, **29**, 155–167.
9. Cornick-Seahorn J.: Anaesthesia of the intensive care patient. *Clin. Techn. Equine Pract.* 2003, **2**, 199–211.
10. Lerche Ph.: Total intravenous anaesthesia in horses. *Vet. Clin. Equine* 2013, **29**, 123–129.

Lek. wet. Olga Drewnowska,
e-mail: vet.olgadrewnowska@gmail.com