



Bachelorthesis

De rol van cognitieve vaardigheden op een laparoscopische simulator

Jeroen Hilgerink begeleid door Dr. M. Groenier & Dr. M. Noordzij

22-1-2014

Samenvatting

Achtergrond: Open chirurgie wordt steeds vaker vervangen voor laparoscopische chirurgie, doordat laparoscopische chirurgie minder fysieke ongemakken meebrengt bij de patiënt. Het leren van laparoscopische vaardigheden is echter moeilijker ten opzichte van open chirurgie, en de snelheid waarmee iemand deze vaardigheden leert, lijkt afhankelijk te zijn van cognitieve eigenschappen van de mens. Laparoscopische vaardigheden kunnen worden geoefend en getest op simulatoren, die laparoscopische vaardigheden zo realistisch mogelijk proberen na te bootsen. Het doel van de studie is om uit te zoeken welke cognitieve vaardigheden een rol spelen in de snelheid waarmee vaardigheden worden opgedaan op een simulator. De uitkomst kan mogelijk meedragen aan het ontwikkelen van betere trainingsmodules voor chirurgen, en het eventueel instellen van selectieprocedures voor opleidingen waar laparoscopie een rol speelt.

Methoden: Eenentwintig proefpersonen zijn getest op hun cognitieve vaardigheden door middel van een aantal tests op een computer. Na het afnemen van deze tests, hebben de proefpersonen geoefend op een simulator, waarbij de prestatie van de proefpersonen werd gemeten aan de hand van de duur van de training. De training was afgerond als de proefpersonen beide taken op de simulator volbracht hadden.

Resultaten: Waarnemingsnelheid kwam bij alle analyses als voorspeller naar voren voor de duur van de taak op de cutting task. Bij de meervoudige regressieanalyse bleek naast waarnemingsnelheid, ruimtelijk inzicht en het redeneervermogen ook een voorspeller te zijn voor de duur van de test. Bij de clip applying task kwam geen enkele cognitieve vaardigheid naar voren als voorspeller voor de duur van de taak. Ook op de totale de duur van training (te totale tijd om de cutting task en clip applying task te volbrengen), is geen significante voorspeller gevonden.

Conclusies: Bepaalde cognitieve eigenschappen, met name waarnemingsnelheid, lijken een rol te spelen in de snelheid waarop mensen leren op een simulator. Er zal meer onderzoek moeten worden gedaan om uit te zoeken of deze factoren ook een rol spelen bij andere taken, aangezien de resultaten in het huidig onderzoek enkel op één taak zijn gevonden op een simulator. Verder onderzoek zal moeten worden gedaan naar de invloed van verschillende cognitieve eigenschappen op de prestatie op een simulator.

Inhoud

Samenvatting.....	1
Inleiding.....	3
Methoden.....	7
Deelnemers.....	7
Materialen.....	8
Demografische gegevens.....	8
Mental Rotation test.....	8
Rotating Shape test.....	8
Paper Folding Test.....	9
PicSOOr test.....	10
Raven test.....	11
Corsi Block Tapping test.....	11
Identical pictures test.....	12
Simulatortaken.....	13
Cutting Task.....	13
Clip Applying Task.....	14
Procedure.....	14
Data-analyse.....	15
Cutting task.....	16
Clip applying task.....	16
Cutting task & clip applying task.....	16
Resultaten Cutting Task.....	17
Regressiemodellen cutting task.....	18
Clip Applying Task.....	19
Regressiemodellen en tabellen.....	19
Cutting Task & Clip Applying Task.....	20
Discussie.....	20
Referenties.....	25
Appendix A.....	30

Inleiding

Sinds de jaren 80 is minimaal-invasieve chirurgie een steeds meer gebruikte vorm van chirurgie (Sackett, 2002). Bij minimaal-invasieve chirurgie wordt er een kleinere incisie in de huid gemaakt dan bij normale open chirurgie. De meest voorkomende variant van minimaal-invasieve chirurgie is laparoscopie, waarbij de incisie wordt gemaakt onder de navel. Het voordeel ten opzichte van open chirurgie is dat je een veel kleinere snee maakt, waardoor er minder pijn naderhand wordt ervaren, en er minder postoperatieve complicaties optreden (Ortega et al. 1995; King et al. 2005; Aziz et al., 2006). Hoewel een gemiddelde laparoscopische ingreep langer duurt dan een ingreep bij open chirurgie, is de tijd die een patiënt nodig heeft om te herstellen aanzienlijk korter en daarbij het verblijf in het ziekenhuis ook (Veldkamp et al., 2005; Lacy et al., 2002; Franklin et al., 1996). Wat laparoscopische chirurgie lastiger maakt dan open chirurgie, is dat de chirurg alles via een scherm moet doen. Via de incisie die is gemaakt onder de navel gaat er een microscopische camera naar binnen die vast zit aan een instrument. Met dit instrument kan de chirurg de camera manipuleren om zo het juiste deel van het lichaam op het scherm te krijgen. De situatie die te zien is op het scherm is vergroot ten opzichte van de realiteit, waardoor een kleine beweging met de hand een grotere beweging op het scherm teweeg brengt. Ook de hand-oog coördinatie wordt verstoord bij laparoscopie. Ten eerste ervaart een chirurg een mislocatie van het camerabeeld, doordat de chirurg vooruit naar een scherm moet kijken, en niet zoals normaal naar beneden. Ten tweede is er sprake van misoriëntatie doordat er een verschil is in de gezichtslijn die de chirurg normaal ervaart, wanneer er recht naar beneden in de buik wordt gekeken, en de gezichtslijn van de endoscoop. Hierdoor zal het instrument op het scherm anders bewegen dan wordt verwacht (Breedveld & Wentink. 2010). Ook wordt de diepteperceptie aangetast door het ontbreken van driedimensionale cues op het scherm. Het vermogen van de mens om diepte te zien komt door binoculaire dispariteit. Binoculaire dispariteit ontstaat doordat licht van een object in verschillende hoeken in beide ogen valt, wanneer dit object vanuit verschillende plekken bekeken wordt. Vooral bij procedures waarbij er met een instrument iets vastgegrepen moet worden, blijkt de aantasting van de diepteperceptie een negatief effect te hebben op de prestatie van de chirurg (Marotta et al., 1998; Servos et al., 1992). Doordat er bij laparoscopie een veel grotere aanspraak wordt gedaan op het cognitieve vermogen van de mens, worden er ook meer fouten gemaakt (Moore en Bennet. 1995). Ook de benodigde tijd voor een laparoscopische ingreep ligt hoger bij beginnende chirurgen (Voitk et al., 2001). Naarmate er meer ingrepen zijn uitgevoerd verkort de duur van de ingreep en worden er minder fouten gemaakt door de chirurg. (Moore en Bennet, 1995; Voitk et al., 2001; Bennet et al. 1997, Schlachta

et al., 2001).

De meest gebruikte manier om ervaring op te doen voor leerlingen bij laparoscopie is op dit moment nog steeds het klassieke leerling-tutor model (Molinas & Campo, 2010), waarbij de leerling in de eerste instantie ervaring opdoet in de operatiekamer door te kijken naar hoe een ervaren chirurg een ingreep uitvoert, en in een latere fase van de training ook zelf de vergaarde kennis gaat toepassen. Echter brengt deze manier van leren ook nadelen met zich mee. De leerling kan fouten maken wanneer geoefend wordt op een patiënt, het duurt vrij lang totdat er voldoende ervaring is opgedaan om zelf te mogen opereren, en het vergt veel uren van tutores (Aggerwal et al., 2006; Simons et al., 1995). Daarbij zijn de jaarlijkse kosten erg hoog om operatiekamers beschikbaar te stellen voor leerlingen (Bridges & Diamond, 1999).

Om deze nadelen te beperken, zijn er simulatoren ontwikkeld die laparoscopische ingrepen zo goed mogelijk proberen na te bootsen. Beginnende chirurgen kunnen voordat ze aan een echte operatie beginnen eerst ervaring opdoen op een simulator. Het oefenen op een simulator is echter alleen van nut als de vergaarde vaardigheden ook in de operatiekamer te gebruiken zijn, dus dat er zogenaamde "transfer" bestaat van de vaardigheden op de simulator naar de operatiekamer. Meerdere onderzoeken waarbij groepen arts-assistenten werden ingedeeld in een controlegroep (geen simulatortraining) en een experimentele groep (wel simulatortraining) hebben aangetoond dat de arts-assistenten die van tevoren simulatortraining kregen, minder fouten maakten in de operatiekamer, en daarbij ook sneller waren (Beyer et al., 2011; Banks et al., 2007; Grantcharov et al. 2004).

Er blijkt echter een verschil te zijn in hoe snel iemand de vaardigheden voor laparoscopische ingrepen onder de knie heeft, en dit lijkt te maken te hebben met cognitieve menselijke factoren (Gallagher et al., 2003). Ruimtelijk inzicht, de vaardigheid om twee- en driedimensionale figuren te kunnen manipuleren, komt vaak naar voren als één van de belangrijkste eigenschappen die het verschil verklaart tussen leercurves bij laparoscopische chirurgie (Keehner et al. 2006, Wanzel et al. 2002, Ritter et al. 2006). Naast ruimtelijk inzicht wordt er in het huidig onderzoek ook gekeken naar ruimtelijk geheugen, redeneervermogen en waarnemingsnelheid. Deze eigenschappen zijn allen onder te brengen in de "three stratum theory" van Carroll (1993). Carroll maakt in zijn theorie onderscheid op drie lagen, waarbij het hoogste niveau de factor "g" wordt genoemd, ook wel algemene intelligentie. Deze "g" is onderverdeeld in een aantal 2^e-laagsfactoren die samen g vormen, waar ruimtelijk inzicht en redeneringsvermogen een voorbeeld van zijn. Elke 2^e-laagsfactor is op zijn beurt weer onderverdeeld in 1^e-laagsfactoren, waarbij waarnemingsnelheid en ruimtelijk geheugen

een onderdeel zijn van ruimtelijk inzicht. Deze 1^e-laagsfactoren zijn de factoren die kunnen worden gemeten door tests, en dergelijke tests worden ook gebruikt in het huidige onderzoek om deze factoren te meten. Ruimtelijk inzicht kan met verschillende tests worden gemeten, maar tests die veel worden gebruikt zijn de mental rotation test (v/d Berg & Kuse, 1978), de rotating shape test (Cooper, 1975), de paper folding test (Ekstrom et al. 1976) en de PicSOR test (Gallagher et al. 2003). Deze tests meten allen 1^e-laagsfactoren op de Three stratum theory, die onderdeel zijn van de 2^e-laagsfactor ruimtelijk inzicht. Met de mental rotation test wordt de “visualisatie” factor gemeten, wat de vaardigheid is om complexe ruimtelijke situaties te manipuleren. De rotating shape test meet spatial relations, wat de vaardigheid is om simpele ruimtelijke situaties te kunnen manipuleren. In zowel de mental rotation test als de rotating shape test moet er een object mentaal gedraaid worden. Het vermogen om iets mentaal te draaien heeft een sterk verband met laparoscopie. Hoe groter de draaihoek waaruit chirurgen moeten werken, hoe langer de duur van een ingreep, en hoe groter de kans dat er fouten worden gemaakt (Conrad et al. 2005). De paper folding test meet ook de visualisatie factor en een hoge score op deze test wordt in verband gebracht met betere laparoscopische vaardigheden bij chirurgen (Keehner et al. 2004). De PicSOR test meet diepteperceptie. Diepteperceptie kunnen we ook scharen onder de visualisatie factor, en wordt in een ander soortgelijk model van Cattell & Horn (1978) ook genoemd als onderdeel van de algemene visualisatie factor (gv, general visualization), welke lijkt op de ruimtelijk inzicht factor van de Three stratum theory. Omdat diepteperceptie wordt aangetast bij laparoscopie (Breedveld & Wentink, 2010; Reinhardt-Rutland, 1996), is het belangrijk dat chirurgen de vaardigheid hebben om diepte te zien. Gallagher et al. (2003) hebben de PicSOR test ontwikkeld die diepteperceptie meet, en hebben de validiteit onderzocht op een “cutting task” op een simulator, welke ook gebruikt wordt in dit onderzoek. Bij alle drie de onderzoeken die gedaan zijn, komt naar voren dat een hoge score op de PicSOR test een betere score op de uitvoering van de “cutting task” betekent, en dit positieve effect op laparoscopische ingrepen wordt ook gevonden door Enochsson et al. (2004). Het redeneringsvermogen is de vaardigheid om conclusies te trekken op basis van feiten of veronderstellingen. Een veel gebruikte test om het redeneervermogen te meten is de Raven test (Raven, 1965). Een goed redeneervermogen wordt in verband gebracht met het snel leren van laparoscopische vaardigheden, en een kortere duur van een laparoscopische ingreep (Groenier et al. 2012; Keehner et al. 2006). In het onderzoek van Keehner et al. (2006) kwam echter naar voren dat redeneervermogen enkel in het begin van de trainingsfase (bij de eerste paar sessies) een positieve invloed heeft op de duur van een taak, terwijl de visualisatie factor van ruimtelijk inzicht alle twaalf

sessies van invloed bleven. Ruimtelijk geheugen is het vermogen om informatie op te slaan over de omgeving en de ruimtelijke indeling hiervan, en wordt vaak gemeten met de Corsi block tapping test (Corsi, 1972). Ruimtelijk geheugen kan ook geschaard worden onder de ruimtelijk inzicht factor, en een grote belasting van het ruimtelijk geheugen betekent dat er minder hersencapaciteit overblijft voor andere taken die leunen op ruimtelijk inzicht (Stefanidis et al. 2007).

Waarnemingsnelheid is een factor waar dit onderzoek extra de focus op wil leggen, omdat er nog vrij weinig onderzoek naar is gedaan (Luursema, 2012). Waarnemingsnelheid is een onderdeel van de ruimtelijk inzicht factor, en is het vermogen om bijvoorbeeld snel te kunnen zien of twee figuren gelijk of ongelijk zijn, en wordt onder andere gemeten met de Identical Pictures test (Ekstrom, 1976). Waarnemingsnelheid zou een voorspeller zijn voor individuele verschillen in prestatietaken en vaardigheidstaken die te maken hebben met snelheid en precisie van reactie (Ackerman & Beier, 2007). In onderzoek van Groenier et al. (2013) en Luursema (2010) wordt waarnemingsnelheid ook in verband gebracht met betere prestaties bij de training

Het doel van het huidige onderzoek is om uit te zoeken welke cognitieve eigenschappen van de mens invloed hebben op het leergedrag op simulatoren. Als er uiteindelijk genoeg bewijs is gevonden dat bepaalde eigenschappen van invloed zijn op de prestatie op simulatoren, dan kunnen er betere trainingsprogramma's worden ontwikkeld voor leerlingen om deze punten beter te ontwikkelen. Sommige mensen zijn helemaal niet in staat om laparoscopische vaardigheden onder de knie te krijgen (Grantcharov & Funch-Jensen, 2009). Om te voorkomen dat dergelijke mensen worden toegelaten tot een chirurgische opleiding, kunnen er toelatingsexamens worden gehouden alvorens iemand een opleiding begint.

Er wordt verwacht dat de uitkomst van het huidige onderzoek zal uitwijzen dat op beide taken op de simulator een positieve correlatie zal worden gevonden met de ruimtelijk inzicht en waarnemingsnelheid factor. Ruimtelijk inzicht komt in een ruimte hoeveelheid onderzoeken naar voren als de belangrijkste voorspeller voor een snelle leercurve bij laparoscopische ingrepen chirurgie (Keehner et al. 2006, Wanzel et al. 2002, Ritter et al. 2006). De PicSO test van Gallagher et al. (2003) toont op de cutting task in meerdere onderzoeken een positieve correlatie met de prestaties op de taak, dus verwacht wordt dat deze test een hoge positieve correlatie zal tonen met de totale duur om de taak te behalen, omdat in het huidige onderzoek een identieke taak wordt gedaan. Het redeneervermogen en ruimtelijk geheugen zal vermoedelijk een lagere positieve correlatie met de duur van de training laten zien, omdat deze factoren voornamelijk in verband worden gebracht met sneller leren bij de eerdere sessies bij laparoscopische trainingen (Groenier et

al. 2012; Keehner et al. 2006), en niet bij de latere sessies, aangezien er in dit onderzoek niet wordt gekeken naar trainingsresultaten bij de eerste sessies, maar enkel wordt gekeken totdat de “expertwaarde” wordt bereikt.

Om de cognitieve eigenschappen te meten wordt er in dit onderzoek gebruikt gemaakt van de eerder genoemde tests. Om de vaardigheden van de proefpersonen in dit onderzoek op een simulator te testen, hebben we gebruik gemaakt van een tweetal taken op een simulator (LapSim®). De cutting task zou goed te leren zijn door oefening, en laat een duidelijk onderscheid zien tussen beginners en experts (Gallagher et al. 1998; Crothers et al. 1999; Gallagher et al. 2003). De clip applying task, waarbij nietjes moeten worden gezet in een bloedvat, laat ook onderscheid zien tussen beginners en experts op de prestatie op een simulator (Duffy et al. 2004). De taken kunnen worden volbracht op verschillende niveaus, maar er is gekozen voor het moeilijkste niveau, wat te maken heeft met expert-waardes op de simulator. Deze expert waardes zijn gebaseerd op de gemiddelde score + 2SD van twintig experts op de simulator (Van Dongen et al. 2010). Leerlingen die deze “drempel” score hebben bereikt, zouden genoeg expertise hebben opgedaan om de basisvaardigheden van laparoscopische chirurgie uit te kunnen voeren. Het behalen van deze drempel score is een “proficiency-based” manier van leren. Dit wil zeggen dat de taak behaald is als er een bepaalde bekwaamheid is bereikt. Uit eerder onderzoek is gebleken dat wanneer taken proficiency-based zijn, dat targets sneller behaald, scores op taken hoger liggen, en dat de verkregen vaardigheden behouden blijven (Gauger et al., 2010; Stefanidis et al., 2005; Stefanidis et al., 2008).

Methoden

Deelnemers

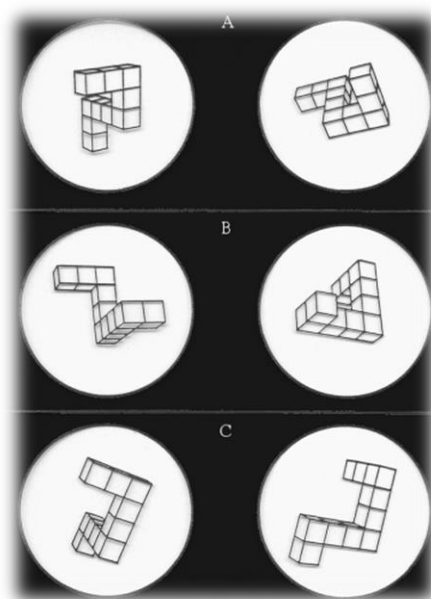
Aan dit onderzoek hebben 21 mensen mee gedaan, waarvan twaalf vrouwen en negen mannen. De gemiddelde leeftijd van de proefpersonen was 22,5 jaar, en geen van hen had eerdere ervaring met laparoscopie. Twee deelnemers (9,5%) rapporteerden linkshandig te zijn. Van de 21 deelnemers gaven elf deelnemers aan slechtziend te zijn (52,4%). Vier mensen gaven aan eerdere ervaring te hebben met cognitieve tests (19%). Alle proefpersonen hebben van te voren een informed consent formulier moeten invullen.

Materialen

Demografische gegevens

Demografische gegevens zijn verkregen door een vragenlijst die ingevuld is op www.surveymonkey.com. Hierbij konden de proefpersonen op de computer via deze website de vragen beantwoorden, waarbij de antwoorden werden opgeslagen op deze website.

Mental Rotation test



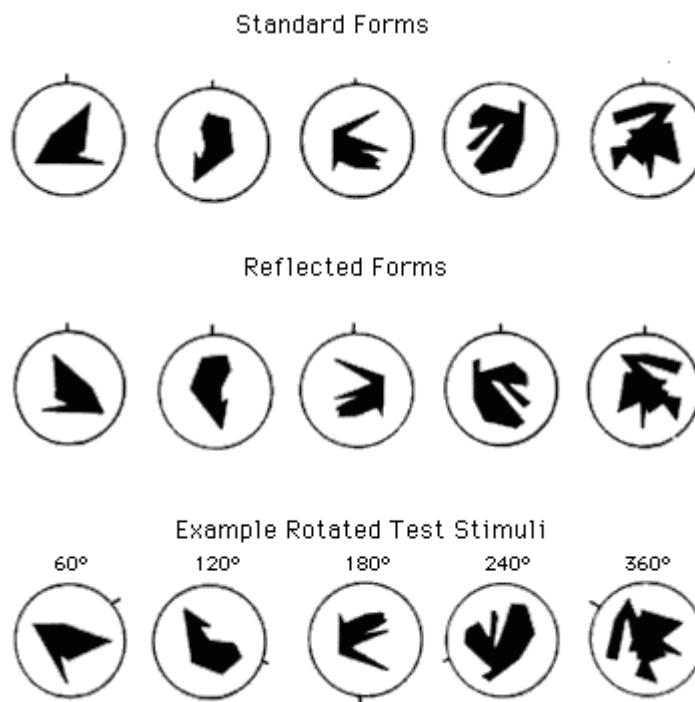
Figuur 1. Een voorbeeld uit de mental rotation test

De mental rotation test (v/d Berg & Kuse, 1978) is een variant op de originele test van Shepard en Metzler (1971). Bij deze test worden er telkens twee driedimensionale blokfiguren gepresenteerd. Deze twee figuren kunnen gedraaid zijn, of een spiegelbeeld van elkaar zijn. De taak van de proefpersoon is om dit aan te geven, met de letters z (zelfde dus gedraaid) en v (verschillend dus gespiegeld) op het toetsenbord van de computer. De proefpersoon krijgt eerst zestien oefenopgaven, en daarna vier keer een blok van vierentwintig opgaven, met een tijdslimiet van zes seconden voor elke opgave. De figuren kunnen zowel in de breedte als de diepte gedraaid zijn.

Rotating Shape test

De rotating shape test (Cooper, 1975) lijkt enigszins op de mental rotation test, in het opzicht dat er

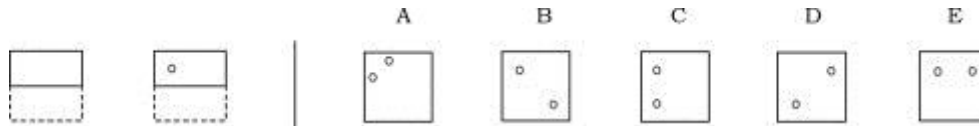
ook figuren mentaal gedraaid moeten worden. Echter moeten de figuren bij deze test enkel tweedimensionaal gedraaid worden. Ook hier moeten worden aangegeven met de z en de v knop op het toetsenbord van de computer of de figuren hetzelfde zijn (gedraaid) of anders zijn (spiegelbeeld). De figuren zijn geometrisch en hebben onherkenbare vormen. De proefpersonen krijgen zes oefenopgaven, en vier keer een blok van tweeëndertig opgaven, met een tijdslimiet van vier seconden per opgave.



Figuur 2. Een voorbeeld van de rotating shape test. De tweede rij is een gespiegelde versie van de eerste rij(v). De derde rij is een gedraaide versie van de eerste rij (z). Aangepast van Cooper, L. A. (1975), 'Mental rotation of random two-dimensional shapes', *Cognitive Psychology*, 7(1), 20-43.

Paper Folding Test

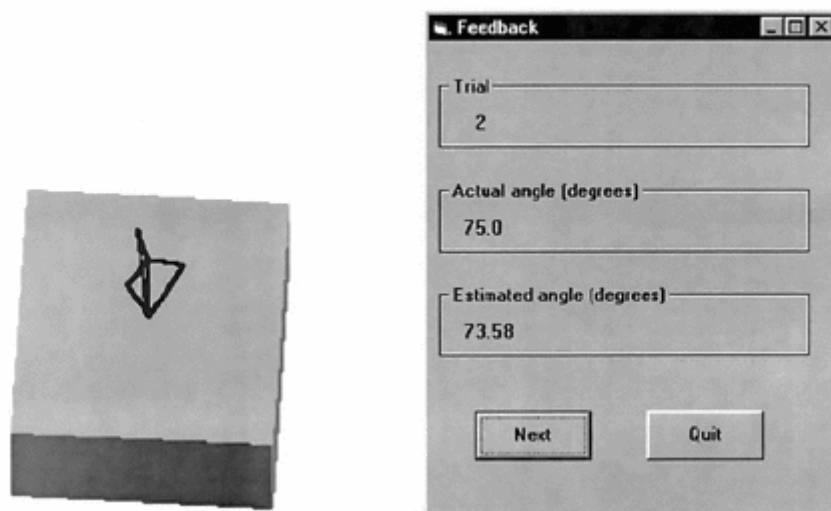
Bij de paper folding test (Ekstrom et al., 1976) wordt er een vel papier gevouwen en dan wordt er een gat in gemaakt met een potlood, waarna het vel papier weer wordt teruggevouwen. Hoe het papier wordt gevouwen is te zien aan de linkerkant van het scherm. Aan de rechterkant van het scherm moet er een keuze worden gemaakt uit vijf opties welk gatenpatroon is ontstaan door het terugvouwen van het papier, zoals hieronder te zien is. In totaal krijgt de proefpersoon twintig opgaven met een tijdslimiet van twintig seconden per opgave.



Figuur 3. Een opgave uit de paper folding test. Aangepast van 'Manual for kit of factor-referenced cognitive test', door Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976), Princeton, NJ: Educational Testing Service.

PicSOR test

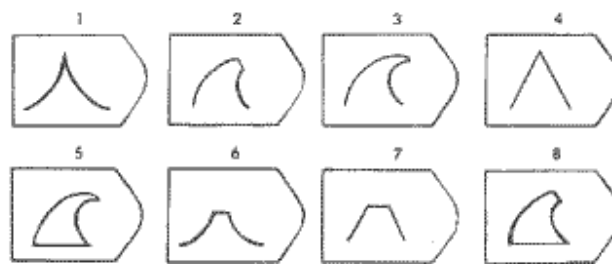
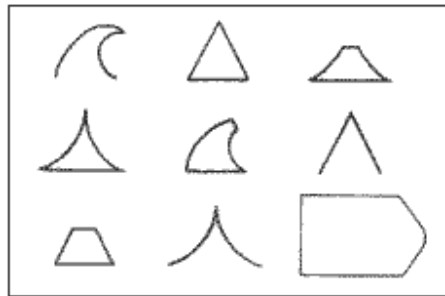
Bij de PicSOR test (Gallagher et al., 2003) wordt er op het beeldscherm een kubus gepresenteerd met daarop een pijlpunt die te draaien is met de pijltjes op het toetsenbord. De taak van de proefpersoon is om de pijl loodrecht op de kubus te krijgen door de pijl te manoeuvreren met de pijltjes op het toetsenbord. Als de pijlpunt loodrecht op de kubus zou staan, dan zou je in theorie bovenop deze pijlpunt nog een kubus moeten kunnen zetten zonder dat deze kubus er af zou vallen. De test bestaat uit vijfendertig opgaven, en er is geen tijdslimiet.



Figuur 4. Een opgave van de PicSor test. Overgenomen uit 'PicSOR: an objective test of perceptual skill that predicts laparoscopic technical skill in three initial studies of laparoscopic performance', Gallagher, A. G., Cowie, R., Crothers, I., Jordan-Black, J. A., & Satava, R. M. (2003), *Surg Endosc*, 17(9), 1468-1471.

Raven test

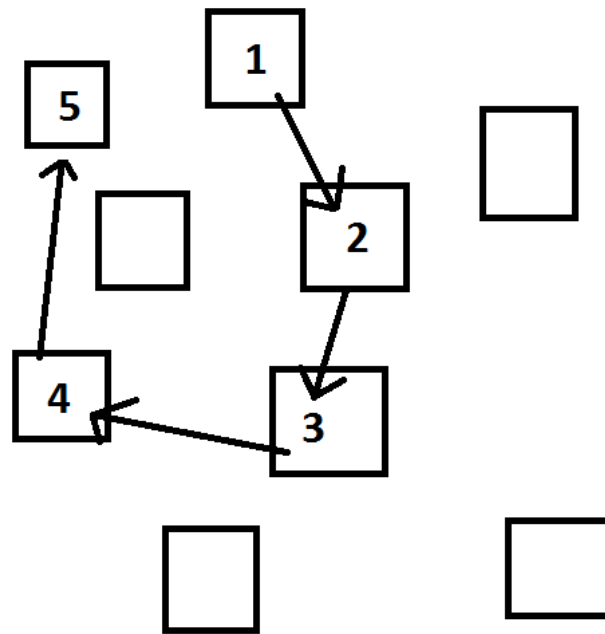
Het redeneervermogen wordt gemeten met een aangepaste variant van de Raven test (Raven, 1965) op een computer. Bij deze test moet er telkens een lege plek worden opgevuld in een figuur met drie rijen en drie kolommen. Er zijn een achttal keuzes mogelijk, waarvan één het goede antwoord is. De proefpersonen krijgen vooraf twee oefenopgaven, gevolgd door achttien opgaven met een tijdslimiet van zestig seconden per opgave.



Figuur 5. Een voorbeeld van de Raven test. Overgenomen uit 'Advanced Progressive Matrices. Sets I and II', door Raven, J. C. (1965).

Corsi Block Tapping test

Om ruimtelijk geheugen te meten is er gebruik gemaakt van de Corsi Block Tapping test (Corsi, 1972). Bij deze test zijn er negen vierkanten te zien op het scherm. Bij elke opgave lichten de vierkanten op in een bepaalde sequentie, en de taak voor de proefpersoon is om deze sequentie te herhalen door de volgorde exact te herhalen door met de muis de vierkanten aan te klikken. De sequenties verschillen in moeilijkheidsgraad en kunnen maximaal negen vierkanten lang zijn. De proefpersonen krijgen vooraf een oefenopgave, gevolgd door 18 opgaven.



Identical pictures test

Het perceptueel vermogen wordt gemeten met de identical pictures test (Ekstrom, 1976). Bij deze test wordt er links op het scherm een willekeurig figuur gepresenteerd. Dit kan bijvoorbeeld een simpele tekening zijn van een huisje of een poppetje. Aan de rechter kant moet er een keuze worden gemaakt uit vijf opties, waar zo snel mogelijk de figuur moet worden gekozen die identiek is aan het figuur dat links op het scherm te zien is. De proefpersonen krijgen vijf oefenopgaven, en daarna nog twee blokken van achtenveertig opgaven met een tijdslimiet van negentig seconden per blok.



Figuur 7. Voorbeeld van een opgave van de identical pictures test. Overgenomen uit 'Manual for kit of factor-referenced cognitive test', door Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976), Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Simulatortaken

Op het ECTM van de UT staan een tweetal LAPSIM™ simulatoren. De LAPSIM simulator biedt de mogelijkheid om basisvaardigheden van laparoscopische chirurgie te oefenen op verschillende niveaus. De LAPSIM simulator is veel getest op construct validiteit door te kijken naar prestaties van onervaren chirurgen en ervaren chirurgen, en er werd aangetoond dat duidelijk onderscheid gemaakt kan worden tussen ervaren en onervaren chirurgen op de prestatie op verschillende onderdelen van de simulator (Van Dongen et al., 2006; Duffy et al., 2004; Yamaguchi et al., 2007)



Figuur 8. Foto van de LapSim die gebruikt is in dit onderzoek.

Cutting Task

De eerste taak die moest worden uitgevoerd was de cutting task. Bij de cutting task wordt er met het linker instrument van de simulator een “grijper” bestuurd, en met het rechter instrument een

“brander”. De bedoeling is om met de grijper een bloedvat vast te pakken, en met de brander het bovenste stuk van het bloedvat af te branden met een pedaal dat bij de simulator hoort, om dit vervolgens in een “laparoscopisch zakje” te doen wat ook in de buik is geplaatst. De taak moet zo snel mogelijk worden uitgevoerd, en er moet zo min mogelijk schade worden gedaan aan het weefsel. De proefpersoon wordt beoordeeld op de duur van de sessie, de bewegingsefficiëntie van de instrumenten en de schade die is gedaan aan het weefsel. Wanneer al deze criteria voldoende zijn, dan is de taak behaald.

Clip Applying Task

De Tweede taak die moet worden gedaan is de clip applying task. Bij deze taak heb je de optie om van instrument te wisselen, en is er keuze tussen een grijper, een schaar, een bloedzuiger en een “clip applier”. De bedoeling is om met de ene hand op twee plekken van een bloedvat een nietje te zetten, en daarna tussen de twee nietjes het bloedvat doorknippen. Als de nietjes goed zijn geplaatst, dan zal het bloedvat niet gaan bloeden. Als er echter een nietje niet goed is geplaatst, dan zal het bloedvat gaan bloeden en moet het bloed worden weggezogen met een bloedzuiger. Wanneer er teveel bloed is verloren, moet het bloed met twee bloedzuigers tegelijk worden weggezogen, anders is het bloedvat niet meer te zien. Het bloed wegzuigen gebeurt met het pedaal. De proefpersoon wordt beoordeeld op tijd, bloedverlies en nietjes die zijn laten vallen. Wanneer aan deze criteria is voldaan, dan is de taak behaald. De criteria zijn op dezelfde manier bepaald als bij de cutting task.

Procedure

Voorafgaan aan de cognitieve tests moeten de proefpersonen eerst de demografische vragenlijst invullen via www.surveymonkey.com. De proefpersonen krijgen eerst een test die is opgedeeld in meerdere kortere testjes (cognitive aptitude test). In totaal duren deze tests ongeveer zestig minuten. De meeste tests beginnen eerst met oefenopgaven en uitleg over de test, zodat het duidelijk is wat er gedaan moet worden. Nadat de proefpersonen klaar waren met de cognitieve tests moesten ze tien minuten pauze houden om vermoeidheid tegen te gaan. Hierna kregen ze tweemaal dertig minuten de tijd om een tweetal laparoscopische taken te oefenen op de simulator. Tussen deze twee sessies moesten de proefpersonen vijf minuten pauze houden. Als de twee taken na de eerste twee sessies van dertig minuten nog niet behaald waren, dan moest er een nieuwe afspraak gemaakt worden. Bij de tweede afspraak kregen de proefpersonen nog driemaal dertig minuten om te oefenen op de twee taken. Wanneer na deze vijf sessies de taken niet voldoende waren afgerond, dan was er geen optie meer om terug te komen. De taken mochten in willekeurige

volgorde geoefend worden. Per oefening wordt er eerst een uitleg gegeven wat de chirurgische ingreep inhoudt, en daarbij filmpjes getoond van zowel onervaren als ervaren chirurgen om het belang van expertise aan te geven. Vervolgens wordt er stapsgewijs uitgelegd wat er gedaan dient te worden bij de oefening, en welke instrumenten er gebruikt moeten worden. Hier wordt een voorbeeldfilmpje getoond waar te zien is hoe de oefening correct moeten worden uitgevoerd op de simulator. Wanneer nodig hebben de proefpersonen feedback gekregen op hun handelingen op de simulator. Deze feedback bestond voornamelijk uit een bevestiging dat een bepaalde handeling goed werd gedaan, of een korte uitleg als de taak niet helemaal goed begrepen was. Na elke poging op een oefening, krijgt de proefpersoon het resultaat te zien hoe de oefening is uitgevoerd. Op elk onderdeel moet voldoende worden gescoord om de oefening uiteindelijk te kunnen halen. Als de proefpersoon de beide oefeningen tijdens de eerste twee trainingssessies van 30 minuten niet behaald hebben, dient er een nieuwe afspraak gemaakt te worden om nogmaals te oefenen op de simulator. Dit moet minimaal 12 uur na de eerste twee sessies zijn. Tijdens deze tweede afspraak krijgt de proefpersoon nog drie maal een sessie van 30 minuten om te oefenen. Wanneer na deze drie sessies één van de oefeningen of beide oefeningen nog niet behaald zijn, dan mag deze persoon niet nog een keer terugkomen.

Data-analyse

De initiële gedachte was om de duur om de taak te volbrengen te meten aan de hand van het aantal trials die een proefpersoon nodig heeft gehad voor de taak. Echter levert dit een vertekend beeld op van de realiteit, aangezien de simulator de optie biedt om een taak vroegtijdig te beëindigen. Proefpersonen die bijvoorbeeld uit frustratie frequent deze mogelijkheid hebben benut, komen logischerwijs uit op een hoger aantal trials, terwijl dit niet hoeft te betekenen dat ze ook langer bezig zijn geweest om de taak te behalen. Om dit probleem te voorkomen, is er gekeken naar een alternatieve manier om de totale duur van een taak te meten. De simulator registreert hoe lang iemand is bezig geweest per trial, dus aan de hand van wanneer iemand een trial is gestart en geëindigd, kan er worden gekeken hoe lang een trial heeft geduurd. Door de tijd van deze trials bij elkaar op te tellen, krijg je de totale duur van een taak. Echter registreert de simulator geen tijd wanneer een trial vroegtijdig beëindigd wordt. Bij deze trials is gekeken naar de aanvangstijd van de trials, en de aanvangstijd van de daaropvolgende trials. Het verschil in tijd tussen deze twee punten is genomen als de duur van een dergelijke trial. Er is niet gecorrigeerd voor eventuele tijd tussen de twee trials, aangezien dit niet te meten valt. Sommige proefpersonen begonnen direct met een

volgende trial na een exit, en andere proefpersonen namen even de tijd om weer geconcentreerd te kunnen beginnen aan de volgende trial.

Cutting task

Om de invloed van de cognitieve vaardigheden te bepalen op de duur van de taak, is er in dit onderzoek gebruik gemaakt van regressieanalyses. Hiervoor is gekozen omdat er sprake is van één of meerdere voorspellers op een continue schaal. Bij de cutting task is de totale duur om de cutting task af te ronden de afhankelijke variabele, en de onafhankelijke variabelen zijn de scores op de verschillende tests. Bij de enkelvoudige regressieanalyses is er sprake van één voorspeller, dus één onafhankelijke variabele die de totale duur, de afhankelijke variabele, moet voorspellen. Bij de meervoudige regressieanalyses zijn er meerdere voorspellers, dus meerdere onafhankelijke variabelen die invloed hebben op de afhankelijke variabelen, de duur van de taak. Er zijn drie verschillende meervoudige regressieanalyses uitgevoerd (“enter”, “stepwise”, “backward”). Er is gekozen om meerdere analyses te gebruiken omdat het effect van cognitieve functies in combinatie met andere cognitieve functies nog lang vrij onduidelijk is, en in dit huidige onderzoek willen we de verschillende effecten exploreren.

Clip applying task

Bij de clip applying task zijn de zelfde analyses uitgevoerd als bij de cutting task, enkel is de afhankelijke variabele in dit geval de duur om de clip applying task te behalen, en zijn de scores op de cognitieve test de onafhankelijke variabelen die de duur moeten voorspellen. Er zijn twee proefpersonen die de clip applying task niet gedaan hebben, of maar enkele keren hebben uitgevoerd zonder de taak te behalen. Deze proefpersonen zijn niet meegenomen in de analyse.

Cutting task & clip applying task

Om de effecten van de scores op de cognitieve tests te meten op de totale duur van de training, dus de duur van de twee taken samen, is de totale duur van de training als afhankelijke variabele genomen. Verder zijn er dezelfde analyses uitgevoerd als bij de cutting task en de clip applying task. De twee proefpersonen die de clip applying task niet hebben uitgevoerd zijn ook in deze analyses niet meegenomen.

Bij de clip applying task is er een groot verschil tussen de manier waarop proefpersonen de taak doorlopen. Een bepalende factor die een rol lijkt te spelen in de totale duur op de clip applying task, is het aantal liters bloed dat verloren is gegaan tijdens de procedure. Hierdoor is ervoor gekozen om ook een analyse uit te voeren waarbij proefpersonen die hoger scoren dan 2SD op het aantal

verloren liter bloed, en de totale duur, te verwijderen bij de analyse op de clip applying task en de totale duur van de training

Resultaten

Cutting Task

Bij de cutting task zijn alle 21 proefpersonen meegenomen in de analyse, waarbij de gemiddelde duur om taak te behalen te behalen 47 minuten en 47 seconden was, met een standaardafwijking van 29 minuten en 21 seconden. De snelste proefpersoon had deze taak in zes minuten en twaalf seconden behaald, en de traagste proefpersoon deed er twee uur, twintig minuten en 25 seconden over. In tabel 1 is te zien dat waarnemingssnelheid de hoogste correlatie geeft bij de enkelvoudige regressieanalyse ($r^2= 0,382$, $P= 0,003$), maar ook ruimtelijk inzicht ($r^2= 0,279$, $P= 0,014$) en redeneringsvermogen ($r^2= 0,235$, $P= -0,026$) lijken een significante voorspeller te zijn. Bij de meervoudige regressieanalyse (tabel 2) is te zien dat waarnemingsvermogen bij alle drie de verschillende analyses een significante voorspeller is ($P= 0,043$, $P= 0,006$, $P= 0,013$). Bij de analyse met backward functie wordt redeneringsvermogen ook als significante voorspeller gevonden ($P= 0,003$), hoger dan waarnemingsvermogen. De verklaarde variantie is bij de analyse met enter het hoogst ($r^2= 0,689$), maar bij de andere analyses was deze ook hoog ($r^2= 0,386$, $r^2= 0,522$)

Tabel 1

Correlatietabel Cutting Task

	R	r^2	Aangepaste r^2	Std. Error	P
Ruimtelijk inzicht	0.528	0.279	0.241	1526.620	0.014
Ruimtelijk geheugen	0.104	0.011	-0.041	1788.212	0.654
Redeneringsvermogen	0.485	0.235	0.195	1572.569	0.026
Waarnemingssnelheid	0.618	0.382	0.350	1413.120	0.003
PicSOr	0.020	0.000	-0.062	1934.717	0.936

Tabel 2

Meervoudige Regressietabel Cutting Task

Methode		Beta	Stand. Beta	T	P
Enter	(Constant)	7915.275		2.157	0.052
	Ruimtelijk inzicht	-2377.351	-0.280	-1.352	0.201
	Ruimtelijk geheugen	-14839.161	-0.305	-1.865	0.087
	Redeneringsvermogen	-5785.637	-0.453	-2.281	0.042
	Waarnemingssnelheid	-8676.829	-0.412	-2.258	0.043
	PicSOr	5566.167	0.315	1.617	0.132
Stepwise	(Constant)	10758.320		4.324	0.001
	Waarnemingssnelheid	-13098.567	-0.621	-3.172	0.006
Backward	(Constant)	11378.809		4.973	0.000
	Redeneringsvermogen	-4865.560	-0.381	-2.062	0.057
	Waarnemingssnelheid	-11042.372	-0.524	-2.835	0.013

Regressiemodellen cutting task

De regressiemodellen voor de meervoudige analyses komen er als volgt uit te zien:

Enter (Totale duur Cutting Task = Y, x1= ruimtelijk inzicht, x2= redeneringsvermogen* x3= ruimtelijk geheugen, x4= waarnemingssnelheid x5= PicSOrtest) : $Y = (\text{Constante}) * -1,352x_1 + -2,281x_2 + -1,863x_3 + -2,258x_4 + 1,617x_5$. Hierdoor wordt 68,9% van de variantie verklaard ($r^2 = 0,689$). Te zien is dat waarnemingssnelheid de sterkste (negatieve) t-waarde aanneemt van -2,258, die invloed heeft op de totale duur. De totale duur neemt dus af wanneer de score op waarnemingssnelheid hoger wordt. De PicSOr test heeft positieve t-waarde, wat betekent dat een hoge score op de PicSOr test een hogere duur op de taak geeft.

Stepwise: (Totale duur Cutting Task= Y, x= waarnemingssnelheid) : $Y = (\text{Constante}) * -3,172x$. Hierdoor wordt 38,6% van de variantie verklaard ($r^2 = 0,386$). De enige significante voorspeller die bij deze analyse overblijft is waarnemingssnelheid. De t-waarde is vrij hoog, en waarnemingssnelheid verklaart alleen dus al 38,6% van de variantie.

Backward: (Totale duur Cutting Task= Y, x1= redeneringsvermogen, x2= waarnemingssnelheid): $Y = (\text{Constante}) * -2,062x_1 + -2,835x_2$. Hierdoor wordt 52,2% van de variantie verklaard ($r^2 = 0,522$).

Hierbij blijven redeneringsvermogen en waarnemingsnelheid over als significante voorspellers, met beide een sterke negatieve t-waarde. Een hoge score op deze variabelen betekent een lagere score op de totale duur van de taak.

Clip Applying Task

Bij de clip applying task zijn 18 proefpersonen meegenomen in de analyse. Twee proefpersonen hebben de taak niet gedaan, of heel kort geoefend, en één proefpersoon had een score >2SD op totale duur en bloedverlies (één uur, dertien minuten en 39 seconden). De totale duur op deze taak was 31 minuten en drie seconden, met een standaardafwijking van 16 minuten en dertien seconden. Zoals te zien is in tabel 3, zijn er geen significante correlatie gevonden op één van de variabelen. De PicSOOr test was bij de cutting task de minst correlerende variabele, maar bij de clip applying de meest correlerende variabele ($r^2 = 0,070$, $P = 0,323$). Bij de meervoudige regressieanalyses komen er zeer variërende t-waardes uit, waarbij geen enkele variabele significant is. Zie Appendix A voor de tabel. Bij de analyse waar de proefpersoon die >2SD scoort op totale duur en bloedverlies werden enkel nog lagere correlaties gevonden.

Tabel 3

Correlatietabel Clip Applying Task

	r	r ²	Aangepaste r ²	Std. Error	P
Ruimtelijk inzicht	0.183	0.033	-0.023	983.842	0.454
Ruimtelijk geheugen	0.146	0.021	-0.036	989.999	0.551
Redeneringsvermogen	0.014	0.000	-0.059	1000.631	0.955
Perceptuelesnelheid	0.130	0.017	-0.041	992.227	0.596
PicSOOr	0.264	0.070	0.003	1012.490	0.323

Regressiemodellen en tabellen

Enter (Totale duur Clip Applying Task = Y. x1= ruimtelijk inzicht, x2= redeneringsvermogen* x3= ruimtelijk geheugen, x4= waarnemingsnelheid x5= PicSOOrtest): $Y = (\text{Constante}) * -0,358x1 + 0,618x2 + 0,331x3 + 0,430x4 + -0,805x5$. Hierdoor wordt 12,9% van de variantie verklaard ($r^2 = 0,129$). De t-waardes zijn bij de PicSOOr test en ruimtelijk inzicht licht negatief, wat betekent dat een hogere score op deze tests een lagere duur op de taak betekent. De andere drie variabelen zeggen het tegenovergestelde, een hogere score betekent een hogere duur op de taak.

Cutting Task & Clip Applying Task

Voor deze analyse zijn ook 18 proefpersonen meegenomen in de analyse. De drie proefpersonen die zijn weggelaten op de clip applying test zijn hier ook weggelaten. De gemiddelde tijd op de totale duur op de training was één uur, elf minuten en 26 seconden, met een standaardafwijking van negentien minuten en zeven seconden. Bij deze analyse is net zoals bij de analyse van de clip applying task geen enkele variabele als significante voorspeller uit de meting gekomen. Het verwijderen van de proefpersoon die >2SD scoort op totale duur heeft enkel een positieve invloed op de verklaarde significantie, maar deze is niet significant. Voor tabellen, zie appendix A.

Discussie

In dit onderzoek is gekeken of de cognitieve variabelen ruimtelijk inzicht, redeneringsvermogen, ruimtelijk geheugen en waarnemingsnelheid met de afhankelijk variabele, de duur van de training, voorspellen. Verwacht werd dat er een sterke positieve correlatie zou worden gevonden op de variabelen ruimtelijk inzicht en waarnemingsnelheid en PicSO test (Keehner et al., 2006, Wanzel et al., 2002, Ritter et al. 2006; Gallagher et al., 2003, Groenier et al., 2013) en een minder sterke positieve correlatie op de variabelen ruimtelijk geheugen en redeneringsvermogen.

Op de cutting task waren er meerdere goede voorspellers voor de totale duur op de taak, in tegenstelling tot de clip applying task, waar geen enkele voorspeller is gevonden. Bij de enkelvoudige regressieanalyses bij de cutting task, waar de variabelen onafhankelijk van elkaar gemeten worden, is waarnemingsnelheid zoals verwacht de beste voorspeller voor de totale duur van de taak, en ook ruimtelijk inzicht en redeneringsvermogen zijn goede voorspellers. Ruimtelijk geheugen, de eigenschap die ook in verband wordt gebracht met het sneller leren van vaardigheden in de eerdere sessies van training, laat geen significante correlatie zien. Dit was wel in lijn van verwachting, omdat in onderzoek van Luursema (2010) en Groenier et al. (2013) ruimtelijk geheugen een positief effect laat zien op de prestaties in de training. In het onderzoek van Groenier et al. (2013) wordt er ook specifiek gekeken naar componenten als bewegingsefficiëntie en schade dat aan weefsel is gedaan. Ruimtelijk geheugen wordt hier in verband gebracht met een betere bewegingsefficiëntie, en in combinatie met de andere variabelen (multivariate analyse) is er een positieve correlatie met de schade component. De duur van de training in het huidige onderzoek is ook afhankelijk van bewegingsefficiëntie en schade, omdat deze componenten bij de criteria horen om de taak te

behalen, dus de eerder genoemde expert waardes moeten behaald worden. De scores op de PicSOR laten de laagste correlatie zien. Aangezien de PicSOR test diepteperceptie meet, en dus een onderdeel is van de ruimtelijk inzicht factor in het model van Carroll (1993), was het ook te verwachten dat hier een hoge positieve correlatie op te vinden was, ook omdat in eerdere onderzoeken waar de PicSOR test gebruikt wordt deze test als goede voorspeller wordt gezien voor betere prestatie op een laparoscopische simulator (Gallagher et al., 2003; Enochsson et al., 2004). Wanneer we kijken naar de meervoudige regressie analyses op de cutting task, dan blijft waarnemingsnelheid nog steeds een van de beste voorspellers voor de duur van de training. Enkel met de meervoudige regressieanalyse met “backward” functie heeft de variabele redeneringsvermogen ook een positieve correlatie met de duur van de taak. Niet eerder heeft een onderzoek uitgewezen dat waarnemingsnelheid een voorspeller is voor de duur van de training, want Groenier et al. (2013) en Luursema (2010) vinden enkel een positief verband met bewegingsefficiëntie en schade, maar niet met de duur van de training.

Op de clip applying task wordt zowel met de enkelvoudige als de meervoudige regressieanalyses geen significante correlaties gevonden. Ook wanneer de proefpersoon die op duur van de taak en bloedverlies >2SD gescoord heeft weg wordt gelaten, is er geen significante correlatie te vinden, en wordt de verklaarde variantie in de meervoudige regressie analyse zelfs lager .

Wanneer we kijken naar de totale duur van de training, dus de duur van de beide taken samen, dan wordt er wel een hoge correlatie gevonden, maar deze is echter niet significant. De zeer lage correlaties op de clip applying task zorgen ervoor dat ervoor dat, ongeacht de hoge correlaties op de cutting task, de correlaties niet significant zijn. Het verwijderen van de proefpersoon die >2SD scoort op totale duur van de taak en bloed verlies op de clip applying task zorgt er wel voor dat de verklaarde variantie hoger wordt in de meervoudige regressieanalyse met “enter” methode.

Er zijn meerdere uitkomsten die in contrast staan met wat er bij de hypothese voorspeld is. Ten eerste wordt er bij de PicSOR test geen correlatie gevonden met de totale duur op de taak, en opvallend genoeg heeft de PicSOR test zelfs een positieve t-waarde bij de meervoudige regressieanalyse, wat impliceert dat een goede diepteperceptie een hogere duur op de taak betekent. Een mogelijke verklaring dat er geen significante correlaties worden gevonden op de PicSOR test, is dat de vorm van de training verschilt van de manier waarop Gallagher et al. (2003) hun proefpersonen trainen. De proefpersonen krijgen in dat onderzoek elk tien sessies van één minuut, waarbij er gekeken wordt naar de leercurve bij deze sessies. De prestatie wordt dus gemeten over een veel kortere tijd, dus er wordt gekeken naar de eerdere leerfase bij laparoscopische training,

terwijl er in het huidig onderzoek niet wordt gekeken naar deze eerdere leerfase.

Het feit dat er geen correlatie wordt gevonden op ruimtelijk vermogen bij de cutting task heeft wellicht te maken met de Corsi block tapping test, waarmee deze variabele gemeten wordt. De scores op deze test lagen erg laag, en een aantal proefpersonen hadden geen enkele opgave goed. Dit is opmerkelijk te noemen, aangezien de gemiddelde sequentie die iemand kan onthouden bij deze test op vijf ligt (Kessels et al., 2000), en er ook sequenties van vier herhaald moesten worden. Wat ook opvalt is dat bij de meervoudige regressieanalyse op de cutting task ruimtelijk inzicht niet meer correleert met de duur van de taak. Mogelijk heeft dit te maken met dat ook de ruimtelijk inzicht factor in verband wordt gebracht met betere prestaties bij de eerste sessies tijdens een training, en dat het effect hiervan verdwijnt in een latere fase van de training (Wanzel et al. 2002; Hedman et al. 2006). Dit wil niet zeggen dat ruimtelijk inzicht geen rol speelt in de duur van de training, maar dat in combinatie met de andere factoren andere variabelen betere voorspellers zijn hiervoor.

Het feit dat op de clip applying task geen correlatie is gevonden, heeft waarschijnlijk met de aard van de taak te maken. Bij deze taak moeten er twee nietjes worden gezet in een bloedvat, om deze vervolgens door te knippen. Echter gaat dit vaak mis, en resulteerde dit erin dat het bloedvat ging bloeden. Het bloed moet dan opgezogen worden, wat een behoorlijk tijdrovend proces is. De clip applying task heeft als criteria dat er niet teveel bloedverlies mag zijn, en een aantal proefpersonen hadden dit snel door, en beëindigde de sessie vroegtijdig wanneer het bloeden startte. Andere proefpersonen waren erg volhardend en wilden elke sessie afmaken, dus waren soms minuten lang bezig met bloed wegzuigen. Proefpersonen die hoog scoorden op de cognitieve tests, hadden in sommige gevallen dus een hoge tijdsduur op deze taak, terwijl proefpersonen die lager scoorden veel sneller klaar waren door het vroegtijdig beëindigen van een sessie, en op deze manier doorgingen totdat er nietjes waren gezet zonder bloedingen te veroorzaken.

Het verwijderen van de proefpersoon die >2SD scoort heeft wel effect gehad, maar om een andere reden dan verwacht was. Wanneer er gekeken wordt naar de meervoudige regressieanalyse die is gedaan voor de clip applying task, wordt r^2 lager. Dit heeft ermee te maken met dat deze proefpersoon op de variabelen ruimtelijk inzicht, PicSO_r en redeneringsvermogen behoorlijk onder het gemiddelde scoort, waardoor een hoge duur op de taak dus te verwachten is. Een mogelijke verklaring dat de verklaarde variantie wel hoger wordt bij de analyse op de totale trainingsduur van de taken samen, is dat deze proefpersoon op de cutting task 0,5SD lager scoort dan gemiddeld, wat niet in de lijn van verwachting is als we kijken naar de scores op cognitieve tests. De lage tijdsduur op

de cutting task, en de “extreme” score op de tijdsduur op de clip applying task, geven samen een totale duur die wel boven het gemiddelde ligt ($>1SD$).

Er worden verschillende resultaten gevonden over het onderscheidingsvermogen tussen leerlingen en ervaren chirurgen met de clip applying task (Aggerwal et al., 2006; Duffy et al., 2005; Woodrum et al., 2006; Zhang et al., 2007). In het onderzoek van Zhang et al. (2007) wordt er met een andere simulator geoefend (Lap Mentor), maar heeft wel een soortgelijke taak waar nietjes gezet moeten worden. Zij vinden geen significant verschil tussen de prestatie tussen groepen met verschillende ervaringsniveaus. Wellicht dat het ervaringsniveau geen voorspeller is van de prestaties op een clip applying task, en dat hoge scores op cognitieve tests ook niet hoeven te betekenen dat de taak sneller te leren is. Mogelijk is het gebrek aan correlatie op de clip applying task in het huidige onderzoek een combinatie van de taak die niet genoeg onderscheid kan maken tussen leerlingen met verschillende capaciteiten, en het gebrek aan consistentie hoe de taak werd doorlopen door de proefpersonen.

Een beperking in dit onderzoek is met name de score van de Corsi Block Tapping test en Identical Pictures test. Bij deze tests moet er met de muis een bepaald plaatje of vierkantje worden aangeklikt op het computerscherm. Deze tests zijn oorspronkelijk ontworpen voor kleinere schermen, maar de tests zijn afgenomen op grotere tft-schermen. De grootte van het vlak waarin geklikt moet worden om het antwoord correct te hebben is absoluut. Dit betekent dat de marge kleiner wordt waarin er geklikt kan worden wanneer het scherm groter is. Nadat alle proefpersonen de test hebben afgenomen is dit pas opgemerkt, vooral door het feit dat de scores op de Corsi Block Tapping test afweken van de norm. Naderhand heb ik de oefenopgaven nog een keer doorlopen, en een aantal goed “geklikte” antwoorden bleken fout te worden gerekend. Er zal nog steeds onderscheid gemaakt kunnen worden tussen mensen met verschillende niveaus, aangezien iedereen hetzelfde probleem heeft, maar de scores zijn geen correcte weerspiegeling van het niveau van de persoon. Ook is er in het huidig onderzoek niet gekeken naar de specifieke componenten van de training, zoals bewegingsefficiëntie en schade. Deze componenten moeten dusdanig goed zijn, wil de proefpersoon de taak halen. Mogelijk hebben bepaalde cognitieve factoren wel invloed op bewegingsefficiëntie, maar niet op schade. Als dit het geval is, kan training specifiek gericht worden op één van deze componenten.

Wat de invloed is van cognitieve eigenschappen op een simulator kan op basis van dit onderzoek geen conclusie worden getrokken. Ten eerste is er te veel onzekerheid bij de tests.

Waarnemingsnelheid wordt in het huidig onderzoek gezien als beste voorspeller, maar dit wordt

gemeten met de Identical Pictures test, welke geen correcte scores weergeeft. Het is dus belangrijk dat er meer onderzoek wordt gedaan naar waarnemingsnelheid, met een test die het wel correct meet, maar ook omdat er weinig onderzoek naar is gedaan en in huidig onderzoek wel een duidelijk effect laat zien, ondanks de vertekende scores. Ook zal verder onderzocht moeten worden of diepteperceptie een rol speelt in de prestatie op een simulator, aangezien in het huidig onderzoek geen positieve correlatie is gevonden op de PicSOor test met de totale duur van de training. In vervolgonderzoek zou er een andere test gebruikt kunnen worden die diepteperceptie meet, om erachter te komen of diepteperceptie geen voorspeller is voor laparoscopische vaardigheden, of dat de het wellicht iets met de PicSOor test te maken heeft. Verder is het belangrijk om in het vervolg instructie te geven omtrent de manier waarop een taak gedaan moet worden in het geval van de clip applying task, zodat proefpersonen op een zelfde manier beoordeeld worden op de taak. Een andere manier is om de strategie die is toegepast op een taak meetbaar te maken. Zo kan er bijvoorbeeld worden geregistreerd hoe lang iemand is bezig geweest met het wegzuigen van bloed, en deze tijd kan in mindering worden gebracht op de totale duur van de taak. In het vervolg moeten er tests worden gebruikt waarvan zeker is dat ze correcte scores geven, en zal er meer onderzoek gedaan moeten worden naar het verband van de cognitieve eigenschappen op simulator training.

Referenties

- Ackerman, P. L., & Beier, M. E. (2007). Further explorations of perceptual speed abilities in the context of assessment methods, cognitive abilities, and individual differences during skill acquisition. *J Exp Psychol Appl*, 13(4), 249-272.
- Aggarwal, R., Tully, A., Grantcharov, T., Larsen, C. R., Miskry, T., Farthing, A., & Darzi, A. (2006). Virtual reality simulation training can improve technical skills during laparoscopic salpingectomy for ectopic pregnancy. *BJOG*, 113(12), 1382-1387.
- Aziz, O., Constantinides, V., Tekkis, P. P., Athanasiou, T., Purkayastha, S., Paraskeva, P., . . . Heriot, A. G. (2006). Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer: a meta-analysis. *Ann Surg Oncol*, 13(3), 413-424.
- Banks, E. H., Chudnoff, S., Karmin, I., Wang, C., & Pardanani, S. (2007). Does a surgical simulator improve resident operative performance of laparoscopic tubal ligation? *Am J Obstet Gynecol*, 197(5), 541 e541-545.
- Bennett, C. L. (1997). The Learning Curve for Laparoscopic Colorectal Surgery. *Archives of Surgery*, 132(1), 41.
- Beyer, L., Troyer, J. D., Mancini, J., Bladou, F., Berdah, S. V., & Karsenty, G. (2011). Impact of laparoscopy simulator training on the technical skills of future surgeons in the operating room: a prospective study. *Am J Surg*, 202(3), 265-272.
- Breedveld, P. W., & Wentink, M. (2001). Eye-hand coordination in laparoscopy - an overview of experiments and supporting aids. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 10(3), 155-162.
- Bridges, M., & Diamond, D. L. (1999). The financial impact of teaching surgical residents in the operating room. *The American Journal of Surgery*, 177(1), 28-32.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Cattell, R. B., & Horn, J. L. (1978). A Check on the Theory of Fluid and Crystallized Intelligence with Description of New Subtest Designs. *Journal of Educational Measurement*, 15(3), 139-164.
- Conrad, J., Shah, A. H., Divino, C. M., Schluender, S., Gurland, B., Shlasko, E., & Szold, A. (2006). The role of mental rotation and memory scanning on the performance of laparoscopic skills: a study on the effect of camera rotational angle. *Surg Endosc*, 20(3), 504-510.
- Cooper, L. A. (1975). Mental rotation of random two-dimensional shapes. *Cognitive Psychology*, 7(1), 20-43.

- Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. *Dissertation Abstracts International*, 34, 819B.
- Crothers, I. R., Gallagher, A. G., McClure, N., James, D. T., & McGuigan, J. (1999). Experienced laparoscopic surgeons are automated to the "fulcrum effect": an ergonomic demonstration. *Endoscopy*, 31(5), 365-369.
- Duffy, A. J., Hogle, N. J., McCarthy, H., Lew, J. I., Egan, A., Christos, P., & Fowler, D. L. (2005). Construct validity for the LAPSIM laparoscopic surgical simulator. *Surg Endosc*, 19(3), 401-405.
- Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Manual for kit of factor-referenced cognitive test*. Princeton, NJ: Educational Testing Service
- Enochsson, L., Isaksson, B., Tour, R., Kjellin, A., Hedman, L., Wredmark, T., & Tsai-Fellander, L. (2004). Visuospatial skills and computer game experience influence the performance of virtual endoscopy. *J Gastrointest Surg*, 8(7), 876-882; discussion 882.
- Franklin, M. E., Rosenthal, D., Abrego-Medina, D., Dorman, J. P., Glass, J. L., Norem, R., & Diaz, A. (1996). Prospective comparison of open vs. laparoscopic colon surgery for carcinoma. *Diseases of the Colon & Rectum*, 39(Sup 1), S35-S46.
- Gallagher, A. G., Cowie, R., Crothers, I., Jordan-Black, J. A., & Satava, R. M. (2003). PicSOR: an objective test of perceptual skill that predicts laparoscopic technical skill in three initial studies of laparoscopic performance. *Surg Endosc*, 17(9), 1468-1471.
- Gallagher, A. G., McClure, N., McGuigan, J., Ritchie, K., & Sheehy, N. P. (1998). An ergonomic analysis of the fulcrum effect in the acquisition of endoscopic skills. *Endoscopy*, 30(7), 617-620.
- Gauger, P. G., Hauge, L. S., Andreatta, P. B., Hamstra, S. J., Hillard, M. L., Arble, E. P., . . . Minter, R. M. (2010). Laparoscopic simulation training with proficiency targets improves practice and performance of novice surgeons. *Am J Surg*, 199(1), 72-80.
- Grantcharov, T. P., & Funch-Jensen, P. (2009). Can everyone achieve proficiency with the laparoscopic technique? Learning curve patterns in technical skills acquisition. *Am J Surg*, 197(4), 447-449.
- Grantcharov, T. P., Kristiansen, V. B., Bendix, J., Bardram, L., Rosenberg, J., & Funch-Jensen, P. (2004). Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J Surg*, 91(2), 146-150.
- Groenier, M., Schraagen, J. M., Miedema, H. A., & Broeders, I. A. (2013). The role of cognitive abilities in laparoscopic simulator training. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*.

- Hedman, L., Strom, P., Andersson, P., Kjellin, A., Wredmark, T., & Fellander-Tsai, L. (2006). High-level visual-spatial ability for novices correlates with performance in a visual-spatial complex surgical simulator task. *Surg Endosc*, *20*(8), 1275-1280.
- Keehner, M., Lippa, Y., Montello, D. R., Tendick, F., & Hegarty, M. (2006). Learning a spatial skill for surgery: how the contributions of abilities change with practice. *Applied Cognitive Psychology*, *20*(4), 487-503.
- Keehner, M. M., Tendick, F., Meng, M. V., Anwar, H. P., Hegarty, M., Stoller, M. L., & Duh, Q. Y. (2004). Spatial ability, experience, and skill in laparoscopic surgery. *Am J Surg*, *188*(1), 71-75.
- Kessels, R. P., van Zandvoort, M. J., Postma, A., Kappelle, L. J., & de Haan, E. H. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: standardization and normative data. *Appl Neuropsychol*, *7*(4), 252-258.
- King, P. M., Blazeby, J. M., Ewings, P., Franks, P. J., Longman, R. J., Kendrick, A. H., . . . Kennedy, R. H. (2006). Randomized clinical trial comparing laparoscopic and open surgery for colorectal cancer within an enhanced recovery programme. *Br J Surg*, *93*(3), 300-308.
- Lacy, A. M., García-Valdecasas, J. C., Delgado, S., Castells, A., Taurá, P., Piqué, J. M., & Visa, J. (2002). Laparoscopy-assisted colectomy versus open colectomy for treatment of non-metastatic colon cancer: a randomised trial. *The Lancet*, *359*(9325), 2224-2229.
- Luursema, J.-M., Verwey, W. B., & Burie, R. (2012). Visuospatial ability factors and performance variables in laparoscopic simulator training. *Learning and Individual Differences*, *22*(5), 632-638.
- Marotta, J. J., & Goodale, M. A. (1998). The role of learned pictorial cues in the programming and control of grasping. *Experimental Brain Research*, *121*(4), 465-470.
- Molinas, C. R., & Campo, R. (2010). Defining a structured training program for acquiring basic and advanced laparoscopic psychomotor skills in a simulator. *Gynecological Surgery*, *7*(4), 427-435.
- Ortega, A. E., Hunter, J. G., Peters, J. H., Swanstrom, L. L., & Schirmer, B. (1995). A prospective, randomized comparison of laparoscopic appendectomy with open appendectomy. *The American Journal of Surgery*, *169*(2), 208-213.
- Raven, J. C. (1965). *Advanced Progressive Matrices. Sets I and II*. London: H. K. Lewis & Co. San Antonio, Texas
- Reinhardt-Rutland, A. H. (1996). Remote operation: a selective review of research into visual depth perception. *J Gen Psychol*, *123*(3), 237-248.

- Ritter, E. M., McClusky, D. A., 3rd, Gallagher, A. G., Enochsson, L., & Smith, C. D. (2006). Perceptual, visuospatial, and psychomotor abilities correlate with duration of training required on a virtual-reality flexible endoscopy simulator. *Am J Surg*, *192*(3), 379-384.
- Sackett, W. R. (2002). Worldwide Trends in the Surgical Treatment of Primary Hyperparathyroidism in the Era of Minimally Invasive Parathyroidectomy. *Archives of Surgery*, *137*(9), 1055.
- Schlachta, C. M., Mamazza, J., Seshadri, P. A., Cadeddu, M., Gregoire, R., & Poulin, E. C. (2001). Defining a learning curve for laparoscopic colorectal resections. *Diseases of the Colon & Rectum*, *44*(2), 217-222.
- Servos, P., Goodale, M. A., & Jakobson, L. S. (1992). The role of binocular vision in prehension: a kinematic analysis. *Vision Research*, *32*(8), 1513-1521.
- Shepard, R.N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, *171*, 701-703.
- Simons, A. J., Anthone, G. J., Ortega, A. E., Franklin, M., Fleshman, J., Geis, P. W., & Beart, R. W. (1995). Laparoscopic-assisted colectomy learning curve. *Diseases of the Colon & Rectum*, *38*(6), 600-603.
- Stefanidis, D., Acker, C., & Heniford, B. T. (2008). Proficiency-based laparoscopic simulator training leads to improved operating room skill that is resistant to decay. *Surg Innov*, *15*(1), 69-73.
- Stefanidis, D., Korndorffer, J. R., Jr., Sierra, R., Touchard, C., Dunne, J. B., & Scott, D. J. (2005). Skill retention following proficiency-based laparoscopic simulator training. *Surgery*, *138*(2), 165-170.
- Stefanidis, D., Scerbo, M. W., Korndorffer, J. R., Jr., & Scott, D. J. (2007). Redefining simulator proficiency using automaticity theory. *Am J Surg*, *193*(4), 502-506.
- The Southern Surgeons, C., Moore, M. J., & Bennett, C. L. (1995). The learning curve for laparoscopic cholecystectomy. *The American Journal of Surgery*, *170*(1), 55-59.
- van Dongen, K. W., Ahlberg, G., Bonavina, L., Carter, F. J., Grantcharov, T. P., Hyltander, A., . . . Broeders, I. A. (2011). European consensus on a competency-based virtual reality training program for basic endoscopic surgical psychomotor skills. *Surg Endosc*, *25*(1), 166-171.
- van Dongen, K. W., Tournioij, E., van der Zee, D. C., Schijven, M. P., & Broeders, I. A. (2007). Construct validity of the LapSim: can the LapSim virtual reality simulator distinguish between novices and experts? *Surg Endosc*, *21*(8), 1413-1417.
- Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental Rotations, a Group Test of Three-Dimensional Spatial Visualization. *Perceptual and Motor Skills*, *47*(2), 599-604.

- Veldkamp, R. K. E., Kuhry, E., Hop, W.C.J., Jeekel, J., Kazemier, G., Bonjer, H.J., Haglind, E., Pålman, L., Cuesta, M.A., Msika, S., Morino, M., & Lacy, A.M. (2005). Laparoscopic surgery versus open surgery for colon cancer: short-term outcomes of a randomised trial. *The Lancet Oncology*, 6(7), 477-484.
- Voitk, A. J., Tsao, S. G. S., & Ignatius, S. (2001). The tail of the learning curve for laparoscopic cholecystectomy. *The American Journal of Surgery*, 182(3), 250-253.
- Wanzel, K. R., Hamstra, S. J., Anastakis, D. J., Matsumoto, E. D., & Cusimano, M. D. (2002). Effect of visual-spatial ability on learning of spatially-complex surgical skills. *The Lancet*, 359(9302), 230-231.
- Woodrum, D. T., Andreatta, P. B., Yellamanchilli, R. K., Feryus, L., Gauger, P. G., & Minter, R. M. (2006). Construct validity of the LapSim laparoscopic surgical simulator. *Am J Surg*, 191(1), 28-32.
- Yamaguchi, S., Konishi, K., Yasunaga, T., Yoshida, D., Kinjo, N., Kobayashi, K., . . . Hashizume, M. (2007). Construct validity for eye-hand coordination skill on a virtual reality laparoscopic surgical simulator. *Surg Endosc*, 21(12), 2253-2257.
- Zhang, A., Hunerbein, M., Dai, Y., Schlag, P. M., & Beller, S. (2008). Construct validity testing of a laparoscopic surgery simulator (Lap Mentor): evaluation of surgical skill with a virtual laparoscopic training simulator. *Surg Endosc*, 22(6), 1440-1444.

Appendix A.

Tabel A1

Meervoudige Regressietabel Clip Applying Task

Methode		Beta	Stand. Beta	t	P
Enter	(Constant)	2697.607		0.782	0.452
	Ruimtelijk inzicht	-653.619	-0.126	-0.358	0.728
	Ruimtelijk geheugen	2557.022	0.100	0.331	0.748
	Redeneringsvermogen	1625.772	0.216	0.618	0.550
	Waarnemingssnelheid	1591.005	0.131	0.430	0.076
	PicSOR	-2809.955	-0.309	-0.805	0.439

Tabel A2

Correlatietabel Cutting Task en Clip Applying Task

	r	r ²	Aangepaste r ²	Std. Error	p
Ruimtelijk inzicht	0.275	0.076	0.021	134.500	0.255
Ruimtelijk geheugen	0.333	0.111	0.059	1112.423	0.163
Redeneringsvermogen	0.175	0.031	-0.026	1161.766	0.474
Waarnemingssnelheid	0.287	0.083	0.029	1130.159	0.233
PicSOR	0.243	0.059	-0.008	1243.825	0.364

Tabel A3

Meervoudige Regressietabel Clip Applying Task en Cutting Task

Methode		Beta	Stand. Beta	t	P
Enter	(Constant)	9901.354		2.619	0.026
	Ruimtelijk inzicht	-862.207	-0.136	-0.431	-0.076
	Ruimtelijk geheugen	-11105.392	-0.357	-1.310	0.220
	Redeneringsvermogen	-1407.730	-0.162	-0.516	0.617
	Waarnemingssnelheid	-4568.459	-0.307	-1.128	0.286
	PicSOR	-973.203	-0.088	-0.255	0.804

Tabel A4

Meervoudige Regressietabel Clip Applying Task en Cutting Task (proefpersoon score >2SD op duur en bloedverlies weggelaten)

Methode		Beta	Stand. Beta	t	P
Enter	(Constant)	7901.243		2.618	0.028
	Ruimtelijk inzicht	500.081	0.081	0.303	0.769
	Ruimtelijk geheugen	-16095.218	-0.577	-2.332	0.045
	Redeneringsvermogen	-4150.629	-0.509	-1.682	0.127
	Waarnemingssnelheid	-5587.201	-0.423	-1.747	0.115
	PicSOr	2747.236	0.253	0.832	0.427
Backward	(Constant)	8579.921		4.266	0.01
	Ruimtelijk geheugen	-12505.213	-0.451	-1.935	0.077
	Waarnemingssnelheid	-5495.579	-0.416	-1.786	0.099