

Új laparoszkópos vesetumor-reszekció gyakorló modell kifejlesztése

Sarlós Donát Péter dr., Czétány Péter med.

PTE KK, Urológiai Klinika, Pécs (igazgató: Szántó Árpád dr.)

Levezézési cím:
Dr. Sarlós Donát Péter
7621 Pécs, Munkácsy M. u. 2.
E-mail:
donat.peter.sarlos@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Célkitűzés: A vesedaganatok laparoszkópos reszekciójának gyakorlására szolgáló eszközök nem állnak rendelkezésre széles körben. Munkánk célja egy bárki számára elérhető parciális nephrectomia (PN) gyakorlómodell kifejlesztése volt.

Anyagok és módszer: A modell alapja közepes sűrűségű, nyílt pórusszerkezetű poliuretán hab, amire szilikon tömítőanyagból egy tumort készítünk. A daganat vérellátását végző ereket latex katéterrel, a vese üregrendszerét latex gumikesztyű ujjával szimuláltuk. A pelvitrainerbe helyezett modell hasznosságát orvostanhallgatók bevonásával teszteltük, akik összesen 160 szimulált PN-t végeztek el. A beavatkozások pontos dokumentációja mellett a hallgatók laparoszkópos ügyességének fejlődését virtuális valóság szimulátor segítségével vizsgáltuk.

Eredmények: A modellen élethűen gyakorolhatók a PN egyes lépései, mint a tumor kimetszése, a tumorlap képleteinek ellátása és a veseparenchyma zárása, mindeközben műtéti terület vérzése és vizeletes ázása is szimulálható. Több modell egyidejű elkészítése esetén egy modell anyagára átlagos minőségű alapanyagokból körülbelül 200 Ft, és körülbelül 7,5 perc alatt elkészíthető. A modell tesztelése során szignifikáns javulást észleltünk a reszekciós időben, (746 ± 338 s vs. 244 ± 123 s, $p < 0,01$), a behelyezett öltések számában ($1 [0-2]$ vs. $4,5 [2-5,5]$, $p < 0,05$) és a vérvesztésben ($19,1 \pm 2,6$ ml vs. $15,7 \pm 4,9$ ml, $p < 0,05$). A hallgatók fogási, vágási és öltési ügyessége javult, a felesleges mozgásaik csökkentek.

Következtetések: Az általunk készített modell hasznosságát kísérleteink során igazoltuk. Reményeink szerint a jövőben az urológiai készségfejlesztésben kollégáink sikerrel használják majd.

KULCSSZAVAK

VESERESZEKCIÓ, LAPAROSZKÓPIA, GYAKORLÓMODELL

Development of a laparoscopic partial nephrectomy training model

SUMMARY

Objective: Urologists seek opportunities for the development of surgical skills. Our objective was the development of a laparoscopic partial nephrectomy (PN) training model.

Methods: The base of the PN model is polyurethane foam, in which a silicone artificial tumour is implanted. Latex Foley catheter and examination glove fingers are used to simulate vessels and collecting system. Sixteen medical students, who were novice in laparoscopy tested the model, performing a total of 160 PNs. CAE LapVR laparoscopic virtual-reality surgical simulator was used to test laparoscopic dexterity before and after the training.

Results: The model's mechanic properties show good similarity with the normal human kidney. The steps of the PN operation can be trained, bleeding and urine leakage can be simulated. The price of the materials for one model is under 1 Euro and can be self-produced in less than 10 minutes. During the testing candidates showed a significant progression in resection time (746 ± 338 s vs. 244 ± 123 s, $p < 0.01$), number of stitches placed ($1 [0-2]$ vs. $4.5 [2-5.5]$, $p < 0.05$) and post-operative bleeding (19.1 ± 2.6 ml vs. 15.7 ± 4.9 ml, $p < 0.05$). Laparoscopic peg transfer, cutting and stitching dexterity has improved, along with significant reduction of unnecessary movements.

Conclusions: We created a widely available and low cost model for PN training that has been proven to better laparoscopic surgical skills. We hope it will help advance skill training in urology and flatten PN learning curves.

KEYWORDS

PARTIAL NEPHRECTOMY, LAPAROSCOPY, TRAINING MODEL

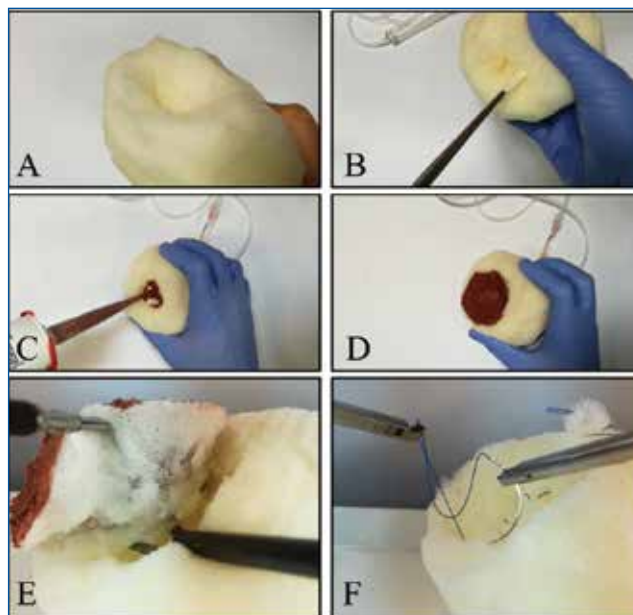
Bevezetés

A radikális és a parciális nephrectomia (PN) onkológiai eredményessége hasonló. A mai európai irányelvek szerint a vesedaganatok eltávolításakor az olykor nagyobb kihívást jelentő nephron-kímélő

sebészetre kell törekedni (1). A sebészeti szimulációs oktatás jelentősen javítja a gyakorolt beavatkozások tanulási görbét (2). A laparoszkópos PN gyakorlására több modellt kifejlesztettek korábban, azonban egyik sem elérhető széles körben. Munkánk célja egy mindenki számára rendelkezésre álló modell kifejlesztése volt.

Anyagok és módszer

A modell elkészítéséhez közepes sűrűségű poliuretán habmatracot, 12 Ch-es latex Foley-katétert, latex gumikesztyűt, és polisziloxán (szilikon) tömítőanyagot használtunk fel. A poliuretán alapot veseformájúra munkáltuk meg úgy, hogy az $13\pm 0,5$ cm hosszú és $7\pm 0,5$ cm széles legyen. Az alsó részt meghagytuk laposnak, annak érdekében, hogy a gyakorló doboz aljához könnyebb legyen hozzárögzíteni. Standardizált predilekciós helyeken a vese pólusától 1,5 cm-re, a ventralis felszínen 2,5 cm-es félgömb formájú részt vágunk ki a modelltől, ez jelképezte a tumor alapját. Két előre meghatározott pontban a tumoralap középpontjától 0,5 cm távolságban járatokat alakítottunk ki. Ezekbe egy körülbelül 7 cm-es katéterdarabot és egy gumikesztyű levágott ujját ragasztottuk be a járatba előre beadagolt átlátszó szilikonnal. Előbbi egy érképletet, utóbbi a műtét során megnyíló veseüregrendszer modellezi. A katéteren és a gumikesztyűujjon keresztül vérzés és vizeletes ázás szimulálása céljából, infúziós szerelék segítségével folyadék áramoltatható át. Ezt követően a tumorlapot púposan feltöltöttük szilikonnal, amit körülbelül 50%-ban endophytikus gömb formájúra formáztunk, ez jelképezte a daganatot (R.ENA.L. score 6a, PADUA score 7) (3, 4). A szilikon tömítőanyagának az optimális kötöttség eléréséhez körülbelül 48 órára van szüksége. A modell alapjára erős kétoldali szivacsos szigetelőszalagot helyeztünk, amit a modellhez két külön öltéssel is hozzáragasztottunk. Ennek segítségével a modell a pelvitainer aljához rögzíthető. A modell tesztelését tizenhat önként jelentkező orvostanhallgató bevonásával végeztük. Mindnyájan tantervük részeként a sebészeti műtéttant alapszinten elsajátították, ahol a laparoszkópia alapjait megismerték. További laparoszkópos tapasztalattal nem rendelkeztek. A kísérlet során öt nap alatt fejenként összesen tíz szimulált laparoszkópos parciális nephrectomiát kellett elvégezniük, amikre egyenként 20 perc időtartam állt rendelkezésükre. Ezen idő alatt kellett végrehajtaniuk a daganat kimetszését, és behelyezni egy tovaftató mély öltéssort úgy, hogy az legalább öt öltésből álljon, ezek közül kettővel az érképletet, kettővel pedig az üregrendszert igyekezzenek zárni. A rendelkezésre álló laparoszkópos eszközök a Maryland-disszektor, Metzenbaum-olló és két tűfogó voltak. A varróanyag egy 26 mm $\frac{1}{2}$ -es vágó élű tűvel ellátott 3-0 polipropilén fonal volt, ami 19 cm hosszú volt, és a végére egy 1x1 cm-es összehajtogatott gézlapot csomóztunk, hasonlóan a korábban Klinikánk laparoszkópos munkacsoportja által bemutatott pécsi módszerhez (5) (1. ábra). A varratsor hatékonyságának vizsgálatához a modellen található katéterhez és kesztyűujjhoz infúziós szerelékkel csatlakoztattunk és 50 H₂O



1. ÁBRA: A MODELL ELKÉSZÍTÉSE ÉS HASZNÁLATA

A: AZ ALAP MEGFORMÁLÁSA B: ÉRKÉPLET ÉS ÜREGRENDSZER BERAGASZTÁSA; C: TUMORMASSZA KIALAKÍTÁSA; D: ELKÉSZÜLT MODELL; E: SZIMULÁLT VESETUMOR-RESZEKCIÓ; F: TUMORALAP ELLÁTÁSA

cm-es nyomással folyadékot vezettünk bele. A szimulált vérzés és vizeletes ázás mennyiségének mérését 15 másodpercig folytattuk minden esetben. A laparoszkópos készségeket a kísérlet előtt és után CAE LapVR laparoszkópos virtuális valóság szimulátorban mértük fel.

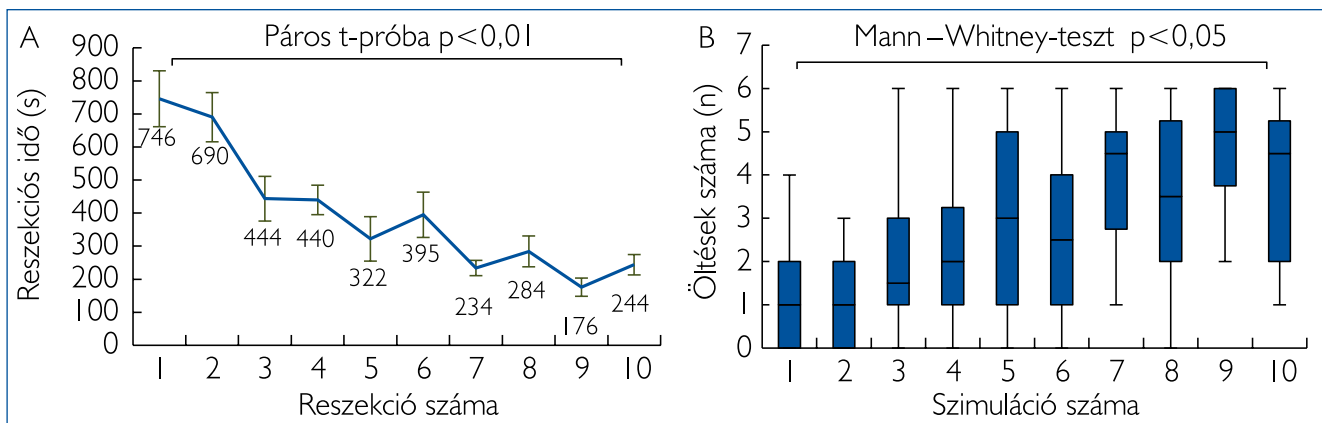
Az adatokat Microsoft Excel táblázatokban összesítettük, elemzésükre IBM SPSS 22.0 programcsomagot használtunk. A változók összehasonlítására páros t-próbát, Mann-Whitney-próbát, vagy Wilcoxon-féle előjeles rangösszeg próbát használtunk.

Eredmények

Több modell egyidejű elkészítésekor az egy darab elkészítéséhez szükséges idő körülbelül 7,5 perc, a költségek összesen körülbelül 200 Ft-ot tesznek ki. A felhasznált szivacs anyag kedvező mechanikai tulajdonságokkal bír, könnyedén vágható ollóval, megfelelően rögzül hozzá a szilikon ragasztó és jól tartja az öltéseket. A kiadások kalkulációját az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. TÁBLÁZAT: A MODELL ELKÉSZÍTÉSÉVEL KAPCSOLATOS KIADÁSOK ÖSSZEFOGLALÁSA

Anyag	Modellek száma	Hozzávetőleges ár (Ft)	Modellenkénti ár (Ft/db)
Poliuretán habmatrac	225	11 000	49
Szilikon	16	1300	81
Gumikesztyű	10	100	10
Foley-katéter	3	260	87
Összesen			227



2. ÁBRA: A RESZEKCIÓS IDŐ (A) ÉS A BEHELYEZETT ÖLTÉSEK SZÁMÁNAK (B) ALAKULÁSA A KÍSÉRLET SORÁN

A modell tesztelése során az első és a tizedik beavatkozást összehasonlítva jelentősen csökkent a kimetszéshez szükséges idő (746 ± 338 s vs. 244 ± 123 s, $p < 0,01$) (2. ábra). A kísérlet előrehaladtával jelentősen nőtt a behelyezett öltések száma (1 [0–2] vs. 4,5 [2–5,5] $p < 0,05$). A kiértékelés során az első, és a tizedik mintát összehasonlítva jelentősen csökkent a szimulált vérzés mennyisége ($19,1 \pm 2,6$ ml vs. $15,7 \pm 4,9$ ml, $p < 0,05$), ám a vizeletes ázás változatlan maradt ($19,6 \pm 4,9$ ml vs. $20,9 \pm 5,6$ ml, $p = 0,507$). A laparoszkópos szimulátoron végzett mérések szignifikáns javulást mutattak mind a peg transzfer és a vágási feladatok végrehajtásában, ahol nemcsak a feladatok végrehajtásához szükséges idő, hanem a felesleges kézmozgások és a feladat közbeni hibák is jelentősen csökkentek. A felmérés eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Megbeszélés

A vesedaganatok prevalenciája világszerte növekszik, eközben a modern képpalkotó módszereket egyre szélesebb körben alkalmazzák. Az incidentálisan felfedezett kisméretű vesetér-foglalások száma évről évre magasabb, emiatt a minimálisan invazív technikával végzett parciális nephrectomiák száma meg-

emelkedett. Az ilyen műtétek elvégzéséhez szükséges műtéti-technikai készségeket célszerű minél korábban és biztonságos környezetben elsajátítani. Több mint tíz éve léteznek modellek a parciális nephrectomia gyakorlásához. Az első készítmények sertés veséjét használták alapnak (6–10). Azon kívül, hogy a veseüregrendszer morfológiája különbözik, ez egy rendkívül valóság-hű szimulációt tesz lehetővé, akár in vivo is. A hátránya a disznóvesének az esetleges beszerzés, a romlandóság és annak a nehézsége, hogy a parenchymába egy artifizciális tumort stabilan rögzítsünk (11).

Több vesemodellt készítettek a háromdimenziós nyomtatás segítségével, ezek ma a legmodernebb készítmények. Ezek felhasználási területébe a gyakorlón kívül a műtéti tervezés, és a betegek pontosabb felvilágosítása is beletartozik (12–19). Egy részüknél a nyomtatóval a teljes modellt elkészítik, másoknál egy negatív öntőformát képeznek. A képpalkotó szoftverekkel való fúzió technológiájával esetspecifikus modellek készíthetők. A módszer hátránya, hogy napjainkban kevésbé elterjedt és nagyon költséges.

A virtuális valóság tréner fejlesztésével lehetőség nyílik olyan szoftverek kifejlesztésére, amiken a parciális nephrectomia is gyakorolható szcenárió lehet (20). Jelenleg ezek drágák és korlátozott a hozzáférhetőségük.

2. TÁBLÁZAT: A LAPAROSZKÓPOS SZIMULÁTORRAL VÉGZETT MÉRÉSEK ADATAI A MODELLEN TÖRTÉNT GYAKORLÁS ELŐTT ÉS UTÁN (SD: SZÓRÁS, IQR: INTERKVARTILIS TERJEDELEM)

Feladatok adatai	Gyakorlás előtt	Gyakorlás után	p-értékek
Peg transzfer idő, s (SD)	170,3 (47,7)	116,7 (33,7)	$p < 0,01$
Peg transzfer kézmozgások, mm (SD)	6673 (1714)	5064 (1117)	$p < 0,05$
Leejtett pegek száma, n /IQR/	1 (0–2)	0 (0–1)	$p < 0,05$
Vágás idő, s (SD)	312,5 (92,9)	159,8 (40,5)	$p < 0,01$
Vágás kézmozgások, mm (SD)	7307 (3187)	4173 (924)	$p < 0,01$
Elhibázott vágások száma, n /IQR/	12,5 (5–18)	6,5 (2–10)	$p < 0,05$
Varrási idő, s (SD)	170,6 (120,2)	97,7 (68,7)	$p = 0,079$
Varrási kézmozgások, mm (SD)	5024 (4006)	3347 (1930)	$p = 0,192$
Leejtett tűk száma, n /IQR/	0 (0–2)	0 (0–1)	$p = 0,440$

Munkacsoportunkkal egy olyan gyakorlómodellt mutatunk be, aminek a fő előnyei a könnyű és olcsó elkészíthetőség, és a jó eltarthatóság. A modell megfelelő élethűség mellett intraoperatív vagy posztoperatív vérzés és vizelet ázás szimulációjára is alkalmas. A kutatásunkban részt vevő hallgatók jelentős fejlődést mutatnak a tumor kimetszésének idejét ($p < 0,01$), az öltések számát ($p < 0,05$) és a posztoperatív vérzést illetően ($p < 0,05$). A javuló varrási technika ellenére a szimulált vizeletes ázásban nem tapasztaltunk javulást. Ennek okát abban látjuk, hogy a modellbe ágyazott gumikesztyűujj víztartó bezárása az utasításaink szerint behelyezett két öltéssel csak kivételes esetekben sikerül. Kísérleteink során az irodalomban elsőként használtunk mérőeszközként laparoszkópos virtuális valóság tréneret. Ez a módszer a feladatok végrehajtását és a kísérleti egyének fejlődésének precíz dokumentációját teszi lehetővé.

Bízunk benne, hogy többen kedvet kapnak hasonló gyakorlóeszközök készítéséhez, és az urológus szakorvosképzésben a sebészeti szimulációs oktatás tárháza tovább bővíthet.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki Dr. Pusztai Csabának, Dr. Bányai Dánielnek, Hargitainé Óbert Erzsébetnek és Pandúr Melindának a PTE KK Urológiai Klinikáról, Dr. Varga Tamásnak és Baranyainé Boskovics Gabriellának a PTE KK Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikáról, Dr. Varga Péternek és Jakabovics Adriennek a PTE ÁOK Sebészeti Oktató és Kutató Intézetből, Dr. Maróti Péternek a PTE ÁOK Sebészeti Szimulációs Központból és valamennyi, a kísérletben részt vevő hallgatónak a munkában nyújtott segítségükért.

Irodalom

- Ljungberg B, Albiges L, Bensalah K, et al. EAU Guidelines on Renal Cell Carcinoma. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress London: 2017. p. 22–40.
- Chow AK, Sherer BA, Yura E et al. Urology Residents' Experience and Attitude Toward Surgical Simulation: Presenting our 4-Year Experience With a Multi-institutional, Multi-modality Simulation Model. *Urology* 2017; 109: 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2017.05.037>
- Kutikov A, Uzzo RG. The R.E.N.A.L. nephrometry score: a comprehensive standardized system for quantitating renal tumor size, location and depth. *J Urol* 2009; 182: 844–853. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2009.05.035>
- Ficarra V, Novara G, Secco S et al. Preoperative aspects and dimensions used for an anatomical (PADUA) classification of renal tumours in patients who are candidates for nephron-sparing surgery. *Eur Urol* 2009; 56: 786–793. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2009.07.040>
- Pusztai Cs, Bagheri F, Bányai D, et al. Laparoszkópos parciális nephrectomia – A pécsi módszer. *Magyar Urológia* 2013; 25 (1): 12–19
- Hidalgo J, Belani J, Maxwell K et al. Development of exophytic tumor model for laparoscopic partial nephrectomy: technique and initial experience. *Urology* 2005; 65: 872–876. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2004.12.002>
- Yang B, Zeng Q, Yinghao S et al. A novel training model for laparoscopic partial nephrectomy using porcine kidney. *J Endourol* 2009; 23: 2029–2033. <https://doi.org/10.1089/end.2009.0245>
- Ames CD, Vanlangendonck R, Morrissey K et al. Evaluation of surgical models for renal collecting system closure during laparoscopic partial nephrectomy. *Urology* 2005; 66: 451–454. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2005.03.033>
- Rouach Y, Timsit MO, Delongchamps NB et al. [Laparoscopic partial nephrectomy: urology resident learning curve on a porcine model]. *Prog Urol* 2008; 18: 344–350. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2008.03.009>
- Eun D, Bhandari A, Boris R et al. A novel technique for creating solid renal pseudotumors and renal vein-inferior vena caval pseudothrombus in a porcine and cadaveric model. *J Urol* 2008; 180: 1510–1514. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2008.06.005>
- Hung AJ, Ng CK, Patil MB et al. Validation of a novel robotic-assisted partial nephrectomy surgical training model. *BJU Int* 2012; 110: 870–874. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2012.10953.x>
- Porpiglia F, Bertolo R, Checucci E et al. Development and validation of 3D printed virtual models for robot-assisted radical prostatectomy and partial nephrectomy: urologists' and patients' perception. *World J Urol* 2018; 36(2): 201–207. <https://doi.org/10.1007/s00345-017-2126-1>
- Fernandez A, Chen E, Moore J et al. A phantom model as a teaching modality for laparoscopic partial nephrectomy. *J Endourol* 2012; 26: 1–5. <https://doi.org/10.1089/end.2011.0131>
- Abdelshehid CS, Quach S, Nelson C et al. High-fidelity simulation-based team training in urology: evaluation of technical and nontechnical skills of urology residents during laparoscopic partial nephrectomy. *J Surg Educ* 2013; 70: 588–595. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.04.009>
- Zhang Y, Ge HW, Li NC et al. Evaluation of three-dimensional printing for laparoscopic partial nephrectomy of renal tumors: a preliminary report. *World J Urol* 2016; 34: 533–537. <https://doi.org/10.1007/s00345-015-1530-7>
- Bernhard JC, Isotani S, Matsugasumi T et al. Personalized 3D printed model of kidney and tumor anatomy: a useful tool for patient education. *World J Urol* 2016; 34: 337–345. <https://doi.org/10.1007/s00345-015-1632-2>
- von Rundstedt FC, Scovell JM, Agrawal S et al. Utility of patient-specific silicone renal models for planning and rehearsal of complex tumour resections prior to robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy. *BJU Int* 2017; 119: 598–604. <https://doi.org/10.1111/bju.13712>
- Maddox MM, Feibus A, Liu J et al. 3D-printed soft-tissue physical models of renal malignancies for individualized surgical simulation: a feasibility study. *J Robot Surg* 2017. <https://doi.org/10.1007/s11701-017-0680-6>
- Golab A, Smektala T, Kaczmarek K et al. Laparoscopic Partial Nephrectomy Supported by Training Involving Personalized Silicone Replica Poured in Three-Dimensional Printed Casting Mold. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2017; 27: 420–422. <https://doi.org/10.1089/lap.2016.0596>
- Hung AJ, Shah SH, Dalag L et al. Development and Validation of a Novel Robotic Procedure Specific Simulation Platform: Partial Nephrectomy. *J Urol* 2015; 194: 520–526. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2015.02.2949>