

**Bohdan KURELLA<sup>1</sup>, Tadeusz WRÓBLEWSKI<sup>2</sup>, Tadeusz PAŁKO<sup>1</sup>, Bogdan MICHAŁOWICZ<sup>2</sup>**<sup>1</sup> POLITECHNIKA WARSZAWSKA, INSTYTUT INŻYNIERII PRECYZYJNEJ I BIOMEDYCZNEJ<sup>2</sup> AKADEMIA MEDYCZNA W WARSZAWIE, KATEDRA I KLINIKA CHIRURGII OGÓLNEJ, TRANSPLANTACYJNEJ I WĄTROBY**Stereotaktyczny manipulator wieloczynnościowy do usprawnienia operacji laparoskopowych****Dr inż. Bohdan KURELLA**

Pracownik naukowo-dydaktyczny Instytutu Inżynierii Precyzyjnej i Biomedycznej na Wydziale Mechatroniki Politechniki Warszawskiej, w Zakładzie Technologii Wyrobów Precyzyjnych i Elektronicznych Zajmuje się technologią przyrządów precyzyjnych, konstrukcją przyrządów i urządzeń technologicznych oraz oprzyrządowania medycznego.



e-mail: B.Kurella@mchtr.pw.edu.pl

**Dr hab. med. Tadeusz WRÓBLEWSKI**

Specjalista w zakresie chirurgii ogólnej i transplantologii klinicznej. Ukończył studia w Akademii Medycznej w Warszawie, uzyskując dyplom lekarza w 1983 r. Pracuje w Klinice Chirurgii Ogólnej, Transplantacyjnej i Wątroby. Główne zainteresowania: leczenie nadciśnienia wrotnego, chirurgia wątroby i przeszczepianie wątroby oraz chirurgia laparoskopowa. Redaktor naczelny kwartalnika „Wideochirurgia i inne techniki małoinwazyjne”. Prezes Sekcji Wideochirurgii Towarzystwa Chirurgów Polskich.



e-mail: wroblewskitad@tlen.pl

**Prof. dr hab. inż. Tadeusz PAŁKO**

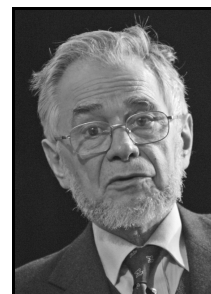
Dyrektor Instytutu Inżynierii Precyzyjnej i Biomedycznej na Wydziale Mechatroniki Politechniki Warszawskiej. Jego zainteresowania naukowe obejmują techniki odbioru (sensoryka) i przetwarzania sygnałów biologicznych oraz opracowywanie aparatury medycznej, zwłaszcza z zakresu intensywnej opieki medycznej i pomiarów diagnostycznych (gazometria, pomiary parametrów hemodynamicznych i bioimpedancji), a także oprzyrządowania dla medycyny interwencyjnej.



e-mail: T.Palko@mchtr.pw.edu.pl

**Prof. dr hab. med. Bogdan MICHAŁOWICZ**

Specjalista w zakresie chirurgii ogólnej i transplantologii klinicznej. Ukończył studia w Akademii Medycznej w Warszawie, uzyskując dyplom lekarza w 1962 r. Pracuje w Klinice Chirurgii Ogólnej, Transplantacyjnej i Wątroby. Główne zainteresowania: leczenie nadciśnienia wrotnego, chirurgia wątroby i przeszczepianie wątroby.



e-mail: bogdanm@amwaw.edu.pl

**Streszczenie**

Impulsem do opracowania niniejszego artykułu był ponad czteroletni okres czasu, który upłynął od wdrożenia stereotaktycznego manipulatora wieloczynnościowego do usprawnienia operacji laparoskopowych. Urządzenie to zdało egzamin w praktyce chirurgicznej, zarówno w technice laparoskopowej, do której w założeniach było przewidziane, jak również, znalazło szerokie zastosowanie podczas operacji z otwartymi powłokami jamy brzusznej. W ramach pracy przedstawiono budowę własnej konstrukcji manipulatora usprawniającego pewne operacje laparoskopowe. Składa się ono z dwu głównych części, z których jedna służy do unoszenia powłok brzusznych a druga do mechanicznego mocowania narzędzia chirurgicznego oraz przytrzymywania struktur tkankowych. Wykonane urządzenie przeszło próby kliniczne w czasie operacji laparoskopowych u pacjentów z obciążeniami internistycznymi, u których tradycyjna odma gazowa jest przeciwwskazana. Urządzenie to stosowano zarówno do unoszenia powłok w warunkach laparoskopii bezgazowej (laparolift) jak i do mechanicznego umocowania narzędzia chirurgicznego w czasie operacji z odmą z użyciem CO<sub>2</sub> a także do operacji bez odmy na otwartych powłokach brzusznych zastępując jednego asystenta („trzecia ręka chirurga”). Wykonane operacje w pełni potwierdziły przydatność kliniczną wykonanego manipulatora.

**Słowa kluczowe:** chirurgia, laparoscopia, chirurgia laparoskopowa.**Multifunction stereotactic manipulator for supporting laparoscopy surgery****Abstract**

The new construction for supporting laparoscopy surgery, called “multifunction stereotactic manipulator” was presented. It consists of two parts. The first one laparolift is useful for laparoscopic surgery without pneumo-peritoneum. This part has changeable tools which in various anatomical cases enable its use. The second part of the unit, called “the third hand of surgeon”, is used in laparoscopy operations and classic surgery to help fix the internal tissue structures during operation. Both parts of device can work together or separately. Preliminary clinical applications confirmed its usefulness.

**Keywords:** surgery, laparoscopy, laparoscopy surgery.**1. Wprowadzenie**

Technika laparoskopowa pozwala na przeprowadzanie operacji na narządach położonych wewnątrz jamy brzusznej bez jej otwierania. Wypełnienie jamy otrzewnowej dwutlenkiem węgla pozwala, przy ciśnieniu gazu wynoszącym około 12 – 15 mm Hg, uzyskać w jamie brzusznej chorego (ze zwiótczonymi mięśniami powłok) przestrzeń umożliwiającą swobodne operowanie wprowadzonymi przez oddzielne otwory narzędziami pod kontrolą kamery telewizyjnej i monitora.

Zalety operacji laparoskopowej są oczywiste. Sam zabieg, dzięki dobrej widoczności powiększonego obrazu na ekranie monitora, jest dla doświadczonego w tej technice operatora równie łatwy (a często nawet znacznie łatwiejszy) niż wykonywany techniką “otwartą”. Unikanie szerokiego otwierania jamy brzusznej pozwala na zmniejszenie do minimum urazu operacyjnego oraz na uniknięcie takich powikłań, jak: zakażenie rany, rozejście się jej brzegów, czy powstanie przepukliny pooperacyjnej. Przebieg pooperacyjny w tych zabiegach, w porównaniu z operacjami na otwartej jamie brzusznej, jest znacznie mniej uciążliwy dla chorego, a czas hospitalizacji skrócony (często do 24 godzin), co z kolei daje ekonomiczniejsze wykorzystanie miejsc szpitalnych.

Ciśnienie CO<sub>2</sub>, wynoszące 12-15 mm Hg utrzymywane w jamie brzusznej, wywołuje jednak wiele zmian czynnościowych nie spotykanych podczas klasycznych operacji, z powodu oddziaływania wysokiego ciśnienia na narządy jamy brzusznej i naczynia krwionośne (np. spadek rzutu serca) oraz związane z wchłanianiem CO<sub>2</sub> przez otrzewną. Dotyczy to głównie zmian w fizjologii układu krążenia, oddychania i centralnego układu nerwowego [1, 2, 3, 4]. Odma otrzewnowa może również prowadzić do wystąpienia specyficznych powikłań [5]. O ile zmiany te nie są groźne w przypadku chorego nie obciążonego schorzeniami układu oddechowego i układu krążenia, o tyle w przypadku chorego obciążonego takimi schorzeniami odma otrzewnowa może stanowić poważne zagrożenie i w niektórych przypadkach jest bezwzględnie przeciwwskazana [3, 6]. Chorzy tacy są więc często kwalifikowani do operacji “otwartej”, co z kolei oznacza poważniejsze ich obciążenie w okresie pooperacyjnym. Operacja metodą

laparoskopową powinna być szczególnie zalecana u chorych z wyżej wymienionymi zaburzeniami ze względu na lżejszy przebieg pooperacyjny w stosunku do laparotomii [2, 3, 4, 6, 7].

Pierwsze urządzenie do unoszenia powłok zwane laparoliftem zostało skonstruowane i wprowadzone do leczenia przez francuskiego chirurga Philippe Mouret w 1987 r. Było ono, podobnie jak powstałe w następnych latach, bardzo niedoskonałe, wykonane jako różnego rodzaju metalowe haki, którymi unoszono powłoki brzuszne. Nie powodowały one dostatecznego wytworzenia przestrzeni niezbędnej do przeprowadzenia operacji, gdyż działanie ich oparte było na wyciągu liniowym. Dopiero w 1993 r. Chin (USA) poprzez zastosowanie wprowadzonych do otrzewnej łopatek w kształcie V lub J spowodował, że wyciąg powłokowy działał bardziej płaszczynowo i zwiększał przestrzeń operacyjną. Przy stosowaniu tego urządzenia obserwuje się jednak traumatyzację wewnętrznej powierzchni ściany brzucha – sztywne łopatki nie dostosowują się do kształtu powłok brzusznych.

Wprawdzie tego typu urządzenia nie są obecnie powszechnie stosowane, jednak dalszy rozwój chirurgii laparoskopowej będzie prawdopodobnie związany z szerszym użyciem tego typu urządzeń. Potrzebne jest też skonstruowanie przyrządów lepiej dostosowanych do anatomicznych kształtów pacjenta, nie powodujących negatywnych efektów pooperacyjnych.

Wykonywanie niektórych operacji laparoskopowych bywa utrudnione ograniczone ze względu na widoczność operowanego narządu. O ile w operacji „otwartej” stosuje się bez ograniczeń narzędzia utrzymujące w potrzebnej pozycji narządy utrudniające dostęp operacyjny (haki, retraktory itp.), o tyle w laparoskopii możliwości te są znacznie mniejsze, co utrudnia zabieg i przedłuża czas jego wykonywania.

Udoskonalenia techniczne w chirurgii laparoskopowej zmierzają więc w dwóch kierunkach:

1. Opracowania urządzeń pozwalających na wytworzenie w jamy brzusznej przestrzeni bez zastosowania wysokociśnieniowej odmy.
2. Zastosowania rozwiązań technicznych pozwalających na wprowadzenie do jamy brzusznej narzędzia zastępującego tradycyjne retraktory.

Wychodząc naprzeciw tym potrzebom zespoły Instytutu Inżynierii Precyzyjnej i Biomedycznej P.W. oraz Kliniki Chirurgii Ogólnej, Transplantacyjnej i Wątroby A.M. przystąpiły do opracowania prototypu urządzenia umożliwiającego zarówno bezodmowe unoszenie powłok dla wytworzenia niezbędnej przestrzeni operacyjnej, jak i zastosowanie mechanicznego stabilnego retraktora zastępującego narzędzie trzymane w ręce chirurga. W wyniku tej współpracy powstało urządzenie, które otrzymało roboczą nazwę „stereotaktycznego manipulatora wieloczynnościowego”. Próby kliniczne zastosowania tego urządzenia przeprowadzone zostały w Katedrze i Klinice Chirurgii Ogólnej, Transplantacyjnej i Wątroby.

## 2. Opis urządzenia

Stereotaktyczny manipulator wieloczynnościowy opracowany i wykonany w Instytucie Inżynierii Precyzyjnej i Biomedycznej, jest bardziej uniwersalny niż inne, istniejące i dotychczas stosowane konstrukcje, głównie tzw. „laparolifty” [8]. Łączy ono w sobie funkcję laparoliftu oraz dodatkowo tzw. „trzeciej ręki chirurga”.

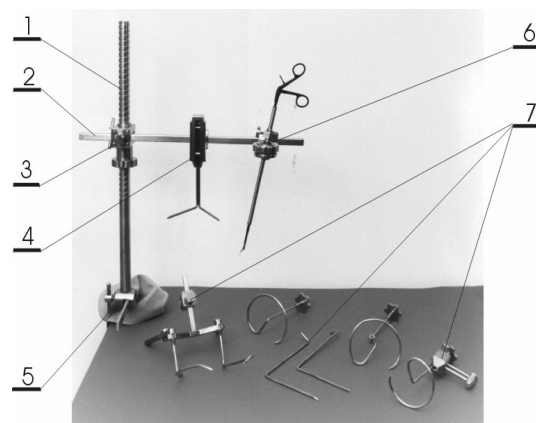
Urządzenie to składa się z dwóch zasadniczych zespołów funkcyjnych:

- do unoszenia powłok brzusznych, wyposażony w wymienne retraktory,
- głowicy stereotaktycznej, zwanej „trzecią ręką chirurga” wprowadzającej do jamy brzusznej pacjenta dodatkowe narzędzie w dowolnie ustalonym położeniu.

Możliwość stosowania kilku wymiennych retraktorów, o zróżnicowanym kształcie i wymiarach, umożliwia ich właściwy dobór w zależności od budowy anatomicznej pacjenta, jego wzrostu

i tuszy, co znacznie ogranicza traumatyzację wewnętrznej powierzchni ściany brzucha.

Głowica stereotaktyczna umożliwia ustawienie i zamocowanie, w żądanym przez chirurga położeniu w jamie brzusznej, dodatkowego narzędzia chirurgicznego. Służy ono do przesunięcia i podtrzymania w żądanym położeniu narządów, dzięki czemu zostaje rozszerzone pole operacji i ułatwiony dostęp do głębiej położonych części brzucha. Mechaniczne pozycjonowanie i ustalanie położenia narzędzia pozwala na uniknięcie zmiany jego położenia podczas operacji, a co za tym idzie zmniejsza do minimum możliwość uszkodzenia okolicznych tkanek i narządów. Ma to miejsce np. w czasie operacji przepukliny rozworu przełykowego przepony, gdzie asystent odsłania zwykle przełyk przez odsunięcie lewego płata wątroby i utrzymanie go w tej pozycji przez czas zabiegu. Minimalne ruchy ręki asysty powodują, że wątroba wysuwa się spod narzędzia zasłaniając pole operacyjne. Ciągłe poprawianie pozycji narzędzia powoduje traumatyzację miąższu wątroby, a nawet jego drobne pęknięcia, powodujące krwawienie, które z kolei znacznie utrudnia precyzyjne ruchy przy preparowaniu przełyku.



Rys. 1. Stereotaktyczny manipulator wieloczynnościowy. 1 – kolumna, 2 – ramię, 3 – zespół blokady i podnoszenia, 4 – retraktor hakowy, 5 – zespół blokady do stołu chirurgicznego, 6 – manipulator „trzecia ręka chirurga”, 7 – wymienne haki i retraktory

Urządzenie pod względem konstrukcyjnym składa się z 6 części, z których głównymi są kolumna manipulatora oraz ruchomy wspornik wraz z dwoma zespołami funkcyjnymi. Kolumna (1) i ramię (2) stanowią wspólne elementy dla obu zespołów. Na rys. 1 przedstawiony jest jeden z wariantów zestawów funkcyjnych manipulatora, składający się z jednego z typów retraktorów (4) oraz „trzeciej ręki chirurga” (6).

Oba zespoły funkcyjne manipulatora: zespół retraktora (4) i głowica stereotaktyczna (6), podwieszane są na poziomym ramieniu (2), umożliwiającym regulację położenia względem osi stołu chirurgicznego. Ramię połączone jest z kolumną zespołem blokady i podnoszenia (3), umożliwiającym jego przesuw prostopadle do osi stołu oraz regulację wysokości położenia nad powierzchnią stołu.

Kolumna manipulatora przymocowana jest do szyny podłużnej stołu chirurgicznego zaciskiem (5). Po zwolnieniu blokady zacisku istnieje możliwość przesunięcia manipulatora wzdłuż osi stołu, w dowolne położenie.

Widoczny na rysunku komplet elementów (7): wymienne haki i retraktory, dobierane są w zależności od budowy anatomicznej i tuszy pacjenta.

Oba zespoły funkcyjne manipulatora mogą współpracować ze sobą lub być stosowane niezależnie.

Głowica stereotaktyczna zwana też „trzecią ręką chirurga”, może być stosowana zarówno w chirurgii laparoskopowej jak i podczas operacji na otwartej jamie brzusznej.

### 3. Próby kliniczne

Głowica stereotaktyczna, nazwana „trzecią ręką chirurga” była w okresie 1999-2001 t.j. w okresie klinicznych prób prototypu, używana w laparoskopowych operacjach wykonywanych z powodu przepuklin rozworu przełykowego przepony, powodujących refluks przełykowo-żołądkowy. Operacje takie, polegające na zwężeniu rozworu przełykowego i fundoplastyce żołądka, wykonane były u 42 chorych w wieku od 22 do 64 lat. Ocena (z konieczności empiryczna) skuteczności zastosowanego urządzenia, wykazała, że znacznie ułatwia ono dostęp operacyjny do okolicy wpustu i rozworu przełykowego, pozwalając na swobodne manipulowanie narzędziami używanymi do preparowania i zakładania szwów. W żadnym przypadku nie zaobserwowano krwawienia z drobnych urazów odsuwanej lewej płaty wątroby, które zdarzają się przy stosowaniu tradycyjnych narzędzi. Choć czas trwania operacji zależy od bardzo wielu czynników, na podstawie dotychczasowych obserwacji można twierdzić, że zastosowanie omawianego urządzenia znacząco przyczynia się do istotnego jego skrócenia.

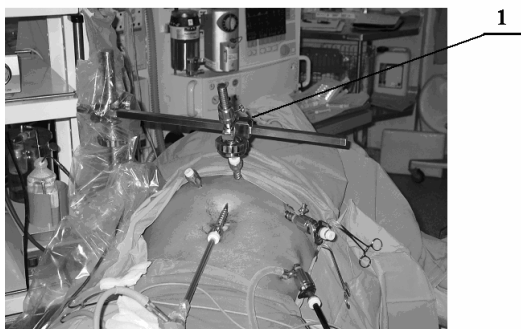
Retraktory unoszące powłoki brzucha zastosowano przy operacjach usunięcia pęcherzyka żółciowego u sześciorga chorych (4 kobiety i 2 mężczyzn) u których przeciwwskazaniem do zastosowania odmy otrzewnowej były: ciężkie zaburzenia rytmu serca, niewydolność wieńcowa, źle kontrolowane nadciśnienie tętnicze oraz znacznego stopnia ograniczenie wydolności oddechowej. We wszystkich przypadkach znieczulenie ogólne i operacja przebiegały prawidłowo, nie stwierdzono w czasie ich trwania poważniejszych zaburzeń ze strony układu krążenia. We wszystkich czterech przypadkach przebieg pooperacyjny był zadowalający i chorzy zostali wypisani do domu bez powikłań. Głowica stereotaktyczna znalazła również zastosowanie przy operacjach z otwartymi powłokami brzuszynymi.

### 4. Eksploatacja manipulatora

Po zakończeniu prób klinicznych manipulatora, na podstawie uwag i zaleceń chirurgów, opracowana została ostateczna konstrukcja urządzenia.

Zostało ono wprowadzone do regularnej, intensywnej eksploatacji w Klinice Chirurgii Ogólnej, Transplantacyjnej i Wątroby, Akademii Medycznej w Warszawie.

Chirurdzy, którzy eksploatują to oprzyrządowanie, wyrażają się o nim bardzo pozytywnie. Posługiwanie się urządzeniem stało się standardem. Szczególnie przydatny jest zespół funkcyjny, tzw. „trzecia ręka chirurga”, która stała się nieodzownym wyposażeniem podczas operacji wykonywanych z powodu przepuklin rozworu przełykowego przepony, powodujących refluks przełykowo-żołądkowy. Służy on do uniesienia i pod-trzymywania przez dłuższy okres czasu, lewego płata wątroby.



Rys. 2. Operacja laparoskopowa przeprowadzana w Klinice Chirurgii Ogólnej i Gastroenterologicznej CMKP w Warszawie, ze wspomaganie „trzecią ręką chirurga” (1)

Do chwili obecnej posługiwano się manipulatorem podczas około 180-ciu operacji.

Na początku 2004 roku, wykonany został drugi egzemplarz manipulatora dla Kliniki Chirurgii Ogólnej i Gastroenterologicznej Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w Warszawie.

Na podstawie informacji uzyskanych od jego użytkowników, można potwierdzić pełną przydatność przyrządu. Bez czynnego zastosowania manipulatora nie przebiegają żadne operacje przepuklin rozworu przełykowego przepony, a używany jest on również podczas innych operacji. Wykonano dotychczas przy jego pomocy około 240-tu operacji, a zamocowanie urządzenia do stołu chirurgicznego „na wszelki wypadek” podczas innych operacji, stało się rutyną.



Rys. 3. Przebieg operacji laparoskopowej przeprowadzanej w Klinice Chirurgii Ogólnej i Gastroenterologicznej CMKP w Warszawie, ze wspomaganie „trzecią ręką chirurga” (1)

Wszyscy chirurdzy, prowadzący zajęcia na kursach doskonalących prowadzonych przez CMKP uważają, że manipulator powinien być szeroko wdrożony w praktyce chirurgicznej, tym bardziej, że znajduje on uznanie u szkolących się chirurgów.

### 5. References

- [1] Cunningham A., J.: Laparoscopic surgery - anesthetic implications. *Surg Endosc.*, 1994, 8, 1272.
- [2] Holzman M., Sharp K., Richards W.: Hypercarbia during Carbon Dioxide gas insufflation for therapeutic laparoscopy: A note of caution. *Surg. Laparosc. Endosc.* 1992, 2, 11.
- [3] Josephs L. G., Este-McDonald J., R., Birkett D. H., Hirsh E., F.: Diagnostic laparoscopy increases intracranial pressure. *J. Trauma* 1994, 36, 815.
- [4] Sobolewski A. P., Desmuk R., M., Brunson B., L. i wsp.: Venous haemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy. *J. Laparoend. Surg.* 1995, 3, 154.
- [5] Chui P., Gin T. i wsp: Subcutaneous emphysema, pneumomediastinum and pneumothorax complicating laparoscopic cholecystectomy. *Anesthesiology* 1993, 48, 978.
- [6] Stuttmann R.: Anesthesia for laparoscopic cholecystectomy in high risk patients. *End. Surg. and All. Techn.* 1995.
- [7] Hasnanin J., U., Matjasco M., J.: Practical anesthesia for laparoscopic procedures. Red. Karl Zuker, Quality Medical Publishing, Inc., St. Louis, Missouri, 1991.
- [8] Leszczyszyn J., Skoczylas M., Janus W., Massopust R.: Własne doświadczenia w chirurgii laparoskopowej z zastosowaniem mechanicznego wyciągu powłok jamy brzusznej. *Wideochirurgia.*