



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## Acquiring minimally invasive surgical skills

Hiemstra, E.

### Citation

Hiemstra, E. (2012, January 26). *Acquiring minimally invasive surgical skills*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/18417>

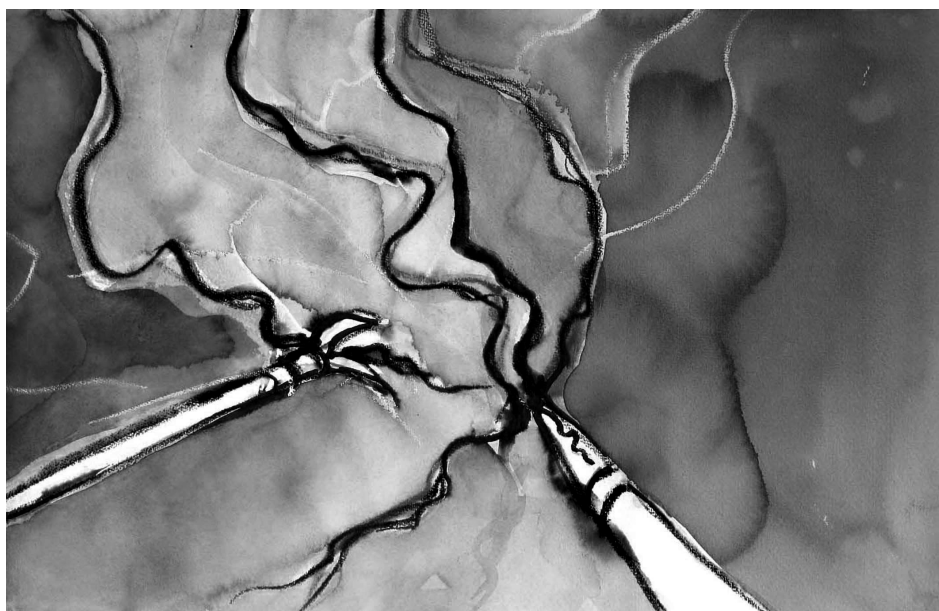
Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/18417>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

**CHAPTER 13**  
SUMMARY / SAMENVATTING



## SUMMARY

The background of the studies presented in this thesis is given in **chapter 1**. Minimally invasive surgery (MIS) was developed as an alternative for large incisions (e.g. laparotomy) in order to create as little tissue damage as possible. As a result, the MIS technique has advantages for patient recovery and cosmetics. However, the surgical technical skills needed to perform this form of surgery safely and efficiently are more challenging. The operation field is not directly visualised, but by means of a camera image projected on a 2D screen. Next, the gloved surgeon's hands are not in direct contact with the tissue, but by means of long surgical instruments remotely controlled. As a result depth perception is reduced, hand eye coordination is distorted and haptic feedback is diminished. Fortunately, basic MIS skills (e.g. laparoscopic skills) can be acquired outside of the operating room (OR). This skills training results in a better performance during the actual surgical procedure. Regarding skills training outside of the OR, the value of various many laparoscopic exercises has been proven in terms of being construct valid, i.e. having the ability to discriminate surgeons of a different skill level. However, the scientific basic of other aspects of training facilities and the organisation of skills training is often lacking. Therefore, these subjects related to skills training outside of the OR are discussed in the first part of this thesis. The second part of this thesis investigates the value of the OSATS (Objective Structured Assessment of Technical Skills) for evaluation during actual surgery in the OR. Assessment with OSATS has been implemented while its value had only been studied in laboratory setting.

13

### Outside of the operating room

In **chapter 2** the organisation of a basic surgical skills training is outlined for the Obstetrics and Gynaecology residency program in the Netherlands. In the light of this thesis, we specifically focussed on MIS (laparoscopy and hysteroscopy). Every resident is obliged to attend the same basic surgical skills course, intentionally during the first or second postgraduate year. One third of the course is spent on theory. For the complementary two thirds, the hands-on training, validated exercises are used with expert derived training goals based on time and precision. Furthermore, surgical skills are trained, expanded and assessed on simulators in the various teaching hospitals. Additional to this basic skills course, residents may attend advanced training courses focusing on laparoscopy and hysteroscopy. This organization guarantees a uniform introduction to MIS skills training for every resident. However, continued training and evaluation should be embedded in the curricula of the various teaching hospitals, and are the key to success of this approach after this uniform introduction.

Simulators are constantly being developed and improved. Virtual reality (VR) trainers and box trainers are available for skills training. Haptic feedback is naturally present in box trainers. Manufacturers of VR trainers have been looking for solutions to compensate the lack of haptic feedback. A possible solution is the addition of kinematic interaction between laparoscopic instruments and objects. **Chapter 3** presents a randomised controlled trial designed to determine which trainer model should be chosen for training. Additionally, it was determined whether the kinematic interaction in VR can replace haptic feedback of box trainers. Fifty novices were randomly assigned for training in a conventional VR setup, a VR environment

with additional kinematic interaction, a box trainer equivalent of both these setups or for a control group. An identical cylinder task was performed in all 4 training setups during 20 minutes. The effect was established by comparing the performance before and after training during a task that requires tissue handling. We found no improvement in the control group. The conventional VR group only improved in time, whereas VR with additional kinematic interaction and both box trainer groups improved in time, path length and motion in depth. We concluded that with respect to haptic feedback, box training models are superior to VR systems. However, additional kinematic interaction between instruments and objects can be a promising surrogate for haptic feedback in VR systems.

For box trainers, navigated and fixed camera systems are available. In **chapter 4** we compared the effect of a setup with a fixed camera with a setup with a camera navigated by the trainee and by an assistant on the performance during the initial learning phase. Sixty-nine right-handed medical students were randomized for one of the three camera setups. All had to perform eight trials of a task that requires hand eye coordination. We observed that time and the total path length of the three groups did not vary significantly along the eight trials. No significant difference was observed between the groups. A navigated camera offers theoretical advantages for the depth perception of the surgeon and allows practicing navigation skills, whereas a fixed setup allows solitary training. Therefore, combining training facilities with a fixed and a navigated setup would be superior.

In **chapter 5** we focused on the measurements used during assessment. We present a validation study of motion analysis parameters during an intracorporeal suturing task in a box trainer model. Novices, residents and laparoscopic experts performed three consecutive standardized intracorporeal sutures. Meanwhile, instrument movements were recorded using the TrEndo tracking device. The four investigated parameters (time, path length, motion in depth and motion smoothness) differed significantly in consecutive level of experience. Therefore, the construct validity has been proved for these parameters for the laparoscopic suturing task using a box trainer. Besides, an expert level has been set for training and assessment purposes. Furthermore, the addition of economy of movement to time to complete the task has the potential to refine acquisition of skills.

The purpose of the study presented in **chapter 6** was to test the retention of basic laparoscopic skills on a box trainer one year after a short training program. Eight medical students without prior experience underwent baseline testing, followed by five weekly training sessions and a final test. During each of seven sessions, they performed five tasks on an inanimate box trainer. Scores were calculated by adding up the time to completion of the task with penalty points, consequently rewarding speed and precision. The sum score was the total of the scores of the five tasks. One year later, seven of them underwent retention testing. The final test results were compared with retention test results as a measure of durability of acquired skills. Novices' scores did not worsen significantly for four out of five tasks (placing a pipe cleaner, placing beads, cutting a circle and knot tying). However, deterioration was observed in the performance of stretching a rubber band, as well as in the sum score. In conclusion, basic laparoscopic skills acquired during a short training program merely sustain over time. However, on-going practice is advisable, especially to preserve tissue-handling skills, since these may be the first to deteriorate.

In **Chapter 7** we developed an international and consensus based set of quality criteria for a skills laboratory for training MIS, including aspects of the design of the laboratory and the training curriculum. Three quality domains for skills laboratory were defined; Personnel and Resources, Trainee motivation and training Curriculum. A list of consensus-based criteria, 9 items per domain, was made. Additionally, 23 worldwide experts in MIS were asked to rate each item on a 0 to 3 scale in level of importance. In the domain Personnel and resources, the presence of a box trainer, a laparoscopic expert and the availability of financial resources were considered the most important. In the domain Trainee motivation, mandatory training supervised by laparoscopic experts were considered the most important. In the domain Curriculum, the presence of a structured skills curriculum, dedicated time for skills training, maintenance of the skills and a yearly evaluation of the progress were considered the most important factors. This rating list can be used when setting up a skills laboratory, but also for verifying the quality of an existing laboratory. From there, the focus for new developments can be chosen.

### **In the operating room**

**Chapter 8** is a validation study of the OSATS for intraoperative use. Nine residents participated. We mapped individual learning curves of residents using OSATS scores as a measure of performance. We tested the hypothesis that with increasing experience within a certain procedure the OSATS score will raise. This hypothesis was confirmed. The OSATS score significantly increases by an average of 1.10 points per assessed procedure. We noticed that the median OSATS scores among the 21 supervisors ranged from 18 to 30. We concluded that intraoperative assessment with OSATS have construct validity. Furthermore, the individual learning curves enable insight into individual progression.

In **Chapter 9** we evaluated additionally relevant issues regarding the implementation of the OSATS as an intraoperative assessment tool by collecting assessment forms and performing a survey among users of the OSATS. We found that 28 of 30 points is the median OSATS score at which a resident can perform a procedure autonomously. The intraclass correlation coefficient between resident and supervisor is 0.78 which indicates substantial agreement. Moreover, residents and supervisors do not judge the OSATS to be very objective. A first step has been made towards setting benchmark criteria for using OSATS for authorization. However, the limited objectivity of this instrument should be taken into account. Furthermore, it is advisable to focus attention on other competencies of a surgeon too.

It is frequently suggested that MIS is harder to acquire than conventional surgery. To test this hypothesis, residents' learning curves of both surgical skills were compared in **chapter 10**. Nine residents collected a total of 319 OSATS during their three-month rotation in gynaecological surgery. Learning curves for MIS (laparoscopic and hysteroscopic) and conventional surgery (open abdominal and vaginal) were compared. The MIS curve revealed to be steeper than the conventional curve (1.77 versus 0.75 OSATS points per assessed procedure). We concluded that basic MIS procedures do not seem harder to acquire during residency than conventional surgical procedures. This may have resulted from the incorporation of structured MIS training programs in residency. Hopefully, this will lead to a more successful implementation of the advanced MIS procedures.

In **chapter 11** the combined results of the aforementioned chapters are discussed in a broader perspective. In conclusion, a structured curriculum in which (minimally invasive) surgical skills are trained and evaluated is indispensable during surgical specialty training. However, a careful consideration should be made about the contents of this curriculum, with reaching surgical proficiency as the ultimate goal.

## SAMENVATTING

In **hoofdstuk 1** wordt de achtergrond beschreven van de studies die gepresenteerd worden in dit proefschrift. Minimaal invasieve chirurgie (MIC) is ontwikkeld als alternatieve benaderingswijze voor ingrepen die met een grote incisie (zoals bij een laparotomie) gepaard gaan en heeft als doel zo min mogelijk weefsel schade te veroorzaken. Het gebruik van deze techniek leidt daarom tot een sneller herstel van een patiënt en geeft cosmetisch een fraaier resultaat. De vaardigheden die vereist zijn om deze vorm van chirurgie veilig en efficiënt uit te voeren vormen echter een grote uitdaging. Het operatiegebied wordt immers indirect in beeld gebracht via een cameraprojectie op een tweedimensionaal scherm. Daarnaast heeft de (gehandschoende) hand van de chirurg geen direct contact met de weefsels, maar op afstand via instrumenten die buiten het lichaam van een patiënt worden bediend. Het resultaat is dat er minder dieptewaarneming is, dat oog-handcoördinatie bemoeilijkt wordt en dat er minder gevoelsterugkoppeling vanuit de weefsels is. Gelukkig kunnen minimaal invasieve (bijvoorbeeld laparoscopische) chirurgische vaardigheden buiten de operatiekamer aangeleerd worden. Deze training resulteert in een verbeterde uitvoering van de echte chirurgische procedures in de praktijk. De waarde van een veelheid aan oefeningen buiten de operatiekamers is bewezen doordat aangetoond is dat chirurgen die in ervaringsniveau van elkaar verschillen, ook verschillend presteren op de oefeningen. Echter, van andere aspecten van trainingsopstellingen en van de organisatie van de chirurgische vaardigheidstraining in een opleidingscurriculum is de wetenschappelijke basis vaak afwezig. Het eerste gedeelte van dit proefschrift is daarom gericht op onbeantwoorde vragen aangaande vaardigheidstraining buiten de operatiekamer. Het tweede gedeelte onderzoekt de waarde van de OSATS (objectieve gestructureerde beoordeling van technische vaardigheden) om chirurgische vaardigheden in de operatiekamer te evalueren. Deze vorm van beoordelen was al geïmplementeerd, terwijl de waarde van OSATS alleen voor proefopstellingen buiten de operatiekamer bewezen was.

13

### Buiten de operatiekamer

In **hoofdstuk 2** wordt de organisatie van de basale chirurgische vaardigheidstraining tijdens de opleiding Obstetrie en Gynaecologie in Nederland uiteengezet. Omdat MIC het onderwerp van dit proefschrift is, is dit hoofdstuk gericht op laparoscopie en hysteroscopie. Elke arts in opleiding tot specialist (AIOS) is verplicht dezelfde cursus *basale chirurgische vaardigheden* te volgen, bij voorkeur gedurende de eerste twee jaren van de opleiding. Een derde van de tijd van de cursus wordt besteed aan theoretische kennis. De rest wordt besteed aan praktische vaardigheidstraining, waarbij gevalideerde oefeningen worden gebruikt. Het einddoel is daarbij het bereiken van het niveau van een expert qua snelheid en precisie. Vervolgens moeten deze vaardigheden worden onderhouden, worden uitgebreid en met regelmaat worden getoetst op simulatoren in de verschillende opleidingscentra verspreid over het land. Als aanvulling op deze basis cursus kunnen AIOS cursussen voor gevorderden volgen in hysteroscopie en/of laparoscopie. Deze organisatie garandeert een uniforme introductie in vaardigheidstraining in MIC voor elke AIOS. Echter, vervolgentraining en evaluatie moeten ingebed worden in de curricula van de verschillende opleidingsziekenhuizen. Dit is essentieel voor het succes van deze aanpak.

Simulatoren worden continu ontwikkeld en verbeterd. Er bestaan oefenboxes en *virtual reality* (VR) trainers. In oefenboxes is terugkoppeling van krachten van de weefsels van nature aanwezig. Fabrikanten van VR trainers hebben naar oplossingen gezocht om de afwezigheid van krachtsterugkoppeling van de weefsels (of objecten) in hun trainers te compenseren. Een voorbeeld van een dergelijke oplossing is het toevoegen van een extra bewegingsinteractie tussen instrumenten en voorwerpen. **Hoofdstuk 3** beschrijft een gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek om te ontdekken welk trainingsmodel het beste gebruikt kan worden. Daarnaast wordt bepaald of de beschreven bewegingsinteractie in VR de krachtsterugkoppeling van oefenboxes kan vervangen. Vijftig studenten werden middels loting verdeeld over vijf groepen: een conventionele VR opstelling, een VR opstelling met de bewegingsinteractie, de twee oefenbox-equivalenten van deze opstellingen en een controle groep. In elk van de vier trainingsopstellingen werd een identieke taak uitgevoerd om cilinders op elkaar te stapelen gedurende 20 minuten. Het effect van deze training werd vastgesteld door een pre- en post-test waarbij weefselgevoel een vereiste is. De controlegroep presteerde niet beter tijdens de post-test. De groep die op de conventionele VR opstelling getraind had verbeterde alleen in tijd, terwijl de groep van de VR met de bewegingsinteractie ook verbeterde in de bewegingsparameters pad-lengte en beweging in diepgerichting. Wij concludeerden dat oefenboxes superieur zijn boven VR trainers wat betreft haptische terugkoppeling. Echter, de toevoeging van bewegingsinteractie tussen instrumenten en objecten is een veelbelovend surrogaat voor haptische terugkoppeling in VR systemen.

Er zijn zowel gefixeerde als navigeerbare camerasystemen beschikbaar voor oefenboxes. In **hoofdstuk 4** onderzochten wij het effect op het eerste gedeelte van de leercurve van een opstelling met een gefixeerde camera versus een opstelling met een camera die genavigeerd wordt door een assistent versus een opstelling waarbij de camera wordt genavigeerd door degene die zelf de oefening uitvoert. Negenenzestig rechtshandige studenten werden middels loting bij één van de drie cameraopstellingen ingedeeld. Allen moesten zij acht pogingen doen om een taak uit te voeren die oog-handcoördinatie vereist. Er werden geen significant verschillen gemeten in tijd of in bewegingsparameters tijdens de acht pogingen. Een navigeerbare camera biedt theoretische voordelen voor het diepte-inzicht en bovendien worden de navigatie-vaardigheden getraind. Aan de andere kant maakt een opstelling met een gefixeerde camera training mogelijk zonder dat er anderen bij aanwezig zijn. Omdat wij geen verschil aantoonde in de leercurves, lijkt de combinatie van een gefixeerd en een navigeerbaar camera-systeem de beste optie.

In **hoofdstuk 5** richtten wij ons op de uitkomstmaten tijdens beoordeling. Wij presenteren een validatie studie van bewegingsparameters tijdens het leggen van een laparoscopische hechting in een oefenbox. Studenten, AIOS en laparoscopische experts legden drie laparoscopische hechtingen in een oefenbox. Terwijl zij dit deden werden de bewegingen die de tip van hun instrumenten maakten geregistreerd met de TrEndo. De vier onderzochte parameters (tijd, pad-lengte, beweging in diepgerichting en een maat voor hoe vloeiend de bewegingen verlopen) verschilden significant voor alle drie de ervaringsniveaus. Daarmee werd de construct-validiteit van deze parameters bewezen voor de laparoscopische hechttaak in een oefenbox. Bovendien werd het niveau van een expert bepaald. Dit niveau kan nu



gebruikt worden voor trainings- en beoordelingsdoeleinden. Daarnaast heeft het toevoegen van parameters van de efficiëntie van beweging de potentie om het aanleren van vaardigheden te verfijnen.

Het doel van de studie die gepresenteerd wordt in **hoofdstuk 6** was om te onderzoeken in hoeverre basale laparoscopische vaardigheden die tijdens een korte training op een oefenbox zijn geleerd beklijven na verloop van een jaar. Acht medisch studenten zonder laparoscopische ervaring ondergingen een pre-test, gevolgd door vijf trainingssessies en een eind-test. Tijdens deze in totaal zeven sessies voerden zij vijf taken uit op een oefenbox. Hun prestatie werd gescoord door de tijd te vermeerderen met strafpunten. Zo werden zowel snelheid als precisie beloond. De totale score was de som van de scores van de vijf taken. Een jaar later ondergingen zeven van hen een test om het beklijven van de verkregen vaardigheden te meten zonder tussenliggende training. Hun score verslechterde niet significant voor vier taken (pijpenrager manoeuvreren, kralen plaatsen, cirkel knippen en laparoscopisch hechten). Echter, een verslechtering werd geobserveerd voor de taak om een elastiek op spanning te plaatsen rond een aantal spijkers. Ook de totale score verslechterde. Wij concludeerden daarom dat vaardigheden verkregen tijdens een kort trainingsprogramma grotendeels beklijven. Echter, onderhoud is verstandig, vooral met het oog op het behouden van weefselgevoel, want dat lijkt de eerste vaardigheid te zijn die men verleerd.

In **hoofdstuk 7** hebben wij een internationale set van kwaliteitscriteria ontwikkeld voor trainingscentra voor MIC. Deze criteria gaan zowel over het opzetten van een centrum als de organisatie van vaardigheidstraining in een opleidingscurriculum. Drie kwaliteitsdomeinen werden gedefinieerd: Personeel en materiaal, Motivatie en Curriculum. Vervolgens werd een lijst opgesteld met negen criteria per domein. Vervolgens werden 23 internationale experts op het gebied van MIC gevraagd het belang van elk van de criteria te scoren op een schaal van 0 tot 3. Binnen het domein Personeel en materiaal werden de aanwezigheid van een oefenbox, van een laparoscopische expert en de beschikbaarheid van geld het meest belangrijk gevonden. Binnen het domein Motivatie werden verplichte trainingen, gesuperviseerd door een expert het meest van belang geacht. Binnen het domein Curriculum werden de aanwezigheid van een gestructureerd curriculum met ingeroosterde trainingstijd, aandacht voor onderhoud van verkregen vaardigheden en jaarlijkse evaluatie hiervan het meest belangrijk gevonden. Deze gewogen lijst van kwaliteitscriteria kan zowel gebruikt worden bij het opzetten van een trainingscentrum, als bij het beoordelen van de kwaliteit van bestaande trainingsfaciliteiten. Een dergelijke beoordeling kan helpen bij de keuze van nieuwe ontwikkelingen.

### **In de operatiekamer**

**Hoofdstuk 8** is een validatie-studie van de OSATS voor gebruik in de operatiekamer. Negen AIOS namen deel. We gaven per AIOS een individuele leercurve weer door de totale OSATS score als maat voor prestatie te nemen. Wij testten de hypothese dat wanneer de ervaring binnen een bepaalde chirurgische ingreep toeneemt ook de OSATS score stijgt. Deze hypothese werd bevestigd. De OSATS score stijgt met gemiddeld 1.10 punten per volgende beoordeelde ingreep. Een kanttekening is dat de mediane score die elk van de 21 supervisors gaf uiteenliep van 18 tot 30. Deze studie vormt een aanwijzing dat de OSATS construct-valide zijn.

In **hoofdstuk 9** onderzochten wij aspecten van OSATS die naast construct-validiteit van belang zijn voor de implementatie van OSATS in de operatiekamer. Hiertoe verzamelden wij OSATS beoordelingen en namen een vragenlijst af. Het bleek dat bij een score van 28 (30 is het maximum) een AIOS door de supervisor in staat wordt geacht een procedure zelfstandig uit te voeren. Er was sprake van substantiële overeenstemming tussen supervisor en AIOS. Daarentegen gaven zowel AIOS als supervisors aan de objectiviteit van de OSATS te betwisten. Met deze studie is een eerste stap gezet om de OSATS te ijken als instrument voor autorisatie. Echter, de beperkte objectiviteit van de OSATS moet in acht genomen worden. Daarnaast moet er ook aandacht besteed worden aan andere competenties van een chirurg.

Het wordt vaak gesuggereerd dat MIC moeilijker aan te leren is dan conventionele chirurgie. Om deze hypothese te testen werden de leercurven van beide vormen van chirurgie met elkaar vergeleken in **hoofdstuk 10**. Negen AIOS verzamelden in totaal 319 OSATS tijdens hun drie maanden durende stage gynaecologische chirurgie. Leercurves voor MIC (laparoscopie en hysteroscopie) en conventionele chirurgie (laparotomie en vaginale chirurgie) werden met elkaar vergeleken. Het bleek dat de leercurve voor MIC steiler was dan de curve voor conventionele chirurgie (1.77 versus 0.75 OSATS punten per beoordeelde ingreep). We concludeerden dat de basale MIC procedures niet moeilijker aan te leren lijken dan conventionele procedures tijdens de opleiding tot gynaecoloog. Dit zou het resultaat kunnen zijn van de gestructureerde invoering van MIC vaardigheidstraining tijdens de opleiding. Hopelijk zal dit ook leiden tot een betere implementatie van de geavanceerde MIC procedures.

In **hoofdstuk 11** worden de resultaten van de voorgaande hoofdstukken besproken en bediscussieerd. Kort samengevat is een gestructureerd curriculum waarbinnen (minimaal invasieve) chirurgische vaardigheden worden getraind en geëvalueerd tegenwoordig niet meer weg te denken uit de opleiding tot snijdend specialist. Welke elementen aan een dergelijk curriculum moeten worden toegevoegd en welke moeten worden afgeschaft blijft een afweging van essentieel belang. Het ultieme doel is een vakbekwame chirurg.

