

Znieczulenie do laparoskopowych operacji w urologii u pacjentów w podeszłym wieku

Anaesthesia for laparoscopic urologic surgery in elderly patients

Jacek Wadek

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Szpital Chirurgii Urazowej św. Anny, Mazowieckie Centrum Rehabilitacji „STOCER” Sp. z o.o. w Warszawie

Streszczenie

Nawet zdrowe osoby w podeszłym wieku mają zmniejszoną fizjologiczną rezerwę narządową, która może ulegać dalszemu zmniejszeniu podczas choroby i/lub stresu związanego z urazem operacyjnym. Do zalet chirurgii laparoskopowej można zaliczyć: zmniejszenie bólu pooperacyjnego z powodu zmniejszenia urazu chirurgicznego, skrócenie pobytu w szpitalu, szybszy powrót do aktywności z przed operacji oraz lepszy efekt kosmetyczny. Laparoscopia wymaga wytworzenia odmy otrzewnowej w celu właściwej ekspozycji dla wizualizacji i manipulacji operacyjnych. Dwutlenek węgla jest najczęściej używanym gazem do wytworzenia odmy otrzewnowej z powodu jego dobrej rozpuszczalności, szybkiego wchłaniania i wydalania. Wybrane operacje, które w przeszłości wymagały długiej hospitalizacji i wiązały się z intensywnym bólem pooperacyjnym i częstymi powikłaniami, obecnie wykonywane są laparoskopowo. Pacjenci poddawani laparoskopowym zabiegom urologicznym są operowani z wytworzeniem niefizjologicznych warunków podczas operacji, które destabilizują homeostazę ustrojową. Z uwagi na to, anestezjolog musi brać aktywny udział w procesie leczenia od samego początku, współpracując z zespołem chirurgicznym w celu przeprowadzenia pacjenta przez operację bez powikłań. Dlatego bardzo ważne jest, aby anestezjolog i urolog rozumieli patofizjologiczne zmiany związane z wytworzeniem odmy dwutlenkowęgłowej jamy otrzewnowej oraz potrafili ograniczać związane z odmą zmiany i leczyć powikłania z nią związane. Znieczulenie ogólne oparte o technikę znieczulenia zbilansowanego przy użyciu anestetyków dożylnych i wziewnych oraz leków zwiotczających mięśnie zapewnia stabilność układu krążenia i pozwala na szybki powrót świadomości po zakończeniu operacji i znieczulenia. *Geriatrics 2017; 11: 66-74.*

Słowa kluczowe: chirurgia laparoskopowa, dorosły pacjent urologiczny, znieczulenie ogólne

Abstract

Even the healthy older adult has reduced physiologic reserve, and organ systems may be compromised during illness and/or surgical stress. The advantages of laparoscopic surgery include less postoperative pain due to smaller surgical incisions, shorter hospital stay, quicker return to preoperative activity, and superior cosmesis. Laparoscopy requires pneumoperitoneum for adequate visualization and operative manipulation. Carbon dioxide is the most commonly used gas for creating pneumoperitoneum, because of its high diffusibility and rapid rate of absorption and excretion. Certain specific operations that in the past required long hospitalization and were associated with severe postoperative pain and frequent complications are today performed laparoscopically. Patients undergoing laparoscopic urological surgery are subjected by definition to non-physiological trespass that threatens to destabilize their homeostasis. Consequently, the anaesthetist and the surgeon need to take an active role in the process from the outset and must work closely as a team in order to bring the patient through the operation without adverse outcome. Therefore, it is very important that the anaesthetist and the surgical team thoroughly understand the pathophysiology of carbon dioxide-pneumoperitoneum and treatment of potential complications. General anaesthesia using balanced anaesthesia technique including several intravenous and inhalational agents with the use of muscle relaxants allows a rapid recovery and maintains cardiovascular stability. *Geriatrics 2017; 11: 66-74.*

Keywords: laparoscopic surgery, adult urological patient, general anaesthesia

Wprowadzenie

Pacjenci w podeszłym wieku (powyżej 65 roku życia) są coraz częściej poddawani leczeniu operacyjnemu, a grupa ta systematycznie rośnie. Podeszły wiek zwiększa prawdopodobieństwo występowania schorzeń wymagających konieczności leczenia chirurgicznego. Podeszły wiek jest niezależnym czynnikiem ryzyka zwiększonej umieralności okołoperacyjnej, ale inne czynniki takie jak, przedoperacyjne schorzenia towarzyszące i inwazyjność procedury chirurgicznej współdecydują o śmiertelności w tej grupie wiekowej. Starzenie się prowadzi do postępującego zmniejszania się rezerw czynnościowych narządów i układów narządów w różnym stopniu. Kompensacja zmian związanych z wiekiem jest zazwyczaj wystarczająca, ale ograniczenie rezerw czynnościowych ujawnia się w sytuacjach obciążenia stresem, np. w okresie okołoperacyjnym. Starzenie się wiąże się z postępującą utratą rezerw czynnościowych we wszystkich narządach. Jednak ma miejsce indywidualna różnorodność co do początku zaawansowania tych zmian. Nawet zdrowe osoby w podeszłym wieku wykazują zmniejszone rezerwy czynnościowe narządów i układów organizmu, a zmiany chorobowe i stres urazu operacyjnego je nasilają. Chirurgia laparoskopowa w urologii wymaga wytworzenia odmy jamy otrzewnowej (PP – *pneumoperitoneum*) poprzez wypełnienie jej gazem – zwykle dwutlenkiem węgla. Przezotrzewnowy dostęp do przestrzeni zaotrzewnowej jest najczęściej stosowany w laparoskopowych operacjach urologicznych. Pozwala on na szybszą ocenę narządów w niej położonych. Natomiast dostęp zaotrzewnowy jest rzadziej stosowany, ze względu na małą przestrzeń roboczą i nie jest wskazany do wycięcia większych narządów. Dostęp ten jest z powodzeniem stosowany w patologii umiejscowionej na tylnej powierzchni nerki.

Okres przedoperacyjny

Ocena przedoperacyjna

Szczególnej ocenie powinny zostać poddane osoby z chorobami układu oddechowego i krążenia, ze względu na potencjalny szkodliwy wpływ odmy otrzewnowej i pozycji podczas operacji. Chorzy na zastoinową niewydolność serca i niedomykalność zastawek są bardziej narażeni na powikłania niż pacjenci z chorobą wieńcową. Ocena przedoperacyjna ryzyka operacji laparoskopowej powinna opierać się na echokardiografii i próbie wysiłkowej serca. Bilans ryzyka i korzyści powinien być przeprowadzony przy

wyborze metody i dostępu operacyjnego. U pacjentów z chorobami układu oddechowego korzyści z przeprowadzenia operacji metodą laparoskopową przewyższają potencjalne zagrożenie odmą opłucnej i zaburzeniem stosunku wentylacja/perfuzja [1,2]. Należy jednak pamiętać, że wszyscy operowani narażeni są na ryzyko konwersji z chirurgii laparoskopowej do otwartej. W przygotowaniu przedoperacyjnym konieczna jest ocena morfologii krwi z rozmazem, funkcji nerek i wykonanie próby krzyżowej. PP nie jest wskazana u pacjentów z podwyższonym ciśnieniem śródczaszkowym, w tym z guzem mózgu i wodogłowiem oraz u chorych, u których wytworzono połączenie komorowo-otrzewnowe. Przeciwwskazaniem do operacji laparoskopowych w miednicy jest również jaskra, w związku ze szkodliwym wpływem odmy i pozycji Trendelenburga na ciśnienie wewnątrzgałkowe. Okołooperacyjna profilaktyka przeciwzakrzepowa polega na zaleceniu u wszystkich operowanych, pończoch przeciwwyłakowych z regulowanym uciskiem. Również należy rozważyć podanie heparyny frakcjonowanej. U pacjentów szczególnie niespokojnych należy zlecić podanie benzodiazepiny, najczęściej midazolamu doustnie. U chorych ze zwiększonym ryzykiem regurgitacji i aspiracji treści żołądkowej (przepuklina rozworu przełykowego przepony, otyłość), należy rozważyć podanie antagonisty receptorów H₂ lub inhibitor pompy protonowej.

Okres śródoperacyjny

Chirurgia laparoskopowa wymaga wytworzenia odmy jamy otrzewnowej poprzez wypełnienie jej gazem – zwykle dwutlenkiem węgla. Gaz jest podawany z prędkością ok. 5 l/min, aż do osiągnięcia ciśnienia 10-16 mmHg. Te wartości utrzymywane są przez ciągły napływ dwutlenku węgla. Dwutlenek węgla jest najczęściej używanym gazem w laparoskopii ze względu na swoje właściwości fizyczne. Jest bowiem: bezbarwny, nietoksyczny, niepalny (co umożliwia korzystanie z diatermii i lasera), dobrze rozpuszczalny (mniejsze ryzyko zatoru gazowego) [3,4]. Dwutlenek węgla łatwo wchłania się do krwiobiegu, powodując wzrost PaCO₂ i kwasicę oddechową, a w konsekwencji tachykardię i wzrost kurczliwości mięśnia sercowego. Wielkość absorpcji zależy od miejsca insuflacji dwutlenku węgla. Przestrzeń zaotrzewnowa, ze względu na bogate unaczynienie i obecność tkanki tłuszczowej, pochłania więcej CO₂ niż jama otrzewnej. Wchłanianie CO₂ może utrzymywać się po zakończeniu operacji.

Układ krążenia

Zwiększone ciśnienie wewnątrzbrzuszne (IAP – *intraabdominal pressure*) ma wpływ na powrót żylny, opór naczyniowy i funkcję mięśnia sercowego. W początkowej fazie wytwarzania odmy otrzewnowej na skutek ucisku krew z naczyń trzewnych zostaje wypchnięta w kierunku serca, co skutkuje zwiększonym powrotem żylnym i zwiększoną objętością wyrzutową serca. Dalszy wzrost ciśnienia wewnątrzbrzuszego powoduje kompresję żyły głównej dolnej i w konsekwencji zmniejszenie powrotu żylnego oraz zmniejszenie objętości wyrzutowej serca. Wzrost oporu naczyniowego jest skutkiem zarówno ciśnienia wewnątrzbrzuszego, jak i uwalnianych katecholamin – adrenaliny i noradrenaliny. Przyrost oporu naczyniowego jest względnie większy niż spadek objętości wyrzutowej serca, co pozwala utrzymać ciśnienie tętnicze krwi na równym lub nieco wyższym poziomie. Podwyższone ciśnienie tętnicze, opór naczyniowy i tachykardia obciążają mięsień sercowy. U chorych z hipowolemią i chorobami układu sercowo-naczyniowego utrzymujące się wysokie ciśnienie wewnątrzbrzuszne może doprowadzić do spadku objętości wyrzutowej serca i w konsekwencji do spadku ciśnienia tętniczego krwi [5,6].

Czynność nerek

Zwiększone poprzez odnę ciśnienie w jamie otrzewnej wpływa negatywnie na czynność wydzielniczą nerek. Ukrwienie kory i rdzenia nerek, filtracja kłębuszkowa oraz klirens kreatyniny, a co za tym idzie produkcja moczu ulegają zmniejszeniu. Aby temu przeciwdziałać, wzrasta w surowicy poziom reniny i wazopresyny.

Układ oddechowy

Dwutlenek węgla jest dobrze rozpuszczalnym gazem, szybko wchłania się z jamy otrzewnowej do krążenia krwi, co powoduje wzrost ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla we krwi i kwasicę oddechową. Podczas PP końcowo wydechowe stężenia CO₂ stopniowo narasta, z upływem czasu osiąga maksymalne wartości po upływie 40 minut od rozpoczęcia insuflacji CO₂, jeśli wentylacja płuc jest utrzymywana na stałym poziomie. Po tym czasie, CO₂ zaczyna akumulować się w przestrzeniach płynowych, nawet 120 l CO₂ może ulec zmagazynowaniu. Wchłanianie CO₂ wzrasta szczególnie w czasie przedłużania się operacji z utrzymującym się wysokim IAP. Organizm

nie ma dobrych mechanizmów adaptacyjnych do podwyższonego ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla, ponieważ nie posiada pozakomórkowych buforów. Odpowiedź adaptacyjna nerek wymaga czasu. W krótkim okresie czasu jedynymi buforami są bufony wewnątrzkomórkowe, zwłaszcza hemoglobina i inne białka, stanowią jedyne zabezpieczenie przed hiperkardią. Przedłużający się wzrost pCO₂ pobudza nerkową sekrecję jonu wodorowego H⁺, powodując wydzielanie wodorowęglanów do płynu pozakomórkowego. Pełny efekt ma miejsce po 3-5 dniach, po tym czasie powstaje nowy stan równowagi kwasowo-zasadowej. Podczas operacji laparoskopowej prawie cały CO₂ jest eliminowany przez płuca, a hiperkapnii można zapobiegać przez zwiększenie wentylacji płuc znieczulonego pacjenta. Kwasica oddechowa i wzrost ciśnienia parcjalnego CO₂ utrzymuje się do 1 godziny po operacji. Usuwanie dwutlenku węgla jest zmniejszone przy upośledzonej czynności układu sercowo-naczyniowego i układu oddechowego. IAP odgrywa ważną rolę we wzroście hiperkapnii z powodu zwiększenia wchłaniania i zmniejszenia eliminacji CO₂. Wzrost IAP i powiększenie przestrzeni jamy brzusznej przesuwają przeponę w kierunku dogłowym. Powoduje to wzrost ciśnienia wewnątrzkiłkowego, brzuszna ściana klatki piersiowej zmniejsza swoją podatność, ograniczając rozprężanie płuc. Pozycja na wznak i znieczulenie ogólne powodują spadek czynnościowej pojemności zalegającej płuc (FRC – *functional residual capacity*). Wytworzenie PP i zastosowanie pozycji Trendelenburga powodują przemieszczenie przepony w kierunku dogłowym, co dodatkowo zmniejsza FRC nawet do wartości mniejszych od objętości zamknięcia pęcherzyków płucnych. Może to spowodować zamykanie się dróg oddechowych, niedodmę, zaburzenia stosunku wentylacji do perfuzji (V/Q), a w konsekwencji potencjalną hipoksemię i hiperkardię. Występuje również wzrost oporu oraz zmniejszenie podatności dróg oddechowych [7]. Podczas znieczulenia ogólnego FRC jest obniżona o ok. 20%. Podczas wzrost IAP, dynamiczna pojemność płuc jest również znacznie obniżona nawet o 50%, przy wzroście ciśnienia szczytowego w drogach oddechowych i ciśnienia plateau. Zaburzenie stosunku wentylacji do perfuzji płuc i przeciek wewnątrzpłucny mogą ulec nasileniu. U pacjentów z normalną przedoperacyjną czynnością płuc nie prowadzi to do hipoksemii. W przeciwieństwie do chorych z upośledzoną czynnością sercowo-płucną,

takich jak rozedma i POChP, którzy są zagrożeni hipoksemią. W celu uniknięcia hiperkapnii i kwasicy oddechowej podczas wytworzenia PP należy zwiększyć wentylację minutową do ok. 12-15 ml/kg. Zawsze należy rozważyć wady hiperkapnii i kwasicy oddechowej przeciw wadom zwiększonego ciśnienia wdechowego, zwiększonego ciśnienia plateau, które mogą prowadzić do respiratorowego uszkodzenia płuc (VILI – *Ventilator Induced Lung Injury*). Chociaż dodatnie ciśnienia końcowo wydechowe (PEEP – *Positive End Expiratory Pressure*) poprawia wymianę gazową podczas PP, należy jednak pamiętać, że PEEP w połączeniu z podwyższonym IAP powoduje wzrost ciśnienia wewnątrzskatkowego, a jego wzrost zmniejsza pojemność minutową serca.

Powikłania płucne

Do powikłań płucnych mogących wystąpić podczas operacji laparoskopowych można zaliczyć: hipoksemię, uraz ciśnieniowy płuca, obrzęk płuc, niedodma płuca, zator gazowy, rozedma podskórna, odma opłucnowa, odma śródpiersia i odma worka osierdziowego. Hipoksemia może powstać u pacjentów ze współistniejącymi chorobami płuc i serca, takimi jak rozedma i POChP. W większości przypadków zapewnienie odpowiedniej wentylacji i natlenienia odwraca hipoksemię. Jeśli nie, stan pacjenta może wymagać konwersji do operacji sposobem klasycznym.

Połączenie wzrostu średniego ciśnienia w drogach oddechowych i obniżenie podatności płuc może prowadzić do ciśnieniowego uszkodzenia płuc i wystąpienia ostrej odmy opłucnowej. Zatorowość dwutlenkiem węgla jest powikłaniem poważnym, ale rzadkim podczas PP, przy czym opisywana wówczas śmiertelność jest wysoka i dochodzi do 28%. Najważniejszą przyczyną zatorowości CO₂ jest złe położenie igły Veressa, albo bezpośrednio w naczyniu, albo w narządzie mięszowym. Pęcherzyki dwutlenku węgla mogą zostać wprowadzone do układu krążenia przez otwór w uszkodzonym naczyniu z powodu podwyższonego IAP. Z powodu możliwości powstawania zatoru gazowego podczas wytwarzania PP bezpieczniejszą od igły Veressa techniką jest technika Hassona. Małe ilości CO₂, które dostają się do łożyska naczyniowego są zjawiskiem dość częstym i nie mają znaczenia klinicznego. Badania z użyciem echokardiografii przezprzełykowej wykazały, że u 68% bezobjawowych pacjentów występują pęcherzyki CO₂ w prawej komorze serca podczas laparoskopowej cholecystektomii. Ponieważ CO₂ jest gazem dobrze rozpuszczalnym we krwi, aby doszło do wystąpienia objawów klinicznych musiałaby zostać wprowadzona do łożyska naczyniowego duża ilość dwutlenku węgla w krótkim okresie czasu. Znanym czynnikiem zwiększającym taką możliwość jest hipowolemia. Jeśli podejrzewa się występowanie dużego zatoru gazowego należy pojąć zdecydowane kroki

Tabela I. Zalety i wady chirurgii laparoskopowej

Table I. Risks and benefits of laparoscopic surgery

Zalety Benefits	Wady Risks
zmniejszenie częstości zakażeń rany operacyjnej reduced wound infection	uszkodzenie trzewi i naczyń visceral and vascular damage
krótszy okres rekonwalescencji faster recovery	powikłania związane z ułożeniem na stole operacyjnym complications associated with extremes of positioning
zmniejszenie chorobowości reduced morbidity	ostre uszkodzenie nerek acute kidney injury
zmniejszenie dolegliwości bólowych reduced pain	niewydolność krążenia wieńcowego i mózgowego cardiocerebral vascular insufficiency
	niedodma płucna pulmonary atelectasis
	żylny zator gazowy venous gas embolism
	zespół przedziału kończyn dolnych z powodu długotrwałej pozycji Trendelenburga 'well leg compartment syndrome'

w celu jego leczenia. Zator gazowy klinicznie może przebiegać pod postacią głębokiego niedociśnienia, sinicy, arytmii bądź asystolii. Szmer koła młyńskiego można wysłuchać nad sercem. Dochodzi do nagłego wzrostu końcowo wydechowego stężenia dwutlenku węgla z następowym jego obniżeniem spowodowanym zapaścią układu sercowo naczyniowego. Postępowanie po wysunięciu podejrzenia zatoru gazowego przedstawia tabela II.

Powikłania związane z wprowadzaniem gazu do jamy otrzewnowej

Do powikłań związanych z wprowadzeniem gazu do jamy otrzewnowej należą: rozedma podskórna, odma jamy opłucnowej, odma śródpiersia, odma worka osierdziowego oraz żylny zator gazowy.

Rozedma podskórna

Może powstać jako skutek uboczny w trakcie insuflacji gazu do jamy otrzewnowej. Może być także nieuniknionym skutkiem operacji, które wymagają insuflacji CO₂ do przestrzeni pozaotrzewnowej.

Odma jamy opłucnowej, odma śródpiersia, odma worka osierdziowego

Pozostałości z życia płodowego w postaci kanałów łączących jamę otrzewnową z jamą opłucną i workiem

osierdziowym mogą udrożnić się w warunkach zwiększonego IAP i spowodować odmę opłucną, śródpiersiową lub osierdzia [8,9].

Żylny zator gazowy

Chociaż występuje rzadko, jest najbardziej niebezpiecznym powikłaniem laparoskopii. Gaz może przedostać się do naczynia na skutek: wkłucia się igłą Veressa lub trokarem do naczynia, insuflacji gazu do organów trzewnych, efektu Venturi. Zator gazowy zdarza się najczęściej w trakcie wytwarzania odmy otrzewnowej u chorych, którzy wcześniej przebyli operacje w jamie brzusznej. Insuflacja powinna przebiegać powoli, z prędkością nieprzekraczającą 1 l/min. Gwałtowna insuflacja może doprowadzić do zaciśnięcia żyły głównej dolnej, spadku powrotu żylnego, a w konsekwencji nawet zapaści naczyniowej. Fizjologiczne skutki zatoru dwutlenkiem węgla nie są tak niebezpieczne jak zatoru powietrzem, ze względu na wysoką rozpuszczalność CO₂ w surowicy. Objawami zatoru są: spadek ciśnienia tętniczego krwi, spadek saturacji i szmer „młyńskiego koła”. Postępowanie w przypadku zatoru CO₂ obejmuje natychmiastowe przerwanie insuflacji i szybką desuflację. Pacjent powinien być ułożony w pozycji głową w górę i na lewym boku, co zapobiega przedostaniu się CO₂ do krążenia płucnego [10].

Tabela II. Postępowanie po wysunięciu podejrzenia żylnego zatoru gazowego

Table II. Management of suspected venous gas embolism

natychmiastowe usunięcie odmy otrzewnowej immediately removal of pneumoperitoneum
ułożenie pacjenta w pozycji na lewym boku z górną połową ciała obniżoną poniżej poziomu, co spowoduje, że zator gazowy przemieści się do koniuszka prawej komory, co zapobiegnie jego przedostaniu się do tętnicy płucnej immediately place the patient in the left lateral decubitus (Durant maneuver); this helps to prevent air from traveling through the right side of the heart into the pulmonary arteries, leading to right ventricular outflow obstruction (air lock).
zwiększenie wentylacji minutowej i oddychanie 100% tlenem, co przyspiesza eliminację CO ₂ increasing mechanical ventilation and institution of high flow (100%) O ₂ will help reduce the bubble's CO ₂ content
założenie cewnika do naczynia centralnego, co umożliwi aspirację gazu z jam serca direct removal of gas from the venous circulation by aspiration from a central venous catheter in the right atrium may be attempted
jeśli dojdzie do asystolii należy natychmiast wdrożyć pełne postępowanie resuscytacyjne; podczas zabiegów resuscytacyjnych pacjenta należy ułożyć w pozycji na plecach z obniżeniem górnej połowy ciała if necessary by asystole, initiate cardiopulmonary resuscitation (CPR); if CPR is required, place the patient in a supine and head-down position
jeśli dostępne, należy zastosować leczenie tlenem hiperbarycznym consider transfer to a hyperbaric oxygen therapy (HBOT) facility if available

Pozycja pacjenta na stole operacyjnym

Ułożenie pacjenta w pozycji Trendelenburga powoduje: zmniejszenie FRC, zachwianie stosunku wentylacji do perfuzji (V/Q), zwiększone ryzyko powstania ognisk niedodmy. Początkowy wzrost powrotu żylnego i objętości wyrzutowej serca prowadzi do kompensacyjnej wazodylatacji. Dzięki temu u chorych z prawidłowo funkcjonującym układem sercowo-naczyniowym efekt pozycji jest niezauważalny. Źle natomiast mogą to tolerować chorzy z chorobami układu krążenia. Pozycja z głową uniesioną do góry powoduje spadek powrotu żylnego, spadek objętości wyrzutowej serca, a co za tym idzie ciśnienia tętniczego krwi. Jest to szczególnie niebezpieczne dla pacjentów z hipowolemią i chorobami układu krążenia.

Monitorowanie śródoperacyjne

Niebezpieczne zdarzenia sercowe są wiodącą przyczyną śmiertelności podczas i bezpośrednio po

operacji. Okołooperacyjna chorobowość jest również związana z powikłaniami płucnymi i hipotermią. Jednak częstość powikłań związanych bezpośrednio ze znieczuleniem jest niska.

Powikłania związane bezpośrednio ze znieczuleniem można przypisać błędom technicznym aparatury do znieczulenia i niewystarczającemu monitorowaniu. Jednak takie czynniki jak doświadczenie i wyszkolenie personelu oraz anestezyjologiczne postępowanie okołooperacyjne w tym stosowanie betaadrenolityków, utrzymanie normotermii i sympatykoliza mają olbrzymie znaczenie. Należy sobie uświadomić, że sala operacyjna, sala wybudzeń i oddział intensywnej terapii stanowią złożone środowiska, gdzie ilość informacji wymagana do podejmowania decyzji jest duża. Dlatego występowanie incydentów krytycznych w tym środowisku jest zdominowane przez błędy ludzkie. Chociaż monitorowanie przyrządowe nie może wykluczyć występowania powikłań, to sprzęt monitorujący musi

Tabela III. Podstawowe monitorowanie śródoperacyjne podczas laparoskopii

Table III. Basic intraoperative monitoring during laparoscopic surgery

natlenienie krwi tętniczej arterial blood saturation	1. obserwacja kliniczna 1. clinical observation 2. pulsoksymetria 2. pulse oxymetry
wentylacja minutowa minute ventilation	1. obserwacja kliniczna 1. clinical observation 2. monitorowanie objętości gazów wdechowo-wydechowych 2. inspired-expired volume gas monitoring 3. monitorowanie stężenia wydechowego dwutlenku węgla 3. expired CO2 monitoring 4. detektor rozłączenia układu oddechowego 4. respiratory system disconnection detector 5. stymulator nerwów, jeśli stosowano leki zwiotczające mięśnie 5. nerve stimulator, if muscle relaxants are used 6. monitorowanie wdechowo-wydechowego stężenia anestetyków, jeśli używane 6. inspired-expired concentration of inhaled agents, if used
układ krążenia circulatory system	1. obserwacja kliniczna 1. clinical observation 2. częstość akcji serca 2. heart rate 3. krzywa EKG 3. ECG curve 4. monitorowanie ciśnienia tętniczego krwi 4. arterial blood pressure monitoring
temperatura ciała body temperature	sonda z czujnikiem temperatury na tylnej ścianie nosogardła tube with temperature detector positioned on posterior wall of nasopharynx
godzinowe wydalanie moczu hourly urine output	monitorowanie godzinowej diurezy po zacewnikowaniu dróg moczowych hourly urine output monitoring after catheterization of genitourinary tract

być zaprojektowany z uwzględnieniem zrozumienia przyczyn błędów ludzkich w celu optymalizacji bezpieczeństwa pacjentów. Zalecenia standardów monitorowania są zwykle zdefiniowane przez narodowe towarzystwa anesteziologiczne, to niektóre podstawowe parametry należy monitorować niezależnie od sposobu znieczulenia, typu operacji i stanu indywidualnego pacjenta. Opublikowane na stronie internetowej Towarzystwo Anestezjologów Amerykańskich (ASA – *American Society of Anesthesiologists*) w skrócie są dwa zalecenia. Po pierwsze wyszkolony personel anesteziologiczny musi być obecny na sali operacyjnej przez okres trwania całego znieczulenia ogólnego i regionalnego oraz monitorowanej opieki anesteziologicznej. Po drugie. Podczas każdego znieczulenia należy monitorować w sposób ciągły natlenienie pacjenta, wentylację, krążenie krwi i temperaturę. Stosowane sposoby standardowego monitorowania przedstawia tabela III. Zaawansowane monitorowanie składa się z pomiaru ciśnienia napełniania serca, pomiaru pojemności minutowej serca, pomiaru utlenowania mieszanej krwi żyłnej. Konwencjonalne monitorowanie ciśnień napełniania serca wymaga kaniulacji centralnego układu żylnego. Chociaż powikłania kaniulacji centralnych naczyń żylnych występują rzadko, mogą one powodować sytuacje zagrażające życiu. Ponieważ operacje laparoskopowe w urologii są zwykle wykorzystywane u chorych w podeszłym wieku, często z chorobami współistniejącymi układu sercowo-naczyniowego zakwalifikowanych do ASA III i IV, u wybranych pacjentów zaawansowane monitorowanie może być konieczne. Jednak należy pamiętać, że przy upośledzonej czynności serca stosunek pomiędzy ośrodkowym ciśnieniem żylnym i obciążeniem wstępnym serca może zostać zaburzony, a pomiary ciśnień napełniania serca oparte o pomiar ośrodkowego ciśnienia żylnego niewiarygodne. W tych przypadkach należy rozważyć wprowadzenie cewnika do tętnicy płucnej. Echokardiografia przezprzełykowa (*Transoesophageal Echocardiography* – TOE) jest metodą półinwazyjną pomiaru czynności serca i napełniania komór. TOE pozwala uzyskać dodatkowe informacje o morfologii i patologii serca. Użycie TOE podczas operacji laparoskopowej zaleca się w celu wczesnego rozpoznania zatoru gazowego i diagnostyki przetrwałego otworu owalnego (PFO – *persistent foramen ovale*). Występowanie PFO w badaniu pośmiertnym określa się na około 25-35%. Znaczenie tego faktu wzrasta dwukrotnie po nagłym zmniejszeniu

ciśnienia wewnątrzkratkowego, do którego dochodzi podczas laparoskopii. Zastosowanie TOE jest zalecane w grupie pacjentów z wyrównaną niestabilnością hemodynamiczną.

Płynoterapia

Płynoterapia w chirurgii laparoskopowej może być trudna. Zwykle, pacjenci na salę operacyjną trafiają po okresie głodówki, trwającym najczęściej co najmniej 6 godzin. W związku z tym pacjenci są hipowolemiczni, a znieczulenie ogólne i regionalne nasila deficyt płynowy. Pozycja Trendelenburga z pochyleniem górnej połowy ciała w dół powoduje zwiększenie powrotu krwi żyłnej do serca, w połączeniu z PP powrót żylny może ulec dodatkowemu zwiększeniu z powodu ucisku naczyń trzewnych. U pacjentów z graniczną wydolnością krążenia zmiany te mogą doprowadzić do zastoinowej niewydolności serca oraz do niewydolności wieńcowej i zawału serca. Szczególnie głęboka pozycja Trendelenburga prowadzi do wzrostu ciśnienia wewnątrzczaszkowego i wewnątrzgałkowego. Wzrost tych ciśnień może prowadzić do obrzęku mózgu i odklejenia siatkówki. Z powodu zastoju krwi żyłnej można oczekiwać pojawienia się sinicy i obrzęku twarzy i szyi. Z powodu wysokiego IAP w połączeniu z wentylacją przerywaną dodatnimi ciśnieniami (*Intermittent Positive Pressure Ventilation* – IPPV) może dochodzić do niedociśnienia w układzie tętniczym krwi wywołanego uciskiem żyły głównej dolnej i zmniejszeniem powrotu krwi żyłnej do serca. Wzrost ciśnienia wewnątrzkratkowego z powodu IPPV jest częstszy u pacjentów względnie hipowolemicznych. Dodatkowo wysokie IAP może upośledzać nerkowy przepływ krwi i w konsekwencji zmniejszyć produkcję moczu. Najlepszym sposobem utrzymania nerkowego przepływu krwi jest utrzymanie właściwej wolemii wewnątrznaczyniowej. Odwrotna pozycja Trendelenburga zmniejsza powrót krwi żyłnej, co może powodować zmniejszenie pojemności minutowej serca i obniżenie ciśnienia tętniczego krwi. Jeśli pacjent ma właściwie wyrównaną wolemię wewnątrznaczyniową, PP skompensuje jej spadek zwiększeniem powrotu krwi żyłnej. Pozycja litotomijna z uniesionymi kończynami dolnymi spowoduje autotransfuzję z powodu redystrybucji krwi z naczyń kończyn dolnych do centralnego kompartymentu, co zwiększy obciążenie wstępne serca. Dodatkowo PP zwiększy powrót krwi żyłnej, którego efekt końcowy na pojemność minutową serca będzie zależał od aktualnego stanu wypełnienia

łożyska naczyniowego pacjenta. Pozycja boczna scyzorykowa używana do nefrektomii może powodować bezpośredni ucisk żyły próżnej dolnej, co spowoduje zmniejszenie powrotu do serca krwi żyłnej z następowym niedociśnieniem. Podsumowując, łączny wpływ znieczulenia, ułożenie pacjenta do operacji, PP prowadzi do dużych przesunięć płynowych wewnątrz łożyska naczyniowego. Zaleca się zatem, aby pacjenci do laparoskopii byli właściwie nawodnieni w celu utrzymania normalnej pojemności minutowej serca. Jednak jak zaznaczono powyżej pacjenci z grup ASA III i IV mogą wymagać rozszerzonego monitorowania układu sercowo-naczyniowego. Należy podkreślić, że z powodu ułożenia pacjenta i ciśnienia wewnątrz-klatkowego, monitorowanie ośrodkowego ciśnienia żyłnego niepewnie odzwierciedla stan wypełnienia łożyska naczyniowego.

Powikłania śródoperacyjne

Poza typowymi objawami niepożądanymi laparoskopii prowadzącymi do zwiększonej chorobowości i śmiertelności mogą pojawić się problemy związane z rodzajem operacji urologicznej. Powikłania te zasadniczo powstają z powodu PP dwutlenkowęgłowej i/bądź ułożenia pacjenta podczas operacji. PP nasila patofizjologiczne zmiany hemodynamiczne, płucne, nerkowe, trzewne i wewnątrzwydzielnicze. Większość tych zmian nie ma znaczenia klinicznego, pod warunkiem właściwego postępowania anestezjologicznego.

Znieczulenie ogólne

Techniką z wyboru jest znieczulenie ogólne złożone ze względu na możliwość pełnego zwiotczenia pacjenta i lepszą kontrolę nad jego układem oddechowym. Do kontroli absorpcji dwutlenku węgla konieczne jest monitorowanie końcowo wydechowego CO_2 (PeCO_2 – end-tidal carbon dioxide). W czasie insuflacji, aby utrzymać jego stężenie w powietrzu wydechowym na poziomie około 4 kPa, musi ulec zwiększeniu wentylacja minutowa. U pacjentów obciążonych chorobami układu oddechowego i krążenia różnica między końcowo wydechowym CO_2 (PeCO_2) a prężnością CO_2 we krwi tętniczej (paCO_2) może być znaczna i nieprzewidywalna. Długi czas trwania niektórych operacji urologicznych sprzyja powstaniu kwasicy. U osób otyłych, aby zmniejszyć ryzyko hipoksemii i zapobiec niedodmie pooperacyjnej, konieczne może być zastosowanie dodatniego ciśnienia końcowo wydechowego (PEEP – positive end-expiratory pres-

sure). PEEP zwiększa śródoperacyjne FRC, ale może też zmniejszyć objętość wyrzutową serca, dlatego jego zastosowanie wymaga ścisłej kontroli. Odma otrzewnowa powoduje przemieszczenie przepony w kierunku dogłowym [11]. Wraz z przeponą przemieszczeniu może ulec też ostroga tchawicy, co stwarza ryzyko migracji rurki intubacyjnej do prawego oskrzela. Wynikiem tego jest spadek saturacji O_2 i wzrost ciśnienia w drogach oddechowych. Gwałtowna insuflacja dwutlenku węgla i rozciągnięcie otrzewnej mogą spowodować powstanie odruchu ze strony układu przywspółczulnego objawiającego się bradykardią, zaburzeniami rytmu serca, a nawet zatrzymaniem akcji serca. Szczególnie narażeni są pacjenci szczupli. Atropinę lub glikopyronium można rutynowo podawać po indukcji znieczulenia. W celu zwiększenia diurezy i profilaktyki obrzęku mózgu można zastosować 10% lub 20% mannitol w dawce 1-2 g/kg, aczkolwiek nie udowodniono wpływu takiego postępowania na zachowanie funkcji nerek. W przypadku pobrania nerki od żywego, pożądane jest wymuszenie poliurii z zastosowaniem diuretyka pętlowego.

Okres pooperacyjny

Laparoskopia znacząco zmniejsza ból pooperacyjny i zapotrzebowanie na środki przeciwbólowe. Pacjenci mogą zgłaszać ból barków spowodowany podrażnieniem przepony przez kwas węglowy powstały przez rozpuszczenie dwutlenku węgla. Dokładna opróżnienie jamy otrzewnowej z dwutlenku węgla jest bardzo ważne, gdyż pozostały w jamie otrzewnej CO_2 może powodować dolegliwości bólowe w okresie pooperacyjnym. Do analgezji można stosować morfinę i paracetamol. Szczególną ostrożność należy zachować przy podawaniu niesteroidowych leków przeciwzapalnych u pacjentów w starszym wieku i u chorych z graniczną wydolnością nerek. Przedłużające się nudności i wymioty można z powodzeniem leczyć dożylnym podaniem deksametazonu. Wskazane jest szybkie uruchomienie chorego po operacji.

Podsumowanie

Laparoskopowa technika operacyjna w chirurgii urologicznej jest stosunkowo nową techniką. Urologia jest jedną z ostatnich dziedzin chirurgii odkrywającą potencjał zabiegów małoinwazyjnych. Zalety chirurgii laparoskopowej to zmniejszenie bólu pooperacyjnego z powodu zmniejszenia urazu chirurgicznego, skrócenie pobytu w szpitalu, szybszy powrót do aktywności

z przed operacji, lepszy efekt kosmetyczny. Jednak ten rodzaj zabiegu małoinwazyjnego wymaga wytworzenia odmy otrzewnowej w celu właściwej ekspozycji dla wizualizacji i manipulacji operacyjnych. Gazem używanym najczęściej do wytworzenia PP jest dwutlenek węgla z powodu wysokiej rozpuszczalności, szybkiego wchłaniania i wydalania. Wybrane operacje, które w przeszłości wymagały długiej hospitalizacji i wiązały się z intensywnym bólem pooperacyjnym i częstymi powikłaniami obecnie wykonywane są laparoskopowo. Jednak pacjenci poddawani laparoskopowym zabiegom urologicznym są operowani z wytworzeniem нефизjologicznych warunków operacyjnych, które zagrażają destabilizacją homeostazy ustrojowej. Z uwagi na to, anestezjolog musi brać aktywny udział w procesie leczenia operacyjnego od samego początku współpracując z zespołem chirurgicznym w celu przeprowadzenia pacjenta przez operację bez powikłań. Współpraca ta zawiera ocenę przedoperacyjną, optymalizację poszczególnych narządów, wykonanie właściwie dobranego znieczulenia z właściwym dla konkretnego pacjenta monitorowaniem śródoperacyjnym, zapewnienie właściwej pozycji operacyjnej, utrzymaniem stabilności układu sercowo-naczyniowego, kontrolowaniem utlenowania i wentylacji, utrzymaniem czynności nerek oraz łagodnym przejściem ze znieczulenia do bezbólowego powrotu przytomności

pacjenta. Dlatego bardzo ważne jest, aby anestezjolog i urolog rozumieli patofizjologiczne zmiany związane z wytworzeniem dwutlenkowej PP oraz potrafili zapobiegać i leczyć jej powikłania. Znieczulenie ogólne do laparoskopii oparte jest o technikę znieczulenia zbilansowanego przy użyciu leków dożylnych i anestetyków wziewnych oraz leków zwiotczających mięśnie. Znieczulenie takie zapewnia stabilność układu sercowo-naczyniowego z dobrą kontrolą wentylacji i utlenowania oraz pozwala na szybki powrót świadomości pacjenta po zakończeniu operacji.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji:

✉ Jacek Wadek

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii
Szpital Chirurgii Urazowej św. Anny w Warszawie
Mazowieckie Centrum Rehabilitacji „STOCER”
Sp. z o.o.

ul. Barska 16/20; 02-315 Warszawa

☎ (+48 22) 579 52 58

✉ WAD_jack@poczta.fm

Piśmiennictwo

- Leonard IE, Cunningham AJ. Anaesthetic considerations for laparoscopic cholecystectomy. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2002;16(1):1-20.
- Gerges FJ, Kanazi GE, Jabbour-Khoury SI. Anesthesia for laparoscopy: a review. *J Clin Anesth.* 2006;18(1):67-78.
- Safran DB, Orlando R 3rd. Physiologic effects of pneumoperitoneum. *Am J Surg.* 1994;167(2):281-6.
- Gutt CN, Oniu T, Mehrabi A i wsp. Circulatory and respiratory complications of carbon dioxide insufflation. *Dig Surg.* 2004;21(2):95-105.
- Darzi A, Mackay S. Recent advances in minimal access surgery. *Br Med J.* 2002;324:31-4.
- Guillonneau B, Vallencian G. Laparoscopic radical prostatectomy: the Montsouris experience. *J Urol.* 2000;163:418-22.
- Yokoyama M, Ueda W, Hirakawa M. Haemodynamic effects of the lateral decubitus position and the kidney rest lateral decubitus position during anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2000;84:753-7.
- Neudecker J, Sauerland S, Neugebauer E i wsp. The EAES clinical practice guidelines on pneumoperitoneum for laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2002;16:1121-43.
- Hirvonen EA, Poikolainen EO, Paakkonen ME i wsp. The adverse hemodynamic effects of anesthesia, head-up tilt, and carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2000;14:272-7.
- Derouin M, Couture P, Boudreault D i wsp. Detection of gas embolism by transesophageal echocardiography during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg.* 1996;82:119-24.
- Kraut EJ, Anderson JT, Safwat A i wsp. Impairment of cardiac performance by laparoscopy in patients receiving positive end-expiratory pressure. *Arch Surg.* 1999;134:76-80.