# Wat is de plaats van robotische heelkunde in KinderUrologie?

#  “It’s no longer blood and guts, but it is bits and bytes”([1](#_ENREF_1))

Anne-Françoise Spinoit, David Mannaert, Piet Hoebeke

### Robotische heelkunde: Waar komt het vandaan?

Endoscopisch onderzoek van de buikholte werd voor het eerst uitgevoerd in 1901 door George Kelling, die daarbij het begrip "Celioscopy" introduceerde. Hoewel het een belangrijke mijlpaal in de chirurgische geschiedenis zou worden, verliep de ontwikkeling ervan aanvankelijk met ups en downs. Het gebruik van een cystoscoop voor diagnostische doeleinden in de buikholte raakte verder verspreid en met de invoering van de CO² om visie en ruimte te verbeteren, perfectioneerden de gynaecologen wat intussen bekend geworden was als "laparoscopie".

De term 'minimaal invasieve chirurgie (Engels: ‘Minimal-Invasive Surgery’ of MIS) werd voor het eerst gebruikt in 1987 door een Britse uroloog, John Wickham, die de evolutie becommentarieerde van de "brutale en ablatieve" middeleeuwse chirurgie tot de hedendaagse inspanningen om de impact van de operatie op de patiënt tot een minimum te beperken ([2](#_ENREF_2)).

Door de hogere kosten voor materiaal en de langere operatietijden, in vergelijking met de open benadering, raakten therapeutische laparoscopische behandelingen bij volwassenen pas in de jaren ’90 van vorige eeuw algemeen ingeburgerd.

Een ander belangrijk nadeel van MIS in de pioniersjaren was het onvermogen om een duidelijk verschil in postoperatieve hersteltijd aan te tonen ([3](#_ENREF_3)). Het duurde nog ettelijke jaren voor de voordelen in termen van kortere herstelperiode, met betere functionele en gelijkwaardige oncologische resultaten als bij open chirurgie konden worden aangetoond ([4-6](#_ENREF_4)).

Hoewel de toepassing van MIS bij volwassenen al snel uitgeprobeerd werd, volgde minimaal invasieve chrirugie bij kinderen pas later, met de eerste vermelding van een laparoscopie in 1976 als diagnostisch hulpmiddel voor cryptorchisme ([7](#_ENREF_7)). Een wijdverbreide toepassing werd waarschijnlijk tegengehouden door de angst voor de fysiologische veranderingen die insufflatie uiteindelijk zou kunnen veroorzaken bij kinderen, gezien de relatief kleine grootte van de holten.

### Robot-geassisteerde heelkunde bij kinderen: Wat zijn de uitdagingen?

### op vlak van anesthesie

Insufflatie verhoogt inderdaad de abdominale druk, waardoor het diaphragma naar craniaal beweegt en de compliance ook afneemt. De toegenomen abdominale druk, de positionering van het kind met mogelijks hoofd naar beneden en CO² absorptie zijn belangrijke elementen waar de anesthesist rekening moet mee houden, aangezien deze de cardiovasculaire functie zouden kunnen aantasten, de luchtverversing veranderen, cerebrale vaatverwijding veroorzaken en een invloed hebben op de urineproductie ([8-10](#_ENREF_8)). De ademhalingsfrequentie, de peak-pressure in de luchtwegen en de end tidal CO² nemen aanzienlijk toe, terwijl slechts kleine wijzigingen worden waargenomen in de hartslag en zuurstofsaturatie. Het lijkt er echter op dat drukhoeveelheden lager dan 10 mmHg geen klinisch hemodynamische effect veroorzaken, en drukhoeveelheden tot 12 mmHg worden als goed verdraagbaar beschouwd([9](#_ENREF_9)).

### Op vlak van de chirurgie

Hoewel door sommige auteurs als veilig en effectief beschouwd voor gebruik bij kinderen ([11](#_ENREF_11)), wordt de Veress naald nog steeds geassocieerd met een hoger complicatiepercentage, en een open plaatsing van de eerste trocar onder direct zicht wordt bij de pediatrische populatie doorgaans verkozen ([12](#_ENREF_12), [13](#_ENREF_13)).

De relatief kleine grootte van de holten vormt een belangrijke uitdaging voor de chirurg, aangezien elk gaslek onmiddellijk een snelle deflatie veroorzaakt, wat het werken in een sowieso al kleine operatiezone nog gevaarlijker maakt. Daarom moet men ook extra aandachtig zijn elke vorm van verlies van pneumoperitoneum of retro-pneumoperitoneum te voorkomen. Het bevestigen van de camera trocar aan de fascia met een sterke blijvende hechtdraad zou lastige situaties kunnen helpen vermijden.

De poortplaatsing is van het grootste belang bij de toepassing van MIS bij kinderen. Door de relatief beperkte ruimte, dienen trocars zorgvuldig onder direct zicht worden geplaatst om bloedverlies te voorkomen en om de beperkte ruimte zo optimaal mogelijk te benutten ([14](#_ENREF_14)). Vooral bij het gebruik van het robotplatform is dit een speciale bezorgdheid: terwijl bij volwassenen een vrije ruimte van ongeveer 8 cm tussen trocars aangeraden wordt om armbotsingen van de robot te vermijden, blijkt dit bij kindergeneeskunde vaak onmogelijk vanwege beperkingen in grootte, waardoor de poortplaatsing van essentieel belang is om optimaal gebruik kunnen maken van de robot vaardigheden.

De beperkte werkruimte belemmert vaak optimaal gebruik van de instrumenten en beperkt de ergonomie, omdat de poorten niet zo diep kunnen worden ingebracht als bij een volwassene. Mocht dat toch gebeuren, dan zouden ze het reeds beperkte operatiegebied immers nog verder inperken. Wanneer instrumenten gehanteerd worden dient men er ook altijd op te letten dat de darm niet geraakt wordt, wat bij de pediatrie - met zijn beperkte operatieruimte - steeds een risico blijft. Ook het gebruik van elektrocauterisatie dient omzichtig te gebeuren, met instrumenten gemaakt met geïsoleerde scheden, om thermische verwondingen aan aangrenzende organen te voorkomen.

Bloedverlies is een grote bezorgdheid voor zowel de anesthesist als de chirurg: Kinderen hebben een klein bloedvolume, wat elke bloeding snel problematisch maakt als ze niet onder controle kan worden gehouden. De chirurg zal daarom bloedingen trachten te voorkomen door de trans- illumination techniek aan te wenden tijdens de poortplaatsing en zo epigastrische bloedvaten te vermijden. Bovendien zorgt bloed voor een absorptie van licht, waardoor enige controle over een bloeding nog moeilijker wordt in de toch al beperkte werkruimte.

De theater lay-out moet bij het operatieteam goed bekend zijn, om te vermijden dat MIS nog moeilijker wordt dan het nu vaak al ervaren wordt. (figure 1) Het samenstellen van een team dat goed op de hoogte is van MIS bij kinderen is daarom van cruciaal belang en zal niet alleen de operatietijd en de resultaten voor de patiënt verbeteren, maar ook bijdragen tot een beter comfort voor het team zelf ([15](#_ENREF_15)).



Figure 1: Belang van de operatiezaal lay-out: positionering om cystoscopie toe te laten, met side-docking.

In een review over laparoscopiegebruik bij kinderen werd in 5,4% van de gevallen melding gemaakt van morbiditeit, met in het overgrote deel van de gevallen toegangsgerelateerde complicaties ([16](#_ENREF_16)). Kleine complicaties (Clavien I & II) variëren tussen 1 en 4%, en grote complicaties (Clavien III en IV) worden in 0,3 tot 2,8% van de gevallen waargenomen, vaak gerelateerd aan de leercurve ([12](#_ENREF_12), [13](#_ENREF_13), [17](#_ENREF_17)). Het is duidelijk dat de hoge leercurve bij laparoscopie een belangrijk element is bij complicaties ([18](#_ENREF_18)), al blijkt ook duidelijk dat robotica dit probleem vrijwel verwaarloosbaar maken.

Eenmaal MIS bij kinderen als veilig en doeltreffend is bewezen, kan een breed panel aan procedures worden voorgesteld, gaande van eenvoudige abdominale procedures zoals teruggetrokken teelballen of varicocoele, tot nefrectomie of partiële nefrectomie bij een niet-functionele ontdubbelde nier, pyeloplastie in geval van vernauwing van de pyelo-ureterale, peritoneale dialyse toegang, en procedures voor blaasreconstructie. Voor elke procedure dient een aangepaste benadering te worden gekozen.

### Benaderingen

Een transperitoneale aanpak kan worden gebruikt bij chirurgie van zowel de bovenste als onderste urinewegen en biedt het voordeel van een breder operatiegebied en makkelijk herkenbare anatomische oriëntatiepunten. Het is ook een natuurlijke ruimte; er is dus geen behoefte om er een te creëren. De navel is de daarbij de meest geschikte en cosmetische plaats voor de camera trocar. Een bijna vlakke positie op de tafel, met enkel de doelflank iets omhoog getrokken wordt vaak gebruikt.

De retroperitoneale benadering heeft de voorkeur bij open pyeloplastie, waardoor de deur wordt opengezet voor een retroperitoneoscopische adaptatie. Hoewel de pyelo-ureterale junctie via deze weg makkelijk te bereiken moet zijn, blijft het zelden gebruikt vanwege de langere leercurve, aangezien het in de retroperitoneale ruimte aan vaste oriëntatiepunten ontbreekt, met uitzondering van de quadratus lumborum en psoas spieren. De ruimte is bovendien virtueel en moet worden gemaakt door de chirurg. Retroperitoneoscopie biedt nog steeds het voordeel dat de buikholte vermeden kan worden, waardoor darmletsels onwaarschijnlijk worden en mogelijke postoperatieve urinelekken ook ingedijkt kunnen worden. Het creëren van de retroperitoneale ruimte is de ruggengraat van deze procedure, aangezien elke peritoneale scheur de rest van de procedure zwaar zou bemoeilijken. Een op maat gemaakte dilatatieballon (de bestaande modellen voor volwassenen zijn immers te groot) wordt vaak gebruikt om deze ruimte op een veilige manier te maken, zonder dat het peritoneum doorboord wordt. Een strikte flankpositie met een gebogen onderbeen en een gestrekt bovenbeen is hier verplicht.

Pneumovesicoscopie is een elegante benadering die gebruikt kan worden voor intravesicale ureter-reïmplantatie. De blaas wordt aanvankelijk gevuld per urethram en de eerste trocar wordt zo hoog geplaatst als de blaas het toelaat. Via deze eerste trocar worden vloeistoffen vervolgens geleidelijk vervangen door pneumovesicoscopie.

Een belangrijke beperking aan deze techniek is de grootte van de blaas, aangezien een te kleine blaas de rest van de procedure zeker zal bemoeilijken, in die mate zelfs dat het uiteindelijk technisch onmogelijk kan worden. Een belangrijk voordeel ligt dan weer in het feit dat de blaas niet geopend wordt, noch de buik of de extraperitoneale ruimte, waardoor een snelle verwijdering van elke katheter en een sneller herstel mogelijk wordt. Een vlakke positie is ideaal voor deze aanpak.

### Beschikbare instrumenten voor minimaal invasieve chirurgie

Laparoscopie en de verbeteringen in de richting van een nog minder invasieve aanpak (LESS, SILS) is mogelijk bij kinderen ([19](#_ENREF_19)). De haalbaarheid, veiligheid en efficiëntie van een zuiver laparoscopische aanpak werd aangetoond ([12](#_ENREF_12), [16](#_ENREF_16), [20](#_ENREF_20), [21](#_ENREF_21)). Desalniettemin zorgen de steile leercurve, de technische moeilijkheden in verband met de tweedimensionale visie, de gecompromitteerde vaardigheid ten gevolge van het bekende “fulcrum effect” en de tremor overdracht er voor dat slechts een handvol chirurgen deze techniek binnen een redelijke termijn volledig onder de knie krijgt.

Door de significant kortere leercurve bieden robot-geassisteerde technieken wellicht het potentieel op een nog wijder verspreide toepassing van MIS bij pediatrische urologie ([22](#_ENREF_22)). Door de komst van het robotplatform werd aan de belangrijkste valkuilen van laparoscopie intussen een oplossing geboden. Op dit moment is het Da Vinci Surgical System (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) het enige door de FDA goedgekeurde robotplatform. Deze technologie verschaft een bewegings-overdrachtmiddel en is een mechanisch slave-apparaat dat verbeterde visuele effecten op vlak van vergroting en definitie mogelijk maakt. Het biedt 7 vrijheidsgraden ten opzichte van de 5 bij een klassieke laparoscopie. Het maakt tremor filtratie mogelijk, vergemakkelijkt variabele scaling van de beweging van de hand van de chirurg naar de instrumenten, en maakt samen met vergroting ook nauwkeurige delicate bewegingen in kleine ruimtes mogelijk. De camera biedt een stabiele weergave. Het huidige type toestel werd oorspronkelijk ontwikkeld voor volwassenen, maar zodanig aangepast dat het in principe ook kan ingezet worden bij kinderen, hoewel de instrumenten groot blijven en daardoor zeker voor kleine kinderen niet echt geschikt zijn. Zelfs de 5 mm instrumenten zijn, rekening houdend met de bijkomende ruimte die nodig is om hun endowrist mogelijkheden ten volle te gebruiken, niet ideaal voor kinderen. Desalniettemin raken resultaten steeds meer bekend en moeten ze zeker niet onderdoen voor de gouden standaard ([21](#_ENREF_21), [23](#_ENREF_23)). Een belangrijke beperking van het huidige Da Vinci Chirurgisch systeem is het gebrek aan haptische feedback, wat met de komst van de nieuwe generatie robotica (Da Vinci®Xi™, Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA, …) mogelijk sneller opgevangen zal worden dan we denken.

### Cost-effectiveness van MIS?

Met het toenemende, veralgemeende gebruik is het mogelijk dat robotchirurgie op zeker moment kosteneffectief blijkt te zijn. Momenteel is dit enkel het het geval in de Verenigde Staten met zijn unieke gezondheidszorg. In andere landen vormen de zware kosten nog steeds een groot nadeel voor het het gebruik van MIS bij kinderen. Naarmate ook in andere delen van de wereld goedkopere robotsystemen ontwikkeld worden, zal dit wellicht helpen om de kosten te drukken. Kosteneffectiviteit is vandaag de dag wellicht het enige probleem dat nog aangepakt moet worden om het gebruik van het robotplatform in vergelijking met de andere MIS technieken voluit ingang te laten vinden.

### Conclusie

Het debat omtrent de toepassing van MIS bij kinderen met behulp van een robotplatform is waarschijnlijk onbetekenend, omdat bij verschillende procedures gelijkaardige resultaten (gelijkwaardig aan de gouden standaarden) worden waargenomen, ook op vlak van veiligheid en werkzaamheid. Meer datagegevens in die zin worden ook verwacht, hoewel er nog geen gegevens over zijn over het kosmetische aspect. Uitgaande van gelijkwaardige resultaten bij alle procedures, wordt de discussie dus vooral gedomineerd door de kosteneffectiviteit, die op lange termijn nog steeds te bewijzen valt.

**Referenties**

1. Satava RM. Advanced technologies and the future of medicine and surgery. Yonsei Med J. 2008 Dec 31;49(6):873-8.

2. Wickham JE. The new surgery. Br Med J (Clin Res Ed). 1987 Dec 19-26;295(6613):1581-2.

3. Schuessler WW, Schulam PG, Clayman RV, Kavoussi LR. Laparoscopic radical prostatectomy: initial short-term experience. Urology. 1997 Dec;50(6):854-7.

4. Guillonneau B, Vallancien G. Laparoscopic radical prostatectomy: the Montsouris experience. J Urol. 2000 Feb;163(2):418-22.

5. Menon M, Tewari A, Baize B, Guillonneau B, Vallancien G. Prospective comparison of radical retropubic prostatectomy and robot-assisted anatomic prostatectomy: the Vattikuti Urology Institute experience. Urology. 2002 Nov;60(5):864-8.

6. Menon M, Tewari A, Peabody J. Vattikuti Institute prostatectomy: technique. J Urol. 2003 Jun;169(6):2289-92.

7. Cortesi N, Ferrari P, Zambarda E, Manenti A, Baldini A, Morano FP. Diagnosis of bilateral abdominal cryptorchidism by laparoscopy. Endoscopy. 1976 Feb;8(1):33-4.

8. Tobias JD. Anaesthesia for minimally invasive surgery in children. Best Pract Res Clin Anaesthesiol. 2002 Mar;16(1):115-30.

9. Baroncini S, Gentili A, Pigna A, Fae M, Tonini C, Tognu A. Anaesthesia for laparoscopic surgery in paediatrics. Minerva Anestesiol. 2002 May;68(5):406-13.

10. Wedgewood J, Doyle E. Anaesthesia and laparoscopic surgery in children. Paediatr Anaesth. 2001 Jul;11(4):391-9.

11. Yanke BV, Horowitz M. Safety of the Veress needle in pediatric laparoscopy. J Endourol. 2007 Jul;21(7):695-7.

12. Peters CA. Complications in pediatric urological laparoscopy: results of a survey. J Urol. 1996 Mar;155(3):1070-3.

13. Passerotti CC, Nguyen HT, Retik AB, Peters CA. Patterns and predictors of laparoscopic complications in pediatric urology: the role of ongoing surgical volume and access techniques. J Urol. 2008 Aug;180(2):681-5.

14. Passerotti C, Peters CA. Pediatric robotic-assisted laparoscopy: a description of the principle procedures. ScientificWorldJournal. 2006;6:2581-8.

15. Sorensen MD, Johnson MH, Delostrinos C, Bice JB, Grady RW, Lendvay TS. Initiation of a pediatric robotic surgery program: institutional challenges and realistic outcomes. Surg Endosc. 2010 Nov;24(11):2803-8.

16. Peters CA. Laparoscopy in pediatric urology. Curr Opin Urol. 2004 Mar;14(2):67-73.

17. Peters CA. Robotically assisted surgery in pediatric urology. Urol Clin North Am. 2004 Nov;31(4):743-52.

18. Meehan JJ, Sandler A. Pediatric robotic surgery: A single-institutional review of the first 100 consecutive cases. Surg Endosc. 2008 Jan;22(1):177-82.

19. Msezane LP, Mushtaq I, Gundeti MS. An update on experience with the single-instrument port laparoscopic nephrectomy. BJU Int. 2009 May;103(10):1406-8; discussion 8-9.

20. Gundeti MS, Patel Y, Duffy PG, Cuckow PM, Wilcox DT, Mushtaq I. An initial experience of 100 paediatric laparoscopic nephrectomies with transperitoneal or posterior prone retroperitoneoscopic approach. Pediatr Surg Int. 2007 Aug;23(8):795-9.

21. Lucas SM, Sundaram CP, Wolf JS, Jr., Leveillee RJ, Bird VG, Aziz M, et al. Factors that impact the outcome of minimally invasive pyeloplasty: results of the Multi-institutional Laparoscopic and Robotic Pyeloplasty Collaborative Group. J Urol. 2012 Feb;187(2):522-7.

22. Tasian GE, Wiebe DJ, Casale P. Learning curve of robotic assisted pyeloplasty for pediatric urology fellows. J Urol. 2013 Oct;190(4 Suppl):1622-6.

23. Dangle PP, Kearns J, Anderson B, Gundeti MS. Outcomes of infants undergoing robot-assisted laparoscopic pyeloplasty compared to open repair. J Urol. 2013 Dec;190(6):2221-6.