2012

Een Skillslab laparoscopie simulator voor gezelschapsdieren

Reinout Eikelboom
Onderzoeksstage Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht

Begeleiders:
Prof. Dr. J. Kirpensteijn
Dr. S.A. van Nimwegen
Dr. H.W.R. Schreuder

1 Voorwoord

In het kader van de studie Diergeneeskunde aan de Universiteit Utrecht, heb ik voor mijn onderzoeksstage een laparoscopie simulator voor gezelschapsdieren ontwikkeld. Dit verslag beschrijft de achtergrond van laparoscopie simulatie binnen de geneeskunde in brede zin, en de ontwikkeling en bouw van deze specifieke simulator bestemd voor het Skillslab van de faculteit Diergeneeskunde te Utrecht. Ik heb getracht het gehele proces zo goed mogelijk in woord en beeld vast te leggen, met aandacht voor verschillende keuzes die ik gedurende deze onderzoeksstage heb gemaakt. Met veel plezier en toewijding heb ik aan dit project gewerkt, maar zonder hulp van derden had ik het eindresultaat niet kunnen verwezelijken. In het bijzonder wil ik dan ook mijn neven Hendrik- en Gerard Eikelboom bedanken voor de praktische hulp bij de bouw en het beschikbaar stellen van de werkplaats 'Hendrik's atelier'. Verder wil ik mijn begeleiders Jolle Kirpenstein, Bas van Nimwegen en Henk Schreuder bedanken voor alle input en ondersteuning die ze mij gegeven hebben gedurende dit project.

Reinout Eikelboom
2012

2 Summary

Laparascopic surgery has become well established as a diagnostic and treatment modality in veterinary medicine. Benefits of this minimally invasive technology include reduced pain, quicker return of oral intake, shorter hospitalizations and improved cosmetic results. Laparoscopic simulators provide surgeons with the opportunity to enhance their motor skills without risk to patients; an essential part of performing this kind of surgery. This is why I develloped a laparoscopic simulator specific for the Skillslab of the small animal section of the veterinary medicine department at the University Utrecht. The purpose of this simulator is to give surgeons the opportunity to train general skills of endoscopic surgery and some specific laparoscopic interventions. In this paper I describe the background of laparoscopic surgery and simulation in general and the development and building of this specific laparoscopic simulator for companion animals.

Reinout Eikelboom
2012

Inhoud

1 Voorwoord ... 1
2 Summary ... 2
3 Introductie ... 4
3.1 Achtergrond ... 4
3.2 Doel ... 5
3.3 Voorwaarden ... 6
3.3.1 Simulator ... 6
3.3.2 Inhoud ... 7
3.3.1 Instrumentarium ... 7
3.4 Dr. H.W.R. (Henk) Schreuder ... 8
4 Materiaal en methode ... 8
4.1 Orienterende sectie ... 8
4.2 Prototype ... 8
4.2.1 Evaluatie prototype ... 9
4.3 Behuizing ... 9
4.4 Binnenwerk ... 10
4.5 Randapparatuur ... 10
4.5.1 Camera ... 10
4.5.2 Verlichting ... 11
4.5.3 Scherm op kast ... 11
4.6 Inhoud ... 11
4.6.1 Vaardigheidsoefeningen ... 11
4.6.2 Operatiebakken ... 12
4.7 Kosten ... 13
5 Vervolgstudie (validatie) ... 13
6 Discussie ... 13
7 Bijlagen ... 15
7.1 Beschrijving vaardigheidsoefeningen ... 15
7.2 Kostenoverzicht ... 20
7.3 Foto’s ontwikkeling en bouw ... 22
9 Referenties ... 26

3 Introductie

3.1 Achtergrond

Laparoscopische chirurgie wordt een steeds meer geaccepteerde en gekozen techniek voor velerlei procedures in zowel de humane- als de diergeneeskunde. Voordelen van deze zogenaamde Minimaal Invasieve Chirurgie (Engelse term: *Minimally Invasive Surgery, afgekort MIS*) ten opzichte van de traditionele open chirurgische benadering zijn minder post-operatieve pijn, een sneller herstel, kortere opname en een beter cosmetisch resultaat (Robinson et al. 2004, Gower et al. 2008).

De huidige situatie omtrent de MIS vindt zijn oorsprong eind jaren tachtig, toen ingrepen als laparoscopische cholecystectomie werden ontwikkeld, en daaropvolgend onderwezen aan chirurgen. Dit initieerde aanzienlijke veranderingen in de manier waarop vele abdominale operaties werden uitgevoerd. Tegenwoordig worden in de humane geneeskunde ongeveer 75% van alle cholecystectomieën via MIS uitgevoerd. Ook andere procedures vinden steeds vaker hun weg via dit principe (Mayhew 2011).

In de diergeneeskunde is dezelfde paradigma-verandering naar MIS technieken, weliswaar in iets beperktere mate, gaande. Het cosmetische aspect van operaties, zoals deze in de humane geneeskunde een rol speelt, is in de diergeneeskunde vaak wat minder van belang. Ook liggen de beperkte mogelijkheden tot MIS training, de financiële beperkingen omtrent de aankoop van de hiervoor benodigde uitrusting en de soms minder gemotiveerde eigenaren hieraan ten grondslag (Mayhew 2011).

Ondanks dat zijn diereigenaren, over het algemeen, toch steeds meer bezig met de kwaliteit van medische zorg voor hun dier. Ze verwachten steeds vaker dezelfde diagnostische en chirurgische technieken voor hun dier, zoals die ook humaan worden toegepast. Endoscopie bij gezelschapsdieren is daarom een snelgroeiende tak van sport, met vele weke delen- en orthopedische toepassingen. De meest voorkomende indicaties voor diagnostische laparoscopie in de hond zijn bioptie van de lever, nier, pancreas of bepaalde dikten. Andere diagnostische toepassingen zijn de evaluatie van abdominaal trauma, - reactie op therapie, of - radiologische afwijkingen in de borst- en buikholte. Endoscopische operaties die worden uitgevoerd zijn onder andere; ovariëctomie, gastropexie, cryptorchidectomie, adrenalectomie, pericardectomie en het herstellen van hernia's.

Om de hierboven geschetste situatie bij te blijven, is het van groot belang om de vaardigheid van ingrepen via laparoscopische weg te kunnen trainen. Dit geldt zowel voor (eerstelijns) dierenartsen, specialisten als voor specialisten in opleiding. In de humane laparoscopische chirurgie zijn serieuze complicaties zoals beschadiging van de ductus choledochus tijdens laparoscopische cholecystectomie toegeschreven aan onervarenheid aan de kant van chirurgen (Boel 2010). De leercurve om nieuwe specifieke MIS vaardigheden eigen te maken, is langer dan die van de traditionele open chirurgie (Issenberg et al.1999, Figert et al.2001). Het Halsted-model: 'see one, do one, teach one', kan niet langer gehandhaafd worden voor deze nieuwe uitdaging voor chirurgen.
De kans tot het verkrijgen van nieuwe vaardigheden in de operatiekamer neemt steeds meer af vanwege tijdsdruk en de kosten (Gawande 2001). Om toch vertrouwd te raken met deze nieuwe

techniek, is het van groot belang deze keer op keer te kunnen blijven trainen, ook buiten de operatiekamer (Feldman 2004). Eén van de manieren om dit te kunnen bereiken, is via een laparoscopie simulator. Het is bewezen dat het gebruik van dergelijke trainingsmodellen zowel de vaardigheden van het uitvoeren van gesimuleerde opdrachten, als die van de werkelijke chirurgie verbetert en de leercurve hiertoe verkleint (Cooke 2008, Seymour 2003, Derossis 1999, Fried 1999, Boel 2010).
Helaas zijn commercieel verkrijgbare laparoscopie simulatoren erg duur (fig.1), en niet specifiek gericht op laparoscopie bij gezelschapsdieren.

Simulator	Cost (USD)
Simulab Corp® LabTrainer with SimuVision™	$ 1.795.00
Simulation® Laparoscopic Trainer TRLCD05-240	$ 2.045.00
Mentice® Procedicus MIST™	$ 36,000.00+

Fig 1. Prijs van verschillende commercieel verkrijgbare laparoscopie simulators (Sparks et al. 2009).

Tevens hebben onderzoeken aangetoond dat low-budget trainers net zo effectief kunnen zijn als de duurdere varianten, ook als deze gebruik maken van bijvoorbeeld 'Virtual Realitiy' (VR) technieken (Muntz et al. 2004).

Een realistisch gevoel is fundamenteel voor een goede laparoscopische training. Het werken in een kleine, afgesloten ruimte met minimale tactiele feedback, en de benodigde oog-hand coördinatie, kunnen in een relatief goedkope box-trainer uitstekend getraind worden.

3.2 Doel

Het gebruik van laparoscopie simulatoren is niet nieuw. Echter, in het SkillsLab van de Universiteitskliniek voor Gezelschapsdieren van de Universiteit Utrecht ontbrak het nog aan de mogelijkheid tot het trainen van laparoschopische vaardigheden. Aangezien het nut van dergelijke simulatoren is bewezen en er een steeds grotere vraag is naar laparoscopische ingrepen en dus - vaardigheden, was het doel van mijn onderzoek:

'Het ontwikkelen van een SkillsLab laparoscopie simulator voor gezelschapsdieren, waarmee de algemene vaardigheden van de endoscopische chirurgie en verschillende specifieke laparoscopische ingrepen getraind kunnen worden'.

Deze laparoscopie simulator moest relatief goedkoop te maken zijn, en toch zo goed mogelijk de werkelijkheid nabootsen.

3.3 Voorwaarden

Om zo goed mogelijk het in §3.2 gestelde doel te kunnen halen, heb ik aan het begin van deze onderzoeksstage een aantal voorwaarden gesteld, waar de simulator aan zou moeten voldoen. Het ging om voorwaarden die ik stelde aan zowel de simulator zelf, de inhoud en het instrumentarium.

3.3.1 Simulator

-*Relatief goedkoop.*
De simulator moet relatief een stuk goedkoper zijn ten opzichte van commercieel verkrijgbare (minder diersoortspecifieke!), kwalitatief en functioneel vergelijkbare simulatoren. Omdat dit deels een subjectieve voorwaarde is, is dit in overleg met mijn begeleider bepaald.
-*Professioneel.*
De simulator moet een professionele uitstraling krijgen om ervoor te zorgen dat hij serieus genomen wordt en mensen meer gemotiveerd zullen zijn hier daadwerkelijk gebruik van te maken.
-*Hygienisch.*
De simulator zal goed te reinigen moeten zijn, mede gezien de geplande mogelijkheid om met echte organen te werken.
-*Afsluitbaar.*
Om eventueel 'valsspelen' te voorkomen, moet de simulator tijdens de oefeningen afgesloten kunnen worden, zodat de enige visuele informatie via de camera verkregen kan worden.
-*Verlichting.*
Om in een afgesloten (lichtdichte) box te kunnen werken zal adequate verlichting ingebouwd moeten worden om voldoende zicht te hebben. Deze verlichting moet veilig zijn, makkelijk te bedienen en een lange levensduur hebben.
-*Camera.*
De camera moet zoveel mogelijk de kwaliteit en functionaliteit van een werkelijk endoscoop nabootsen.
-*Scherm.*
De camerabeelden zullen zichtbaar gemaakt moeten worden op een voldoende groot kleurenscherm.
-*Ruimte.*
De simulator zal ruim genoeg moeten zijn om voldoende trainingsruimte te creëren, de camera voldoende bewegings- en focusruimte te bieden, voldoende overzicht te kunnen krijgen indien nodig en de inhoud eenvoudig te kunnen wisselen. Omdat er in deze simulator niet, zoals in de werkelijke situatie, met CO_2-gas gewerkt zal worden om de buikholte op te blazen ter winning van overzicht, moet deze situatie standaard aanwezig zijn. Echter; de inhoud moet niet te groot zijn, om de werkelijke situatie (kleine ruimten) niet teveel te ontlopen.
-*Stevigheid.*
Omdat de simulator bedoeld zal worden om vrij te gebruiken en jaren mee zal moeten gaan, moet hij degelijk zijn.
-*Eenvoudig.*
Om de drempel tot het gebruik van de simulator zo laag mogelijk te houden, is het van belang te streven naar een eenvoudig te bedienen simulator. Zowel de bediening van de camera, het scherm,

de verlichting en het verwisselen van de inhoud zullen geen problemen op moeten leveren. Een eenvoudige beschrijving van deze handelingen zal voldoende moeten zijn om mensen zelfstandig met de simulator te kunnen laten werken.

3.3.2 Inhoud

-*Relatief goedkoop.*
Omdat (een deel van) de inhoud regelmatig vervangen zal moeten worden (bijv. ovaria na ovariëctomie), zullen deze niet te kostbaar mogen zijn om ook op lange termijn dit project financierbaar te houden. Het streven is om de vervangbare materialen, gebaseerd op de verwachte gebruikersfrequentie, niet meer te laten kosten dan 50 euro per jaar.
-*Realistisch/diersoortspecifiek.*
Als het gaat om de specifieke laparoscopische ingrepen, zullen deze zo realistisch mogelijk moeten zijn. Hieronder versta ik niet enkel het visuele aspect, maar ook de anatomische positionering van organen en de tactiele feedback.
-*Duurzaam.*
De niet vervangbare delen van de inhoud moeten jarenlang mee kunnen gaan.
-*Vervangbaar*
(zie 'Relatief goedkoop')
-*Verwisselbaar.*
Omdat de doelstelling van de simulator tweeledig is, zal de inhoud van de simulator verwisselbaar moeten zijn. Enerzijds zullen er verschillende oefeningen in geplaatst moeten kunnen worden, die het mogelijk maken de algemene vaardigheden van het werken met een endoscoop te kunnen trainen (coördinatie-oefeningen). Anderzijds zal ik me bezig houden met verschillende modellen binnen de simulator te ontwikkelen die zo realistisch mogelijk, specifieke laparoscopische ingrepen nabootsen (bijv. een ovariëctomie).
-*Gevarieerd.*
De verschillende algemene-vaardigheidsoefeningen zouden zo ontwikkeld moeten worden dat iedere oefening een andere vaardigheid van het werken met een laparoscoop traint. Voorbeelden van zulke vaardigheden zijn het schatten van dieptje, oog-hand/hand-hand coördinatie en het maken van bepaalde specifieke bewegingen met het instrumentarium. Ook het werken met de niet-dominante hand moet getraind kunnen worden.
-*Vaste positie.*
Om oefeningen binnen deze simulator in een later stadium te kunnen valideren (zie hoofdstuk 5) is het van belangrijk om de inhoud op een vast punt in de simulator te kunnen fixeren, om verschillende testen zoveel mogelijk te kunnen standaardiseren.

3.3.1 Instrumentarium

- *Toerijkend.*
Door mijn begeleider prof. dr. J. Kirpensteijn is laparoscopisch instrumentarium beschikbaar gesteld, waarmee de gewenste handelingen uitgevoerd kunnen worden in de simulator.

3.4 Dr. H.W.R. (Henk) Schreuder

Voordat ik begon aan de ontwikkeling van de simulator, heb ik contact gezocht met de heer H.W.R. Schreuder; gynaecoloog-oncoloog bij het Universitair Medisch Centrum (UMC) Utrecht. De reden dat ik hem heb benaderd is vanwege zijn expertise op het gebied van laparoscopie-simulatie. In 2011 is hij gepromoveerd op het gebied van minimaal invasieve chirurgie en simulatieonderwijs (Schreuder 2011). Naast zijn werk in het UMC Utrecht is hij bestuurslid van de Dutch Society for Simulation in Healthcare (DSSH).

Na hem mijn onderzoeksvoorstel gestuurd te hebben, ben ik bij hem langs geweest voor een kennismakingsgesprek. Uit dit gesprek bleek dat de heer Schreuder positief stond tegenover mijn plannen en graag bij deze onderzoeksstage betrokken wilde blijven. Ook heeft hij in een later gesprek met mij en mijn begeleiders prof. dr. J. Kirpensteijn en dr. S van Nimwegen aangegeven, over eventuele uitbreiding/samenwerking tussen het SkillsLab van het departement gezelschapsdieren van de faculteit diergeneeskunde en die aanwezig in het UMC Utrecht, na te willen denken. Voor mijn onderzoeksstage zou ik bij hem terecht kunnen voor overleg en ook zou hij bij de later geplande validatiestudies (door mijn opvolger uit te voeren) mee willen denken over de opzet hiervan. Mocht uit deze onderzoeksstage een publicatie voort komen, dan zal de heer Schreuder mede auteur worden. Ik heb gedurende mijn onderzoek regelmatig mijn vorderingen teruggekoppeld naar hem.

4 Materiaal en methode

Deze beschrijving betreft de ontwikkeling en bouw van zowel de behuizing, het binnenwerk, de randapparatuur en de inhoud van de simulator. Ter illustratie zal ik regelmatig verwijzen naar de foto's in bijlage 7.3.

4.1 Oriënterende sectie

Als modeldier voor de simulator heb ik gekozen voor een middelgrote hond. Om een beeld te krijgen van de afmetingen, vormen en anatomische positie van een op de rug liggende hond, heb ik een laparoscopische operatie bijgewoond (uitgevoerd door dr. M.W.Krauss op de faculteit diergeneeskunde, Universiteit Utrecht) en een sectie uitgevoerd op een middelgrote intacte teef (1).
Speciale aandacht ging uit naar de ligging en grootte van relevante organen zoals de uterus, ovaria en bijbehorende relevante structuren, om dit in een later stadium na te kunnen bootsen (bijv. ovariëctomiemodel) (2,3).

4.2 Prototype

Van eenvoudige materialen als hout en kippengaas heb ik gebruikt gemaakt om eerst een prototype te bouwen, om de functionaliteit van alle aspecten aan de simulator te kunnen beoordelen. De thorax en het abdomen zijn in afzonderlijke compartimenten nagebootst (4). Het model bevat een ladesysteem om de inhoud eenvoudig te kunnen wisselen (5). De gesimuleerde incisie-punten (6)

bestaan uit vervangbare schuimrubber matjes, waardoor het instrumentarium naar binnen gebracht kan worden. Deze matjes geven voldoende bewegingsvrijheid, maar ook weerstand zoals deze in een werkelijke situatie te verwachten is. Indien de matjes verontreinigd zijn of elasticiteit verliezen, zijn deze eenvoudig te vervangen. De locatie van deze punten op zowel de thorax als het abdomen, zijn gekozen zoals deze ook in de realiteit bij de meest voorkomende ingrepen ook gebruikt worden. Ook de camerapunten (één in het abdomen, één in de thorax) zijn gekozen, zoveel mogelijk overeenkomend met de werkelijke situatie (4).

4.2.1 Evaluatie prototype

Na evaluatie van dit prototype had ik een aantal verbeterpunten opgesteld voor het definitieve model. De afmetingen bijvoorbeeld, zouden wat groter moeten worden, om de mogelijkheid te houden wat meer overzicht te kunnen krijgen met de 0° SimScope™ camera (zie § 4.5.1) die ook in de definitieve simulator gebruikt zou gaan worden (7). Verder is het ontwerp op een aantal punten zo vereenvoudigd, dat de bouw van de uiteindelijke simulator mogelijk zou worden. Het ladesysteem zou blijven bestaan, maar in vereenvoudigde vorm; zonder rolladegeleiders, maar als verwisselbare RVS platen die in een frame te schuiven zijn, gefixeerd op een vaste positie (26,27). Het voordeel hiervan is dat de ladeplaten zelf en daarmee de verschillende typen bevestigingssytemen voor verschillende inhoudsmodellen te wisselen zijn. Bovendien is het binnenwerk zo beter schoon te maken en eenvoudiger te vervaardigen. Deze, en enkele andere aanpassingen, zijn in overleg met de roestvrijstaal-werkplaats 'Hendrik's atelier' te Joure, waar ik onder supervisie de simulator heb gebouwd, vastgesteld.

4.3 Behuizing

Voor de uiteindelijke productie van de simulator ben ik een aantal keer afgereisd naar Joure, waar de roestvrijstaal werkplaats van mijn neef, 'Hendrik's atelier' zich bevindt. Onder supervisie van hem en zijn broer (dus ook mijn neef) heb ik daar de bouw van de simulator voltooid. De kappen van de simulator hebben we vervaardigd van polyester, omdat dit materiaal de mogelijkheid geeft de juiste vorm en stevigheid te creëren.
Om de kappen in de gewenste vorm te kunnen maken, hebben we eerst een mal vervaardigd uit polystyreen (piepschuim) (8,9,10,11,12,13). Nadat ik zelf al een aantal miniatuur-testmallen had gemaakt van de simulator bleek het gebruik van polystyreen, het goedkoopste en meest handige materiaal om de mal voor de kappen van de simulator te kunnen vormen.
Deze mal hebben we met houtlijm en vaseline bewerkt, om de polystyreen de beschermen tegen de vretende werking van de polyesterhars (14). Met glasvezelmatten en polyesterhars hebben we meerdere lagen polyester gevormd om de mal heen (15,16). De camera- en incisiepunten hebben we laten verzinken (17). Toen de kappen uitgehard waren, hebben we het thoracale-, abdominale- en caudale sluitklepdeel van elkaar losgezaagd. Om de delen lichtdicht aan te kunnen laten sluiten, hebben we over de dorsale zaagranden, eveneens van polyester, overlappende randen gevormd. Verder hebben we de bevestigingspunten voor de schuimrubber matjes (incisiepunten), de camera, en de onderplaat geboord.

Voor het bevestigen van de schuimrubber matjes, hebben we kunststof ringen op maat gedraaid (29,30,31). Deze ringen klemmen met behulp van 4 RVS boutjes en vleugelmoertjes, de schuimrubber matjes op hun plek (32,33,34). Ze zijn eenvoudig te demonteren om de matjes te kunnen vervangen als deze hun elasticiteit hebben verloren, of verontreinigd zijn.
De afwerking van de kappen bestond uit het reinigen, schuren en aanbrengen van een meerdere lagen tweecomponenten-topcoat (18,19,20,21,22,23,24). Deze coat is goed te reinigen en slijtvast.

4.4 Binnenwerk

Het binnenwerk is gemaakt van roestvrij staal. Dit in verband met de hygiene (goed reinigbaar), duurzaamheid, en klinische uitstraling van dit materiaal. De roestvrijstalen onderplaat, die als basis voor het geheel fungeert, hebben we om een houten plaat heen gevormd (25,26). De draadeinden voor het bevestigen van de behuizing zijn hier met een speciale techniek op gepuntlast. De bak waar de verschillende ladeplaten (dus op een gefixeerde positie) in schuiven hebben we met Polymax vastgelijmd op de onderplaat (28). De kieren hebben we ook met Polymax afgekit. De ladenplaten zijn eveneens uit roestvrijstaal gevormd. De verschillende typen laden met verschillende bevestigingssystemen (27) maken het mogelijk om zowel de vaardigheidsoefeningen als de operatiebakken te fixeren (zie § 4.6).

4.5 Randapparatuur

4.5.1 Camera

Om ook het gevoel en de behendigheid van het werken met een endoscoop te kunnen trainen, heb ik gekozen om in deze simulator gebruik te maken van de 0° SimScope™ camera van 3-Dmed® (7). Dit is een simulatie-endoscoop die door middel van een kogelscharnier vrij te bewegen is en bovendien verder in- en uit de simulator te brengen is, om respectievelijk minder- of juist meer overzicht te krijgen over de inhoud. Als de camera niet gehanteerd wordt, blijft deze in de gekozen positie gefixeerd. Er zal dus geen extra hand nodig zijn om de camera te besturen. Verder is de keus voor deze camera voortgekomen uit de eigenschap dat, anders dan bij bijvoorbeeld een webcam, er geen tussenkomst van een computer nodig is om de beelden te processen voordat deze op een scherm zichtbaar gemaakt kunnen worden.

De camera bevat een bevestigingssysteem om het relatief eenvoudig in een willekeurige behuizing te kunnen plaatsen (in een gat van het juiste formaat klikken). Echter, dit klikmechanisme is niet geschikt voor het veelvuldig los- en vast klikken. Omdat mijn simulator zowel een camerapunt in de thorax als het abdomen heeft, en de camera tussen deze punten gewisseld moet kunnen worden, was het belangrijk een manier te bedenken waarop de camera verplaatst kon worden zonder het systeem van de camera zelf te belasten. Dit hebben we gedaan met behulp van een extra op maat gedraaide kunststof ring (29,30,31), waarin de camera bevestigd is. Het verplaatsen kan geschieden door de gehele ring inclusief camera te demonteren, zodat het kliksysteem van de camera zelf niet belast wordt. De ring zit vast in de behuizing met 3 eenvoudig te demonteren RVS boutjes en vleugelmoertjes.

4.5.2 Verlichting

Om voldoende licht binnen de simulator te garanderen heb ik een ledstrip aangebracht (35) die met een schakelaar van buiten de simulator aan- en uit te zetten is. De witte binnenkant van de simulator zorgt ervoor dat het licht diffuus verspreid wordt binnen de simulator, waardoor één strip afdoende is.

4.5.3 Scherm op kast

De camera is direct aan te sluiten via een tulpstekker op het televisie scherm. De roestvrijstalen kast waar het scherm op staat is verrijdbaar, en biedt de mogelijkheid om inhoudsmodellen in op de bergen (37).

4.6 Inhoud

De verschillende inhoud waarmee getraind kan worden is grofweg tweeledig: specifieke vaardigheidsoefeningen en operatiebakken.

4.6.1 Vaardigheidsoefeningen

Om de algemene vaardigheden van de endoscopische chirurgie te kunnen trainen, heb ik verschillende specifieke vaardigheidsoefeningen gemaakt. Het doel van de oefeningen is het trainen van oog-handcoordinatie, behendigheid, diepte perceptie en interactie tussen de dominante en de niet-dominante hand.

Afb. 1. Vaardigheidsoefening 'Pea on a tee'.

De keus voor verschillende trainingsmodellen is grotendeels gebaseerd op de door dhr. Schreuder reeds gevalideerde modellen voor 3-Dmed®. Deze validatie heeft deel uitgemaakt van zijn promotie (Schreuder 2011). Hiervoor heeft hij een cross-sectionele studie uitgevoerd met als doel een nieuwe trainingsreeks (bestaande uit een zestal vaardigheidsoefeningen) te valideren, die gebruikt kunnen worden in verschillende typen box/video trainers. Hiervoor heeft hij deelnemers (n=42) over 3 groepen verdeeld: 'Beginners' (n=18), 'half-gevorderden' (n=14) en 'experts' (n=10). Alle deelnemers hebben ieder tweemaal een zestal oefeningen uitgevoerd. Om nauwkeurigheid te stimuleren werd een strafscore toegevoegd. De totale score per oefening werd berekend. Ook hebben de deelnemers achteraf een vragenlijst ingevuld om te bepalen of de test volgens de deelnemers wel meet wat hij zou moeten meten (face-validiteit). De gemiddelde score van de experts werd als trainingsdoel gesteld. De totale

scores leken positief gecorreleerd aan het ervaringsniveau van de deelnemers. De totaalscore en de score voor de afzonderlijke oefeningen was significant hoger in de halfgevorderden- en expert groep, vergeleken met de groep van beginners (P-value ≤ 0,001). De totale beoordeling van de trainingsreeks was overwegend goed.
Naast de van deze studie afgeleide modellen, heb ik ook zelf nog extra modellen ontwikkeld. Elk van deze blokken zijn op een vaste positie te fixeren op de daarvoor bestemde ladeplaten. Een uitvoeriger beschrijving van de afzonderlijke oefeningen is te vinden in bijlage 7.1.

4.6.2 Operatiebakken

Om verschillende specifieke laparoscopische ingrepen te kunnen trainen in deze simulator, heb ik de zogenaamde operatiebakken ontwikkeld. Dit zijn flexibele, rubber bakken die (een deel van) de inwendige abdominale wand nabootsen. In deze bakken zijn verschillende specifieke ingrepen na te bootsen. Doordat ook deze bakken goed te reinigen zijn, is het zelfs mogelijk met echte organen te werken, zoals levers voor leverbioptname.
In het kader van mijn onderzoeksstage heb ik een ovariëctomiemodel ontwikkeld waarmee deze specifieke ingreep getraind kan worden (afb.2). Dit model bestaat uit verwisselbare plankjes, die precies in de operatiebak passen. Deze zijn uitgerust met twee doodlopende infuusbuisjes, met om beiden een houten kraal (eierstok). De infuusbuisjes die beiden zowel de arteria ovarica en -uterina als de baarmoederhoornen simuleren, kunnen aangesloten worden aan een met rode vloeistof gevuld infuussysteem. De druk van deze vloeistof in de infuusbuisjes benaderd de normale bloeddruk. De kralen aan de infuusbuisjes vallen over de rand van de ovariëctomieplankjes in de diepte, zoals in de werkelijke situatie ook met eierstokken gebeurd. Over het geheel worden simulatiedarmen gelegd, om de werkelijke situatie (beeld en bereikbaarheid) zo goed mogelijk na te bootsen. De infuusslangetjes zijn flexibel, en van voldoende lengte om ze uit de diepte 'op te kunnen lepelen' (afb.3). Om het geheel van baarmoederhoorn en eierstok zit een vlies gevouwen, die het ligamentum latum symboliseerd. Deze dient dan ook doorgehaald te worden voordat het infuusbuisje craniaal (lig. suspensorium) en caudaal (lig. proprium) afgebonden kan worden alvorens de eierstok verwijderd kan worden.

In dit model bestaat de mogelijkheid om essentiele onderdelen eenvoudig te kunnen wisselen na een succesvol uitgevoerde ovariëctomie. De vervangbare ovariëctomie plankjes zijn eenvoudig te verwisselen. Gebruikte plankjes kunnen eenvoudig voorzien worden van een nieuwe set-up.

Afb. 2. Overiëctomie model

Afb. 3. Eierstokken liggen in diepte met darmen er overheen.

4.7 Kosten

De voorwaarde die aan de kosten van de simulator zelf werd gesteld, was dat de simulator relatief een stuk goedkoper moest zijn ten opzichte van commercieel verkrijgbare (weliswaar minder diersoortspecifieke), kwalitatief en functioneel vergelijkbare simulatoren. Omdat dit deels een subjectieve voorwaarde is, is dit in overleg met mijn begeleider bepaald.

Omdat (een deel van) de inhoud regelmatig vervangen zal moeten worden (bijv. ovaria na ovariëctomie), zouden deze niet te kostbaar mogen zijn om ook op lange termijn dit project financierbaar te houden. Het streven is geweest om de vervangbare materialen, gebaseerd op de verwachte gebruikersfrequentie, niet meer te laten kosten dan 50 euro per jaar.

Beide doelstellingen wat betreft de simulator en de inhoud zijn mijns inziens gehaald. Voor een uitgebreid kostenoverzicht verwijs ik naar bijlage 7.2.

5 Vervolgstudie (validatie)

Om de laparoscopiesimulator als erkend trainingsmiddel binnen de faculteit te kunnen laten functioneren, is het van belang dat verschillende trainingsmodellen binnen deze simulator gevalideerd worden. Dit is de enige manier om evidence-based uitspraken te doen over het effect van training met deze simulator op de leercurve van beginnende laparoscopisten. Ook kan met behulp van ervaren laparoscopisten een gouden standaard bepaald worden, waaraan getoetst kan worden. Het doel is om in eerste instantie bepaalde algemene vaardigheidsoefeningen te valideren, en vervolgens meer specifieke ingrepen zoals bijvoorbeeld het ovariëctomie model. Op het moment van schrijven is het student drs. P.T. Jansen die het validatietraject op zich neemt. Zijn opzet om dit te doen is besproken met dr. H.W.R. Schreuder.

6 Discussie

Binnen de (dier)geneeskunde wordt nog altijd de discussie gevoerd over de voordelen van laparoscopische ingrepen boven de conventionele methoden.
Een belangrijk nadeel van laparoscopie zou zijn dat het een complexe manier van opereren is, die een eenvoudige manier vervangt. Verder zou het lastiger zijn om een goed overzicht te krijgen, wat voor bepaalde indicaties (bijv. obstructies) van groot belang kan zijn. Ook zou in het geval van sommige complicaties alsnog de buikholte verder geopend moeten worden.
Ik denk dat het altijd belangrijk is om kritisch te blijven als het gaat om de te kiezen operatietechniek. Niet alleen de individuele patiënt dient in deze overweging meegenomen te worden, maar vooral ook de vaardigheden van de chirurg. De hierboven genoemde (en meer) mogelijke nadelen van laparoscopische ingrepen kunnen grotendeels ondervangen worden door ervoor te zorgen dat chirurgen vaardig aan een operatie beginnen. Veel potentiële nadelen kunnen door adequate training beperkt worden (zie § 3.1). Een manier om dit te bereiken is met behulp van onder andere de laparoscopie simulator. Als er getraind kan worden met toetsing aan een gouden standaard, bepaald voor verschillende specifieke trainingsmodellen, kan een chirurg met bewezen minimale

competenties aan een operatie beginnen. Voor beginnende-, maar ook voor het onderhoud van vaardigheden van ervaren laparoscopisten is dit van groot belang. Juist door deze vaardigheidscomponent meet- en toetsbaar te maken, kan de keuze voor de operatietechniek meer op basis van de individuele patiënt gebeuren. Er hoeft minder twijfel te bestaan over de vaardigheden van de chirurg, waardoor de voordelen van laparoscopie eerder de overhand krijgen bij het tot stand komen van deze keuze.

Waar mij tijdens de ontwikkeling van deze simulator regelmatig naar werd gevraagd, is waarin deze simulator zich onderscheidt ten opzichte van bestaande, commercieel verkrijgbare simulatoren. Ten eerste zijn dit de kosten, ten tweede de diersoortspecificiteit. De kosten van zowel de ontwikkeling en bouw van deze simulator en inhoudsmodellen zijn een stuk lager geweest dan vergelijkbare, (minder diersoortspecifieke!) simulatoren. Ik denk dat de keus voor een hond als modeldier voor deze simulator zeker een toegevoegde waarde heeft en niet alleen voor de beleving van de training, maar ook praktisch gezien. In de simulator zijn de insici- en camerapunten in zowel het abdominale- als thoracale deel geplaatst, waar deze ook in de werkelijke situatie bij honden en katten geplaatst worden. Het gebruik van een simulatie-endoscoop draagt ook bij aan een zo realistisch mogelijk gevoel. Verder wordt met de specifieke laparoscopische ingrepen zoveel mogelijk de situatie bij de hond gesimuleerd. Deze specifieke veterinaire modellen zijn (nog) niet commercieel verkrijgbaar.

Specifiek voor deze simulator zijn er nog een aantal punten die in overweging genomen kunnen worden ter verbetering of aanvulling. Om in het validatietraject zoveel mogelijk uniformiteit te verkrijgen tussen de deelnemers, zou gedacht kunnen worden aan de mogelijkheid om de camera per oefening op een vooraf vastgestelde afstand van de oefeningen te kunnen plaatsen. Dit zou gedaan kunnen worden met markeringsstreepjes op de camerasteel. De camera zou tot een bepaald streepje in de simulator geschoven kunnen worden. Als deze positie wordt gehandhaafd gedurende de oefening, heeft iedere deelnemer dezelfde mate van overzicht.

Naast dat er nog meer specifieke operaties gesimuleerd kunnen worden in het abdominale gedeelte van de simulator, heeft de thorax nog geen invulling gekregen. Om deze functioneel te maken, zou gedacht kunnen worden aan het simuleren van een pericardectomie in dit gedeelte. Beweging in dit gebied van longen en hart, zouden eventueel nagebootst worden door de inhoud op een op-en-neer bewegend plateau te plaatsen. Voor het vormen van de longen kan gebruikt gemaakt worden van een half doorgeknipte binnenbal van een voetbal. Ik laat dit verder geheel over aan de creativiteit en handigheid van mijn opvolger.

7 Bijlagen

7.1 Beschrijving vaardigheidsoefeningen

'Pea on a tee' - beginner

Materiaal:

- Pinbord met 16 pinnen van verschillende hoogtes. De kleur komt overeen met de hoogte; In volgorde van kort naar lang; blauw, geel, oranje.

Startpositie:

- De oefening wordt met de kralenbak aan de linkerkant gepositioneerd

Procedure:

- Tijd wordt gestart wanneer de eerste kraal wordt gepakt
- 16 houten kralen worden één voor één uit het bakje gepakt en ieder op een pin gelegd

Eindpositie

- De opdracht is volbracht als op alle pinnen gelijktijdig een kraal ligt

Strafpunten

- Tien strafpunten worden geteld als kraal wordt laten vallen, twintig strafpunten als de kralen van het bord afvallen.
- Als een kraal van het bord afvalt, kan deze niet meer opnieuw gebruikt worden.
- Als een kraal op het bord valt dient deze opnieuw opgepakt te worden en op een pin geplaatst te worden.

Score

- Tijd in seconden + strafpunten

Deze oefening heeft een maximum van 10 minuten

'Pea on a tee' - gevorderd

Materiaal:
- Pinbord met 16 pinnen van verschillende hoogtes.

Startpositie:
- De oefening wordt met de kralenbak aan de linkerkant gepositioneerd

Procedure:
- Tijd wordt gestart wanneer de eerste kraal wordt gepakt
- 16 houten kralen worden één voor één uit het bakje gepakt en ieder op een pin gelegd

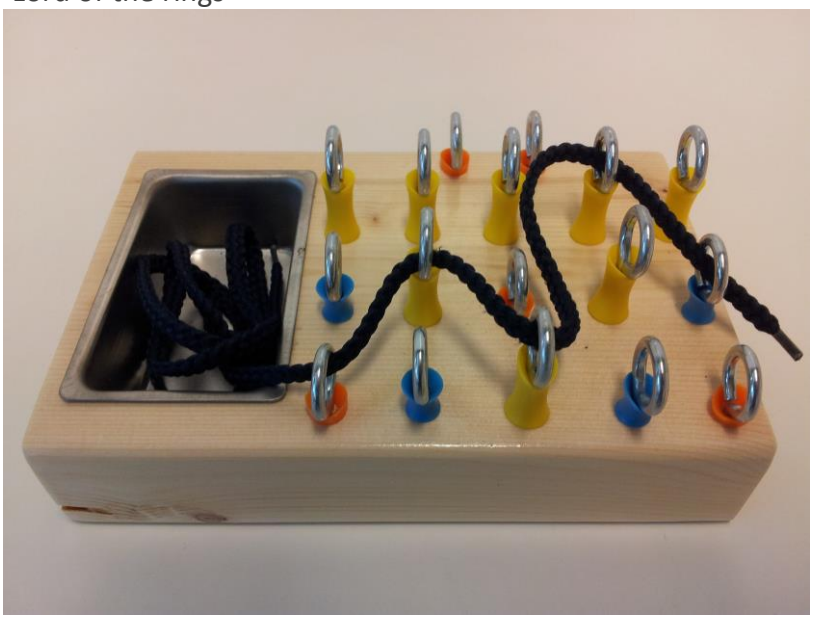
Eindpositie
- De opdracht is volbracht als op alle pinnen gelijktijdig een kraal ligt

Strafpunten
- Tien strafpunten worden geteld als kraal wordt laten vallen, twintig strafpunten als de kralen van het bord afvallen.
- Als een kraal van het bord afvalt, kan deze niet meer opnieuw gebruikt worden.
- Als een kraal op het bord valt dient deze opnieuw opgepakt te worden en op een pin geplaatst te worden.

Score
- Tijd in seconden + strafpunten

Deze oefening heeft een maximum van 10 minuten

'Lord of the rings'



Materiaal:
- Blauw touw
- Board met vier rijen met ringen

Startpositie
- De oefening wordt met het touwbakje bak aan de linkerkant gepositioneerd, het touw ligt in het bakje met één uiteinde naar boven uitstekend.

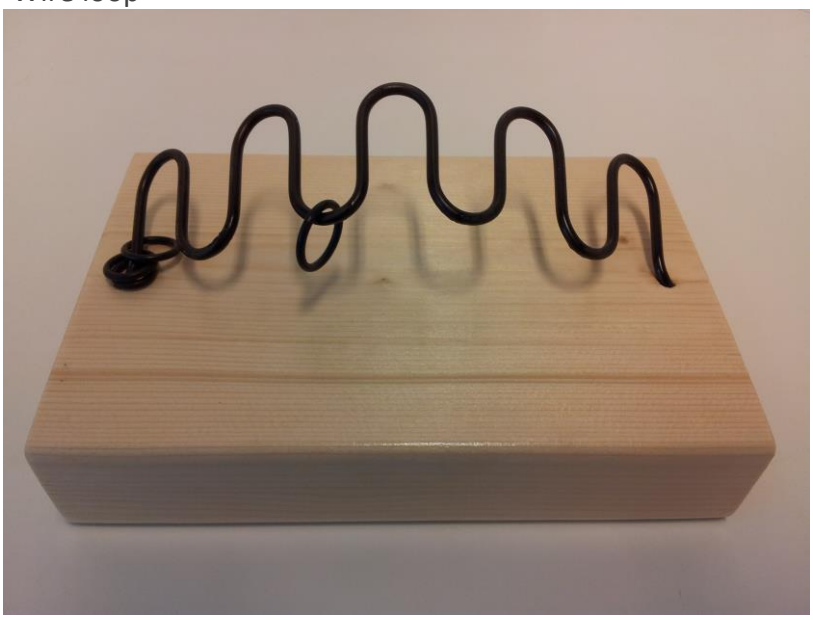
Procedure
- Tijd wordt gestart wanneer het touw wordt vastgepakt
- Manouvreer het touw van links naar rechts door de vooraf te bepalen ringen.

Eindpositie
- De opdracht is volbracht als het touw door de laatste ring is gehaald.

Strafpunten
- Als het touw naast een ring wordt geleid worden 10 strafpunten gerekend.

Score
- Tijd in seconden + strafpunten

'Wire loop'



Materiaal:
- Draadbord
- Vier ringen met afnemende diameter

Startpositie
- De oefening wordt met het laagste deel van de draad naar voren gepositioneerd.
- De ringen worden aan de linker kant van het bord geplaatst.

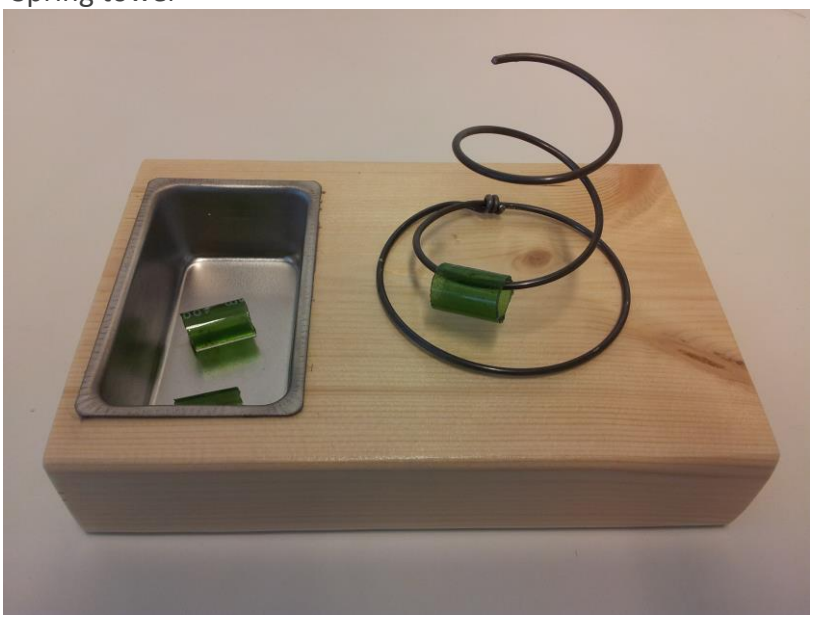
Procedure
- Tijd wordt gestart wanneer de eerst ring wordt gepakt
- Breng de ringen van afnemende diameter, één voor één, naar het andere uiteinde van de draad.
- Wissel na iedere bocht van hand

Eindpositie
- De opdracht is volbracht als de vier ringen naar het andere uiteinde zijn gebracht.

Strafpunten
- Als een ring voor het einde van de draad wordt losgelaten, worden 10 strafpunten gerekend.

Score
- Tijd in seconden + strafpunten

'Spring tower'



Materiaal:
- Veerbord
- Groen rubber buisje

Startpositie
- De oefening wordt met het buisbakje bak aan de linkerkant gepositioneerd. Eén buisje bevindt zich onderaan om de staande veer.

Procedure
- Tijd wordt gestart wanneer het buisje wordt vastgepakt
- Manouvreer het buisje met beide handen via de veer omhoog, totdat deze van de veer af is.

Eindpositie
- De opdracht is volbracht als het buisje in het bakje gelegd is.

Strafpunten
- Als het buisje wordt losgelaten voordat deze in het bakje is gelegd, worden 10 strafpunten gerekend.

Score
- Tijd in seconden + strafpunten

7.2 Kostenoverzicht

--
--
--

--
--
--

7.3 Foto’s ontwikkeling en bouw

--
--
--

--
--
--

--
--
--

--
--
--

9 Referenties

1. Robinson TN, Stiegmann GV. Minimally Invasive surgery. *Endoscopy* 2004 Jan; 36(1): 48-51
2. Gower S, Mayhew P. Canine laparoscopic and laparoscopic-assisted ovariohysterectomy and ovariectomy. *CompendContinEduc Vet.* 2008 Aug; 30(8):430-2,434,436,438,440
3. Mayhew P. Developing minimally invasive surgery in companion animals. *Vet Rec 2011* Aug 13; 169(7):177-8
4. Issenberg SB, McGaghie WC, Hart IR, Mayer JW, Felner JM, Pertrusa ER, et al. Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA* 1999; 282:861-6
5. Figert PL, Park AE, Witzke DB, Schwartz RW. Transfer of training in acquiring laparoscopic skills. *J Am CollSurg* 2011; 193:533-7
6. Gawande AA. Creating the educated surgeon in the 21st century.*Am J Surg* 2001; 181:551-556
7. Feldman LS, Sherman V, Fried GM. Using simulators to assess laparoscopic competence: ready for widespread use? *Surgery* 2004; 135:28-42
8. Cooke DT, Jamshidi R, Guitron J, et al. The virtual surgeon: using medical simulation to train the modern surgical resident. *Bullitin of the American College of Surgeons* 2008; 93:26-31
9. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, et al. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double blinded study. *Ann Surg* 2003; 236:458-464
10. Derossis AM, Antoniuk M, Fried GM. Evaluation of laparoscopic skills: a 2 year follow-up during residency training. *Can J Surg* 1999; 42:293-296
11. Fried GM, Derossis AM, Bothwell J, et al. Comparison of laparoscopic performance in vivo with performance measured in a laparoscopic simulator. *SurgEndosc* 1999; 13:1077-1081
12. Sparks DA, Chase DM, Lee WS. An inexpensive solution for laparoscopic simulation. *OPUS 12 Scientist* 2008 Vol.2, No.5
13. Munz Y, Kumar BD, Moorthy K, Bann S, Darzi A. Laparoscopic virtual reality and box trainers: is one superior to the other? *SurgEndosc* 2004 Mar; 18(3):485-94
14. Boel A. Fransson, Claude A. Ragle. Assessment of laparoscopic skills before and after simulation training with an canine abdominal model. *J of Am vet med assoc* 2010; 236:1079-1084
15. Schreuder HWR. Advances in training for laparoscopic and robotic surgery. *Proefschrift* 2011