

Robotasszisztált műtétek helye a mellkassebészetben. Saját tapasztalatok

GHIMESSY ÁRON^{1,2}, RADECZKY PÉTER^{1,2}, TÖRÖK KLÁRA^{1,2,3}, BOGYÓ LEVENTE^{1,2,3}, CSENDE KRISTÓF^{1,2}, MÉSZÁROS LÁSZLÓ^{1,2}, GIESZER BALÁZS^{1,2}, TIHANYI HANNA^{1,2}, TARSOLY GÁBOR^{1,2}, CSABA MÁRTON^{1,2}, LALITY SÁRA^{1,2}, HARTYÁNSZKY ISTVÁN KÁZMÉR¹, KOCSIS ÁKOS^{1,3}, MADURKA ILDIKÓ^{1,2}, AGÓCS LÁSZLÓ^{1,2,3}, RÉNYI-VÁMOS FERENC^{1,2,3,4}

¹Országos Onkológiai Intézet, Mellkasi Központ, ²Semmelweis Egyetem, Mellkassebészeti Klinika, ³Országos Korányi Pulmonológiai Intézet, Mellkassebészeti Osztály, ⁴Nemzeti Tumorbíológiai Laboratórium, Budapest

Levezései cím:

Dr. Ghimessy Áron Kristóf, Országos Onkológiai Intézet,
Mellkasi Központ, 1122 Budapest, Ráth György utca 7-9.,
e-mail: ghimessy.aron@oncol.hu, tel.: 06206701126

Közlésre érkezett:

2024. június 18.

Elfogadva:

2024. július 30.

Az Országos Onkológiai Intézet Mellkasi Központjában végzett robotsebészeti program első 300 esetét vizsgáltuk meg. A klinikopatológiai adatok mellett a posztoperatív időszak mutatóit elemeztük retrospektív módon. Az első 30 robotasszisztált mellkassebészeti (robotic-assisted thoracic surgery, RATS) műtétet összehasonlítottuk 30 videoasszisztált mellkassebészeti (video-assisted thoracic surgery, VATS) és 30 nyitott műtét eredményeivel a tanulási görbe értékelése céljából. Az átlagos kórházi tartózkodás 5,2 nap volt, a mellkasi draint átlagosan a 2. napon távolítottuk el. A konverziós arány és morbiditás alacsony volt (1,8% és 10,6%), míg reoperációra 2%-ban volt szükség. A tanulási görbe vizsgálatakor azt találtuk, hogy a műtéti idő az első 20 eset után már nem rövidül szignifikánsan, a kórházi tartózkodás, a posztoperatív szövődmények alacsonyabbak, mint VATS vagy nyitott műtétek esetén, ez a különbség azonban nem szignifikáns. Az intenzív osztályos kezelés ideje szignifikánsan rövidebb, míg az eltávolított nyirokcsomók száma szignifikánsan magasabb volt RATS műtétek esetén. A RATS egy biztonságos technika a mellkassebészetben, valamint több nyirokcsomó került eltávolításra, amely pontosabb staginghez vezethet. *Magy Onkol* 68:223-228, 2024

Kulcsszavak: robotsebészet, mellkassebészet, tüdőrák, tanulási görbe, nyirokcsomó-disszekció

Our goal was to examine the postoperative indicators after the first 300 thoracic robotic cases in the National Institute of Oncology. We retrospectively analyzed the clinicopathological and postoperative indicators of the first 300 patients. We also compared the first 30 cases performed by one surgeon to his 30 VATS (video-assisted thoracic surgery) and open cases. The average hospital stay was 5.2 days, the chest tube was removed on the second day. Conversion, need for reoperation and morbidity was low (1.8%, 2% and 10.6%, respectively). The change in operating time slows down after 20 cases. The hospital stay and complications were slightly favorable with RATS (robotic-assisted thoracic surgery) than with VATS. The intensive care stay, however, was significantly shorter while the amount of removed lymph nodes was significantly higher in RATS procedures. As a conclusion, RATS is a safe technique in thoracic surgery. Moreover, more lymph nodes are removed with RATS which can lead to better staging.

*Ghimessy Á, Radeckzy P, Török K, Bogyó L, Csende K, Mészáros L, Gieszer B, Tihanyi H, Tarsoly G, Csaba M, Lality S, Hartyánszky IK, Kocsis Á, Madurka I, Agócs L, Rényi-Vámos F. Robot-assisted thoracic surgery. Our first experiences. *Magy Onkol* 68:223-228, 2024*

Keywords: robotic surgery, thoracic surgery, lung cancer, learning curve, lymph node dissection

BEVEZETÉS

A mellkassebészet fő kihívása, hogy a bordakosár által körbezárt szűk térben kell az emberi test legnagyobb erei között dolgozni. A hagyományos műtéti feltárások jó vizualizációt és biztonságos mozgást biztosítanak, azonban jelentős posztoperatív fájdalommal járnak, amely következményes atelektáziát és tüdőgyulladást okozhat. A minimálinvazív műtéti technikák sikeresen csökkentették a mellkasi feltárás okozta fájdalmat és ezzel a posztoperatív szövődmények számát, a robotsebészet pedig még pontosabb disszekciót tesz lehetővé.

A 21. század elején a robotsebészet világszerte elfogadott technikává vált. A jelenleg elérhető operáló robotplatformok azonban a szó szoros értelmében nem robotok, ugyanis az eszköz önállóan nem operál, kizárólag a sebész mozgásait közvetíti a betegre. Pontosabb, ha intelligens telekinetikus eszközökről beszélünk. A mellkassebészetben igen korán elkezdtek alkalmazni a legelterjedtebb robotsebészeti platformot, a da Vinci rendszert, és már több mint 20 éve végeznek lobektómiákat a segítségével. Franca Melfi volt az első, aki 2001-ben Olaszországban elvégezte az első robotasszisztált tüdőleány-eltávolítást, majd nem sokkal később az Amerikai Egyesült Államokban (USA) Morgan és munkatársai is alkalmazták korai tüdőrák eltávolítására a technológiát (1–3). Ennek ellenére széles körben elterjedt technikává csak a 2010-es években vált. A robotsebészet először az USA-ban terjedt el széles körben és ez a trend volt megfigyelhető a mellkassebészetben is. Napjainkban azonban egyre több tapasztalt európai minimálinvazív centrum vált át a robot alkalmazására.

A robot számos előnyét írták le. Ezek közül kiemelendő a remegés kiszűrése és a kis, 540 fokban forgatható eszközök, amik pontos disszekciót és kényelmes varrást biztosítanak. A szűk helyen végzett beavatkozások esetén különösen hasznos ez a tulajdonság. A mellkassebészetben a sleeve lobektómiák és a gátorüreg műtétei esetén a legkifejezettebb ez az előny. Nagyméretű (>6 cm) dagatok kiemeléséhez a szubxifoid segédmetszés nyújthat segítséget.

Napjainkban egyre elfogadottabb, hogy korai tüdőrák miatt szublobáris reszekciókat végzünk. Ezeknél a műtéteknél szintén előnyös a robot használata, kis, könnyen forgatható eszközei segítségével kényelmesen kiperarálhatóak a perifériás szegmentális erek és hörgők. A legtöbb sebész véleménye, hogy nyirokcsomó-disszekció végzésénél is előnyös a robot, bár kiterjesztett limfadenektómia VATS-szal is végezhető. A komplex, hosszú műtétek esetén bizonyítottan kevésbé fárad el a sebész (4), ami jobb eredményt és standardizált műtéti minőséget eredményezhet.

A mellkassebészek közül sokan a robot hátrányának tekintik a hosszabb operációs időt. Gyakorlott sebész esetén az átlagos lobektómiaidő azonban 90–120 perc körül mozog, amely tapasztalt VATS sebészek esetén is elfogadható idő (5–7).

A RATS műtétek során tapasztalt szövődmények megegyeznek a VATS műtétek szövődményeivel. Nagy betegszámú retrospektív vizsgálatok azt találták, hogy a szövődmények arányában nincs kimutatható különbség a két minimálinvazív műtéti típus között (8–10).

Ellentmondásos irodalmi adatok állnak rendelkezésre a posztoperatív fájdalommal kapcsolatban. Vannak publikációk, ahol a robotsebészeti beavatkozások után számolnak be kisebb fájdalomról (11), és vannak, ahol VATS után (12). A fájdalom objektív mérése szinte lehetetlen, és tovább nehezíti az összehasonlítást, hogy számos technika áll rendelkezésre a posztoperatív fájdalom megelőzésére és enyhítésére: epidurális kanül behelyezése (13), erector spinae vagy serratus anterior blokád alkalmazása (14), liposzomális bupivakain alkalmazása interkosztális blokádhoz (15), a nervus intercostalis lefagyasztása (13) stb. A legtöbb összehasonlító vizsgálat azonban nem talált szignifikáns különbséget a posztoperatív fájdalom terén a VATS és RATS műtétek között (12, 16).

CÉLKITŰZÉS

Az Országos Onkológiai Intézet Mellkasi Központjában állami támogatás segítségével 2023. szeptember 11-én indulhatott el a mellkassebészeti robotprogram egy kétkonzolos da Vinci Xi robotsebészeti eszköz segítségével. Az összefoglaló írásakor az első 300 eset tapasztalatait elemeztük. Elsődleges célunk az volt, hogy megvizsgáljuk a korai posztoperatív időszak eredményeit, különös tekintettel a morbiditásra és mortalitásra, valamint a kórházi tartózkodás hosszára. Másodlagos célunk a tanulási fázis, az úgynevezett „learning curve” vizsgálata volt. Egy sebész első, robottal végzett lobektómiáit hasonlítottuk össze a VATS-szal, illetve nyitott technikával végzett lobektómiáival.

MÓDSZEREK

A műtét

A műtéteket egy kétkonzolos da Vinci Xi (Intuitive Surgical™) operációs robottal végeztük (1. ábra). Szén-dioxid-inszufflációt minden esetben alkalmaztunk, amikor a beteg fiziológiai paraméterei ezt megengedték. Általában 5 és 8 Hgmm közötti nyomást hoztunk létre az AirSeal (Conmed™) inszufflátor segítségével. A kezdeti időszakban végeztünk atípusos tüdőreszekciót, lobektómiát, bilobektómiát, szegmentektómiát, timektómiát, pleurális tumor reszekcióját, hátsó mediasztinális tumor reszekcióját, perikardiális, illetve bronhogén ciszta reszekcióját, rekeszsérvműtétet és nyelőcső-reszekciót. A műtétek döntő többségében a robot mind a 4 karját használtuk. Anatómiai műtétek esetén a leggyakrabban 2 db 8 mm-es és 2 db 12 mm-es portot alkalmaztunk, valamint egy 12 mm-es segédportot is bevezettünk a mellkasba, ahol a műtőasztal mellett álló asszisztens tudott segíteni. Vegyesen alkalmaztunk 30°-os és 0°-os optikát. Az artériák, vénák, hörgők és parenhima ellátására a Sureform®, robotkaron lévő varrógépet alkalmaztunk. A fájdalom megelőzése céljából



1. ÁBRA. Da Vinci Xi operáló robotrendszer használat közben az Országos Onkológiai Intézet Mellkasi Központjában

preemptív bordaközi blokkot adtunk 0,25%-os Marcainnal. Hét sebész összesen 150 db anatómiai reszekciót végzett, melyek adatait külön elemeztük.

Betegek

Elemeztük a betegek klinikopatológiai paramétereit: életkorát, dohányzási státuszát (soha nem dohányzott vs. valaha dohányzott), ECOG-státuszát, hogy malignus betegség miatt operáltuk-e, valamint a malignus betegség stádiumát. A posztoperatív időszakra vonatkozó adatokat adatbázisba gyűjtöttük a Medworks medikai rendszerből.

Tanulási görbe

A „learning curve” vizsgálatok egy sebész által végzett első 30 robotasszisztált lobektómia műtéti idejét, valamint a posztoperatív időszak jellemzőit vizsgáltuk. Ezeket a mutatókat összevetettük 30, a klinikopatológiai mutatókban nem eltérő VATS lobektómián, valamint 30 nyitott lobektómián átesett beteg adataival. A műtéti idő esetén megkülönböztettük az anesztézia idejét (az altatás bevezetésétől a beteg felébredéséig tartó idő), a műtéti időt (az első bőrmetszéstől az utolsó öltésig eltelt idő), valamint konzolidót (a sebész által operációs konzolban töltött idő).

Az eltávolított nyirokcsomók számát a patológiai lelet alapján állapítottuk meg és elemeztük lebenyenként, valamint összességében is.

Statisztika

A klinikopatológiai adatokat, illetve a fent említett demográfiai paramétereket kategorikus változók esetén chí-négyzet-próbával (normáloszlás esetén) és Fisher-egzakttal (nem normál eloszlás esetén), valamint folytonos változók alkalmával ANOVA multivariancia-analízissel (normáloszlás esetén), ill. Kruskal-Wallis-próbával (nem normál eloszlás esetén)

elemeztük. A műtéti idő és tanulási görbe elemzésekor lineáris regressziót alkalmaztunk. A statisztikai elemzéseket a STATA (StataCorp LP, College Station, TX, USA) statisztikai szoftvercsomaggal végeztük.

EREDMÉNYEK

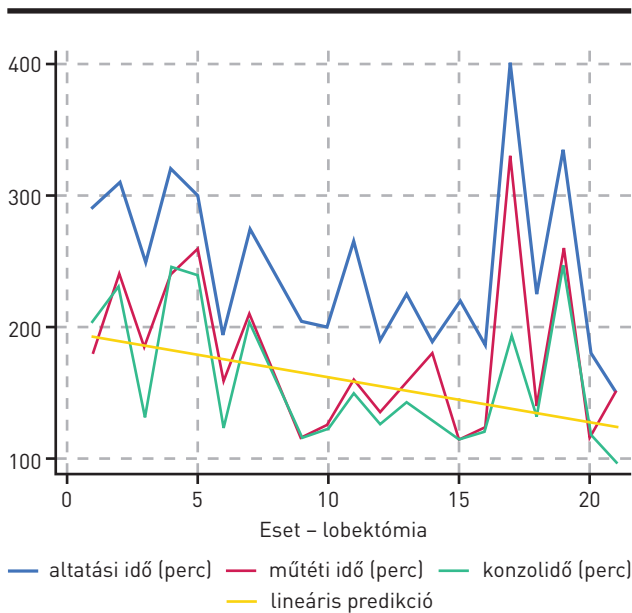
Betegek

A betegek klinikopatológiai jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze. Ezek közül kiemelendő, hogy a robottal operált betegek 60%-a nő, és majdnem fele 65 év feletti volt. Az esetek 81%-ában a végleges szövettan rosszindulatú betegséget igazolt. A vizsgált 8 hónapos periódusban a betegek 75%-át operáltuk minimálinvazív módszerrel, ami 10%-os növekedést jelent a 2022-es évhez képest.

A posztoperatív időszak vizsgálatok a 150 anatómiai reszekció adatait elemeztük. Az átlagos kórházi tartózkodás 5,2 nap, míg a medián 4 nap volt lobektómia esetén. A mellkasi

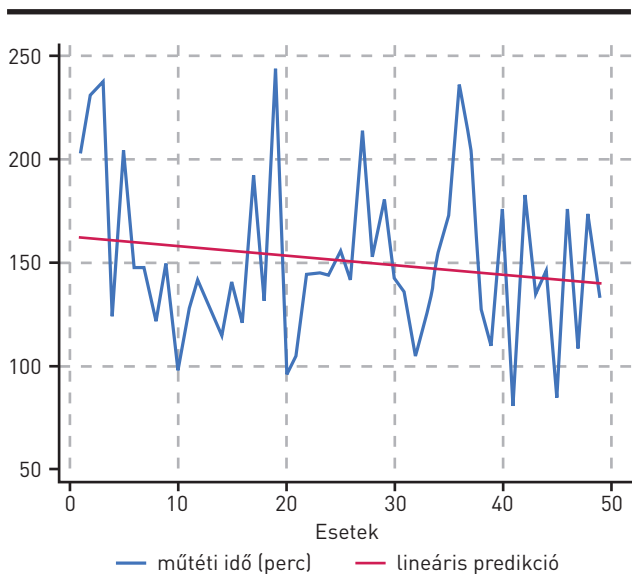
1. TÁBLÁZAT. A robot segítségével operált első 300 beteg klinikopatológiai jellemzői

	Betegek száma (%)
Összes beteg	300 (100%)
Kor (év)	
<55	62 (21%)
55–64	97 (32%)
65	141 (47%)
Dohányzás	
Nem (soha)	96 (32%)
Igen (valaha)	204 (68%)
Nem	
Nő	180 (60%)
Férfi	120 (40%)
ECOG	
0	148 (49%)
1	152 (51%)
Malignus	
Igen	243 (81%)
Nem	57 (19%)
Stádium	
I	134 (55%)
II	90 (37%)
III	19 (8%)
Műtét	
Anatómiai tüdőreszekció	150 (50%)
Atípusos tüdőreszekció	65 (22%)
Mediasztinális műtét	45 (15%)
Egyéb	40 (13%)



2. ÁBRA. Tanulási görbe – a vezető szerző által végzett első 21 lobektómia altatási, műteti idő (bőrmetszéstől bőrvarratig), valamint konzolidációje (tényleges operációs konzolban töltött idő). Sárga vonallal az illesztett lineáris regresszió látható, ami szignifikáns gyorsulást jelez (koefficiens: $-3,41$, $p=0,05$)

draint átlagosan a 2. napon (medián: 1. nap) távolítottuk el. Az esetek 1,8%-ánál kényszerültünk konverzióra, ilyenkor poszterolaterális torakotómiát alkalmaztunk. A műteti morbiditás 10,6% volt, ebből kiemelendő, hogy légáteresztést a posztoperatív első napon az esetek 8%-ában észleltünk, reoperációt azonban csupán 2%-ban kellett végeznünk. Egy



3. ÁBRA. Műteti idő az első 49 lobektómia esetén. A kezdeti szignifikáns gyorsulás lelassult (lineáris regressziós koefficiens: $-0,45$, $p=0,279$)

betegét veszítettünk el betegségének késői szövődményei következtében.

A „learning curve” vizsgálatok a vezető szerző (G. Á.) által operált esetekre fókuszáltunk ($n=132$). A medián altatási idő 180 perc, a medián műteti idő 107,5 perc, míg a medián tényleges konzolidáció 96 perc volt. Az első 21 lobektómia esetén a műteti, illetve konzolidáció 202 és 187 percről 135 és 115 percre csökkent (lineáris regressziós koefficiens: $-3,41$, $p=0,05$; 2. ábra), ez a gyorsulás később (22–49. eset) kevésbé megfigyelhető (lineáris regressziós koefficiens $-0,45$, $p=0,279$; 3. ábra).

A tanulási időszak alatt operált betegek adatait összehasonlítottuk ugyanazon sebész korábbi műtéteinek eredményeivel. Három csoport értékeit vizsgáltuk: 1) robotasszisztált lobektómián átesett betegek ($n=30$); 2) VATS lobektómián átesett betegek ($n=30$); 3) nyitott lobektómián átesett betegek ($n=30$). A betegek bevonásánál a 2-es és 3-as csoportba a vezető szerző legfrissebben operált eseteit válogattuk be, a minimálinvazív mellkasi műtétekre vonatkozó általános feltételek alkalmazásával, hogy az időközben szerzett tapasztalat a lehető legkevesbé befolyásolja az eredményeket. A minimálinvazív és nyitott műtétek között a sztenderd operabilitási és reszekabilitási kritériumok alapján választottunk. A VATS és robotasszisztált csoportok bevonási kritériuma nem különbözött. A klinikopatológiai paraméterek és a legfontosabb posztoperatív mutatók a 2. táblázatban láthatóak. A klinikopatológiai mutatók között nem volt szignifikáns különbség a három csoport között (propensity score matchingre nem volt lehetőség a korlátozott esetszám miatt). A kórházi tartózkodás robotasszisztált lobektómia esetén 5,2, VATS esetén 5,3, míg nyitott műtét esetén 5,7 nap volt. Összesen 6,9 nap intenzív osztályos kezelésre volt szükség a robotcsoportban, míg 17,1 napra a VATS-csoportban és 12,5 napra a nyitott csoportban. A morbiditás 10%, 15,7%, valamint 18% volt a három csoportban. A drainviselés átlagosan 2 nap volt a RATS-csoportban, míg 2,9, illetve 2,6 nap a VATS- és nyitott csoportban. A RATS-csoport szignifikánsan kevesebb időt töltött az intenzív osztályon ($p=0,034$), valamint korábban el tudtuk távolítani a mellkasi drain (p=0,048).

Tapasztalatunk szerint egy műtét során több nyirokcsomót távolítottunk el robot segítségével. Az első lobektómiák adatainak elemzésénél azt találtuk, hogy átlagosan majdnem minden lebeny esetén több mediasztinális nyirokcsomót távolítottunk el, mint VATS segítségével (összes átlag: RATS vs. VATS: 10,12 vs. 5,17, $p=0,001862$, 4. ábra). A kezdeti számokból azonban messzemenő következtetéseket nem szabad levonni, ugyanis az esetek megfelelő párosítására még nem volt lehetőség.

KÖVETKEZTETÉSEK

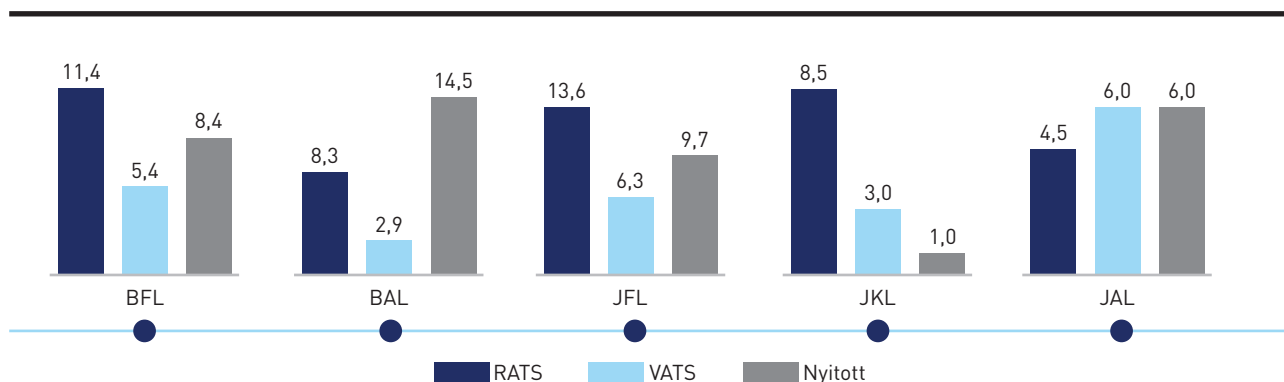
A robotsebészet bevezetése teljesen átalakította az Országos Onkológiai Intézet Mellkasebészeti Osztályának működését. A minimálinvazív technikával operált betegek aránya 65%-ról 75%-ra nőtt a vizsgált időszakban, ami a betegek számára egy rendkívül kedvező változás. Ennek hátterében részben

2. TÁBLÁZAT. A betegek klinikopatológiai jellemzői és a posztoperatív mutatók RATS, VATS, illetve nyitott műtétek esetén

Műtéti technika	RATS	VATS	Nyitott	p-érték
Betegek száma	30	30	30	
Kor átlag (év)	64,3	67,34	61,15	0,077
Dohányzás				
Nem (soha)	12 (40%)	8 (27%)	6 (20%)	0,22
Igen (valaha)	18 (60%)	22 (73%)	24 (80%)	
Nem				
Nő	17 (57%)	18 (60%)	18 (60%)	0,8
Férfi	13 (43%)	12 (40%)	12 (40%)	
ECOG				
0	17 (57%)	24 (80%)	23 (77%)	0,06
1	13 (43%)	6 (20%)	7 (23%)	
Malignus				
Igen	25 (83%)	23 (77%)	22 (73%)	0,23
Nem	5 (17%)	7 (23%)	8 (27%)	
Stádium				
I	16 (53%)	14 (47%)	13 (43%)	0,31
II	10 (33%)	12 (40%)	11 (37%)	
III	4 (13%)	4 (13%)	6 (20%)	
Átlagos kórházi tartózkodás (nap)	5,2	5,3	5,7	0,15
Intenzív osztályon töltött napok száma összesen	6,9	17,1	12,5	0,034
Morbiditás	10%	15,7%	18%	0,09
Drainviselés ideje	2	2,9	2,6	0,048
Légáteresztés az 1. napon	13,3 %	17,1%	9,4%	0,14

az állhat, hogy a robot segítségével komplexebb eseteket is megpróbálunk minimálinvazív módon megoperálni, azonban sok más tényező is közrejátszhat.

Általános tapasztalatként elmondható, hogy képzett VATS sebész számára a tanulási időszak kifejezetten rövid (kb. 25–30 műtét) és a haptikus visszajelzés hiánya gyorsan megszokható.



Statisztika: RATS vs. VATS – Átlag: 10,12 vs. 5,17; p=0,001862

4. ÁBRA. Eltávolított mediasztinális nyirokcsomók átlagos száma lebenyenként (első 30 eset)

A posztoperatív mutatók kedvezően alakultak az első 8 hónapban, ami alapján kimondható, hogy a robot a mi centrumunkban is biztonsággal volt alkalmazható. Fontos lenne felmérni a posztoperatív fájdalom szintjét a különböző műtétek esetén, hogy a betegeknek a legmegfelelőbb kezelést nyújthassuk, ugyanis ebben a nemzetközi irodalmi adatok is igen ellentmondásosak. Saját tapasztalatunk, hogy a betegek egy jelentős része a műtét után minimális fájdalmat érez robotasszisztált műtétet követően, azonban kis részüknél hosszú távú neurogén fájdalom alakul ki.

Az első 30 lobektómia összehasonlítása is alátámasztotta, hogy robotasszisztált módon átlagosan több nyirokcsomó kerül eltávolításra. Ennek jelentősége azoknál a betegeknél van,

akiknek nem várt N1 vagy N2-es nyirokcsomó-érintettsége van (kb. az esetek 10%-a). Logikus feltételezés, hogy ezek közül a betegek közül többet fedezünk fel a robot segítségével. Ennek hosszú távú hatása a túlélésre azonban még nem bizonyított. Ma és munkatársai egy nagy, 11 247 beteget vizsgáló metaanalízisben azt találták, hogy a RATS során több nyirokcsomót távolítottak el a sebészek [17], míg a műtéti idő nem nőtt. Három randomizált vizsgálat hasonlította eddig össze a RATS és VATS technikát nem kissejtes tüdőrák kezelésében. Mindhárom vizsgálat azt találta, hogy robot segítségével több nyirokcsomót távolítanak el a sebészek, azonban sem a túlélésben, sem a posztoperatív fájdalomban nem találtak különbséget a két technika között [11, 18, 19].

IRODALOM

- Melfi FM, Ambrogi MC, Lucchi M, Mussi A. Video robotic lobectomy. *Multimed Man Cardiothorac Surg* 2005:mmcts 2004 000448, 2005
- Melfi FM, Menconi GF, Mariani AM, Angeletti CA. Early experience with robotic technology for thoracoscopic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 21:864–868, 2002
- Morgan JA, Ginsburg ME, Sonett JR, et al. Advanced thoracoscopic procedures are facilitated by computer-aided robotic technology. *Eur J Cardiothorac Surg* 23:883–887, 2003
- Shugaba A, Lambert JE, Bampouras TM, et al. Should all minimal access surgery be robot-assisted? A systematic review into the musculoskeletal and cognitive demands of laparoscopic and robot-assisted laparoscopic surgery. *J Gastrointest Surg* 26:1520–1530, 2022
- Cerfolio RJ. Total port approach for robotic lobectomy. *Thorac Surg Clin* 24:151–156, 2014
- Ramadan OI, Cerfolio RJ, Wei B. Tips and tricks to decrease the duration of operation in robotic surgery for lung cancer. *J Vis Surg* 3:11, 2017
- Cerfolio RJ, Bryant AS. How to teach robotic pulmonary resection. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 25:76–82, 2013
- Novellis P, Bottoni E, Voulaz E, et al. Robotic surgery, video-assisted thoracic surgery, and open surgery for early stage lung cancer: comparison of costs and outcomes at a single institute. *J Thorac Dis* 10:790–798, 2018
- Veronesi G, Novellis P, Voulaz E, Alloisio M. Robot-assisted surgery for lung cancer: State of the art and perspectives. *Lung Cancer* 101:28–34, 2016
- Cerfolio RJ, Ghanim AF, Dylewski M, et al. The long-term survival of robotic lobectomy for non-small cell lung cancer: A multi-institutional study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 155:778–786, 2018
- Terra RM, Araujo P, Lauricella LL, et al. A Brazilian randomized study: Robotic-Assisted vs. Video-assisted lung lobectomy Outcomes (BRAVO trial). *J Bras Pneumol* 48:e20210464, 2022
- Williams AM, Zhao L, Grenda TR, et al. Higher long-term quality of life metrics after video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy compared with robotic-assisted lobectomy. *Ann Thorac Surg* 113:1591–1597, 2022
- O'Connor LA, Dua A, Orhurhu V, et al. Opioid requirements after intercostal cryoanalgesia in thoracic surgery. *J Surg Res* 274:232–241, 2022
- Finnerty DT, McMahon A, McNamara JR, et al. Comparing erector spinae plane block with serratus anterior plane block for minimally invasive thoracic surgery: a randomised clinical trial. *Br J Anaesth* 125:802–810, 2020
- Rincavage M, Hammond L, Reddy S, et al. Pain control using liposomal bupivacaine versus bupivacaine for robotic assisted thoracic surgery. *Int J Clin Pharm* 41:258–263, 2019
- Qsous G, Downes A, Carroll B, et al. A comparison of the differences in postoperative chronic pain between video-assisted and robotic-assisted approaches in thoracic surgery. *Cureus* 14:e31688, 2022
- Ma J, Li X, Zhao S, et al. Robot-assisted thoracic surgery versus video-assisted thoracic surgery for lung lobectomy or segmentectomy in patients with non-small cell lung cancer: a meta-analysis. *BMC Cancer* 21:498, 2021
- Jin R, Zhang Z, Zheng Y, et al. Health-related quality of life following robotic-assisted or video-assisted lobectomy in patients with non-small cell lung cancer: results from the RVlob randomized clinical trial. *Chest* 163:1576–1588, 2023
- Veronesi G, Abbas AE, Muriana P, et al. Perioperative outcome of robotic approach versus manual videothoracoscopic major resection in patients affected by early lung cancer: results of a randomized multicentric study (ROMAN study). *Front Oncol* 11:726408, 2021