

РОБОТ-АСИСТОВАНА ХІРУРГІЯ ЯК НОВІТНІЙ НАПРЯМОК МІНІІНВАЗИВНИХ ВТРУЧАНЬ (огляд літератури)

Поступаленко О.В.

Національний медичний університет імені О.О.Богомольця, м. Київ, Україна

Ключові слова: робот-асистована хірургія, робот-асистовані технології, лапароскопічний, da Vinci, Zeus

Мініінвазивні технології продовжують вносити докорінні зміни в оперативну хірургію. Комп'ютеризація та роботизація направлена на подальше удосконалення нині доступних мініінвазивних втручань та відкриває нові можливості для хірурга.

Перше використання робота з діагностичною метою датується 1985 роком, коли було застосовано Puma 560 для утримання інструментів з точністю до 0,05 мм при виконанні стереотактичної біопсії головного мозку. Через 3 роки ця ж сама модель робота була використана вже з лікувальною метою, а саме – для трансуретральної резекції передміхурової залози. Puma 560 послугував прототипом не лише для Neugomate (Integrated Surgical systems, USA) [22]. Зрештою, ця система призвела до розвитку другого покоління роботів, розроблених саме для трансуретральної резекції простати – PROBOT [11]. На сьогодні робот-асистована хірургія (PAX) найбільш широко використовується в урології, а саме – для виконання простатектомій.

У кінці 1980-их років Integrated Surgical Supplies Ltd. розробили ROBODOC, який призначався для полегшення безцементного ендопротезування кульшового суглоба [40]. Схожі пристрої були розроблені для хірургічних втручань на колінному суглобі та на скроневій кістці, такі як Acrobot (The Acrobot Company, Ltd., UK) та RX-130 robot (Staubli Unimation Inc., France) відповідно [10, 15].

Концепція використання роботів для виконання операцій без безпосередньої присутності хірурга давно розглядається як перспективна у багатьох напрямках. У 1980-х рр. вчені NASA почали розробку дисплею, який репрезентував би так звану віртуальну реальність (head-mounted virtual-reality display) та дозволяв би користувачу занурюватися в значний набір даних, які передаються з аерокосмічних місій, а допомогою зв'язку 3D стереоскопічного бачення з Data Glove (VPL Research, Inc., USA) користувачі можуть спостерігати свою взаємодію з віртуальним світом [22].

Вчений з NASA Scott Fisher та пластичний хірург зі Стенфордського університету Joe Rosen вбачали потенційні переваги віртуальної присутності хірургів в операційному полі та можливості маніпулювання в ньому руками робота, який знаходиться на відстані. Для розробки руки робота вони співпрацювали з Phil Green. Протягом наступних десяти років концепція була реалізована та представлена в DARPA (Defense Advanced Research

Projects Agency) з метою лікування хворих неподалік від поля бою лікарем який знаходиться в безпечному місці за лінією фронту [22].

В 1994 році Computer Motion Inc., яка спочатку фінансувалася DARPA, представила автоматизовану ендоскопічну систему для оптимального позиціонування (automated endoscopic system for optimal positioning – AESOP), яка мала замінити асистента в лапароскопічній хірургії. До неї була під'єднана система активації голосом – Hermes [22].

В 1998 році в Німеччині було представлено мікрохірургічну робот-систему ZEUS (Computer Motion, Goleta, CA) у клінічній практиці. В 2001 році з допомогою цієї хірургічної системи було виконано трансатлантичну операцію – лапароскопічну холецистектомію. Пацієнт знаходився у Страсбурзі (Франція), а хірург був віртуально присутнім сидючи у консолі за 3800 миль від нього у Нью-Йорку (США). Використовуючи пропускну здатність в 155 мс., затримка в часі між рухами оперуючого хірурга та віддаленого інструмента була мінімальна. Система ZEUS нині не є комерційно доступною [22].

В 1997 році фахівці Intuitive Surgical Inc. розробили та впровадили в клінічну практику хірургічну систему da Vinci [22]. На сьогоднішній день існує 3 покоління цієї хірургічної платформи. Вартість однієї установки становить до 2 млн. доларів США. Станом на 30 вересня 2011 року в світі налічувалось 2031 хірургічна платформа da Vinci, з них 1478 у США, 357 – у Європі, 196 – в інших країнах світу. Роботи da Vinci є у США, Австрії, Бельгії, Канаді, Данії, Франції, Німеччині, Італії, Індії, Японії, Голландії, Румунії, Саудівській Аравії, Сінгапурі, Швеції, Швейцарії, Великій Британії, Австралії, Туреччині, Росії. Зважаючи на перспективність та навіть революційність цього виду лікування, у світі створені Асоціація роботохірургії (Clinical Robotic Surgery Association), а також спеціалізований журнал (Journal of Robotic Surgery) [2].

Після введення хворого в наркоз підключають платформу, яка складається з:

- панелі управління (хірургічна консоль);
- системи робот (консоль пацієнта), яка має 4 частини (руки);
- хірургічних інструментів.

Під час втручання хірург може перебувати як в операційній, так і в іншому приміщенні. Він отримує зображення

на моніторі, керує інструментами (платформою) за допомогою маніпуляторів та платформи з педалями. Таким чином, безпосередній контакт між хірургом та хворим фактично відсутній, біля хворого перебувають операційна сестра та асистент, які забезпечують зміну необхідних інструментів та додатковий контроль стану хворого [2].

Хірургічні системи останнього покоління включають дві хірургічні консолі, а тому хірургічне втручання можуть одночасно виконувати 2 хірурги. Система обладнана аварійними електробатарейми, що дає можливість безпечно здійснювати оперативне втручання навіть за умови вимкнення електроструму [2]. Точність рухів максимально висока завдяки тому, що зміна положення рук хірурга відстежується системою з частотою 1300 разів на секунду, проводиться тремор-фільтрація, завдяки чому нівелюється фізіологічний тремор рук, та масштабування рухів, тобто переведення більш грубих рухів рук хірурга у тонкі рухи інструментів [22]. Можливе багатократне збільшення всіх структур хірургічного поля (до 16 разів), яке передається в бінокляр хірурга в 3D зображенні. Переміщення голови хірурга на консолі не впливає на якість зображення. Застосовуються спеціалізовані хірургічні інструменти Endo Wrist, які мають 7 ступенів свободи з амплітудою рухів до 90°, що значно перевищує таку не лише лапароскопічних інструментів, а й навіть рук людини. Конструкція дозволяє швидко змінювати інструменти під час операції [2].

Сьогодні в спеціалізованій літературі широко обговорюються переваги та недоліки роботохірургії у порівнянні з такими традиційних лапароскопічних технологій, які в багатьох ситуаціях є загальноновизнаними. До основних переваг роботи хірургії відносять наступні [2]:

- Можливість виконувати оперативні втручання найвищої складності мініінвазивно з використанням розрізів до 1,5 см. Такі складні операції, як панкреатоудоденальна резекція, простатектомія, резекція печінки виконати за допомогою традиційних лапароскопічних технологій надзвичайно складно або взагалі неможливо.
- Завдяки 3D візуалізації та можливості збільшення операційного поля до 16 разів якість виконання операцій значно вища, що особливо важливо при радикальних втручаннях з приводу онкологічних захворювань. Окрім цього, зменшується імовірність пошкодження важливих структур і збільшується можливість їх ідентифікації.
- Чіткість, точність та амплітуда рухів інструментів за технологією Endo Wrist нівелює всі ризики пов'язані з тремором рук хірурга, дає можливість виконувати маніпуляції у важкодоступних місцях.
- Значно менша тривалість навчання.
- Універсальність використання установок-роботів у великих клініках, тобто установку можуть використовувати для профільних операцій хірурги, урологи, гінекологи, онкологи та інші спеціалісти.
- Можливість виконати операцію з приводу онкологічного захворювання з максимальною радикальністю та максимально ефективним дотриманням правил абластики та антиабластики.

- Косметичний ефект.
- Менша операційна травма, тривалість лікування у стаціонарі та термін подальшої реабілітації.

До основних недоліків відносять [2]:

- Висока вартість обладнання та обслуговування.
- Відсутність відповідно підготовлених хірургічних кадрів.
- Відсутність відчуття опору та консистенції тканин, хоча більшість дослідників вказують, що цей недолік суттєво не впливає на результати оперативного втручання.

Голова та шия, нейрохірургія

Британські вчені досліджували можливість впровадження PAX в хірургічній офтальмології на свинячому оці. Тривалість накладання швів на рогівку становила 465-750 с., натомість при використанні операційного мікроскопа – 183-190 с. Вдосконалення інструментарію та майстерності хірургічних навичок у використанні цієї нової моделі створює нові перспективи у лікуванні катаракти та вітреоретинальної хірургії [49].

Незважаючи на такі недоліки PAX, як неможливість герметичного закриття твердої мозкової оболонки (що обмежує її широке впровадження в хірургію внутрішньочерепних пухлин основи мозку), та відсутність спеціалізованого (нейрохірургічного) інструментарію [14, 23], є повідомлення про ефективність робот-асистованої трансоральної декомпресії краніоцервікального з'єднання [23], а також видалення пухлин щитоподібної залози [29]. В останньому випадку відмічені значні переваги PAX над ендоскопічною хірургією за рахунок зменшення тривалості операції (110,1 та 142,7 хв. відповідно) та збільшення кількості видалених центральних лімфатичних вузлів (4,5 та 2,4 відповідно). Хірургічний робот може з успіхом використовуватись для трансорального відновлення голової щілини завдяки великій точності маніпуляцій на значній відстані, підвищеній свободі руху та відмінній 3D візуалізації [43].

Щодо нейрохірургії, то цей напрямок був одним з перших, де широко почали використовувати робот-асистовані технології. Так, Drake J.M. у 1991 році представив робот-асистовану радикальну резекцію таламічної астроцитомі у дітей [13]. Для цього він використовував інтерактивний 3D дисплей, КТ, ангіограми головного мозку, отримані за допомогою стереотактичної рамки BRW. За допомогою Puma 200 проводилося утримання та маніпуляція хірургічним ретрактором, позиція та орієнтація останнього транслювалася на 3D дисплей. Lavesque M.F. та Parker F. стверджують ефективність Mehrkoordinaten Manipulator (МКМ) при видаленні дифузних неоплазій мозку [32]. Також зустрічаються повідомлення про успішне видалення нейрофібром (тривалість операції – 318 хв., крововтрата 50 мл., госпіталізація – 2 дні) та шваном (тривалість операції – 160 хв., крововтрата 100 мл., госпіталізація – 2 дні) за допомогою PAX [35, 44, 45].

Торакальна хірургія

Найбільша частина повідомлень про використання PAX в торакальній хірургії стосується тимектомій, хоча зустрічаються і про видалення доброякісних та злоякісних новоутворень. Завдяки мініінвазивним технологіям змен-

щується кількість післяопераційних ускладнень, значно зменшується термін госпіталізації, прискорюється реабілітація та повернення до звичного стилю життя, про що свідчать дані, наведені в табл. 1.

Кардіохірургія

За даними Folliguet T., який порівнював результати відновлювальних операцій на мітральному клапані (МК) за допомогою РАХ та відкритої хірургії, значимої різниці між ними не виявлено, окрім тривалості госпіталізації (7 та 9 днів відповідно) [17]. В табл. 2 представлені результати досліджень, в яких при втручаннях на МК використовувалася РАХ. Коронарна реваскуляризація, інтракардіальне видалення пухлин серця, корекція вроджених вад серця також успішно можуть виконуватися за допомогою РАХ.

Урологія

Найбільш широке використання РАХ – в урологічній практиці, а саме – для виконання простатектомії, яку вважають істинно роботизованою операцією, і багато в чому завдяки кращій якості життя хворих після операції (краще утримання сечі та збереження еректильної функції за рахунок максимального збереження нервових структур) [27]. Ще одна перевага – швидка реабілітація та нетривала госпіталізація (середня тривалість – 1,14 днів, за даними Patel V.R., 97% пацієнтів виписують вже протягом першої доби) [39]. Окрім цього, РАХ успішно використовується для виконання оперативних втручань в онкоурології, реконструктивно-пластичній урології, трансплантації нирки, урогінекології та андрології [3]. Наявні публікації щодо віддалених результатів при використанні РАХ з приводу злоякісних новоутворень передміхурової залози, згідно з

якими 0,5% хворих померло протягом 71 місяця (2 – від метастатичного ураження, інші – від захворювань, непов'язаних з раком простати) [27]. В табл. 3 наведені дані досліджень, в яких для лікування злоякісних новоутворень передміхурової залози була виконана простатектомія за допомогою РАХ.

Гінекологія

Кількість публікацій у PubMed, які присвячені використанню РАХ в гінекології, відображає її швидку адаптацію. Слова, які використовувалися для пошуку – “robotic surgery” та “gynecology”. Так, у 2006 році було лише 3 публікації, у 2007 – 14, у 2008 – 27, у 2011 році їх кількість зросла до 211. Найпоширенішим робот-асистованим втручанням є гістеректомія з приводу як злоякісних, так і доброякісних пухлин. Порівняльні дані щодо використання різних методик оперативного лікування при доброякісних новоутвореннях матки, раку ендометрію та раку шийки матки представлені у табл. 4-6.

Молочна залоза

В 2000 році Kaiser W.A. запропонував використовувати роботизовані системи з діагностичною та лікувальною метою при ураженні молочної залози. Для цього він застосував апарат МРТ всього тіла (1,5 Т), який називався ROBITOM (Robotic system for biopsy and interventional therapy of mammary lesions), Institute for Medical Engineering and Biophysics (IBM), Germany [26].

Шлунково-кишковий тракт

Значний досвід застосування РАХ є і у загальній та абдомінальній хірургії. Перше РАХ втручання датується

Таблиця 1

Результати тимектомій з приводу міастенії при використанні різноманітних технік оперативного втручання (РАХ, відкрите)

Автор, рік	N	Вік	Тривалість оперативного втручання, хв	Ускладнення	Госпіталізація, дні	Техніка оперативного втручання
Rea F, 2006 [42]	33	41	120	2	2,6	РАХ
Fleck T, 2009 [16]	18	44	175	2	4	РАХ
Сakar F, 2007 [8]	9	?	154	1	5	РАХ
Сakar F, 2007 [8]	10	?	110	4	10	Відкрита

Таблиця 2

Результати оперативних втручань на МК з використанням РАХ

Автор, рік	N	Конверсія	Ускладнення	Смертність	Повторна операція	Патологія
Chitwood W.R., 2008 [11]	300	0	7	8	16	Відновлення МК
Murphy D.A., 2006 [36]	127	6	22	2	2	Заміна (7) та відновлення (114) МК
Yang M., 2011 [51]	60	0	?	?	0	Заміна (16) та відновлення (44) МК
Jones B.A., 2005 [24]	32	0	3	2	3	Відновлення МК та трикуспідального клапану, MAZE-процедура
Tatooles A.J., 2005 [48]	25	0	0	0	0	Відновлення МК

березнем 1997 року – холецистектомія, про що повідомив Himpens J. [21]. Тоді була використана система MONA (Intuitive Surgical Inc., USA), яка була попередником da

Vinci. Протягом наступного десятиліття було багато публікацій, в яких фактично всі автори сходилися на тому, що незважаючи на довшу тривалість робот-асистованої

Таблиця 3

Результати простатектомії при злоякісних новоутвореннях з використанням РАХ

Автор, рік	N	Час	Гемотрансфузії, %	pT2/pT3/pT4	Відновлення потенції, %	Рівень PSA до операції	Ускладнення, %
Badani K.K., 2007 [27]	2766	154	1,5	1720/484/6	79,2	6,4	11,89
Patel V.R., 2008 [39]	1500	105	?	?	78	6,9	4,2
Murphy D.G., 2009 [37]	400	186	1,5	?	64	8,5	15,75
Joseph J.V., 2006 [25]	325	130	1,3	81%/19%/-	70	6,6	?

Таблиця 4

Результати гістеректомії з приводу доброякісних пухлин матки при використанні різноманітних технік оперативного втручання (РАХ, традиційне лапароскопічне)

Автор, рік	N	Час	Крововтрата, мл	Вага матки, г	Конверсія, %	Госпіталізація, дні	Ускладнення, %	Вид оперативного втручання
Payne T.N., 2008 [41]	100	92	113	216	9	1,6	2	Лапароскопічний
Payne T.N., 2008 [41]	100	119	61	267	4	1,1	2	РАХ
Lenihan J.P., 2008 [31]	113	107	103	184	1,8	1	3,5	РАХ
Kho R.M., 2007 [28]	91	128	79	136	0	1,35	6,6	РАХ

Таблиця 5

Результати гістеректомії з приводу раку ендометрію при використанні різноманітних технік оперативного втручання (РАХ, традиційне лапароскопічне, відкрите)

Автор, рік	N	Час, хв	Крововтрата, мл	Госпіталізація, дні	Лімфатичні вузли	Ускладнення, %	Техніка оперативного втручання
DeNardis S.A., 2008 [12]	56	177	105	1	18,6	3,6	РАХ
DeNardis S.A., 2008 [12]	106	79	241	3,2	18	20,8	Відкрита
Seamon L.G., 2008 [46]	85	242	99	1	29	13	РАХ
Seamon L.G., 2008 [46]	76	287	250	2	22	14	Лапароскопічна
Bogges J.F., 2008 [6]	103	191	75	1	32,9	5,8	РАХ
Bogges J.F., 2008 [6]	81	213	146	1,2	23,1	13,6	Лапароскопічна
Bogges J.F., 2008 [6]	138	147	266	4,4	14,9	29,7	Відкрита
Bell M.S., 2008 [4]	40	184	166	2,3	17	7,5	РАХ
Bell M.S., 2008 [4]	30	171	253	2	17,1	20	Лапароскопічна
Bell M.S., 2008 [4]	40	109	317	4	14,9	27,5	Відкрита

Результати гістеректомії з приводу раку шийки матки при використанні
різноманітних технік оперативного втручання (РАХ, традиційне лапароскопічне, відкрите)

Автор, рік	N	Час, хв	Крововтрата, мл	Госпіталізація, дні	Лімфатичні вузли	Ускладнення, %	Техніка оперативного втручання
Ko E.M., 2008 [29]	16	270	82	1,7	18	18,8	РАХ
Ko E.M., 2008 [29]	32	203	666	4,9	17,1	21,9	Відкрита
Bogges J.F., 2008 [5]	51	211	97	1	33,8	7,8	РАХ
Bogges J.F., 2008 [5]	49	248	417	3,2	23,3	16,3	Відкрита
Nezhat F.R., 2008 [38]	13	323	157	2,7	24,7	30,8	РАХ
Nezhat F.R., 2008 [38]	30	318	200	3,8	31	20	Лапароскопічна
Magrina J.F., 2008 [33]	27	190	160	1,7	25,9	7,4	РАХ
Magrina J.F., 2008 [33]	31	220	208	2,4	25,9	9,7	Лапароскопічна
Magrina J.F., 2008 [33]	35	167	444	3,6	27,7	14,3	Відкрита

холецистектомії, вона має переваги над лапароскопічною та відкритою хірургією. Вони полягають у значно меншому рівні конверсій, післяопераційних ускладнень, а також скорочених термінах госпіталізації та реабілітації. Саме холецистектомію рекомендують як тренувальну операцію перед більш складними втручаннями.

Що стосується РАХ при ГЕРХ, то перша робот-асистована фундоплекція за Ніссеном була виконана Cadiere G.V. у 1999 році [7]. Та подальші спостереження показали, що РАХ безпечна та доступна, але потребує подовження операції і значно більших фінансових затрат при аналогічному результаті за використання лапароскопічних технологій [20]. Перевагу РАХ відмічають при виконанні бандажування шлунку з приводу ожиріння різного ступеня важкості [47].

З успіхом РАХ використовують і при виконанні більш складних оперативних втручань, таких як панкреатодуоденальна резекція та дистальна резекція підшлункової залози [19, 52]. При цьому самі хірурги відмічають простіше у технічному плані виконання цих втручань у порівнянні з лапароскопічними методиками.

Не менш цікавими та перспективними є повідомлення щодо успішного застосування РАХ при виконанні панкреатоеюностомії, холедохоєюностомії, гастроентеростомії, видалення інсуломи, резекції печінки з приводу непаразитарних кіст, спленектомії та інших [1, 8, 50].

Особливо значні переваги має РАХ для виконання максимально ефективних лімфодисекцій, і в першу чергу цьому сприяє можливість багатократного збільшення операційного поля та відповідно краща прицільність, чого не можливо досягти за допомогою інших методик [2].

Заслуговує уваги публікація російських вчених на чолі з С.В.Берелавичус, які пропонують для зменшення тривалості операції використовувати передопераційне комп'ю-

терне 3D моделювання для правильного встановлення портів на передній черевній стінці. Завдяки використанню даної методики вони моделювали основні етапи робот-асистованого втручання, що дозволило оптимізувати роботу маніпуляторів, зменшити ризик ушкодження суміжних органів, знизити рівень інтраопераційних та післяопераційних ускладнень [1].

Висновки

Робот-асистована хірургія – це новітній і перспективний напрямок розвитку хірургії, який відкриває нові можливості для хірурга та прискорює реабілітацію хворого. Численні дослідження показують перевагу РАХ над традиційними лапароскопічними та відкритими методиками хірургічного лікування. Незважаючи на значну вартість обладнання, все більше країн впроваджують робот-асистовані технології. Перспективність цього напрямку обґрунтовує необхідність його розвитку і в Україні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Берелавичус С. В. *Виртуальное моделирование робот-ассистированных операций в абдоминальной хирургии [Текст] / Берелавичус С. В., Кармазановский Г. Г., Кригер А. Г. и др. // Хирургия. – 2011. – Т.17. – №6. – С. 18-21.*
2. Поляченко Ю. В. *Робото-асистована мініінвазивна хірургія: історія, сучасний стан, перспективи [Текст] / Поляченко Ю. В., Нечитайло М. Ю., Костилов М. В., Загрітчук М. С. // Клінічна хірургія. – 2010. – №4. – С. 60-64.*
3. Харченко С. В. *Робототехническая система da Vinci в лапароскопической урологии: возможности, принципы построения и пользования. [Текст] / Харченко С. В., Стаховский А. Э., Антонян И. М. // Украинський журнал малоінвазивної та ендоскопічної хірургії. – 2008. – Т.12. – №2 – С. 35-39.*

4. Bell M.C. Comparison of outcomes and cost for endometrial cancer staging via traditional laparotomy, standard laparoscopy and robotic techniques. / Bell M.C., Torgenson J., Seshadri-Kreaden U. et al. // *Gynecol. Oncol.* – 2008. – Vol.111. – P. 407–411.
5. Boggess J.F. A case-control study of robot-assisted type III radical hysterectomy with pelvic node dissection compared with open radical hysterectomy. [Text] / Boggess J.F., Gehrig P.A., Cantrell L. et al. // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 2008. – N199 – P. 357.
6. Boggess J.F. A comparative study of 3 surgical methods for hysterectomy with staging for endometrial cancer: Robotic assistance, laparoscopy, laparotomy [Text] / Boggess J.F., Gehrig P.A., Cantrell L., et al. // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 2008. – Vol.199 – P. 360.
7. Cadiere G.B. Evaluation of telesurgical (robotic) Nissen fundoplication. [Text] / Cadiere G.B., Himpens J., Vertruyen M. et al. // *Surg. Endosc.* – 2001. – Vol.15 – P. 918–923.
8. Cakar F. Comparison of outcomes after robotic open extended thymectomy for myasthenia gravis. [Text] / Cakar F., Werner P., Augustin F., Schmid T., Wolf-Magele A., Sieb M., Bodner J. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2007. – Vol.31(3) – P. 501–504.
9. Chitwood W.R. Robotic mitral valve repairs in 300 patients: a single-center experience. [Text] / Chitwood W.R., Jr., Rodriguez E., Chu M.W., et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2008. – Vol.136(2) – P. 436–441.
10. Cobb J. Hands-on robotic unicompartmental knee replacement: a prospective, randomized controlled study of the acrobat system. [Text] / Cobb J., Henckel J., Gomes P., Harris S., Jakopcic M., Rodriguez F., Barrett A., Davies B. // *J. Bone Joint Surg.* – 2006. – Vol.88(2) – P. 188–197.
11. Davies B.L. The development of a surgeon robot for prostatectomies. [Text] / Davies B.L., Hibberd R.D., Ng W.S., Timoney A.G., Wickham J.E. // *Proc. Inst. Mech. Eng.* – 1991. – Vol.205 – P. 35–38.
12. De Nardis S.A. Robotically assisted laparoscopic hysterectomy versus total abdominal hysterectomy and lymphadenectomy for endometrial cancer. [Text] / De Nardis S.A., Holloway R.W., Bigsby G.E. IV, et al. // *Gynecol. Oncol.* – 2008. – Vol.111 – P. 412–417.
13. Drake J.M. Computer- and robot-assisted resection of thalamic astrocytomas in children. / Drake J.M., Joy M., Goldenberg A., Kreindler D. // *Neurosurgery* – 1991 – Vol.29 – P. 27–33.
14. Ehab Y.H. Robotic Endoscopic Surgery of the Skull Base. [Text] / Ehab Y.H., Holsinger C, De Monte F, Kupferman M. // *Arch Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2007. – Vol.133. – P. 1209–1214.
15. Federspil P.A. Development of the first force-controlled robot for otoneurosurgery. [Text] / Federspil P.A., Geistho U.W., Henrich D., Plinkert P.K. // *Laryngoscope* – 2003. – Vol.113(3) – P. 465–471.
16. Fleck T. Extended videoscopic robotic thymectomy with the da Vinci telemanipulator for the treatment of myasthenia gravis: the Vienna experience. [Text] / Fleck T., Fleck M., Muller M., Hager H., Klepetko W., Wolner E., Wissner W. // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* – 2009. – Vol.9 – P. 784–787.
17. Folliguet T. Mitral valve repair robotic versus sternotomy. [Text] / Folliguet T., Vanhuysse F., Constantino X., et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2006 – Vol.29(3) – P. 362–366.
18. Giulianotti P. Robot-assisted laparoscopic pancreatic surgery: single-surgeon experience. [Text] / Giulianotti P. et al. // *Surg. Endosc.* – 2010. – Vol.24., N7 – P. 1646–1657.
19. Giulianotti P. Robot-assisted laparoscopic middle pancreatectomy. [Text] / Giulianotti P. et al. // *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech.* – 2010. – Vol.20 – N2 – P. 135–139.
20. Hanly E.J. Robotic abdominal surgery. [Text] / Hanly E.J., Talamini M.A. // *Am. J. Surg.* – 2004. – Vol.188 – P. 19–26.
21. Himpens J. Telesurgical laparoscopic cholecystectomy. [Text] / Himpens J., Leman G., Cadiere G.B. // *Surg. Endosc.* – 1998. – Vol.12 – P.1091.
22. Hockstein N. G. A history of robots: from science fiction to surgical robotics. [Text] / Hockstein N. G. // *J. Robot. Surg.* – 2007. – Vol.1 – P. 113–118.
23. John Y.K. Lee. Da Vinci Robot-Assisted Transoral Odontoidectomy for Basilar Invagination. [Text] / John Y.K. Lee et al. // *ORL* – 2010. – Vol.72 – P. 91–95.
24. Jones B.A. Robotic mitral valve repair: a community hospital experience. [Text] / Jones B.A. et al. // *Tex. Heart Inst. J.* – 2005. – Vol.32(2) – P. 143–146.
25. Joseph J.V. Robotic extraperitoneal radical prostatectomy: an alternative approach. [Text] / Joseph J.V., Rosenbaum R., Madeb R., Erturk E., Patel H.R. // *J. Urol.* – 2006. – Vol.175(3 Pt 1). – P.945–950.
26. Kaiser W.A. Robotic system for biopsy and therapy of breast lesions in a high-field whole-body magnetic resonance tomography unit. [Text] / Kaiser W.A., Fischer H., Vagner J., Selig M. // *Invest. Radiol.* – 2000. – Vol.35 – P. 513–519.
27. Ketan K. Badani. Evolution of Robotic Radical Prostatectomy. Assessment After 2766 Procedures. [Text] / Ketan K. Badani, Sanjeev Kaul, Mani Menon. // *Cancer* – 2007. – Vol.110. – Vol.9 – P. 1951–1958.
28. Kho R.M. Robotic hysterectomy: Technique and initial outcomes. [Text] / Kho R.M., Hilger W.S., Hentz J.G., et al. // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 2007. – Vol.197 – P. 113.
29. Ko E.M. Robotic versus open radical hysterectomy: A comparative study at a single institution. [Text] / Ko E.M. et al. // *Gynecol. Oncol.* – 2008. – Vol.111 – P. 425–430.
30. Lee J. Prospects of robotic thyroidectomy using a gasless, transaxillary approach for the management of thyroid carcinoma. [Text] / Lee J., Lee J.H., Nah K.Y., Soh E.Y., Chung W.Y. // *Surg. Laparosc. Endosc. Percutan. Tech.* – 2011. – Vol.21(4) – P. 223–229.
31. Lenihan J.P. What is the learning curve for robotic assisted gynecologic surgery? [Text] / Lenihan J.P., Kovanda C., Seshardi-Kreaden U. // *J. Minim. Invasive. Gynecol.* – 2008. – Vol.15 – P. 589–594.
32. Levesque MF. MKM-guided resection of diffuse brainstem neoplasm. [Text] / Levesque MF, Parker F. // *Stereotact Funct Neurosurg* – 1997. – Vol.73 – P. 15–18.
33. Magrina J.F. Robotic radical hysterectomy: Comparison with laparoscopy and laparotomy. [Text] / Magrina J.F., Kho R.M., Weaver A.L., et al. // *Gynecol. Oncol.* – 2008. – Vol.109. – P.86–91.
34. Makoto Hashizume. Robotic Surgery and Cancer: the Present State, Problems and Future Vision. [Text] / Makoto Hashizume, Tsugawa K. // *Jpn J. Clin. Oncol.* – 2004. – Vol.34 – P. 227–237.

35. Moon Sool Yang. Robot-assisted Resection of Paraspinal Schwannoma. [Text] / Moon Sool Yang, Kim K.N., Yoon D.H., Pennant W., Ha Y. // *J. Korean Med. Sci.* – 2011. – Vol.26 – P. 150-153.
36. Murphy D.A. Endoscopic robotic mitral valve surgery. [Text] / Murphy D.A., Miller J.S., Langford D.A., Snyder A.B. // *J. Thorac Cardiovasc. Surg.* – 2006. – Vol.132(4) – P. 776–781.
37. Murphy D.G. Operative details and oncological and functional outcome of robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy: 400 cases with a minimum of 12 months follow-up. [Text] / Murphy D.G., Kerger M., Crowe H., Peters J.S., Costello A.J. // *Eur. Urol.* – 2009. – Vol.55(6) – P. 1358-1366.
38. Nezhat F.R. Robotic radical hysterectomy versus total laparoscopic radical hysterectomy with pelvic lymphadenectomy for treatment of early cervical cancer. [Text] / Nezhat F.R., Datta M.S., Liu C., et al. // *JLSLS* – 2008. – Vol.12 – P. 227–237.
39. Patel V.R. Robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: perioperative outcomes of 1500 cases. [Text] / Patel V.R., Palmer K.J., Coughlin G., Samavedi S. // *J. Endourol.* – 2008. – Vol.22 – P. 2299-2305.
40. Paul H.A. Development of a surgical robot for cementless total hip arthroplasty. [Text] / Paul H.A., Bargar W.L., Mittlestadt B. et al. // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1992. – P. 57–66.
41. Payne T.N. A comparison of total laparoscopic hysterectomy to robotically assisted hysterectomy: Surgical outcomes in a community practice. [Text] / Payne T.N., Dauterive F.R. // *J. Minim. Invasive Gynecol.* – 2008. – Vol.15 – P.286–291.
42. Rea F. Experience with the “da Vinci” robotic system for thymectomy in patients with myasthenia gravis: report of 33 cases. [Text] / Rea F., Marulli G., Bortolotti L., Feltracco P., Zuin A., Sartori F. // *Ann. Thorac. Surg.* – 2006 – Vol.81(2) – P. 455-459.
43. Reza Rahbar. Robotic Surgery in the Pediatric Airway. [Text] / Reza Rahbar, Ferrari L.R., Borer J.G., Peters C.A. // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2007. – Vol.133. – P. 46–50.
44. Ross M. Moskowitz. Retroperitoneal Transdiaphragmatic Robotic-Assisted Laparoscopic Resection of a Left Thoracolumbar Neurofibroma. [Text] / Ross M. Moskowitz, Jennifer L. Young, Geoffrey N. Box, Laura S. Parer, Ralph V. Clayman. // *JLSLS* – 2009. – Vol.13 – P. 64–68.
45. Ruurda J.P. Robot-assisted thoracoscopic resection of a benign mediastinal neurogenic tumor: technical note. [Text] / Ruurda J.P., Hanlo P.W., Hennipman A., Broeders I.A. // *Neurosurgery* – 2003. – Vol.52(2) – P. 462-464.
46. Seamon L.G. Robotic hysterectomy and pelvic-aortic lymphadenectomy for endometrial cancer. [Text] / Seamon L.G. et al. // *Obstet. Gynecol.* – 2008. – Vol.112 – P. 1207–1213.
47. Snyder B. Robotic-assisted Roux-en-Y gastric bypass: minimizing morbidity and mortality. [Text] / Snyder B. et al. // *Obes. Surg* – 2010. – Vol.20 – Vol.3 – P. 265-270.
48. Tatroles A.J. Minimally invasive mitral valve repair using the da Vinci robotic system. [Text] / Tatroles A.J. et al. // *Ann. Thorac. Surg.* – 2005. – Vol. 77(6) – P. 1978-1982.
49. Tsirbas A. Robotic ocular surgery. [Text] / Tsirbas A, Mango C, Dutson E. // *Br J Ophthalmol* – 2007. – Vol.91 – P. 18–21.
50. Vasilescu C. Robotical parial splenectomy for hydatid cyst of the spleen. [Text] / Vasilescu C. et al. // *Langenbecks Arch. Surg.* – 2010. – Vol.395 – Vol.8 – P. 1169-1174.
51. Yang Ming. Totally robotic mitral valve surgery in 60 cases. [Text] / Yang Ming et al. // *J. SouthMedUniv.* – 2011. – Vol.31(10) – P.1721-1723.
52. Zureikat A.H. Robotic-assisted pancreatic resection and reconstruction. [Text] / Zureikat A.H. et al. // *Arch. Surg.* – 2011 – Vol.146, N3 – P. 256-261.

РОБОТ-АССИСТИРОВАННАЯ ХИРУРГИЯ КАК НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ МИНИИВАЗИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ (обзор литературы)

Поступаленко А. В.

Национальный медицинский университет
имени А. А. Богомольца, г. Киев, Украина.

Резюме. Робот-ассистированная хирургия (РАХ) – это новое и перспективное направление развития хирургии, которое открывает новые возможности для хирурга и ускоряет реабилитацию больного. Многочисленные исследования указывают на преимущества РАХ над традиционными лапароскопическими и открытыми методиками хирургического лечения. Несмотря на значительную стоимость оборудования, все больше стран внедряют робот-ассистированные технологии. Перспективность этого направления обосновывает необходимость его развития и в Украине.

Ключевые слова: робот-ассистированная хирургия, робот-ассистированные технологии, лапароскопический, da Vinci, Zeus.

ROBOT-ASSISTED SURGERY AS A MINIMALLY INVASIVE INTERVENTIONS NEW DIRECTION (review)

Postupalenko O.

National O. O. Bohomolets Medical University,
Kyiv, Ukraine

Summary. The robot-assisted surgery (RAS) is new and perspective way of surgery's development. It establishes new possibilities for surgeon and quickens patient's rehabilitation. Numerous studies indicate RAS's benefits in comparison with traditional laparoscopic and open surgical procedures. Despite equipment's costliness, more and more countries are adopting robot-assisted technologies. Because of perspective, that RAS offer, necessity is justified to develop it in Ukraine.

Keywords: robot-assisted surgery, robot-assisted technologies, laparoscopic, da Vinci, Zeus.