

# De invloed van daglichttoetreding op subjectieve en objectieve prestaties

Onderzoek naar de invloed van daglicht op de taakprestaties van personen op een laparoscopische simulator



**Mario Grinwis**

UMCG, Oogheelkunde  
RUG, Gedrags- en maatschappijwetenschappen,  
Arbeid-, Organisatie- en Personeelspsychologie (AOP)

Delft, februari 2014



**rijksuniversiteit  
groningen**

faculteit gedrags- en  
maatschappijwetenschappen

**Studentenbureau UMCG**

Universitair Medisch Centrum Groningen



# De invloed van daglichttoetreding op subjectieve en objectieve prestaties

Onderzoek naar de invloed van daglicht op de taakprestaties van personen op een laparoscopische simulator

Delft, februari 2014

Auteur  
Studentnummer

Mario Grinwis  
s2254697

Afstudeerscriptie in het kader van

Arbeid-, Organisatie- en Personeelpsychologie  
Gedrags- en Maatschappijwetenschappen  
Psychologie  
Rijksuniversiteit Groningen

Begeleiders onderwijsinstelling

dr. F.J.J.M. Steyvers  
Psychologie  
Rijksuniversiteit Groningen

prof. dr. K.A. Brookhuis  
Psychologie  
Rijksuniversiteit Groningen

Begeleider UMCG

dr. F.W. Cornelissen  
Oogheelkunde, UMCG

© 2014 Studentenbureau UMCG Publicaties Groningen, Nederland.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd in Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht. Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

Trefw daglichttoetreding, prestatie, omgevingsinvloeden

## VOORWOORD

“Bouwkunde en arbeids- en organisatiepsychologie, wat is dat voor een combinatie?”

De basis van organisaties zijn de mensen: zij besturen, geven richting, leveren kennis, vaardigheden en betekenis aan een organisatie. Om het organisatieproces uit te voeren is er een verpakking nodig die in elke creatieve vorm tegen bepaalde kosten geleverd kan worden. Interessant aan een organisatie is de haast ondenkbaar los te koppelen relatie tussen de mens en deze verpakking; het gebouw. We werken in gebouwen die we bijvoorbeeld interessant, mooi, vervelend, uitnodigend, slecht, lelijk of inspirerend vinden.

De één geeft aan ziek te worden in het gebouw, een ander frustreert juist de ramen die niet zelf te openen zijn, een ander heeft een uitzicht op een stenen gevel en geniet van de rust die het uitstraalt. Wanneer de wensen of voorkeuren niet overeenstemmen met de situatie die het gebouw ons kan leveren heeft dat direct invloed op ons welbevinden en functioneren, zij het bewust of onbewust.

Hoe we werken, waar we werken, hoe we ons voelen, hoe we elkaar ontmoeten, maar ook hoe productief en effectief we zijn, wordt door het gebouw beïnvloed. Zo heeft het gebouw invloed op het gedrag, het functioneren en het welbevinden van mensen in organisaties. Dat is precies waarom bouwkunde en arbeids- en organisatiepsychologie een goede combinatie zijn en waarom ik beide fascinerend vind.

Mario Grinwis, Delft, 17 februari 2014

**Opmerking:** deze uitgave is in zijn geheel gebaseerd op het origineel, de gelijknamige masterthese ‘*De invloed van daglichttoetreding op subjectieve en objectieve prestaties*’ welke op 25-02-2014 is geaccepteerd bij de faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen, afdeling Arbeid-, Organisatie- en Personeelspsychologie.

Deze uitgave is voor het UMCG in de lay-out van het afstudeerbureau uitgegeven als dank aan de deelnemers van het onderzoek, de goede hulp en de medewerkers van het UMCG. De masterthese wijkt in deze uitgave enkel af van het origineel wat betreft de lay-out. De teksten, figuren en bijlagen zijn gelijk aan de originele masterthese.

De originele masterthese kan enkel worden ingezien in de bibliotheek van de faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen.



## INHOUD

<b>1</b>	<b>INLEIDING.....</b>	<b>3</b>
1.1	ONDERZOEKSVRAAG.....	3
<b>2</b>	<b>THEORETISCH KADER .....</b>	<b>5</b>
2.1	DAGLICHT .....	5
2.2	INVLOED.....	5
2.3	DE OPERATIEKAMER .....	7
2.4	DAGLICHTTOETREDING .....	7
2.5	LAPAROSCOPISCHE CHIRURGIE .....	7
2.6	VIRTUELE TRAINING.....	8
2.7	HYPOTHESEN.....	8
2.8	CONTROLEVARIABLEN.....	9
<b>3</b>	<b>METHODE.....</b>	<b>11</b>
3.1	OPZET.....	11
3.2	DEELNEMERS .....	11
3.3	RUIMTE .....	11
3.4	VARIABLEN.....	11
<b>4</b>	<b>RESULTATEN.....</b>	<b>17</b>
4.1	VERLOOP VAN HET ONDERZOEK.....	17
4.2	VERLICHTINGSSTERKTE .....	17
4.3	TAAKPRESTATIES.....	17
4.4	LEEREFFECTEN .....	19
4.5	INSPANNING.....	21
4.6	CONTROLE VARIABLEN .....	22
<b>5</b>	<b>DISCUSSIE .....</b>	<b>25</b>
5.1	BEVINDINGEN .....	25
5.2	LEEREFFECT .....	25
5.3	INSPANNING .....	26
5.4	FOUTENDISCUSSIE .....	26
5.5	AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK .....	27
5.6	CONCLUSIE.....	27

5.7 RELEVANTIE VOOR DE PRAKTIJK.....	27
<b>LITERATUUR.....</b>	<b>29</b>
<b>BIJLAGEN.....</b>	<b>32</b>
BIJLAGE 1. VERKORTE VERMOEIDHEIDSVRAGENLIJST (VVV).....	32
BIJLAGE 2. COMPOSITE SCALE OF MORNINGNESS (CSM).....	33
BIJLAGE 3. ALGEMENE VRAGENLIJST (AV).....	35
BIJLAGE 4. ALGEMENE MONDELINGE VRAGENLIJST (AMV).....	36
BIJLAGE 5. BELASTING SCHAAL MENTALE INSPANNING (BSMI).....	37
BIJLAGE 6. GEÏNFORMEERDE TOESTEMMING.....	38
BIJLAGE 7. ANALYSE VAN DE TAAKPRESTATIES.....	39
BIJLAGE 8. ANALYSE HARTSLAGINTERVAL-VARIANTIE.....	42
BIJLAGE 9. ANALYSE VAN LEEREFFECTEN.....	43
BIJLAGE 10. UITGEBREIDE TAAKBESCHRIJVING.....	49
Taak A, leertaak – ‘Jelly-mass’.....	49
Taak B – ‘Clip applying’.....	50
Taak C – ‘Electric cutting’.....	51
Taak D – Lap Chole, ‘Cutting & clipping 2 hands’.....	52



## SAMENVATTING

Eerder onderzoek laat zien dat mensen baat hebben bij daglichttoetreding op de werkplek met betrekking tot subjectieve en objectieve maten van alertheid en vitaliteit. Een groot aantal studies beschrijft prestatieverbeteringen onder daglichtcondities met een hogere verlichtingssterkte. Personen die weinig in aanraking komen met daglicht kunnen stress symptomen, depressie en slaapklachten ontwikkelen. De operatiekamer is een ruimte waar daglicht vaak afwezig is terwijl de gebruikers een aanzienlijke tijd in deze raamloze ruimte doorbrengen. Personeel op de operatiekamer zou mogelijk baat hebben bij hoger verlichtingswaarden met daglicht waardoor zij gedurende het werk vitaler, opgewekter en scherper het werk kunnen uitvoeren.

Uit praktische overwegingen is binnen deze masterthese de invloed van daglicht op de prestaties van personen onderzocht in een experiment met laparoscopische simulatietaken. Deelnemers hebben in drie verschillende daglichtcondities zeven taken uitgevoerd binnen een herhaalde metingen design. De volgorde van de taken en de volgorde van de daglichtcondities werden door een Latijns vierkant bepaald.

De onderzochte variabelen om de objectieve prestatiemaat te bepalen zijn: snelheid waarmee de instrumenten worden bediend, het aantal gemaakte fouten, duur van de taken en het aantal gemaakte bewegingen per taak. Hartslagintervalvariantie werd gebruikt als objectieve maat voor de inspanning en een vragenlijst werd gebruikt voor het bepalen van de subjectieve inspanning. Daarnaast werd de gemiddelde verlichtingssterkte, tijdens het uitvoeren van de taken, bij elke deelnemer voor elke conditie gemeten.

In de verzamelde data is er sprake van willekeurig ontbrekende waarden (MCAR), zodoende is de analyse met de Linear Mixed Models (LMM) procedure in SPSS uitgevoerd. Het ontwerp van de studie is gebalanceerd om voor leer- en overdrachtseffecten te corrigeren. Deze studie heeft aanwijzingen gevonden voor het positieve effect van daglicht op de prestaties van de werknemers in een operatiekamer, zoals blijkt uit twee van de vier ob-

jectieve prestatie-maten: duur van de taak en het aantal gemaakte bewegingen per taak. Deze studie kan dienen als uitgangspunt voor onderzoek naar de verbetering van de werkomgeving van het personeel in de operatiekamer.



## 1 INLEIDING

Binnen ziekenhuizen vervult de operatiekamer een belangrijke rol; er worden hoge eisen aan deze ruimte gesteld en het personeel moet ongehinderd de benodigde werkzaamheden uit kunnen voeren in samenwerking met technologisch geavanceerde apparatuur. Iets wat regelmatig ontbreekt in de operatiekamer is daglichttoetreding, al zijn in het verleden operatiecomplexen gerealiseerd met daglichttoetreding. Wat de effecten van het daglicht in een operatiekamer op de prestaties van het personeel is, is niet eerder onderzocht. Enige literatuur, gericht op het ontwerp van een operatiecomplex, adviseert wel in het gebruik van daglicht (Harsoor & Bhaskar, 2007). Een goed onderbouwde reden ontbreekt hier echter.

Vanwege de eerder beschreven positieve effecten van daglicht op het menselijk functioneren (Choi, Beltran, & Kim, 2012; Küller & Lindsten, 1992; Smolders, de Kort, & Cluitmans, 2012) rijst de vraag wat het effect is van daglicht op het personeel in de operatieruimte. Empirisch onderzoek ontbreekt waardoor deze vraag enkel te beantwoorden is met ontwerpprincipes, veiligheidsvoorschriften, bouwregelgeving en bouwnormen. Meer onderzoek is gedaan naar de invloed van daglichttoetreding op de prestaties van kantoorpersoneel. Zo hebben Smolders et al. (2012) gevonden dat er in lichtere omstandigheden (200 lux versus 1000 lux, 4000 K) een toename is van vitaliteit, aandacht en hartslag bij personen. Bovendien waren de deelnemers in de lichtere situatie minder slaperig en energieverder dan de deelnemers in de situatie met minder licht.

Het onderzoek van Küller en Lindsten (1992) richtte zich specifiek op de invloed van daglichttoetreding op de prestaties van kinderen in een klaslokaal. De auteurs concludeerden dat de afwezigheid van daglicht in een klaslokaal de hormonale samenstelling van de kinderen verstoortte waardoor het concentratievermogen en het vermogen om samen te werken afnam. Tevens vonden zij een afname in de lengtegroei en een toename van het aantal ziekte-dagen bij deze kinderen met een gebrek aan daglicht. De bevindingen van Küller en Lindsten (1992) sluiten aan bij die van de chronobiologie: zij beschreven dat afwezigheid van zonlicht zorgt dat het circadiaans systeem uit balans raakt en de

samenstelling van hormonen in ons lichaam verandert. De belangrijkste factor voor de synchronisatie van het circadiaanse ritme is blootstelling aan zonlicht (Reinoso-Suárez, De Andrés, & Garzón, 2011).

Recentelijk is er steeds meer aandacht besteed aan het thema 'healing environments', waaronder een operatiecomplex gerekend kan worden. Choi et al. (2012) hebben onderzoek gedaan naar de invloed van daglicht op het herstel van patiënten. De auteurs concludeerden dat patiënten in een ruimte met meer daglicht sneller herstelden dan vergelijkbare patiënten in een ruimte met minder daglicht.

Bovenstaande resultaten illustreren het belang van onderzoek naar het effect van daglicht op de mens. Immers, daglicht kan veel invloed hebben op ons functioneren. Een operatieruimte, die geheel aan het daglicht is onttrokken, zou best een andere uitwerking op het personeel kunnen hebben dan wanneer de ruimte wel daglichttoetreding heeft.

### 1.1 ONDERZOEKSVRAAG

Wat is de invloed van daglicht op de prestaties van personen in een operatiekamer?



## 2 THEORETISCH KADER

Daglicht is een component van de omgeving waarbinnen mensen overdag functioneren. Veel onderzoek is gewijd naar de invloed van daglicht en wordt als belangrijk component gezien met meerdere positieve invloeden op het menselijk welzijn, voornamelijk binnen de werkomgeving (Alrubaih et al., 2013; Alzoubi, Al-Rqaibat, & Bataineh, 2010; Amundadóttir, Andersen, & Lockley, 2013; Aries, Aarts, & van Hoof, 2013; Begemann, van den Beld, & Tenner, 1997; Choi et al., 2012; Hoffmann et al., 2008; Smolders et al., 2012; van Bommel, 2006). Aangezien daglicht door mensen wordt ervaren als een belangrijk component van de omgeving en dusdanig lijkt bij te dragen aan het welzijn van mensen is er veel onderzoek naar gedaan.

Hieronder wordt achtereenvolgens de eigenschappen van daglicht, de invloed van daglicht op mensen en toepassing op de operatiekamer besproken.

### 2.1 DAGLICHT

In de literatuur worden verschillende definities van daglicht gehanteerd. Zo definieert Mardaljevic (2013) daglicht in een gebouw als de natuurlijke verlichting die door de gebruikers van een door de mens ontworpen constructie met openingen aan de buitenzijde wordt ervaren. Een belangrijke notie is dat de hoeveelheid togetreden daglicht in een gebouw constant onderhevig is aan veranderingen. Veel aspecten zoals de rotatie en de baan van de aarde; de activiteit van de zon; de richting, snelheid en de samenstelling van de wolken; het seizoen; de eigenschappen van het gebouw zelf en de gebouwde omgeving beïnvloeden de kwaliteit en de kwantiteit van het daglicht, waardoor het telkens een ander karakter heeft.

In deze masterthese wordt de definitie van Mardaljevic (2013) van daglicht binnen een gebouw gehanteerd met de toevoeging dat ook de niet-visuele aspecten van daglicht een belangrijke rol spelen zoals beschreven in het artikel van Amundadóttir et al. (2013).

### 2.2 INVLOED

Naast de sterke voorkeur van mensen voor door daglicht verlichte ruimten, lijkt er ook steeds meer bewijs te komen dat daglicht meetbare effecten heeft op het menselijk lichaam. Het circadiaans ritme krijgt specifiek veel aandacht in de literatuur (Begemann et al., 1997; Mardaljevic, 2013). Hierbij is een belangrijke opmerking van Begemann et al. (1997) dat mensen sterk de voorkeur geven aan een type verlichting dat de natuurlijke verlichtingscyclus volgt in plaats van een constant verlichtingsniveau. Het artikel beschrijft tevens de sterke persoonlijke voorkeur van mensen voor de mate van daglichttoetreding en de manier waarop het daglicht de ruimte binnenvalt. Galasiu en Veitch (2006) bevestigen de sterke voorkeur voor met daglicht verlichte werkplekken. Volgens de auteurs is dit sterk verbonden met het idee dat mensen zelf hebben over de positieve gezondheidseffecten van daglicht op de werkvloer.

Recent medisch-wetenschappelijk onderzoek illustreert de nadelige effecten van het werken in een omgeving waar de werknemers niet of nauwelijks in aanraking komen met daglicht (Dijk & Archer, 2009; Zeitzer, Dijk, Kronauer, Brown, & Czeisler, 2000). Deze personen zouden een dagelijkse aanpassing of herstart van de interne biologische klok missen waardoor het circadiaanse ritme wordt verstoord en er een vergelijkbare verstoring van de slaap ontstaat, zoals bij het werken in ploegdienst en bij het reizen tussen tijdzones (Mardaljevic, 2013; Zeitzer et al., 2000). In beide voorbeelden blijkt dat de interne biologische klok niet meer synchroon loopt met het natuurlijke ritme, doordat dag en nacht in een ander tempo worden ervaren (Mardaljevic, 2013). Dit is nauw verbonden met de invloed van daglicht op de cortisolwaarden zoals onderzocht door Vreeburg et al. (2009).

Cortisol verhoogt de bloedsuikerspiegel met een piek in de ochtend en afnemend maar voldoende over de rest van de dag. Zo voorziet cortisol het lichaam van meer energie en bereid cortisol het lichaam voor op de dag (van Bommel, 2006). Richting de avond neemt het cortisolniveau af en het melatonineniveau toe, wat voor een slaperig gevoel zorgt

(van Bommel, 2006). Uit het onderzoek van Vreeburg et al. (2009) bleek dat de cortisolwaarden van personen die aan minder daglicht waren blootgesteld hoger waren dan de cortisolwaarden van personen die aan meer daglicht waren blootgesteld. Bovendien vervult cortisol een belangrijke functie in de regeling van de HPA-as (hypothalamus-hypofyse-bijnieren as) welke door schommelingen in deze cortisolspiegel kan worden verstoord en kan zorgen voor stress-gerelateerde stoornissen (Aries et al., 2013; Vreeburg et al., 2009).

In het onderzoek van Smolders et al. (2012) werd het positieve effect van daglicht op het tegengaan van vermoeidheid beschreven. Specifiek het effect op subjectieve maten als alertheid en vitaliteit en objectieve maten als prestatie, hartslag en hartslaginterval-variantie. In het onderzoek werden personen in een conditie met hoge (1000lx) of lagere verlichtingswaarden (200lx) ingedeeld. Deelnemers in de conditie met hogere verlichtingswaarden gaven aan zich energiever en minder vermoeid te voelen dan de personen in de conditie met lagere verlichtingswaarden.

Ook in de ziekenhuisomgeving is er aandacht besteed aan de invloed van daglicht op patiënten. Zo liet het onderzoek van Choi et al. (2012) zien dat patiënten in een kamer met veel daglichttoetreding een kortere verblijfsduur in het ziekenhuis hadden dan de patiënten in een kamer met minder daglichttoetreding. Dit effect werd niet enkel veroorzaakt door de afwezigheid van ramen, maar mogelijk hebben factoren als uitzicht en de totale kwantiteit van het licht een onvoorziene rol gespeeld in deze uitkomsten (Choi et al., 2012). Walch et al. (2005) hebben een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd waarin patiënten met kamers aan de zonnede schaduwzijde van een afdeling werden onderzocht. De patiënten aan de zonnede zijde van de afdeling ondervonden minder stress en kregen minder pijnstillende medicijnen voorgeschreven dan de patiënten aan de schaduwzijde van de afdeling (Walch et al., 2005). Hierbij dient opgemerkt te worden dat de patiënten in het onderzoek van Walch et al. (2005) zijn ingedeeld door het afdelingshoofd op basis van de beschikbaarheid van een kamer. De auteurs geven aan dat een willekeurige indeling de voorkeur heeft. Tevens is het mogelijk dat er meerdere zaalartsen aanwezig zijn op de afdeling die een eigen kant van de afdeling regelen, of dit het geval is wordt niet beschreven door Walch et al. (2005).

De indeling van de patiënten door het afdelingshoofd kan een versturende variabele zijn doordat de patiënten onbedoeld systematisch verschillen door de indelingsmethode. Ook de verantwoordelijkheid van één of meerdere zaalartsen voor de afdeling zouden mogelijke versturende variabelen kunnen zijn doordat de zaalartsen onderling kunnen verschillen in het voorschrijven van medicatie.

Onderzoek binnen de omgevingspsychologie brengt soortgelijke conclusies voort. Zo zorgt het gemis van ramen veelal tot minder tevredenheid over de werkomgeving waarbij het gemis van daglicht als één van de belangrijkste factoren werd gerapporteerd (Leather, Pyrgas, Beale, & Lawrence, 1998). Het onderzoek van Leather et al. (1998) laat ook een sterk positieve relatie zien tussen de hoeveelheid daglichttoetreding in de werkruimte en de werktevredenheid. Voor de gebruikers bleek het wel wenselijk dat de intensiteit van het binnenvallende daglicht geregeld kon worden. Systemen die de intensiteit van binnenvallend daglicht regelen worden door personeel als positief beoordeeld wanneer deze handmatig bediend kunnen worden (Galasiu & Veitch, 2006). Ook geldt dit voor patiënten: indien het mogelijk is om de verlichtingssituatie te reguleren heeft dit een positief effect op de tevredenheid bij patiënten (Choi et al., 2012) en bij werknemers (Galasiu & Veitch, 2006).

Volgens van Bommel (2006) draagt goede verlichting, naast gezondheidsvoordelen, ook bij aan diverse prestatieverbeteringen. Werknemers zouden sneller kunnen werken, minder fouten maken, veiliger werken, minder ongelukken veroorzaken en minder ziekteverzuim laten zien. Dergelijke effecten opereren binnen een complex systeem waarbij het aantonen van het effect van kwalitatief goed licht of daglicht een lastige opgave is. Factoren binnen een organisatie, zoals de bedrijfscultuur, techniek, type werkzaamheden, locatie en type gebouw kunnen de effecten van daglicht beïnvloeden. Er zijn dus vele mogelijke versturende variabelen in dit onderzoek, waar lastig voor te corrigeren is. Niet voor niets nemen een aantal auteurs een sceptischer houding aan ten opzichte van effect van goede verlichting en daglicht. Aries et al. (2013) concludeerden dat er beter onderzoek moet worden gedaan alvorens dergelijke conclusies te trekken. Zij stellen dit voornamelijk omdat er

weinig goed gedocumenteerd onderzoek is gedaan bij de algemene bevolking naar de effecten van daglicht.

### 2.3 DE OPERATIEKAMER

Binnen het ziekenhuis is de operatiekamer een uiterst gespecialiseerde ruimte waaraan hoge eisen worden gesteld door de gebruikers. De operatiekamer is een onderdeel van het operatiecomplex waarbinnen één of meerdere operatiekamers gelokaliseerd zijn. De andere ruimten in het operatiecomplex zijn bedoeld voor opslag van materiaal, kleedkamers, ontwaakruimte voor de patiënten, koffiekamers voor het personeel en diverse facilitaire ruimten. Het operatiecomplex, specifiek de operatiekamer, is een relatief kostbaar onderdeel van het ziekenhuis waarvan de benutting zo optimaal mogelijk dient te zijn. Planning van het gebruik en de bruikbaarheid wat betreft de ergonomie en de inrichting zijn zodoende belangrijke aspecten om de operatiekamer optimaal te benutten.

Het personeel brengt, afhankelijk van de operatie, de complicaties en andere onvoorziene omstandigheden veel tijd door in de operatiekamer. Regelmatig is het personeel afgeschermd van de buitenomgeving doordat ramen niet in het ontwerp van de operatiekamer zijn geïntegreerd.

### 2.4 DAGLICHTTOETREDING

In de literatuurgeschiedenis van de operatiekamer is geen duidelijke uitspraak gedaan over de voorkeur voor de verlichting van de operatiekamer met daglicht. Vroeg in de 20e eeuw werd sterk de voorkeur gegeven aan een operatiekamer met ramen die tenminste de gehele noordgevel diende te bedekken (Esser et al., 2011). Dit werd aangeraden door de opgestelde ontwerpprincipes van A.J. Vredeveld. Een voorbeeld is te vinden in het St. Joseph Ziekenhuis in Heerlen (1920-1923) waar de operatiekamers ramen hadden die ontworpen waren om veel daglicht binnen te laten, met operatielampen voor extra belichting van het operatiegebied (Mens & Wagenaar, 2010). Aan het einde van de jaren '90 werden ziekenhuizen op een alternatieve manier ontworpen, waarbij het operatiecomplex in een brede verdieping werd ondergebracht, met daarboven de verpleegafdelingen (Esser et al., 2011). Deze ontwerpkeuze

was mogelijk door de vooruitgangen op het gebied van de techniek en heeft er toe geleid dat operatiekamers aan de binnenzijde van het ziekenhuis geplaatst konden worden. Verlichting met daglicht was bij plaatsing aan de binnenzijde van het ziekenhuis niet meer mogelijk. Operatiekamers worden sindsdien zowel aan de binnenzijde van het als aan de gevelzijde van het ziekenhuis geplaatst. De huidige trend lijkt weer richting de plaatsing aan de gevelzijde te verlopen, zodat er gebruik kan worden gemaakt van het daglicht en de mogelijkheid om hiermee de werkconditie te verbeteren (Esser et al., 2011). Samenvattend is er in de loop van de jaren veel verschuiving van de locatie van het OK-complex binnen ziekenhuizen geweest, zonder dat daar empirische gronden voor waren.

### 2.5 LAPAROSCOPISCHE CHIRURGIE

Laparoscopische chirurgie is een manier om minimaal invasief te opereren waarbij een aantal kleine openingen worden gebruikt om tot het te opereren gebied te komen. Met behulp van trocars (hulpinstrumenten) worden de laparoscopen (camera met lichtbron) en instrumenten bij de patiënt ingebracht (Hegarty, Keehner, Cohen, Montello, & Lippa, 2006). Om de operateur van voldoende zicht te voorzien wordt de buikholte onder lichte druk gevuld met CO<sub>2</sub> waardoor het buikvlies omhoog komt en er ruimte wordt gemaakt voor de instrumenten. Middels de laparoscopen heeft de operateur zicht op het te opereren gebied dat, afhankelijk van de situatie, onder een hoek wordt weergegeven op een monitor (vaak 45°). De camera wordt door een assistent bediend zodat de chirurg met beide handen de instrumenten kan bedienen.

Tijdens een laparoscopische operatie wordt het omgevingslicht gedimd en de chirurgische lampen uitgeschakeld. De voornaamste reden voor het dimmen van het licht is het zicht op de beeldschermen daardoor toeneemt. Het weergegeven beeld op de monitor wordt vergroot zodat de operateur met een grotere precisie de instrumenten kan bedienen (Bohan, McConnell, Chaparro, & Thompson, 2010). Naast het voordeel om met een grotere precisie te werk te gaan zorgt de vergroting ook voor een extra obstakel en dient de operateur de schaal van de geplande bewegingen aan te passen aan het geschaalde beeld (Ellis et al.,

2004). Een extra complexiteit voor de operateur is dat de driedimensionale bewegingen van de operateur contra-intuïtief zijn en tweedimensionaal worden weergegeven op het beeldscherm (Hegarty et al., 2006). De auteurs stellen dat ruimtelijk inzicht van wezenlijk belang is om laparoscopische vaardigheden te ontwikkelen. De operateur moet namelijk continue een vertaalslag maken van het tweedimensionaal weergegeven beeld naar een driedimensionale representatie waarop de vervolghandelingen worden gebaseerd.

## 2.6 VIRTUELE TRAINING

Voor het aanleren van laparoscopische chirurgie worden wegens ethische overwegingen en de benodigde oefentijd steeds meer gebruik gemaakt van virtuele trainingsmethoden aan het begin van het leerproces (Nugent et al., 2013; Sinitsky, Fernando, & Berlingieri, 2012). De voornaamste ethische overweging, zo beschrijven de auteurs, is de kans op complicaties aan het begin van de leercurve van een arts in opleiding. De moeilijkheden van het laparoscopisch opereren worden zo binnen een veilige en minder stressvolle leeromgeving nagebootst. Hierbij is minder materiaal en planning nodig en is het mogelijk om een deel van de training te herhalen indien nodig (Sinitsky et al., 2012). Bovendien zijn de taken die worden uitgevoerd op een simulator gestandaardiseerd, waardoor het mogelijk is om de vordering van arts te volgen en te af te zetten tegen een vooraf gestelde norm.

Laparoscopisch opereren vergt extra aandacht van de operateur doordat het besturen van de instrumenten door een aantal factoren wordt bemoeilijkt. Allereerst zijn de bewegingen van de operateur ruimtelijk incompatibel met elkaar; een beweging van de hand zorgt voor een tegengestelde beweging van het instrument (Kunde, Müseler, & Heuer, 2007).

Startende laparoscopisten lijken baat te hebben bij het spelen van videogames (Goris, Jalink, & Henk, 2014), specifiek aan het begin van het leerproces (Grantcharov, Bardram, Funch-Jensen, & Rosenberg, 2003). In een soortgelijk onderzoek concluderen ook Feng, Spence, en Pratt (2007) dat het spelen van videogames de prestatie van ruimtelijke

cognities en mentale rotatie bevordert. Jalink, Goris, Heinenman, Pierie, en ten Cate Hoedemaker (2013) hebben de voordelen van het spelen van videogames gebruikt door een op maat gemaakt spel te ontwikkelen voor het aanleren van psychomotorische vaardigheden.

## 2.7 HYPOTHESEN

In deze masterthese wordt getracht een antwoord te geven op de vraag of daglichttoetreding invloed heeft op de prestaties van een operateur.

### HYPOTHESE 1: PRESTATIES VAN PERSONEN

Personen presteren beter op taken die worden afgenomen in een daglichtconditie dan in een conditie zonder daglicht (H1). Meerdere prestatiematen zijn gedefinieerd, zodoende worden er deelhypothesen gedefinieerd die gezamenlijk het prestatiedeel vertegenwoordigen voor het effect van daglicht:

- H 1.1 Personen voeren de taken sneller uit (in seconden) in een conditie met daglicht dan in een conditie zonder daglicht
- H 1.2 Personen voeren de taken met minder bewegingen uit in een conditie met daglicht dan in een conditie zonder daglicht
- H 1.3 De bewegingssnelheid van de instrumenten (in m/s) is hoger in een conditie met daglicht dan in een conditie zonder daglicht
- H 1.4 Personen maken minder fouten in de taken in een daglichtconditie dan in de conditie zonder daglicht

### HYPOTHESE 2: LEEREFFECT

Gedurende de sessies wordt verwacht dat de deelnemers prestatieverbeteringen laten zien, elke keer dat zij taak A uitvoeren (H 2), ongeacht de daglichtconditie. Meerdere prestatiematen zijn gedefinieerd, zodat er deelhypothesen gedefinieerd kunnen worden die gezamenlijk het prestatiedeel vertegenwoordigen voor het leereffect:

- H 2.1 Per herhaling van taak A wordt de taak sneller (in seconden) uitgevoerd
- H 2.2 Per herhaling van taak A wordt de taak met minder bewegingen uitgevoerd



- H 2.3 Per herhaling van taak A neemt de bewegingssnelheid van de instrumenten toe
- H 2.4 Per herhaling van taak A neemt het aantal fouten af

#### HYPOTHESE 3: INSPANNING

Tijdens het uitvoeren van de taken wordt verwacht dat personen de taken in een daglichtconditie minder inspannend vinden dan dezelfde taken in de conditie zonder daglicht (H3). De inspanning wordt bij de deelnemers zowel objectief (hartslaginterval-variantie) als subjectief gemeten met de Belasting Schaal Mentale Inspanning (BSMI). Twee deelhypothesen kunnen worden onderscheiden betreft de inspanning van de deelnemers:

- H 3.1 De geobserveerde inspanning, gemeten met de hartslaginterval-variantie van de deelnemers in een daglichtconditie, valt lager uit dan in de conditie zonder daglicht.
- H 3.2 De gerapporteerde inspanning (BSMI-score) van de deelnemers in een daglichtconditie valt lager uit dan in de conditie zonder daglicht.

## 2.8 CONTROLEVARIABLEN

De prestaties van personen op een inspannende taak, onder invloed van verschillende daglichtcondities, kunnen beïnvloed worden door meerdere variabelen. Binnen de literatuur wordt veel aandacht besteed aan de invloed van daglicht op het functioneren en het presteren van personen (Alrubaih et al., 2013; Alzoubi et al., 2010; Amundadóttir et al., 2013; Aries et al., 2013; Begemann et al., 1997; Choi et al., 2012; Hoffmann et al., 2008; Smolders et al., 2012; van Bommel, 2006). Daarom is het belangrijk om de verlichtingsintensiteit van de daglichtcondities te registreren om te concluderen of de beoogde manipulatie succesvol is.

Begemann et al. (1997) en Mardaljevic (2013) beschrijven dat de relatie tussen daglichttoetreding en prestatie kunnen variëren tussen de chronotype van de personen. Het chronotype van een persoon zegt iets over de tijd van de dag waarop hij of zij het meeste actief is en is zodoende sterk verbonden aan eigenschappen als de hormoonspiegel, de lichaamstemperatuur, het cognitieve vermogen en wanneer personen eten en slapen. Vaak wordt het chrono-

type met vragenlijsten onderzocht en worden mensen als ochtend- of avondmensen geïdentificeerd op basis van hun gedrag (Roenneberg, Wirz-Justice, & Mellow, 2003; Smith, Reilly, & Midkiff, 1989). In combinatie met de mate van de vermoeidheid van de deelnemers kan het chronotype de prestaties van deelnemers beïnvloeden test, zie ook Smolders et al. (2012).

Andere factoren die prestaties kunnen beïnvloeden en eveneens door Smolders et al. (2012) zijn beschreven, zijn het nuttigen van koffie of thee en eten vóór aanvang van de test. Daarnaast is het van belang om te weten of de deelnemers videogames gespeeld hebben (Feng et al., 2007; Grantcharov et al., 2003).



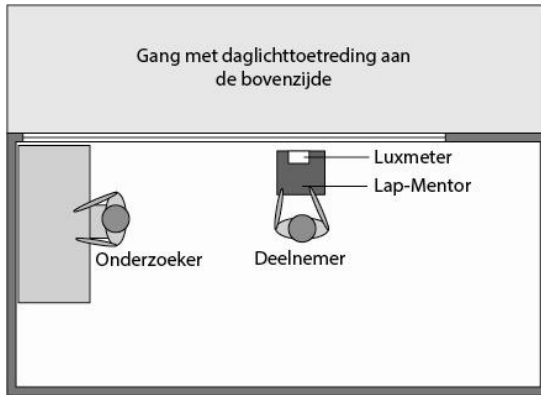
### 3 METHODE

#### 3.1 OPZET

De studie is uitgevoerd in een herhaalde-metingenopzet met lichtconditie als onafhankelijke variabele en meerdere prestatie-maten als afhankelijke variabelen. Er waren drie sessies waarbinnen de conditie daglicht varieerde. Binnen deze sessie voerden deelnemers zeven taken uit op een laparoscopische simulator. Het doel van de studie was om alle deelnemers aan alle condities bloot te stellen en de invloed van deze condities op de prestatie-maten te onderzoeken. De data zijn verzameld in de periode tussen 21-05-2013 en 11-10-2013.

#### 3.2 DEELNEMERS

Aan de studie hebben 19 medische studenten en arts-assistenten chirurgie van het Universitair Medisch Centrum Groningen meegewerkt. De aanmelding geschiedde op vrijwillige basis. De analyses zijn gebaseerd op 19 respondenten van de pilot en de uiteindelijk studie, waarvan 12 vrouwen en 7 mannen, met een gemiddelde leeftijd van 25 jaar ( $SD=2.7$ ).



**Figuur 1** Situatieschets van de onderzoeksruijme

#### 3.3 RUIMTE

Het onderzoek is uitgevoerd in een ruimte van het Universitair Medisch Centrum Groningen (zie Figuur 1). De ruimte lag in de nabijheid van het chirurgisch complex zodat de deelnemers, die voornamelijk in het chirurgisch complex werkzaam waren, zich niet over al te grote afstanden in het ziekenhuis hoefden te verplaatsen.

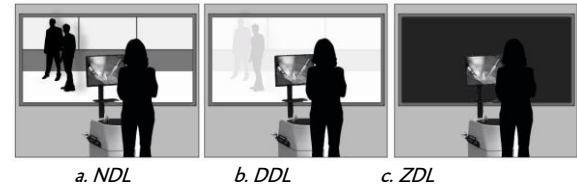
#### 3.4 VARIABELEN

##### ONAFHANKELIJKE VARIABELEN

##### VERLICHTINGSCONDITIE

Gedurende elke sessie voerden de deelnemers de taken uit in één van de drie daglichtcondities: normaal daglicht (NDL), diffuus daglicht (DDL) of zonder daglicht (ZDL). De volgorde van de condities is gebaseerd op een Latijns vierkant om een gebalanceerd design te waarborgen.

In de daglichtconditie met normaal daglicht werd er geen scherm geplaatst voor het raam van de ruimte (zie Figuur 2, a). Voorbijgangers waren in deze conditie zichtbaar voor de deelnemers. In de daglichtconditie met diffuus daglicht was er een daglicht doorlatend scherm geplaatst voor het raam van de ruimte dat het zicht naar de gang diffuus maakte (zie Figuur 2, b). Voorbijgangers waren in deze conditie nauwelijks zichtbaar. In de daglichtconditie zonder daglicht was er een scherm geplaatst voor het raam dat de daglichttoetreding tot de ruimte sterk belemmerde, waardoor geen zicht door het raam mogelijk was (zie Figuur 2, c).



**Figuur 2** Illustratie van de daglichtcondities en zicht naar buiten: NDL (a), DDL (b) en ZDL (c)

## SIMULATOR

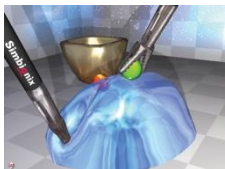
De taken worden uitgevoerd op een simulator van Symbionix USA (2014), de Lap-Mentor (Figuur 3). De Lap-Mentor simuleert minimaal invasieve ingrepen en wordt gebruikt voor het trainen van psychomotorische vaardigheden. De Lap-Mentor levert de gebruiker hierbij haptische feedback.



**Figuur 3** Symbionix Lab- Mentor (Symbionix USA, 2014)

## TAKEN

### Taak A: 'Jelly-mass' (leertaak)

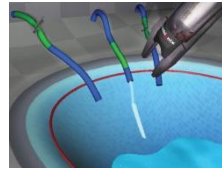


**Figuur 4** Taak A (Symbionix USA, 2014)

Het doel van taak A is het verwijderen van ballen uit een puddingachtige massa en deze in een bakje deponeren. Deelnemers zien op de simulator een blauwe massa, die zich als pudding gedraagt, met daarin drie ballen (zie Figuur 4). Om één van de ballen uit de pudding te

verwijderen dient de blauwe massa met één van de instrumenten verplaatst te worden zodat er een balletje bloot komt te liggen. Zodra het balletje bloot ligt verandert deze van kleur en wordt groen. Dit is een indicatie van de simulator dat het balletje verwijderd kan worden. De deelnemer moet nu het andere instrument gebruiken om het groene balletje uit de blauwe massa te pakken. Vervolgens dient het balletje in het bakje gedeponerd te worden (zie ook Bijlage 10 op pagina 49, Figuur 20).

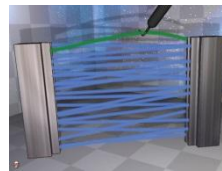
### Taak B – 'Clip applying'



**Figuur 5** Taak B (Symbionix USA, 2014)

Het doel van taak B is het afknippen van aders om te voorkomen dat een badje vol loopt met water. Deelnemers zien een blauw badje met een rode rand (zie Figuur 5). Het badje loopt langzaam vol met water dat uit de blauwe aders stroomt. Om de blauwe ader dicht te knippen moet de deelnemer met één van de instrumenten de ader vast pakken en uitrekken. Wanneer de ader voldoende is uitgerekt wordt het rode gebied op de ader groen en kan een nietje geplaatst worden op het groene gebied (zie ook Bijlage 10 op pagina 49, Figuur 21).

### Taak C – 'Electric cutting'



**Figuur 6** Taak C (Symbionix USA,

taak C) Het doel van taak C is het doorbranden van 21 lijnen die over elkaar liggen. Deelnemers zien een ruimte met twee kolommen waartussen 21 blauwe lijnen zijn gespannen (zie Figuur 6). Willekeurig kleurt één van de blauwe lijnen groen. De groene lijn moet vervolgens met het instrument worden doorgebracht. De deelnemer beschikt over twee gelijke instrumenten om de lijnen mee door te branden (zie ook Bijlage 10 op pagina 49, Figuur 22).

### Taak D – Lap Chole, 'Cutting & clipping 2 hands'



**Figuur 7** Taak D (Symbionix USA, 2014)

Het doel van taak D is het doorknippen van de galgang, de afvoergang van de galblaas. Deelnemers zien een simulatie van de galblaas en de centrale galgang welke reeds is vrijgelegd van omliggende structuren (zie Figuur 7). Voordat begonnen kan worden met de oefening moet eerst de camera goed worden geplaatst, dit wordt door de onderzoeker gedaan om uit te sluiten dat de oefening niet uitgevoerd kan worden als gevolg van de plaatsing van de camera. De deelnemer dient met een retractor het blauw gearceerde gebied op de galblaas naar zich toe te trekken.

Met een pijl wordt de juiste richting aangegeven. Zodra de galblaas voldoende verplaatst is, kleuren twee gebieden van de galgang blauw. Op het blauw gearceerde gebied dienen twee nietjes geplaatst te worden waar vervolgens tussen geknipt moet worden (zie ook Bijlage 10 op pagina 49, Figuur 23).

#### AFHANKELIJKE VARIABELEN

##### VERLICHTINGSSTERKTE

De verlichtingssterkte tijdens de drie condities werd gemeten met een 545 luxmeter van Testo. De gemiddelde verlichtingssterkte (in Lux) van een sessie werd in de analyses gebruikt.

##### TAAKPRESTATIES

De prestaties van deelnemers werden door zes variabelen gedefinieerd. De prestatievariabelen bestaan uit: de duur van de taak (in seconden), de gemiddelde snelheid waarmee het rechter en het linker instrument mee wordt bediend (in m/s), het aantal gemaakt bewegingen tijdens een taak met het linker en het rechter instrument en het aantal fouten.

De variabele die het aantal fouten beschrijft verschilt per taak. Bij taak A wordt het laten vallen van balletjes als fout gezien, bij taak B het verliezen van clips, bij taak C het aantal verkeerd gecauteriseerde banden en de tijd (in seconden) dat cauterisatie verkeerd is toegepast. Bij taak D worden alleen ernstige complicaties als fout gerekend.

#### LEER- EN OVERDRACHTSEFFECTEN

In het experiment worden de deelnemers gevraagd om zeven taken uit te voeren. Tijdens het uitvoeren van deze taken zullen de prestaties van de deelnemers verbeteren omdat verwacht wordt dat de taken aanspraak doen op dezelfde vermogens; er is sprake van een leereffect. Taken kunnen ook verschillende invloeden hebben op elkaar waardoor de eerste taak de prestaties op de daaropvolgende taak kan bevorderen of juist belemmeren.

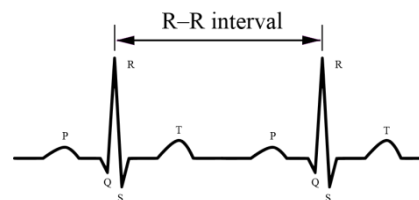
Om te controleren voor dergelijke leer- en overdrachtseffecten wordt er gebruik gemaakt van een gebalanceerd ontwerp, gebaseerd op een dubbel Latijns vierkant en een specifieke taak (taak A) om het leereffect te bestuderen.

Elke deelnemer doorloopt drie sessies waarbij elke sessie een andere daglichtconditie heeft. De volgorde waarin een deelnemer wordt blootgesteld aan een daglichtconditie wordt door een 3x3 Latijns vierkant bepaald. Tevens doorloopt elke deelnemer binnen elke sessie een drietal taken (taak B, C en D) waarvan de volgorde door een 3x3 Latijns vierkant wordt bepaald. Aan het begin, het einde en tussen taak B, C en D bevindt zich de leertaak (taak A) waarmee de het leereffect wordt bestudeerd. Hiermee ontstaat er het takenpatroon A-B-A-C-A-D-A waarbij de locatie van A bepaald is, de volgorde van B, C en D en de conditie wordt bepaald door een Latijns vierkant van grootte 3x3.

#### INSPANNING (OBJECTIEF)

Om de objectieve inspanning van de deelnemers te meten werd de hartslaginterval-variantie gebruikt. Hartslaginterval-variantie is een algemeen gebruikte maat voor inspanning om de momentane hartslag en de RR interval te beschrijven (Camm et al., 1996).

De hartslag is gemeten met een ECG R-Wave trigger van de instrumentatiedienst van de afdeling psychologie van de Rijksuniversiteit Groningen. De ECG trigger registreert de piek van de R-golf (zie Figuur 8) en verstuurd het signaal, met een frequentie van 1kHz, naar de computer middels een USB-verbinding. Intervallen kleiner dan 0.1 seconden en groter dan 2.0 seconden zijn in de analyse als meetfouten beschouwd. Voor de registratie van de signalen is gebruik gemaakt van zelfklevende Huggables ECG elektroden.



**Figuur 8** Weergave van het R-R interval (Atkielski, 2009)

Voorafgaand aan en na afronding van de taken is een rustmeting van drie minuten gedaan bij alle deelnemers. Gedurende de taken is de hartslaginterval-variantie van de deelnemers geregistreerd.

#### INSPANNING (SUBJECTIEF)

Om de subjectieve inspanning van de sessie vast te stellen is gebruik gemaakt van een inspanningsvragenlijst, de BSMI van Zijlstra (1993). Deelnemers is gevraagd om de mate van inspanning in een getal uit te drukken, corresponderend met de bijbehorende uitdrukking van de BSMI (zie Bijlage 5 op pagina 37.).

#### CHRONOTYPE

De Composite Scale of Morningness (CSM) is een door Smith et al. (1989) samengestelde vragenlijst. De CSM bestaat uit dertien meerkeuzevragen met 4 en 5 keuzemogelijkheden. Een voorbeeldvraag uit de vragenlijst is: "Hoe vermoeid voelt u zich in het eerste half uur na ontwaken? (a) heel moe, (b) tamelijk moe, (c) tamelijk fit en (d) heel erg fit." In deze masterthese is gebruik gemaakt van een door de auteur vertaalde versie van de CSM van Smith et al. (1989), zie Bijlage 2 op pagina 33.

#### VERMOEIDHEID

Met de verkorte vermoeidheidsvragenlijst (VVV) van Alberts, Smets, Vercoulen, Garssen, en Bleijenberg (1997), werd voorafgaand aan een sessie de vermoeidheid van de deelnemers gemeten. De versie van de VVV die gebruikt is, is ten opzichte van het origineel van Alberts et al. (1997) aangepast: de voorbeeldvraag is niet gebruikt en de toelichting is mondeling gedaan, zie Bijlage 1 op pagina 32.

#### VERSTORENDE VARIABLEN

Voorafgaand aan elke sessie is gevraagd naar het aantal uren slaap, het nuttigen van koffie, thee, (cafeïnehoudend) energiedrankje en of de respondent binnen een uur voor de sessie gegeten heeft. Ook is de deelnemers gevraagd of zij videogames spleen

#### TAAKVOLGORDE

Taken zijn willekeurig uitgevoerd, met uitzondering van de taken die bedoeld zijn om het leereffect te bestuderen (taak A). Taak A werd bij elke deelnemer en bij elke sessie afgewisseld met een random gekozen taak B, C of D (voorbeeld: A-B-A-C-A-D-A). De volgorde van taak B, C en D werd met een Latijns vierkant bepaald om een gebalancerd design te garanderen.

#### PROCEDURE

Bij aanvang van elke sessie werd de deelnemers gevraagd naar het aantal uren slaap, nuttigen van koffie, thee of een (cafeïnehoudend) energiedrankje, het gebruik van versufende middelen en of ze binnen een uur voor de sessie gefeerd hebben. Vervolgens is de verkorte vermoeidheidsvragenlijst van Alberts et al. (1997) afgenomen. Hierna is uitleg gegeven over plaatsing van de hartslagregistratie-elektrodes, die door de deelnemers zelf geplakt zijn op de aangegeven plekken. Na controle van het signaal is een rustmeting van drie minuten uitgevoerd.

Na de rustmeting is kort uitgelegd hoe de simulator gebruikt dient te worden en zijn twee oefentaken uitgevoerd die verder niet in het takenpakket voorkwamen. Gelijk met de start van de eerste taak werd de lichtmeting en de hartfrequentiemeting gestart. Na afronding van de eerste taak is enkel de hartfrequentiemeting stop gezet, de lichtmeting is aan het einde van de sessie stopgezet. Bij elke taak is de hartfrequentiemeting gestart zodra de deelnemer de instrumenten inbracht in de simulator. De hartfrequentiemeting werd gestopt zodra de Lap-Mentor aangaf dat de taak was voltooid.

Na voltooiing van de taken is de deelnemers gevraagd een BSMI-score (Zijlstra, 1993) op te geven als maat van inspanning (zie Bijlage 5 op pagina 37). Nadat de score is opgegeven worden de deelnemers verzocht te blijven staan voor de tweede en laatste rustmeting van drie minuten. Tenslotte zijn de elektroden verwijderd bij de deelnemers. De vertaalde versie van de CSM van Smith et al. (1989) (zie Bijlage 2 op pagina 33) en de Algemene Vragenlijst (zie Bijlage 3 op pagina 35) zijn gedurende de drie sessies digitaal ingevuld. De deelnemers kregen de keuze om deze vragenlijsten thuis, op de werkplek of terplekke in te vullen.

#### STATISTISCHE ANALYSE

De herhaalde metingen zijn geanalyseerd met Linear Mixed Modells procedure (LMM) in SPSS versie 20 (IBM Corporation, 2013). In alle analyses is de deelnemer als willekeurige variabele toegevoegd om aan te geven dat dezelfde persoon herhaald is gemeten. Per hypothese is een ander model gespecificeerd zodat er drie globale modellen worden gebruikt.

Een Linear Mixed Model (LMM) analyse is uitgevoerd om de invloed van daglicht op de taakprestaties te bestuderen. Er is er gebruik gemaakt van een model met één niveau (daglichtconditie). De verschillende taakprestaties zijn als gefixeerde factor toegevoegd. Elke taakprestatie wordt als een aparte variabele beschouwd en voor elke aparte variabele is een nieuwe LMM analyse uitgevoerd.

Een andere LMM analyse is uitgevoerd om het leereffect te bestuderen. Er is er gebruik gemaakt van een model met twee niveaus met daglichtconditie (niveau 1) en herhaling (niveau 2). De verschillende taakprestaties zijn als gefixeerde factor toegevoegd. Elke taakprestatie wordt als een aparte variabele beschouwd en voor elke aparte variabele is een nieuwe LMM analyse uitgevoerd.

Tenslotte is een LMM analyse uitgevoerd om de hartslaginterval-variantie te bestuderen. Er is er gebruik gemaakt van een model met twee niveaus met daglichtconditie (niveau 1) en taak (niveau 2). De hartslaginterval-variantie is als gefixeerde factor toegevoegd. Specifieke contrasten zijn gebruikt om verschillen tussen meerdere taken te bestuderen.





## 4 RESULTATEN

### 4.1 VERLOOP VAN HET ONDERZOEK

Een onvoorzien technisch mankement heeft er toe geleid dat niet alle personen in alle drie de condities de taken hebben uitgevoerd. In de geanalyseerde data zijn er vijf personen die één sessie doorlopen hebben, negen personen hebben twee sessies doorlopen en vijf personen hebben alle sessie doorlopen. De ontbrekende waarden zijn niet afhankelijk van de geobserveerde en de niet geobserveerde eigenschappen van de deelnemers aangezien alle ontbrekende waarden zijn toe te schrijven aan het defect van de simulator. In de verzamelde data is er zodoende sprake van willekeurig ontbrekende waarden (missing completely at random, MCAR). Aangezien er sprake is van MCAR kan worden aangenomen dat er geen ander patroon aanwezig zou zijn in de waarden die gemeten zouden zijn indien dit mogelijk zou zijn geweest (Schafer & Graham, 2002). Tabel 1 geeft de verdeling van missende waarden binnen de steekproef weer.

Conditie	Aantal proefpersonen		
	In conditie	Ontbrekend	Totaal
NDL	9 (47%)	10 (53%)	19
DDL	9 (47%)	10 (53%)	19
ZDL	12 (58%)	7 (42%)	19

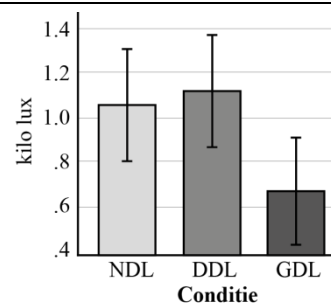
Tabel 1 Weergave ontbrekende waarden

### 4.2 VERLICHTINGSSTERKTE

Een LMM-analyse op de verlichtingssterkte (in lx) met conditie als gefixeerde factor is uitgevoerd mate waarin de drie condities van elkaar verschillen te bestuderen. De gemeten verlichtingssterkte blijkt significant voor twee of meer van de condities te verschillen ( $F(2,20)=6.39, p=.007$ ).

Posthoc-analyses van dit verschil tussen de condities laat zien dat zowel de conditie met daglicht (NDL) en de conditie met diffuus daglicht (DDL) significant verschillen van de

conditie zonder daglicht (ZDL) met respectievelijk 386 lx ( $t(24)=2.55, p=.018$ ) en 449 lx ( $t(18)=3.44, p=.003$ ). De conditie met daglicht (NDL) en de conditie met diffuus daglicht (DDL) blijken niet significant van elkaar te verschillen ( $t(19)=3.26, ns$ ).



Figuur 9 Gemiddelde verlichtingssterkte in klx per daglichtconditie, met 95% BHI

### 4.3 TAAKPRESTATIES

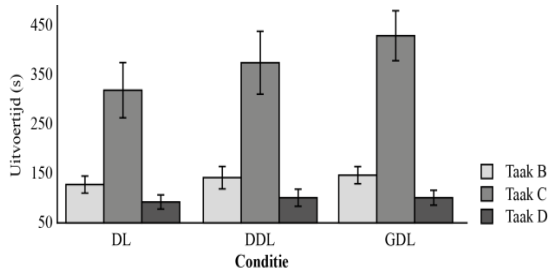
Per conditie heeft elke deelnemer vier verschillende taken uitgevoerd; taak A, B, C en taak D. Taak A werd vier keer per conditie uitgevoerd en is gebruikt om het leereffect te bestuderen. Taak B, C en D zijn uitgevoerd om meerdere relevante prestatie gerelateerde aspecten tijdens het uitvoeren van een laparoscopische simulatietaak te bestuderen.

Prestatie is gedefinieerd aan de hand van 5 verschillende maten die elk een ander type prestatie beschrijven: (1) benodigde tijd (in seconden), (2) aantal bewegingen, (3) snelheid van de instrumenten (in m/s) en (4) aantal gemaakte fouten.

#### BENODIGDE TIJD

Een LMM-analyse op de benodigde tijd (in seconden) voor taak B, C en D met conditie als gefixeerde factor is uitgevoerd om te bestuderen of de benodigde tijd per conditie verschilt.

Uit de analyse blijkt dat er een significant hoofdeffect is voor taak C ( $F(2,19)=5.67, p=.012$ ). Uit de posthoc-toetsen blijkt dat personen taak C, in de conditie met normaal daglicht (NDL), met 109 seconden sneller uitvoerden dan personen in de conditie zonder daglicht (ZDL) ( $t(25)=-3.37, p=0.002$ ). Eenzelfde verschil is zichtbaar bij de conditie met diffuus daglicht (DDL) versus ZDL. Deelnemers in de DDL conditie voerden taak C met 58 seconden sneller uit dan de deelnemers in de conditie ZDL ( $t(17)=-1.74, p=0.002$ ). De benodigde tijd om taak C te volbrengen (in seconden) blijkt per conditie significant te verschillen, zodoende kan hypothese 1.1 voor taak C bevestigd worden.

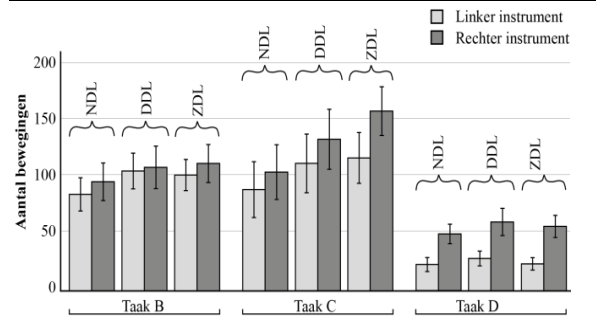


**Figuur 10** Benodigde tijd voor het uitvoeren van taak B, C en D in seconden, met 95% BHI

Analyse van de tijd die personen nodig hebben voor het uitvoeren van taak B en D leverde niet voldoende bewijs om de nulhypothese te kunnen verwerpen. Zodoende kan niet bevestigd worden dat personen taak B en D in een conditie met daglichttoetreding sneller uitvoeren dan in een conditie zonder daglicht (deelhypothese 1.1).

#### AANTAL BEWEGINGEN

Een LMM-analyse op het aantal bewegingen met het linker en het rechter instrument voor taak B, C en D met conditie als gefixeerde factor, is uitgevoerd om te bestuderen of het aantal bewegingen per conditie verschilt.



**Figuur 11** Aantal gemaakte bewegingen met het linker en het rechterinstrument voor taak B, C en D met een 95% BHI

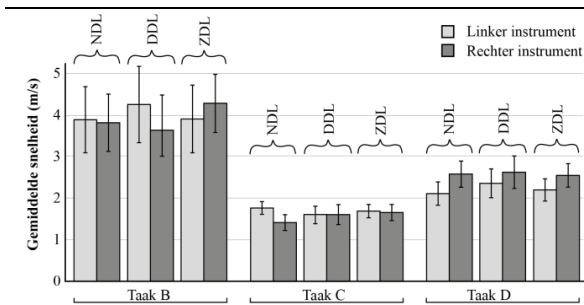
Uit de analyse blijkt dat er een significant hoofdeffect is voor taak C ( $F(2,21)=6.73, p=.006$ ). Uit de posthoc-toetsen blijkt dat taak C in de conditie NDL met 56 minder links-handige bewegingen wordt uitgevoerd dan in de conditie ZDL ( $t(29)=-3.67, p=0.001$ ). Tussen de conditie NDL en de conditie DDL lijkt geen verschil te zijn voor het aantal bewegingen met het linker instrument ( $t<-2, ns$ ). Voor taak C lijkt er niet voldoende bewijs te zijn om aan te nemen dat het aantal gemaakte bewegingen met het linker instrument per conditie verschilt:  $t<-2 (ns)$  voor DDL vs. NDL en  $t<-2 (ns)$  ZDL vs. NDL. Hypothese 1.2 kan zodoende, voor taak C enkel voor de gemaakte bewegingen met het rechterinstrument bevestigd worden.

Analyse van het aantal gemaakte bewegingen (zowel links als rechts) voor het uitvoeren van taak B ( $F<1, ns$ ) en D ( $F<1, ns$ ) leverde niet voldoende bewijs om de nulhypothese te kunnen verwerpen. Zodoende kan niet bevestigd worden dat personen taak B en D in een conditie met daglichttoetreding met minder bewegingen uitvoeren dan in een conditie zonder daglicht (deelhypothese 1.2).

#### SNELHEID

Een LMM-analyse op de snelheid (in m/s) van het linker en rechter instrument voor taak B, C en D met conditie als gefixeerde factor is uitgevoerd om te bestuderen of de snelheid van de instrumenten per conditie verschillen.

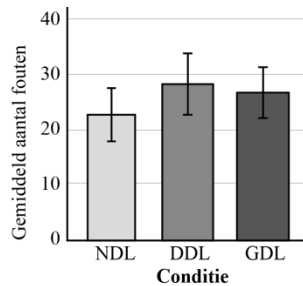
De analyse leverde voor het linker instrument voor taak B ( $F<1$ , ns), C ( $F<2$ , ns) en D ( $F<1$ , ns) geen voldoende bewijs om de nulhypothese te kunnen verwerpen. Ook voor het rechter instrument leverde de analyse voor taak B ( $F<2$ , ns), C ( $F<3$ , ns) en D ( $F<1$ , ns) geen voldoende bewijs om de nulhypothese te kunnen verwerpen. Zodoende kan niet bevestigd worden dat de snelheid van de instrumenten (in m/s) hoger is in een conditie met daglicht dan in een conditie zonder daglicht (deelhypothese 1.3).



**Figuur 12** Gemiddelde snelheid met het instrument bij het uitvoeren van taak B, C en D met een 95% BHI

#### GEMAAKTE FOUTEN

Een LMM-analyse op het aantal gemaakte fouten voor taak B, C en D met conditie als gefixeerde factor is uitgevoerd om te bestuderen of het aantal gemaakte fouten per conditie verschilt.



**Figuur 13** Gemiddelde aantal fouten per daglichtconditie, met 95% BHI

De analyse leverde voor taak B ( $F<2$ , ns), C ( $F<2$ , ns) en D ( $F<1$ , ns) geen voldoende bewijs om de nulhypothese te kunnen verwerpen. Zodoende kan niet bevestigd worden dat personen minder fouten maken bij het uitvoeren van de taken in één van de daglichtcondities dan in de conditie zonder daglicht (deelhypothese 1.4).

## 4.4 LEEREFFECTEN

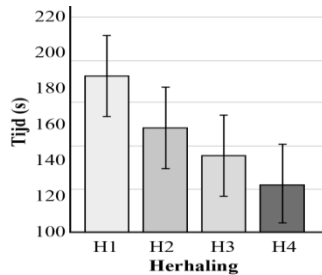
### CONDITIE

Een LMM-analyse op de taakprestaties met verlichtingsconditie als gefixeerde factor is uitgevoerd om te onderzoeken of de prestaties verschillen per conditie. De analyse op de prestatiematen levert geen voldoende bewijs ( $F<1.5$ , ns) om aan te nemen dat één van de prestatiematen verschillend is per verlichtingsconditie.

### HERHALING

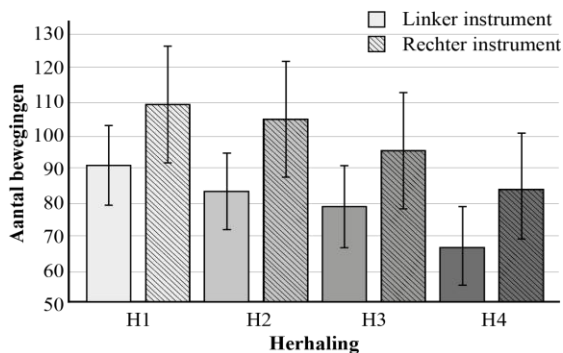
Een LMM-analyse op de prestatiematen met herhaling als gefixeerde factor is uitgevoerd om het patroon van het leereffect te bestuderen. De deelnemers verbeterden op een aantal prestatiematen gedurende de sessies. Onderstaand worden de belangrijkste effecten beschreven. Voor een volledig overzicht van de verschillen tussen de taakprestaties per herhaling (posthoc) is in Bijlage 9 op pagina 43, Tabel 15 te raadplegen.

De deelnemers hadden gedurende de herhalingen steeds minder tijd nodig om de taak te volbrengen ( $F(3,85)=10.62$ ,  $p<.001$ ). De posthoc-toetsen, met Bonferronicorrectie, laten zien dat de deelnemers de tweede ( $t(81)=3.35$ ,  $p=.007$ ) derde ( $t(93)=4.26$ ,  $p<.001$ ) en de vierde herhaling ( $t(102)=5.50$ ,  $p<.001$ ) sneller uitvoerenden dan de eerste herhaling met een afname van respectievelijk 28.9, 44.3 en 59.9 seconden.



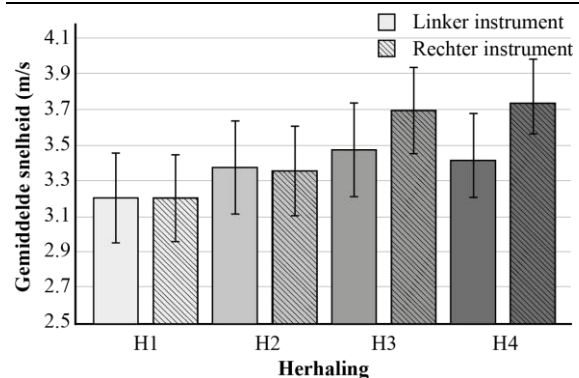
**Figuur 14** Benodigde tijd om taak A uit te voeren, per herhaling van taak A, met 95% BHI

Gedurende de herhalingen voerden de deelnemers de taak met steeds minder bewegingen uit. Dit geldt voor zowel de bewegingen van het linker instrument ( $F(3,85)=4.49$ ,  $p<.006$ ) als de bewegingen van het rechter instrument ( $F(3,89)=5.03$ ,  $p<.003$ ). De posthoc-toetsen, met Bonferroni-correctie, laten zien dat de deelnemers de vierde herhaling met minder bewegingen uitvoerden dan de eerste herhaling. Dit verschil is zowel bij de bewegingen van het linker instrument ( $t(108)=3.63$ ,  $p=.003$ ) als de bewegingen van het rechter instrument ( $t(102)=4.02$ ,  $p=.001$ ) te zien, met een afname van respectievelijk 24.4 en 26.1 en bewegingen.



**Figuur 15** Aantal bewegingen met het linker en het rechter instrument bij het uitvoeren van taak A, per herhaling met 95% BHI

De snelheid van het instrument (in m/s) bij het uitvoeren van de taak neemt per herhaling toe voor het rechter instrument ( $F(3,85)=5.61$ ,  $p<.001$ ). Voor het linker instrument is er niet voldoende bewijs om aan te nemen dat er een verschil is per herhaling wat betreft de snelheid van het instrument ( $F<2$ , ns). De posthoc-toetsen, met Bonferroni-correctie, laten zien dat de deelnemers met het rechter instrument de derde ( $t(101)=3.5$ ,  $p=.005$ ) en de vierde herhaling ( $t(110)=3.79$ ,  $p=.002$ ) sneller (in m/s) uitvoerden dan de eerste herhaling met respectievelijk .49 m/s en .53 m/s.



**Figuur 16** Gemiddelde snelheid van het rechterinstrument (m/s) bij het uitvoeren van taak A, per herhaling, met 95% BHI

Het aantal gemaakte fouten, uitgedrukt in het aantal verloren ballen tijdens het uitvoeren van de taak, bleek niet significant te verschillen per herhaling ( $F<1$ , ns).

#### INTERACTIE TUSSEN HERHALING EN CONDITIE

Een LMM-analyse op de prestatie-maten met de interactie tussen verlichtingsconditie en herhaling als gefixeerde factor is uitgevoerd om te onderzoeken of de prestaties verschillend zijn per herhaling afhankelijk van de verlichtingsconditie.

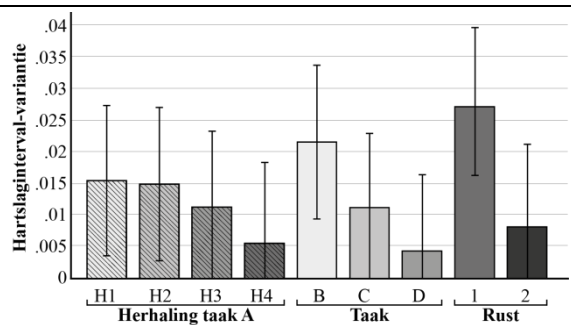
Uit de analyses blijkt dat er geen significant interactie effect is (herhaling x conditie), voor elke afhankelijke variabele ( $F<1.5$ , ns).

## 4.5 INSPANNING

### HARTSLAGINTERVAL-VARIANTIE

Er zijn twee typen metingen gedaan tijdens de sessies: een taakuitvoerings- en een rustmeting. De rustmetingen zijn aan het begin en aan het einde van de sessie afgenomen en de taakuitvoeringsmetingen zijn tijdens het uitvoeren van de taken afgenomen.

Een LMM-analyse op de basemetingen met type basemeting, conditie en de interactie daartussen als gefixeerde factoren is uitgevoerd om te bestuderen of er een verschil is van hartslaginterval-variantie tussen de basemeting voor en na de taken. De analyse levert niet voldoende bewijs om aan te kunnen nemen dat de twee basemetingen van elkaar verschillen ( $F < 2.5$ , ns), evenals de conditie ( $F < 1$ , ns) en de interactieterm ( $F < 2$ , ns).



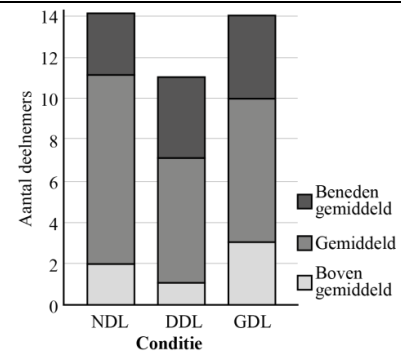
**Figuur 17** Hartslaginterval-variantie per herhaling, taak en rustmeting, met een 95% BHI

Een tweede LMM-analyse op de taken met type taak, conditie en de interactie daartussen als gefixeerde factoren is uitgevoerd om te bestuderen of er een verschil is van hartslaginterval-variantie. De analyse levert niet voldoende bewijs om aan te kunnen nemen dat de hartslaginterval-variantie tussen twee of meer taken verschilt ( $F < 1$ , ns). Ook lijkt de hartslaginterval-variantie niet te verschillen per conditie ( $F < 2$ , ns). Analyse van de interactieterm levert eveneens niet voldoende bewijs om aan te nemen dat er een verschil is in hartslaginterval-variantie per de taak, afhankelijk van de daglichtconditie ( $F < 1$ , ns).

Nadere analyse met specifieke contrasten laat zien dat er een verschil is tussen de twee rustmetingen. De hartslaginterval-variantie bij de eerste rustmeting is gemiddeld  $0.0188 s^2$  hoger ( $t(243)=2.13$ ,  $p=.034$ ) dan bij de tweede rustmeting; dit is een indicatie dat de deelnemers bij de eerste rustmeting minder ingespannen waren dan bij de tweede rustmeting.

Met een volgend specifiek contrast is de hartslaginterval-variantie op de eerste rustmeting vergeleken met de hartslaginterval-variantie tijdens het uitvoeren van de taken A1, A2, A3, A4, B, C en D. De hartslaginterval-variantie op de eerste rustmeting blijkt gemiddeld  $0.0151 s^2$  hoger te liggen in vergelijking met alle taken gezamenlijk ( $t(209)=2.56$ ,  $p=.025$ ). Dit geeft aan dat deelnemers tijdens het uitvoeren van de taken meer ingespannen waren dan tijdens de rustmeting.

Met het laatste specifieke contrast is gekeken of er een verschil is tussen de hartslaginterval-variantie en de tweede rustmeting. Dit contrast blijkt niet significant te zijn ( $t(203) < 1$ , ns) waardoor er niet geconcludeerd kan worden dat de inspanning op de taken verschillend is voor het verschil van inspanning tussen de tweede rustmeting en de taken.



**Figuur 18** Aantal personen in een bepaalde vermoeidheidscategorie, per conditie.

## BSMI

De BSMI is voor elke deelnemer bij elke conditie afgenomen aan het einde van een sessie om de mate van subjectieve inspanning te bepalen. Een LMM analyse op de BSMI score over alle taken met conditie als gefixeerde factor is uitgevoerd om een mogelijk verschil van de gerapporteerde BSMI scores te onderzoeken. Deze analyse leverde niet voldoende bewijs om aan te nemen dat de scores van de deelnemers op de BSMI schaal per conditie verschillen ( $F(2,19)=.18$ , ns).

## 4.6 CONTROLE VARIABLEN

### VRAGENLIJSTEN

Voor zowel de CSM als de VVV is interne consistentie bepaald met behulp van Cronbach's alfa, voor de VVV is Cronbach's alfa per conditie bepaald. Beide vragenlijsten hebben een redelijke tot hoge interne consistentie. De VVV heeft een goede interne consistentie ( $\alpha = .80$ ) voor de conditie met daglicht,  $\alpha = .76$  voor de conditie met diffuus daglicht en  $\alpha = .75$  voor de conditie zonder daglicht. De CSM heeft een relatief hoge interne consistentie ( $\alpha = .88$ ).

Vragenlijst	<i>M</i>	<i>SD</i>	Min	Max	$\alpha^1$
VVV-NDL	12.21	4.70	7	21	.80
VVV-MDL	12.55	4.30	6	19	.76
VVV-NDL	11.36	4.48	6	19	.75
CSM	36.94	6.05	27	46	.88
BSMI-NDL	55.36	25.33	10	90	-
BSMI-MDL	58.89	26.19	25	110	-
BSMI-NDL	60.27	20.29	20	100	-

<sup>1</sup>Cronbach's alfa

**Tabel 2** Beschrijvende maten van de afgenomen vragenlijsten

## VVV

De VVV is voor elke deelnemer, voorafgaand aan elke conditie, afgenomen om de mate van vermoeidheid te bepalen. De resultaten zijn geïnterpreteerd met de normwaarden voor 'studenten zwaar belast' van Alberts et al. (1997) en weergegeven in Figuur 18. Over alle condities heen rapporteerde de deelnemers een gemiddelde score van  $M=12.0$  op de vermoeidheids-schaal, een gemiddelde vermoeidheidsscore ligt volgens de gehanteerde normwaarden tussen de 10 en de 17 punten (zie Bijlage 1, Tabel 3 op pagina 32).

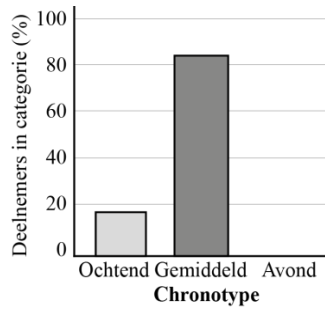
Binnen de daglichtconditie scoorde 14.3% van de deelnemers beneden gemiddeld, 64.3% gemiddeld en 21.4% boven gemiddeld op de vermoeidheids-schaal. Binnen de conditie met diffuus daglicht scoorde 9.1% van de deelnemers beneden gemiddeld, 54.5% gemiddeld en 36.4% boven gemiddeld op de vermoeidheids-schaal. Binnen de conditie zonder daglicht scoorde 14.3% van de deelnemers beneden gemiddeld, 64.3% gemiddeld en 21.4% boven gemiddeld op de vermoeidheids-schaal.

Een analyse over alle taken, binnen de drie daglichtcondities, naar een mogelijk verschil van de gerapporteerde vermoeidheidsscores per deelnemer lever niet voldoende bewijs om aan te nemen dat de scores van de deelnemers op de vermoeidheids-schaal per conditie verschillen ( $F(2,19.7)=1.07$ , ns).

Binnen de analyse van het leereffect lijkt er echter wel een significant verschil te zijn tussen de conditie met daglicht (NDL,  $M=12.56$ ) en conditie zonder daglicht (ZDL,  $M=11.28$ ) met  $t(119.67)=2.76$ ,  $p=.007$ . De overige contrasten (NDL vs DDL en DDL vs ZDL) blijken beiden niet significant te zijn.

## CSM

De CSM is bij 17 deelnemers eenmaal afgenomen om het chronotype van de deelnemers te bepalen. Twee deelnemers hebben de CSM niet ingevuld. 18% van de deelnemers is geclassificeerd als een ochtend-type, 82% van de deelnemers als een gemiddeld type en 0% als avond-type.



---

**Figuur 19** Percentage deelnemers ingedeeld in een chronotype categorie





## 5 DISCUSSIE

In deze masterthese is de invloed van daglicht op de prestaties van personen in een gesimuleerde operatiesetting onderzocht door taken uit te laten voeren in drie verschillende daglichtcondities. Hierbij zijn objectieve taakprestaties en de subjectieve en objectieve inspanning gemeten. Voorafgaand aan het onderzoek zijn twee hypothesen opgesteld met betrekking tot de verwachte invloed van daglicht op de taakprestaties van personen. De twee hypothesen stellen dat: (H1) personen betere taakprestaties laten zien in een conditie met daglicht dan in een conditie zonder daglicht en dat (H2) personen minder inspanning ervaren in een conditie met daglicht dan in een conditie zonder daglicht.

### 5.1 BEVINDINGEN

In deze masterthese is een positief effect van daglicht gevonden op de benodigde tijd om een taak uit te voeren (deelhypothese H1.1). Opmerkelijk genoeg waren deze effecten enkel zichtbaar bij taak C.

Een mogelijke reden waarom er alleen bij taak C een effect van daglicht lijkt te zijn is toe te schrijven aan het karakter van de taak zelf. Voor taak C dienden de deelnemers 21 maal een vergelijkbare handeling uit te voeren waardoor deze taak een sterk repetitief karakter heeft. Taak B en D daarentegen hebben meer variatie in de gevraagde handeling om de taak te volbrengen. Mogelijk heeft het repetitieve karakter van taak C het effect van daglicht uitvergroot. Dat er enkel op taak C een effect van daglicht is gevonden kan ook betekenen dat daglicht enkel tot een prestatietoename leidt wanneer er repetitieve taken worden uitgevoerd. Dit zou betekenen dat deelnemers zich beter konden concentreren op repetitieve handelingen in een setting met daglichttoetreding.

Deelnemers deden gemiddeld langer over taak C en moesten hierdoor de aandacht bij taak C langer vasthouden. Mogelijk voerden de deelnemers deze taak sneller uit in de normale daglichtconditie (NDL) doordat de deelnemers

meer alert en vitaler waren zoals in het experiment van Smolders et al. (2012) beschreven.

In deze masterthese is eveneens een positief effect van daglicht gevonden op het aantal gemaakte bewegingen tijdens het uitvoeren van de taak (deelhypothese H1.2). Deelnemers volbrachten de taak in de conditie met normaal daglicht (NDL) met minder bewegingen dan in de conditie zonder daglicht (ZDL). Bijzonder is dit effect weer enkel werd gemeten bij taak C en dan alleen voor het rechter instrument.

Dat het effect voor het linker instrument niet significant is kan mogelijk verklaard worden door het verschil van het aantal deelnemers met links of rechts als voorkeurshand. Drie van negentien de deelnames heeft aangegeven linkshandig te zijn. Een andere mogelijke reden hiervoor is het verschil tussen rechts- en linkshandigen op psychomotorische laparoscopische vaardigheden dat Grantcharov et al. (2003) onderzochten. Het onderzoek wees uit dat rechtshandigen sneller vorderen in het aanleren van de psychomotorische vaardigheden dan linkshandigen.

De benodigde tijd om een taak uit te voeren (deelhypothese H1.1) en het aantal gemaakte bewegingen tijdens het uitvoeren van de taak (deelhypothese H1.2) zijn waarschijnlijk niet het gevolg van een leereffect aangezien de deelnemers ingedeeld zijn in een gebalanceerd design. Zodoende is de volgorde voor elke deelnemer voor elke sessie verschillend en kunnen leereffecten en volgorde effecten in zekere mate worden uitgesloten (Brien, Bailey, Tran, & Boland, 2012).

### 5.2 LEEREFFECT

De deelnemers verbeterden gedurende de sessie voor Taak A (taak om het leereffect te meten) op vrijwel elke afhankelijke taakvariabele: het uitvoeren van taak A nam steeds minder tijd in beslag (deelhypothese H2.1), de taken werden met minder bewegingen uitgevoerd (deelhypothese H2.2) en de snelheid van het rechter instrument nam toe

(deelhypothese H2.3) maar het aantal gemaakte fouten is per herhaling gelijke gebleven. Verwacht werd dat het aantal fouten in een sessie per herhaling zou afnemen (deelhypothese H2.4).

Uit de analyse is op te maken dat de deelnemers zich nog aan het begin van het leerproces bevinden; per sessie neemt de prestatie van de deelnemers toe en de curve vlakkt nog niet af (zie Figuur 14, Figuur 15 en Figuur 16). Dit illustreert dat er geen probleem is met betrekking tot het bereik van de Lap-Mentor voor de deelnemers en er geen sprake is van een plafondeffect noch een vloereffect.

### 5.3 INSPANNING

Gedurende de sessie is per taak de hartslag geregistreerd en aan het einde van elke sessie is aan de deelnemers gevraagd de ervaren inspanning aan te geven. De gemeten inspanning aan de hand van de hartslaginterval-variantie (H3.1) en de ervaren inspanning (H3.2) bleken niet te verschillen per conditie hoewel dit wel werd verwacht. Wel is er een verschil van inspanning tussen de eerste rustmeting en de inspanning tijdens het uitvoeren van de taken wat aangeeft dat de deelnemers zich wel inspannen tijdens de taken. Een effect van daglicht op de geobserveerde en de gerapporteerde inspanning blijkt echter niet aanwezig te zijn. Mogelijk zijn de geselecteerde taken te kort of niet inspannend genoeg geweest om een verschil tussen de rustmeting en de taakmetingen vast te kunnen stellen. Voor de analyse van de inspanning is de hartslaginterval-variantie van personen met LMM-analyses uitgevoerd. Uitgebreide spectrale analyse van de hartslaginterval-variantie had mogelijk tot andere conclusies geleid gezien de mogelijkheid om diverse frequentiebanden te onderscheiden, elk met hun eigen betekenis (Camm et al., 1996; Mulder & Mulder, 1981).

### 5.4 FOUTENDISCUSSIE

In een volledig gebalanceerde opzet, zoals het uitgangspunt was van deze studie, zouden individuele persoons-eigenschappen nauwelijks invloed hebben gehad op de uitkomsten. Doordat niet alle deelnemers drie sessies hebben doorlopen hebben individuele persoons-eigenschappen mogelijk wel invloed gehad. De grootte en de richting van

de invloed is niet vast te stellen, omdat deze persoons-eigenschappen niet zijn gerapporteerd.

De onderzoeksopzet, waarbij gebruik is gemaakt van een laparoscopische simulator, heeft er toe geleid dat een groot aantal moeilijkheden vermeden zijn. Zo was het door standaardisatie van de taken met de Lap-Mentor mogelijk om taakprestaties tussen en binnen deelnemers te vergelijken. De keuze voor een simulator in een experimentele opzet heeft er echter toe geleid dat de generaliseerbaarheid laag is: voordat deze uitkomsten naar de klinische praktijk worden vertaald is meer onderzoek nodig. Dit experiment laat wel zien dat daglichttoetreding mogelijk voordelen heeft op de prestatie van OK-personeel.

Tijdens het experiment bleek dat er mogelijk verschillen waren in de motivatie van de deelnemers, ondanks de gegeven instructie. Zo is het mogelijk dat een aantal deelnemers meer gefocust waren op het secuur uitvoeren van de taken, terwijl andere deelnemers juist meer gefocust waren op het zo snel mogelijk uit te voeren van de taken. Omdat dit niet is geregistreerd, kan er niet worden achterhaald of dit heeft geleid tot beïnvloeding van de resultaten.

Binnen dit experiment is enkel de daglichttoetreding gereguleerd door het wel of niet plaatsen van een scherm voor het raam. Zodoende was er in de conditie met normaal daglicht (NDL) en diffuus daglicht (DDL) geen controle over de verlichtingssterkte, de samenstelling van het spectrum en de samenstelling van het daglicht. Dit is een tekortkoming waardoor de relatie tussen daglicht en de prestaties van personen minder goed te beschreven kon worden. Deze keuze heeft wel als voordeel dat, door de natuurlijke variantie van de verlichtingssterkte, het spectrum en de samenstelling van het daglicht, de generaliseerbaarheid toeneemt, omdat juist de variatie in de samenstelling van het daglicht bevorderlijk is voor de prestaties van mensen (Hoffmann et al., 2008).

Een bijkomend probleem van de genoemde schermen om de daglichtconditie te kunnen manipuleren is de zichtbaarheid van deze schermen. Vrijwel alle deelnemers waren zich na de tweede sessie bewust van de manipulatie, waardoor deze niet meer blind waren voor het te onderzoeken vraagstuk. Dit zou kunnen hebben geleid tot een subject expectancy bias.

Ook het gebruik van de gang waarop de onderzoeksruimte uitkeek heeft mogelijk consequenties gehad voor de resultaten van de proefpersonen. In de conditie met normaal daglicht (NDL) is de kans groot dat de deelnemers door voorbij wandelend personeel werd afgeleid. In de conditie met diffuus daglicht (DDL) en de conditie zonder daglicht (ZDL) is dit niet waarschijnlijk.

## 5.5 AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK

De resultaten van deze masterthese resultaten geven een aanwijzing dat de invloed van daglicht verschillend kan zijn voor verschillende taken. Vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op taakeigenschappen als de duur van een taak, de mate van repetitie en de aanspraak van de vereiste vaardigheden als psychomotorische vaardigheden, cognitieve vaardigheden en visueel-spatieële vaardigheden. De taakvolgorde is hierbij ook een belangrijk aspect gezien de mogelijk positieve en negatieve overdacht effecten tussen de taken (Schmidt, Scerbo, Kapur, & Heyl, 2007).

Deze masterthese heeft voor het meten van de objectieve inspanning tijdens de taken alleen gebruik gemaakt van de hartslagvariabiliteit. Hierbij is enkel de gemiddelde verlichtingssterkte gemeten. Het uitgebreider monitoren van biologische markers, zoals cortisol- en melatoninewaarden, zou een waardevolle toevoeging zijn in combinatie met een meer uitgebreide meting van het daglicht. Door biologische markers en betere monitoring van het daglicht in het onderzoek op te nemen kan de complexe relatie tussen verschillen in cortisol- en melatoninewaarden, taakprestaties en de dosis daglicht beter bestudeerd worden. Gebruik van spectrumanalyse van het daglicht zou hierbij meer informatie leveren over de samenstelling van het daglicht. Spectrumanalyse is voornamelijk interessant vanwege de bijdrage van het blauwe deel van het spectrum op de biologische markers. Voornamelijk het blauwe spectrum van licht blijkt alertheid en de snelheid van informatieverwerking van personen te stimuleren (Lehrl et al., 2007).

De meeste onderzoeken naar het effect van daglicht rapporteren niet-tijdsgebonden en situatiespecifieke effecten,

terwijl de samenstelling van het daglicht afhankelijk is van de geografische locatie, datum en tijd. Kennis over het seizoen en de geografische locatie maakt het vergelijken van resultaten van onderzoeken naar het effect van daglicht gemakkelijker en zinniger.

## 5.6 CONCLUSIE

Daglicht blijkt, alleen voor taak C, een positief effect te hebben op de snelheid (in seconden) waarmee deelnemers de taak uitvoerden: deelnemers voerden de taak sneller uit in de conditie met normaal daglicht (NDL) dan in de conditie zonder daglicht (ZDL). Ook blijkt daglicht, alleen voor taak C, een positief effect te hebben op het aantal gemaakte bewegingen met het rechter instrument tijdens het uitvoeren van de taak: deelnemers voerden de taak met minder bewegingen uit in de conditie met normaal daglicht (NDL) dan in de conditie zonder daglicht (ZDL). Dit zou gezien het repetitieve karakter van deze taak kunnen wijzen op een positief effect van daglicht op de concentratie van operateurs.

## 5.7 RELEVANTIE VOOR DE PRAKTIJK

Tot op heden is er geen onderzoek bekend naar de effecten van daglicht op de prestaties van OK-personeel. Deze masterthese laat zien dat er mogelijk positieve effecten zijn van daglicht op objectieve prestaties van operateurs. Onderzoek naar de invloed van de fysieke omgeving van het OK-personeel verdient meer aandacht van ontwerpers, opdrachtgevers, projectontwikkelaars en overige betrokken actoren. Hierbij is onderzoek naar de invloed van daglicht op de objectieve prestaties slechts een deel van de te onderzoeken vraagstukken. Door meer onderzoek te doen naar het effect van daglicht op prestaties en het (psychologische of fysieke) welzijn van het OK-personeel kan een veel breder beeld ontstaan over hoe daglicht de operateurs kan faciliteren in het zo goed mogelijk uitvoeren van de operaties, en dus hoe de ideale operatiekamer er qua daglichtregulering zou moeten uitzien.



## LITERATUUR

- Alberts, M., Smets, E. M. A., Vercoulen, J. H. M. M., Garssen, B., & Bleijenberg, G. (1997). 'Verkorte vermoeidheidsvragenlijst': een praktisch hulpmiddel bij het scoren van vermoeidheid. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde*, *141*(31), 1526-1530.
- Alrubaih, M. S., Zain, M. F. M., Alghoul, M. A., Ibrahim, N. L. N., Shameri, M. A., & Elayeb, O. (2013). Research and development on aspects of daylighting fundamentals. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, *21*(0), 494-505. doi: DOI 10.1016/j.rser.2012.12.057
- Alzoubi, H., Al-Rqaibat, S., & Bataineh, R. F. (2010). Pre-versus post-occupancy evaluation of daylight quality in hospitals. *Building and Environment*, *45*(12), 2652-2665. doi: DOI 10.1016/j.buildenv.2010.05.027
- Amundadóttir, M. L., Andersen, M., & Lockley, S. (2013). Simulation-based evaluation of non-visual responses to daylight: proof-of-concept study of healthcare re-design. *Proceedings IBPSA*, 26-30.
- Aries, M. B. C., Aarts, M. P. J., & van Hoof, J. (2013). Daylight and health: A review of the evidence and consequences for the built environment. *Lighting Research and Technology*. doi: 10.1177/1477153513509258
- Atkielski, A. (2009). ECG-RRinterval (pp. Schematic diagram of normal sinus rhythm for a human heart as seen on ECG, two periods forming a RR-interval.).
- Begemann, S. H. A., van den Beld, G. J., & Tenner, A. D. (1997). Daylight, artificial light and people in an office environment, overview of visual and biological responses. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *20*(3), 231-239. doi: http://dx.doi.org/10.1016/S0169-8141(96)00053-4
- Bohan, M., McConnell, D. S., Chaparro, A., & Thompson, S. G. (2010). The effects of visual magnification and physical movement scale on the manipulation of a tool with indirect vision. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *16*(1), 33-44. doi: 10.1037/a0018501
- Brien, C. J., Bailey, R. A., Tran, T. T., & Boland, J. (2012). Quasi-Latin designs. *Electronic Journal of Statistics*, *6*, 1900-1925. doi: Doi 10.1214/12-Ejs732
- Camm, A. J., Malik, M., Bigger, J. T., Breithardt, G., Cerutti, S., Cohen, R. J., . . . Kleiger, R. E. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*, *93*(5), 1043-1065.
- Choi, J. H., Beltran, L. O., & Kim, H. S. (2012). Impacts of indoor daylight environments on patient average length of stay (ALOS) in a healthcare facility. *Building and Environment*, *50*(0), 65-75. doi: DOI 10.1016/j.buildenv.2011.10.010
- Dijk, D. J., & Archer, S. N. (2009). Light, Sleep, and Circadian Rhythms: Together Again. *PLoS biology*, *7*(6), e1000145. doi: DOI 10.1371/journal.pbio.1000145
- Ellis, R. D., Cao, A., Pandya, A., Composto, A., Chacko, M., Klein, M., & Auner, G. (2004). *Optimizing the surgeon-robot interface: the effect of control-display gain and zoom level on movement time*. Paper presented at the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting.
- Esser, B., Gallis, R., Luscuere, P., Mens, M., Schaap, P. M., Schraagen, J. M., . . . Wagenaar, W. (2011). *Vensters Open. Heden, verleden en toekomst van de operatiekamer*. E. M. H. Doting, J. Nauta & P. M. Schaap (Eds.),
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in *Spatial Cognition*. *Psychological Science*, *18*(10), 850-855. doi: 10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x
- Galasiu, A. D., & Veitch, J. A. (2006). Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylit offices: a literature review. *Energy and Buildings*, *38*(7), 728-742. doi: DOI 10.1016/j.enbuild.2006.03.001

- Goris, J., Jalink, M. B., & Henk, O. (2014). Training basic laparoscopic skills using a custom-made video game. *Perspectives on medical education*, 1-5. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s40037-013-0106-8>
- Grantcharov, T. P., Bardram, L., Funch-Jensen, P., & Rosenberg, J. (2003). Impact of hand dominance, gender, and experience with computer games on performance in virtual reality laparoscopy. *Surgical Endoscopy And Other Interventional Techniques*, 17(7), 1082-1085. doi: 10.1007/s00464-002-9176-0
- Harsoor, S. S., & Bhaskar, S. (2007). Designing an ideal operating room complex. *Indian Journal of Anaesthesia*, 51(3), 193.
- Hegarty, M., Keehner, M., Cohen, C., Montello, D. R., & Lippa, Y. (2006). Studies of spatial abilities in laparoscopic surgery. In G. L. Allen (Ed.), *Applied Spatial Cognition: From Research to Cognitive Technology*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hoffmann, G., Gufler, V., Griesmacher, A., Bartenbach, C., Canazei, M., Staggl, S., & Schobersberger, W. (2008). Effects of variable lighting intensities and colour temperatures on sulphatoxymelatonin and subjective mood in an experimental office workplace. *Applied Ergonomics*, 39(6), 719-728. doi: 10.1016/j.apergo.2007.11.005
- IBM Corporation. (2013). IBM SPSS Statistics for Windows (Version 22.0.0.0). Armonk, NY: IBM Corporation.
- Jalink, M. B., Goris, J., Heineman, E., Pierie, J. P. E. N., & ten Cate Hoedemaker, H. O. (2013). Construct and concurrent validity of a Nintendo Wii video game made for training basic laparoscopic skills. *Surgical endoscopy*, 1-6. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-013-3199-6>
- Küller, R., & Lindsten, C. (1992). Health and behavior of children in classrooms with and without windows. *Journal of Environmental Psychology*, 12(4), 305-317. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80079-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80079-9)
- Kunde, W., Musseler, J., & Heuer, H. (2007). Spatial compatibility effects with tool use. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 49(4), 661-670. doi: Doi 10.1518/001872007x215737
- Leather, P., Pyrgas, M., Beale, D., & Lawrence, C. (1998). Windows in the Workplace Sunlight, View, and Occupational Stress. *Environment and Behavior*, 30(6), 739-762. doi: Doi 10.1177/001391659803000601
- Lehrl, S., Gerstmeier, K., Jacob, J. H., Frieling, H., Henkel, A. W., Meyrer, R., . . . Bleich, S. (2007). Blue light improves cognitive performance. *Journal of neural transmission*, 114(4), 457-460. doi: 10.1007/s00702-006-0621-4
- Mardaljevic, J. (2013). Daylight daylight/daylighting, Indoor Illumination indoor illumination, and Human Behavior. In V. Loftness & D. Haase (Eds.), *Sustainable Built Environments* (pp. 69-111): Springer New York.
- Mens, N., & Wagenaar, C. (2010). *Architectuur voor de gezondheidszorg in Nederland* (2010 ed.). Rotterdam: NAI Uitgevers.
- Mulder, G., & Mulder, L. J. M. (1981). Information Processing and Cardiovascular Control. *Psychophysiology*, 18(4), 392-402. doi: 10.1111/j.1469-8986.1981.tb02470.x
- Nugent, E., Shirilla, N., Hafeez, A., O'Riordain, D. S., Traynor, O., Harrison, A. M., & Neary, P. (2013). Development and evaluation of a simulator-based laparoscopic training program for surgical novices. *Surgical endoscopy*, 27(1), 1-8. doi: 10.1007/s00464-012-2423-0
- Reinoso-Suárez, F., De Andrés, I., & Garzón, M. (2011). *Functional anatomy of the sleep-wakefulness cycle: wakefulness* (Vol. 208): Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Roenneberg, T., Wirz-Justice, A., & Mellow, M. (2003). Life between clocks: daily temporal patterns of human chronotypes. *Journal of biological rhythms*, 18(1), 80-90. doi: Doi 10.1177/0748730402239679
- Schafer, J. L., & Graham, J. W. (2002). Missing data: Our view of the state of the art. *Psychological methods*, 7(2), 147. doi: Doi 10.1037//1082-989x.7.2.147
- Schmidt, E. A., Scerbo, M. W., Kapur, G., & Heyl, A. R. (2007). Task Sequencing Effects for Open and Closed Loop Laparoscopic Skills In J. D. Westwood, R. S. Haluck, H. M. Hoffman, G. T. Mogel, R. Phillips, R. A. Robb & K. G. Vosburgh (Eds.), *Medicine Meets Virtual Reality 15* (pp. 412 - 417). Amsterdam: IOS Press.

- Simbionix USA (Producer). (2014, 17-02-2014). Lab-Mentor basic skills. Retrieved from <http://simbionix.com/simulators/lap-mentor/library-of-modules/basic-skills/>
- Sinitsky, D. M., Fernando, B., & Berlingieri, P. (2012). Establishing a curriculum for the acquisition of laparoscopic psychomotor skills in the virtual reality environment. *American journal of surgery*, *204*(3), 367-376.e361. doi: 10.1016/j.amjsurg.2011.11.010
- Smith, C. S., Reilly, C., & Midkiff, K. (1989). Evaluation of three circadian rhythm questionnaires with suggestions for an improved measure of morningness. *Journal of Applied Psychology*, *74*(5), 728-738. doi: 10.1037/0021-9010.74.5.728
- Smolders, K. C., de Kort, Y. A., & Cluitmans, P. J. (2012). A higher illuminance induces alertness even during office hours: Findings on subjective measures, task performance and heart rate measures. *Physiology & Behavior*, *107*(1), 7-16. doi: 10.1016/j.physbeh.2012.04.028
- van Bommel, W. J. (2006). Non-visual biological effect of lighting and the practical meaning for lighting for work. *Applied Ergonomics*, *37*(4), 461-466. doi: 10.1016/j.apergo.2006.04.009
- Vreeburg, S. A., Kruijtzter, B. P., van Pelt, J., van Dyck, R., DeRijk, R. H., Hoogendijk, W. J., . . . Penninx, B. W. (2009). Associations between sociodemographic, sampling and health factors and various salivary cortisol indicators in a large sample without psychopathology. *Psychoneuroendocrinology*, *34*(8), 1109-1120. doi: 10.1016/j.psyneuen.2009.04.024
- Walch, J. M., Rabin, B. S., Day, R., Williams, J. N., Choi, K., & Kang, J. D. (2005). The Effect of Sunlight on Postoperative Analgesic Medication Use: A Prospective Study of Patients Undergoing Spinal Surgery. *Psychosomatic Medicine*, *67*(1), 156-163. doi: 10.1097/01.psy.0000149258.42508.70
- Zeitzer, J. M., Dijk, D., Kronauer, R. E., Brown, E. N., & Czeisler, C. A. (2000). Sensitivity of the human circadian pacemaker to nocturnal light: melatonin phase resetting and suppression. *The Journal of physiology*, *526*(3), 695-702. doi: <http://dx.doi.org/10.1111%2Fj.1469-7793.2000.00695.x>
- Zijlstra, F. R. H. (1993). Efficiency in workbehaviour. A design approach for modern tools. (PhD), Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.

## BIJLAGEN

### BIJLAGE 1. VERKORTE VERMOEIDHEIDSVRAGENLIJST (VVV)

Op deze pagina staan 4 uitspraken waarmee u kunt aangeven hoe u zich de laatste twee weken heeft gevoeld.

U kunt elke vraag beantwoorden door in één van de zeven hokjes een kruisje te zetten. De plaats van het kruisje geeft aan in welke mate u vindt dat de uitspraak op u van toepassing is.

Beantwoord alle vier de uitspraken en plaats telkens één kruisje bij iedere uitspraak.

32

- |    |                                 |               |   |                     |
|----|---------------------------------|---------------|---|---------------------|
| 1. | Ik voel me moe                  | ja, dat klopt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | nee, dat klopt niet |
| 2. | Ik ben gauw moe                 | ja, dat klopt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | nee, dat klopt niet |
| 3. | Ik voel me fit                  | ja, dat klopt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | nee, dat klopt niet |
| 4. | Lichamelijk voel ik me uitgeput | ja, dat klopt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | nee, dat klopt niet |

### Normwaarden verkorte vermoeidheidsvragenlijst (VVV)

Tabel 3. Normwaarden van de verkorte vermoeidheidsvragenlijst van Alberts et al. (1997)

Groepen	laag	gem.	gem.	gem.	hoog
Gezonde volwassenen	4	4	5-8	9-14	15
Studenten normaal belast	4	5-7	8-14	15-21	22
Studenten zwaar belast	5	6-9	10-17	18-23	24



## **BIJLAGE 2. COMPOSITE SCALE OF MORNINGNESS (CSM)**

Onderstaande vragen hebben allen betrekking op uw persoonlijke dagritme. Wanneer er een tijdsaanduiding in een vraag wordt gebruikt, dan is deze gebaseerd op een 24-uurs klok (10:00 is tien uur in de ochtend en 22:00 is tien uur in de avond).

1. Op welk tijdstip zou u het liefst opstaan als u de hele dag vrij kunt indelen?
  - 5:00 - 6:30
  - 6:30 - 7:45
  - 7:45 - 9:45
  - 9:45 - 11:00
  - 11:00 - 12:00
  
2. Op welk tijdstip zou u het liefst gaan slapen als u de hele avond vrij kunt indelen?
  - 20:00 - 21:00
  - 21:00 - 22:15
  - 22:15 - 0:30
  - 0:30 - 1:45
  - 1:45 - 3:00
  
3. Hoe gemakkelijk vindt u het om in de ochtend op te staan?
  - Totaal niet gemakkelijk
  - Een beetje gemakkelijk
  - Tamelijk gemakkelijk
  - Heel erg gemakkelijk
  
4. Hoe alert voelt u zich het eerste half uur na ontwaken?
  - Totaal niet alert
  - Een beetje alert
  - Tamelijk alert
  - Heel erg alert
  
5. Hoe vermoeid voelt u zich het eerste half uur na ontwaken?
  - Heel moe
  - Tamelijk moe
  - Tamelijk fit
  - Heel erg fit
  
6. Een vriend stelt voor om twee keer per week een uur lang met u te trainen. Uw vriend stelt voor om dit te doen tussen 7:00 en 8:00 in de ochtend. Wanneer u kijkt naar uw persoonlijke ritme, hoe zou u dan presteren?
  - Ik zou in goede vorm zijn
  - Ik zou in redelijke vorm zijn
  - Ik zou het moeilijk vinden
  - Ik zou het zeer moeilijk vinden

7. Op welk tijdstip in de avond voelt u zich moe en wilt u gaan slapen?
- 20:00 - 21:00
  - 21:00 - 22:15
  - 22:15 - 0:30
  - 0:30 - 1:45
  - 1:45 - 3:00
8. Voor een belangrijke test wilt u in optimale vorm zijn om goed te presteren. Deze test zal twee uur duren en mentaal uitputtend zijn. Als u uitgaat van uw persoonlijke ritme en de dag volledig vrij kunt in delen, welk van deze vier tijdstippen zou u kiezen?
- 8:00 - 10:00
  - 11:00 - 13:00
  - 15:00 - 17:00
  - 19:00 - 21:00
9. Als welk type zou u zichzelf omschrijven; als ochtend-, of als avondtype?
- Zeker een ochtendtype
  - Meer een ochtend- dan een avondtype
  - Meer een avond- dan een ochtendtype
  - Zeker een avondtype
10. Hoe laat zou u opstaan als u een hele dag (van 8 uur) gaat werken en de dag zelf kunt indelen?
- Voor 6:30
  - 6:30 - 7:30
  - 7:30 - 8:30
  - 8:30 of later
11. Hoe zou u het vinden als u altijd om 6:00 in de ochtend zou moeten opstaan?
- Heel erg moeilijk en vervelend
  - Tamelijk moeilijk en vervelend
  - Een beetje vervelend maar geen groot probleem
  - Gemakkelijk en niet vervelend
12. Hoeveel tijd heeft u nodig om wakker te worden nadat u bent opgestaan?
- 0 - 10 minuten
  - 11 - 20 minuten
  - 21 - 40 minuten
  - Meer dan 40 minuten
13. Geef aan in welke mate u in ochtends dan wel in de avond actief bent.
- Alleen actief in de ochtend
  - Tamelijk actief in de ochtend
  - Tamelijk actief in de avond
  - Alleen actief in de avond

### BIJLAGE 3. ALGEMENE VRAGENLIJST (AV)

Op deze pagina staan een aantal algemene vragen die betrekking hebben op uw situatie. Wij vragen u alle antwoorden zorgvuldig in te vullen, sla geen antwoorden over tenzij dat wordt aangegeven. Eventuele vragen kunt u gerust stellen.

1. Wat is uw leeftijd?  jaar
2. Wat is uw geslacht?
3. Bent u rechts- of linkshandig?
4. Wat is uw huidige functie/beroep
5. Gebruikt u medicijnen die de alertheid kunnen beïnvloeden?  
(medicijnen met een gele sticker)
6. Rookt u?
7. Indien ja: hoeveel sigaretten rookt u gemiddeld op een dag?  per/dag
8. Heeft u ooit video games gespeelt?

Geef **alleen antwoord** op de onderstaande vragen indien u de laatste vraag met **ja** heeft beantwoord.

9. Hoe vaak speelt u video games?  uur/week
10. Hoe vaak heeft u video games gespeelt?  uur/week

Kruis bij **onderstaande vraag** het vakje aan dat het meest overeenkomt met uw huidige situatie.

11. Wat voor videogames speelt of speelde u?
    - a. Actie/avontuur spellen
    - b. Rollenspellen
    - c. Simulatiespellen
    - d. Strategiespellen
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                          | nooit                    | af en toe                | regelmatig               | meestal                  | altijd                   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**BIJLAGE 4. ALGEMENE MONDELINGE VRAGENLIJST (AMV)**

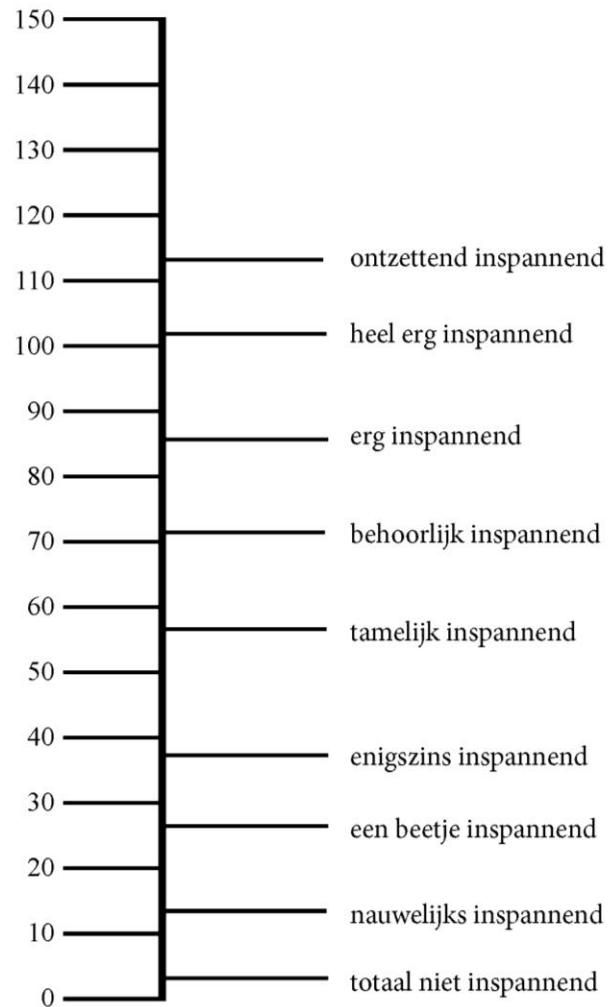
	Resp#
<b>1</b> Hoe laat bent u vandaag opgestaan?	
<b>2</b> Hoeveel uur heeft u vannacht geslapen?	
<b>3</b> Heeft u het afgelopen uur koffie, red-bull of thee gedronken?	
<b>4</b> Heeft u het afgelopen uur iets gegeten?	
<b>5</b> Heeft u in de afgelopen twee weken nacht- of avonddienst gehad?	

**BSMI, mondelinge afname**

<b>C1</b>	Wilt u door middel van het noemen van een getal of een tekst aangeven hoeveel inspanning u heeft ervaren bij het doen van de zojuist uitgevoerde taak?
<b>C2</b>	Wilt u door middel van het noemen van een getal of een tekst aangeven hoeveel inspanning u heeft ervaren bij het doen van de zojuist uitgevoerde taak?
<b>C3</b>	Wilt u door middel van het noemen van een getal of een tekst aangeven hoeveel inspanning u heeft ervaren bij het doen van de zojuist uitgevoerde taak?

## BIJLAGE 5. BELASTING SCHAAL MENTALE INSPANNING (BSMI)

Wilt u door middel van het noemen van een getal of een tekst aangeven hoeveel inspanning u heeft ervaren bij het doen van de zojuist uitgevoerde taak?



## **BIJLAGE 6. GEÏNFORMEERDE TOESTEMMING**

Ik (naam participant) ....., stem toe mee te doen aan een onderzoek uitgevoerd door, Mario Grinwis, als onderdeel van zijn master traject aan de Rijksuniversiteit Groningen.

Ik ben me ervan bewust dat deelname aan dit onderzoek met als titel 'Prestatie op gesimuleerde laparoscopische taken' geheel vrijwillig is.

Ik kan mijn medewerking op elk tijdstip stopzetten en de gegevens die verkregen zijn uit dit onderzoek terugkrijgen, laten verwijderen uit de database, of laten vernietigen.

### **De volgende punten zijn mij uitgelegd:**

1. Deelname aan dit onderzoek zal meer inzicht geven omtrent de prestaties van personen onder verschillen lichtcondities en toepassing hiervan in ontwerpprincipes voor de OK.
2. Er zal mij gevraagd worden om simulatietaken uit te voeren, een hartfrequentiemeter te dragen, vragenlijsten in te vullen en een aantal algemene vragen te beantwoorden.
3. De gegevens die verkregen zijn uit dit onderzoek zullen vertrouwelijk worden behandeld en kunnen daarom niet bekend gemaakt worden op individueel niveau. De gegevens worden anoniem gerapporteerd en zijn alleen voor de onderzoeker beschikbaar.
4. Gegevens worden verzameld onder vermelding van een respondentnummer. Dit nummer is alleen tijdens het onderzoek gekoppeld aan de naam van de participant. Zodra het onderzoek is afgerond zal deze koppeling ongedaan gemaakt worden.
5. De koppeling tussen naam, respondent nummer wordt opgeslagen in een versleutelde database die alleen voor de onderzoeker toegankelijk is.
6. De onderzoeker zal alle verdere vragen over dit onderzoek beantwoorden, nu of gedurende het verdere verloop van het onderzoek.

### **Rapportage van de resultaten van het onderzoek.**

Indien u geïnformeerd wilt worden over de resultaten van het onderzoek kunt u hieronder uw e-mail adres invullen. Het e-mail adres wordt niet doorgegeven aan derden en wordt opgeslagen in een versleutelde database die alleen voor de onderzoeker toegankelijk is.

E-mail adres: .....

Datum: ..... Handtekening onderzoeker: .....

Datum: ..... Handtekening participant: .....

## BIJLAGE 7. ANALYSE VAN DE TAAKPRESTATIES

Tabel 4. Analyse van de gefixeerde effecten: invloed van de onafhankelijk variabele conditie (X de afhankelijke variabele (Yp))

Afhankelijke variabele (Y)	X	df(T)	df(N)	F	p
BSMI-score	Conditie	2	18.66	.18	.836
Gemiddelde gemeten LUX-waarden	Conditie	2	19.68	6.39	.007**
VVV-score	Conditie	2	19.69	1.07	.363
<b>Taak B</b>					
Uitvoertijd in seconden	Conditie	2	22.84	1.73	.199
Aantal bewegingen linker instrument	Conditie	2	20.66	2.70	.091
Aantal bewegingen rechter instrument	Conditie	2	20.65	1.63	.219
Gemiddelde snelheid linker instrument	Conditie	2	18.93	.31	.737
Gemiddelde snelheid rechter instrument	Conditie	2	23.66	1.05	.365
Economie van het linker instrument	Conditie	2	22.40	1.04	.372
Economie van het rechter instrument	Conditie	2	27.20	.43	.657
Economie van de clipper	Conditie	2	25.77	.61	.551
Economie van de grasper	Conditie	2	25.55	.81	.457
Aantal verloren clips	Conditie	2	25.24	1.52	.237
Accuraatheid van clip plaatsing	Conditie	2	25.54	.88	.429
<b>Taak C</b>					
Uitvoertijd in seconden	Conditie	2	19.09	5.67	.012*
Aantal bewegingen linker instrument	Conditie	2	19.45	2.20	.138
Aantal bewegingen rechter instrument	Conditie	2	21.02	6.73	.006**
Gemiddelde snelheid linker instrument	Conditie	2	14.38	1.74	.210
Gemiddelde snelheid rechter instrument	Conditie	2	26.21	2.07	.147
Correct toegepaste cauterisatie	Conditie	2	31.81	1.36	.271
Verkeerd toegepaste cauterisatie	Conditie	2	20.20	.77	.475
Verkeerd gecauteriseerde banden	Conditie	2	18.37	.69	.515
Duur van verkeerd toegepaste cauterisatie	Conditie	2	19.10	1.26	.307
Accuraatheid schroeien van de banden	Conditie	2	28.24	1.21	.312
<b>Taak D</b>					
Uitvoertijd van taak D in seconden	Conditie	2	30.93	.58	.569
Aantal bewegingen linker instrument	Conditie	2	22.59	1.03	.373
Aantal bewegingen rechter instrument	Conditie	2	25.00	1.48	.247
Gemiddelde snelheid linker instrument	Conditie	2	27.80	.51	.604
Gemiddelde snelheid rechter instrument	Conditie	2	28.22	.07	.930
Ernstige complicaties bij taak D	Conditie	2	32.74	.46	.633

\* $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

Tabel 5. Schatters van significante gefixeerde effecten

	<i>Schatting</i>	<i>SE</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>95% BHI</i>	
<b>Uitvoertijd van taak C</b>							
Daglicht (NDL)	-109.43	32.50	25.03	-3.37	.002**	-176.37	-42.50
Diffuus daglicht (DDL)	-51.96	29.92	17.01	-1.74	.101	-115.09	11.16
<b>Aantal bewegingen met het rechter instrument bij taak C</b>							
Daglicht (NDL)	-55.75	15.20	8.59	-3.67	.001**	-86.86	-24.64
Diffuus daglicht (DDL)	-26.37	14.87	7.83	-1.77	.093	-57.63	4.89
<b>Aantal bewegingen met het linker instrument bij taak C</b>							
Daglicht (NDL)	-28.77	14.56	25.83	-1.98	.059	-58.71	1.17
Diffuus daglicht (DDL)	-4.95	13.58	17.15	-0.36	.720	-33.58	23.68
<b>Gemiddelde gemeten LUX-waarden</b>							
Daglicht (NDL)	385.59	151.45	24.11	2.546	.018*	73.10	698.08
Diffuus daglicht (DDL)	448.77	130.34	17.53	3.443	.003**	174.40	723.14

Opmerking: 'Geen daglicht (ZDL)' is de referentie conditie.

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ .

40

Tabel 6. Schatters van de gemiddelden van de significante gefixeerde effecten, met conditie (Xc) als onafhankelijke variabele

	<i>Gemiddelde</i>	<i>SE</i>	<i>df</i>	<i>95% BHI</i>	
<b>Uitvoertijd van taak C</b>					
Daglicht (NDL)	318.64	28.23	31.46	261.10	376.18
Diffuus daglicht (DDL)	376.11	30.64	33.96	313.85	438.37
Geen daglicht (ZDL)	428.07	26.70	29.95	373.54	482.60
<b>Aantal bewegingen met het rechter instrument bij taak C</b>					
Daglicht (NDL)	112.51	11.96	32.95	88.17	136.84
Diffuus daglicht (DDL)	141.89	13.60	32.70	114.20	169.57
Geen daglicht (ZDL)	168.25	11.20	32.20	145.44	191.07
<b>Aantal bewegingen met het linker instrument bij taak C</b>					
Daglicht (NDL)	95.79	12.31	31.89	70.71	120.88
Diffuus daglicht (DDL)	119.62	13.50	33.77	92.17	147.06
Geen daglicht (ZDL)	124.56	11.61	30.55	100.86	148.26
<b>Gemiddelde gemeten LUX-waarden</b>					
Daglicht (NDL)	1080.41	125.03	27.33	824.01	1336.80
Diffuus daglicht (DDL)	1143.58	125.87	27.99	885.75	1401.42
Geen daglicht (ZDL)	694.81	116.17	26.47	456.23	933.40



Tabel 7. Posthoc-toetsen: vershilscore van conditie I en conditie J op de taakprestatie (Yp)

Conditie (I)	Conditie (J)	(I-J)	SE	df	t	p	95% BHI	
<b>Uitvoertijd van taak C</b>								
NDL	DDL	-57.47	31.26	17.62	-1.84	.083	-123.25	8.30
	ZDL	-109.43	32.50	25.03	-3.37	.002**	-176.37	-42.50
DDL	NDL	57.47	31.26	17.62	1.84	.083	-8.30	123.25
	ZDL	-51.96	29.92	17.01	-1.74	.101	-115.09	11.16
ZDL	NDL	109.43	32.50	25.03	3.37	.002**	42.50	176.37
	DDL	51.96	29.92	17.01	1.74	.101	-11.16	115.09
<b>Aantal bewegingen met het linker instrument bij taak C</b>								
NDL	DDL	-29.38	15.45	18.65	-1.90	.073	-61.76	3.00
	ZDL	-55.75	15.20	28.59	-3.67	<.001***	-86.86	-24.64
DDL	NDL	29.38	15.45	18.65	1.90	.073	-3.00	61.76
	ZDL	-26.37	14.87	17.83	-1.77	.093	-57.63	4.89
ZDL	NDL	55.75	15.20	28.59	3.67	<.001***	24.64	86.86
	DDL	26.37	14.87	17.83	1.77	.093	-4.89	57.63
<b>Aantal bewegingen met het rechter instrument bij taak C</b>								
NDL	DDL	-23.82	14.17	17.81	-1.68	.110	-53.62	5.97
	ZDL	-28.77	14.56	25.83	-1.98	.059	-58.71	1.17
DDL	NDL	23.82	14.17	17.81	1.68	.110	-5.97	53.62
	ZDL	-4.95	13.58	17.15	-.36	.720	-33.58	23.68
ZDL	NDL	28.77	14.56	25.83	1.98	.059	-1.17	58.71
	DDL	4.95	13.58	17.15	.36	.720	-23.68	33.58
<b>Gemiddelde gemeten LUX-waarden</b>								
NDL	DDL	-63.18	142.35	19.39	-.44	.662	-360.71	234.35
	ZDL	385.59	151.45	24.12	2.55	.018*	73.10	698.08
DDL	NDL	63.18	142.35	19.39	.44	.662	-234.35	360.71
	ZDL	448.77	130.34	17.53	3.44	.003**	174.40	723.14
ZDL	NDL	-385.59	151.45	24.11	-2.55	.018*	-698.08	-73.10
	DDL	-448.77	130.34	17.53	-3.44	.003**	-723.14	-174.40

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ .

**BIJLAGE 8. ANALYSE HARTSLAGINTERVAL-VARIANTIE**

**Tabel 8.** Analyse van de gefixeerde effecten: invloed van de onafhankelijk variabele (Xc) op de hartslaginterval-variantie (Yh)

Afhankelijke variabele (Y)	Onafhankelijke var.	df (T)	df (N)	F	p
Hartslaginterval-variantie; basemeting	Conditie	2	36.33	.48	.620
	Basemeting	1	48.00	2.48	.122
	Conditie x basemeting	2	34.40	1.28	.292
Hartslaginterval-variantie; taken	Conditie	2	160.36	1.78	.173
	Taak	6	152.24	.83	.551
	Conditie x taak	12	177.01	.34	.981

<sup>1</sup> Aangepast model met enkel de variabele conditie (zonder invloed van de variabele taak)

\* $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

**Tabel 9.** Specifieke contrasten met de hartslaginterval-variantie als afhankelijke variabele

	Schatting	SE	df	t	p	95% BHI	
Rust 1 vs. Rust 2	1.88×10 <sup>-2</sup>	8.83×10 <sup>-3</sup>	243.18	2.13	.034	1.44×10 <sup>-3</sup>	3.62×10 <sup>-2</sup>
Rust 1 vs. Taken <sup>1</sup>	1.51×10 <sup>-2</sup>	6.70×10 <sup>-3</sup>	209.71	2.56	.025*	-2.25×10 <sup>-2</sup>	4.79×10 <sup>-2</sup>
Rust 2 vs. Taken <sup>1</sup>	-3.74×10 <sup>-3</sup>	6.92×10 <sup>-3</sup>	203.05	-.54	.589	-1.74×10 <sup>-2</sup>	9.91×10 <sup>-3</sup>
NDL vs. DDL	6.79×10 <sup>-3</sup>	4.71×10 <sup>-3</sup>	227.84	1.44	.151	-2.49×10 <sup>-3</sup>	1.61×10 <sup>-2</sup>
DDL vs. ZDL	7.77×10 <sup>-3</sup>	4.45×10 <sup>-3</sup>	210.12	-1.74	.083	-1.66×10 <sup>-2</sup>	1.01×10 <sup>-3</sup>
NDL vs. ZDL	9.75×10 <sup>-4</sup>	4.32×10 <sup>-3</sup>	210.54	.23	.882	-7.54×10 <sup>-3</sup>	9.49×10 <sup>-3</sup>

<sup>1</sup> Onder 'Taken' vallen taak A1, A2, A3, A4, B, C en D

\* $p < .05$

**Tabel 10.** Posthoc-toetsen: verschilscore van conditie I en conditie J op de hartslaginterval-variantie (Yp)

Cond. (I)	Cond. (J)	(I-J)	SE	df	t	p	95% BHI	
<b>Hartslaginterval-variantie tijdens basemetingen</b>								
NDL	DDL	2.07×10 <sup>-2</sup>	2.07×10 <sup>-2</sup>	39.60	0.68	.322	-2.10×10 <sup>-2</sup>	6.25×10 <sup>-2</sup>
	ZDL	9.93×10 <sup>-3</sup>	2.06×10 <sup>-2</sup>	39.73	-1.96	.632	-3.16×10 <sup>-2</sup>	5.15×10 <sup>-2</sup>
DDL	NDL	-2.07×10 <sup>-2</sup>	2.07×10 <sup>-2</sup>	39.60	-0.68	.322	-6.25×10 <sup>-2</sup>	2.10×10 <sup>-2</sup>
	ZDL	-1.08×10 <sup>-2</sup>	1.95×10 <sup>-2</sup>	29.65	-2.58	.584	-5.07×10 <sup>-2</sup>	2.91×10 <sup>-2</sup>
ZDL	NDL	-9.93×10 <sup>-3</sup>	2.06×10 <sup>-2</sup>	39.73	1.96	.632	-5.15×10 <sup>-2</sup>	3.16×10 <sup>-2</sup>
	DDL	1.08×10 <sup>-2</sup>	1.95×10 <sup>-2</sup>	29.65	2.58	.584	-2.91×10 <sup>-2</sup>	5.07×10 <sup>-2</sup>
<b>Hartslaginterval-variantie tijdens taken</b>								
NDL	DDL	6.26×10 <sup>-3</sup>	9.16×10 <sup>-3</sup>	182.79	1.00	.495	-1.18×10 <sup>-2</sup>	2.43×10 <sup>-2</sup>
	ZDL	-1.74×10 <sup>-2</sup>	8.85×10 <sup>-3</sup>	176.88	0.48	.632	-3.48×10 <sup>-2</sup>	1.04×10 <sup>-4</sup>
DDL	NDL	-6.26×10 <sup>-3</sup>	9.16×10 <sup>-3</sup>	182.79	-1.00	.495	-2.43×10 <sup>-2</sup>	1.18×10 <sup>-2</sup>
	ZDL	2.4×10 <sup>-2</sup>	9.32×10 <sup>-3</sup>	162.51	-0.55	.012*	-4.20×10 <sup>-2</sup>	-5.22×10 <sup>-3</sup>
ZDL	NDL	1.74×10 <sup>-2</sup>	8.85×10 <sup>-3</sup>	176.88	-0.48	.632	-1.04×10 <sup>-4</sup>	3.48×10 <sup>-2</sup>
	DDL	2.4×10 <sup>-2</sup>	9.32×10 <sup>-3</sup>	162.51	0.55	.012*	5.22×10 <sup>-3</sup>	4.20×10 <sup>-2</sup>

\* $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

**BIJLAGE 9. ANALYSE VAN LEEREFFECTEN****Tabel 11. Analyse van gefixeerde effecten: invloed van de onafhankelijk variabele herhaling (Xh), conditie (Xc) en de interactie (Xc × Xh) op de afhankelijk variabele (Yp).**

Variabele (Yp)	Xc, Xh en Xc × Xh	df (T)	df (N)	F	p
Uitvoertijd	Herhaling	3	83.37	10.06	<.001***
	Conditie	2	54.40	0.01	.986
	Conditie x Herhaling	6	85.66	0.45	.844
Aangepast model <sup>1</sup>	Herhaling	3	84.45	10.62	<.001***
Aantal bewegingen linker instrument	Herhaling	3	81.34	3.93	.011*
	Conditie	2	48.51	0.73	.487
	Conditie x Herhaling	6	85.23	0.38	.891
Aangepast model <sup>1</sup>	Herhaling	3	85.32	4.49	.006**
Aantal bewegingen rechter instrument	Herhaling	3	89.65	4.85	.004**
	Conditie	2	68.08	0.08	.924
	Conditie x Herhaling	6	89.11	0.68	.670
Aangepast model <sup>1</sup>	Herhaling	3	89.00	5.03	.003**
Gemiddelde snelheid linker instrument	Herhaling	3	82.67	1.38	.255
	Conditie	2	49.61	0.38	.688
	Conditie x Herhaling	6	86.49	0.37	.895
Gemiddelde snelheid rechter instrument	Herhaling	3	81.13	5.43	.002**
	Conditie	2	47.50	0.81	.452
	Conditie x Herhaling	6	85.04	0.44	.853
Aangepast model <sup>1</sup>	Herhaling	3	85.18	5.61	.001**
Aantal verloren ballen	Herhaling	3	79.24	0.49	.691
	Conditie	2	45.25	0.16	.856
	Conditie x Herhaling	6	81.52	1.29	.269
Economie beweging linker instrument	Herhaling	3	83.17	1.62	.191
	Conditie	2	51.87	1.18	.316
	Conditie x Herhaling	6	86.62	1.17	.328
Economie beweging rechter instrument	Herhaling	3	82.53	.085	.968
	Conditie	2	50.03	.262	.771
	Conditie x Herhaling	6	84.25	.434	.854
Score op VVV	Herhaling	3	107.61	0.01	.998
	Conditie	2	113.06	2.60	.079
	Conditie x Herhaling	6	103.73	0.01	1.000
Aangepast model <sup>2</sup>	Conditie	2	116.39	5.02	.008**
Gemiddelde LUX-waarden	Herhaling	3	99.44	0.11	.952
	Conditie	2	104.08	22.91	<.001***
	Conditie x Herhaling	6	95.63	0.06	.999
Aangepast model <sup>2</sup>	Conditie	2	114.54	50.45	<.001***
Score op BSMI	Herhaling	3	103.41	.09	.965
	Conditie	2	109.86	.70	.498
	Conditie x Herhaling	6	99.16	.09	.997
Aangepast model <sup>2</sup>	Conditie	2	113.54	3.00	.054
Hartslaginterval-variantie	Herhaling	3	75.34	.70	.554
	Conditie	2	55.00	1.43	.249
	Conditie x Herhaling	6	75.64	1.18	.326

<sup>1</sup> Aangepast model met enkel de variabele herhaling (zonder invloed van de variabele conditie)<sup>2</sup> Aangepast model met enkel de variabele conditie (zonder invloed van de variabele herhaling)\**p* < .05, \*\**p* < .01, \*\*\**p* < .001.

Tabel 12. Schatters van de gemiddelden van de significante gefixeerde effecten, met herhaling (Xh) en conditie (Xc) als onafhankelijke variabelen

Afhankelijke variabele	Schatting	SE	df	t	p	95% BHI	
<b>Uitvoertijd<sup>1</sup></b>							
Herhaling 1	59.92	10.89	102.27	5.50	.000	38.31	81.53
Herhaling 2	31.07	10.78	95.43	2.88	.005**	9.67	52.48
Herhaling 3	15.60	8.98	83.33	1.74	.086	-2.27	33.46
<b>Aantal bewegingen met het linker instrument bij het uitvoeren van taak A<sup>1</sup></b>							
Herhaling 1	24.63	6.79	107.53	3.63	<.001	11.16	38.10
Herhaling 2	16.57	6.78	100.72	2.44	.016*	3.12	30.02
Herhaling 3	12.29	5.75	83.57	2.14	.035*	0.86	23.72
<b>Aantal bewegingen met het rechter instrument bij het uitvoeren van taak A<sup>1</sup></b>							
Herhaling 1	26.06	6.84	101.52	3.81	<.001***	12.50	39.62
Herhaling 2	21.34	6.72	95.98	3.18	.002**	8.00	34.69
Herhaling 3	12.17	5.54	88.27	2.20	.031*	1.16	23.18
<b>Gemiddelde snelheid met het linker instrument bij het uitvoeren van taak A<sup>1</sup></b>							
Herhaling 1	-.21	.15	109.98	-1.37	.173	-.51	.09
Herhaling 2	-.04	.15	103.68	-.26	.794	-.34	.26
Herhaling 3	.06	.13	84.52	.49	.623	-.20	.33
<b>Gemiddelde snelheid met het rechter instrument bij het uitvoeren van taak A<sup>1</sup></b>							
Herhaling 1	-.53	.14	109.53	-3.67	<.001***	-.82	-.24
Herhaling 2	-.38	.15	102.98	-2.59	.011*	-.66	-.09
Herhaling 3	-.04	.12	83.06	-.35	.725	-.29	.20
<b>Score op de BSMI<sup>2</sup></b>							
Daglicht (NDL)	-6.90	2.89	118.00	-2.39	.019*	-12.62	-1.18
Diffuus daglicht (DDL)	-2.32	2.09	112.98	-1.11	.269	-6.45	1.82
<b>Score op de Verkorte Vermoeidheidsvragenlijst (VVV)<sup>2</sup></b>							
Daglicht (NDL)	1.28	.46	119.67	2.76	.007**	.36	2.20
Diffuus daglicht (DDL)	.21	.33	116.09	.64	.521	-.44	.86
<b>Gemiddelde gemeten LUX-waarden<sup>2</sup></b>							
Daglicht (NDL)	474.36	72.33	120.42	6.56	<.001***	331.17	617.56
Diffuus daglicht (DDL)	513.07	51.24	113.50	10.01	<.001***	411.56	614.58

<sup>1</sup> 'Herhaling 4' is de referentie conditie voor de onafhankelijke variabele 'Herhaling.'

<sup>2</sup> 'Geen daglicht (ZDL)' is de referentie conditie voor de onafhankelijke variabele 'Conditie'

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ .

Tabel 14. Schatters van de gemiddelden van de onafhankelijk variabelen herhaling (Xh) en conditie (Xc) op de afhankelijke variabele (Yp).

Afhankelijk variabele	Gemiddelde	SE	df	95% BHI	
<b>Uitvoertijd van taak A in seconden</b>					
Herhaling 1	186.62	10.97	39.24	164.43	208.81
Herhaling 2	157.77	11.28	38.50	134.95	180.59
Herhaling 3	142.30	11.27	38.57	119.50	165.09
Herhaling 4	126.70	11.19	43.05	104.14	149.26
<b>Aantal bewegingen met het linker instrument bij het uitvoeren van taak A</b>					
Herhaling 1	89.95	5.93	62.56	78.11	101.79
Herhaling 2	81.89	6.07	58.57	69.75	94.03
Herhaling 3	77.61	6.06	58.78	65.48	89.74
Herhaling 4	65.32	6.10	69.03	53.16	77.48
<b>Aantal bewegingen met het rechter instrument bij het uitvoeren van taak A</b>					
Herhaling 1	108.53	8.22	29.31	91.72	125.35
Herhaling 2	103.82	8.45	29.93	86.56	121.08
Herhaling 3	94.64	8.44	29.92	77.40	111.89
Herhaling 4	82.47	8.32	31.24	65.50	99.44
<b>Gemiddelde snelheid (m/s) met het linker instrument bij het uitvoeren van taak A</b>					
Herhaling 1	3.20	.13	74.53	2.95	3.45
Herhaling 2	3.37	.13	69.12	3.11	3.63
Herhaling 3	3.47	.13	69.37	3.22	3.73
Herhaling 4	3.41	.13	81.42	3.15	3.67
<b>Gemiddelde snelheid (m/s) met het rechter instrument bij het uitvoeren van taak A</b>					
Herhaling 1	3.20	.12	73.59	2.96	3.44
Herhaling 2	3.35	.12	68.04	3.11	3.60
Herhaling 3	3.69	.12	68.30	3.44	3.93
Herhaling 4	3.73	.12	80.60	3.48	3.98
<b>Score op de BSMI</b>					
Daglicht (NDL)	51.80	5.64	17.54	39.93	63.68
Diffuus daglicht (DDL)	56.38	5.59	16.98	44.58	68.19
Geen daglicht (ZDL)	58.70	5.61	17.15	46.87	70.53
<b>Score op de Verkorte Vermoeidheidsvragenlijst (VVV)</b>					
Daglicht (NDL)	12.56	1.10	16.75	10.23	14.89
Diffuus daglicht (DDL)	11.49	1.09	16.28	9.17	13.81
Geen daglicht (ZDL)	11.28	1.10	16.51	8.95	13.60
<b>Gemiddelde gemeten LUX-waarden</b>					
Daglicht (NDL)	1108.42	94.84	24.12	912.72	1304.11
Diffuus daglicht (DDL)	1147.13	91.86	21.96	956.60	1337.65
Geen daglicht (ZDL)	634.05	92.18	21.91	442.84	825.27

Tabel 15. Posthoc-toetsen: vershilscore van herhaling I en herhaling J op de taakprestatie (Yp)

Herhaling (I)	Herhaling (J)	(I-J)	SE	df	p	95% BHI	
<b>Uitvoertijd van taak A in seconden</b>							
Herhaling 1	Herhaling 2	28.85	8.62	81.12	.007**	5.53	52.17
	Herhaling 3	44.32	10.41	93.35	<.001***	16.25	72.39
	Herhaling 4	59.92	10.89	102.27	<.001***	30.61	89.23
Herhaling 2	Herhaling 1	-28.85	8.62	81.12	.007**	-52.17	-5.53
	Herhaling 3	15.48	8.66	80.38	.465	-7.94	38.89
	Herhaling 4	31.07	10.78	95.43	.029*	2.02	60.13
Herhaling 3	Herhaling 1	-44.32	10.41	93.35	<.001***	-72.39	-16.25
	Herhaling 2	-15.48	8.66	80.38	.465	-38.89	7.94
	Herhaling 4	15.60	8.98	83.33	.517	-8.68	39.87
Herhaling 4	Herhaling 1	-59.92	10.89	102.27	<.001***	-89.23	-30.61
	Herhaling 2	-31.07	10.78	95.43	.029*	-60.13	-2.02
	Herhaling 3	-15.60	8.98	83.33	.517	-39.87	8.68
<b>Aantal bewegingen met het linker instrument bij het uitvoeren van taak A</b>							
Herhaling 1	Herhaling 2	8.06	5.53	81.09	.893	-6.90	23.02
	Herhaling 3	12.34	6.57	98.56	.379	-5.34	30.02
	Herhaling 4	24.63	6.79	107.53	.003**	6.37	42.89
Herhaling 2	Herhaling 1	-8.06	5.53	81.09	.893	-23.02	6.90
	Herhaling 3	4.28	5.56	80.97	1.000	-10.75	19.30
	Herhaling 4	16.57	6.78	100.72	.098	-1.68	34.82
Herhaling 3	Herhaling 1	-12.3	6.57	98.56	.379	-30.02	5.34
	Herhaling 2	-4.28	5.56	80.97	1.000	-19.30	10.75
	Herhaling 4	12.29	5.75	83.57	.212	-3.24	27.82
Herhaling 4	Herhaling 1	-24.63	6.79	107.53	.003**	-42.89	-6.37
	Herhaling 2	-16.57	6.78	100.72	.098	-34.82	1.68
	Herhaling 3	-12.29	5.75	83.57	.212	-27.82	3.24
<b>Aantal bewegingen met het rechter instrument bij het uitvoeren van taak A</b>							
Herhaling 1	Herhaling 2	4.72	5.31	86.58	1.000	-9.61	19.04
	Herhaling 3	13.89	6.48	94.38	.207	-3.57	31.35
	Herhaling 4	26.06	6.84	101.52	.001**	7.66	44.46
Herhaling 2	Herhaling 1	-4.72	5.31	86.58	1.000	-19.04	9.61
	Herhaling 3	9.17	5.32	85.67	.530	-5.20	23.55
	Herhaling 4	21.35	6.72	95.98	.012*	3.24	39.45
Herhaling 3	Herhaling 1	-13.89	6.48	94.38	.207	-31.35	3.57
	Herhaling 2	-9.17	5.32	85.67	.530	-23.55	5.20
	Herhaling 4	12.17	5.54	88.27	.184	-2.78	27.12
Herhaling 4	Herhaling 1	-26.06	6.84	101.52	.001**	-44.46	-7.66
	Herhaling 2	-21.35	6.72	95.98	.012*	-39.45	-3.24
	Herhaling 3	-12.17	5.54	88.27	.184	-27.12	2.78

<b>Herhaling (I)</b>	<b>Herhaling (J)</b>	<b>(I-J)</b>	<b>SE</b>	<b>df</b>	<b>p</b>	<b>95% BHI</b>	
<b>Gemiddelde snelheid (m/s) met het linker instrument bij het uitvoeren van taak A</b>							
<b>Herhaling 1</b>	<b>Herhaling 2</b>	-.17	.13	82.01	1.000	-.51	.17
	<b>Herhaling 3</b>	-.27	.15	101.63	.407	-.67	.13
	<b>Herhaling 4</b>	-.21	.15	109.98	1.000	-.62	.20
<b>Herhaling 2</b>	<b>Herhaling 1</b>	.17	.13	82.01	1.000	-.17	.51
	<b>Herhaling 3</b>	-.10	.13	82.23	1.000	-.45	.24
	<b>Herhaling 4</b>	-.04	.15	103.68	1.000	-.45	.37
<b>Herhaling 3</b>	<b>Herhaling 1</b>	.27	.15	101.63	.407	-.13	.67
	<b>Herhaling 2</b>	.10	.13	82.23	1.000	-.24	.45
	<b>Herhaling 4</b>	.06	.13	84.52	1.000	-.29	.42
<b>Herhaling 4</b>	<b>Herhaling 1</b>	.21	.15	109.98	1.000	-.20	.62
	<b>Herhaling 2</b>	.04	.15	103.68	1.000	-.37	.45
	<b>Herhaling 3</b>	-.06	.13	84.52	1.000	-.42	.29
<b>Gemiddelde snelheid (m/s) met het rechter instrument bij het uitvoeren van taak A</b>							
<b>Herhaling 1</b>	<b>Herhaling 2</b>	-.16	.12	80.49	1.000	-.48	.17
	<b>Herhaling 3</b>	-.49	.14	100.85	.005**	-.87	-.11
	<b>Herhaling 4</b>	-.53	.14	109.53	.002**	-.92	-.14
<b>Herhaling 2</b>	<b>Herhaling 1</b>	.16	.12	80.49	1.000	-.17	.48
	<b>Herhaling 3</b>	-.33	.12	80.74	.043*	-.66	-.01
	<b>Herhaling 4</b>	-.38	.15	102.98	.066	-.77	.01
<b>Herhaling 3</b>	<b>Herhaling 1</b>	.49	.14	100.85	.005**	.11	.87
	<b>Herhaling 2</b>	.33	.12	80.74	.043*	.01	.66
	<b>Herhaling 4</b>	-.04	.12	83.06	1.000	-.38	.29
<b>Herhaling 4</b>	<b>Herhaling 1</b>	.53	.14	109.53	.002**	.14	.92
	<b>Herhaling 2</b>	.38	.15	102.98	.066	-.01	.77
	<b>Herhaling 3</b>	.04	.12	83.06	1.000	-.29	.38

Opmerking: gecorrigeerd voor meerdere vergelijkingen met de Bonferroni correctie

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ .

Tabel 16. Posthoc-toetsen: vershilscore van conditie I en conditie J op de prestatie variabele (Yp)

Conditie (I)	Conditie (J)	(I-J)	SE	df	<i>p</i>	95% BHI	
<b>Score op de BSMI</b>							
<b>Daglicht</b>	<b>Diffuus daglicht</b>	-4.58	2.24	113.85	.043*	-9.01	-.15
	<b>Geen daglicht</b>	-6.90	2.89	118.00	.019*	-12.62	-1.18
<b>Diffuus daglicht</b>	<b>Daglicht</b>	4.60	2.24	113.85	.043*	.15	9.01
	<b>Geen daglicht</b>	-2.32	2.09	112.98	.269	-6.45	1.82
<b>Geen daglicht</b>	<b>Daglicht</b>	6.90	2.89	118.00	.019*	1.18	12.62
	<b>Diffuus daglicht</b>	2.32	2.09	112.98	.269	-1.82	6.45
<b>Score op de Verkorte Vermoeidheidsvragenlijst (VVV)</b>							
<b>Daglicht</b>	<b>Diffuus daglicht</b>	1.07	.35	116.62	.003**	.38	1.76
	<b>Geen daglicht</b>	1.28	.46	119.67	.007**	.36	2.20
<b>Diffuus daglicht</b>	<b>Daglicht</b>	-1.07	.35	116.62	.003**	-1.76	-.38
	<b>Geen daglicht</b>	.21	.33	116.09	.521	-.44	.86
<b>Geen daglicht</b>	<b>Daglicht</b>	-1.28	.46	119.67	.007**	-2.20	-.36
	<b>Diffuus daglicht</b>	-.21	.33	116.09	.521	-.86	.44
<b>Gemiddelde gemeten LUX-waarden</b>							
<b>Daglicht</b>	<b>Diffuus daglicht</b>	-38.71	58.99	116.52	.513	-155.54	78.12
	<b>Geen daglicht</b>	474.36	72.33	120.42	<.001***	331.17	617.56
<b>Diffuus daglicht</b>	<b>Daglicht</b>	38.71	58.99	116.52	.513	-78.12	155.54
	<b>Geen daglicht</b>	513.07	51.24	113.50	<.001***	411.56	614.58
<b>Geen daglicht</b>	<b>Daglicht</b>	-474.36	72.33	120.42	<.001***	-617.56	-331.17
	<b>Diffuus daglicht</b>	-513.07	51.24	113.50	<.001***	-614.58	-411.56

Opmerking: gecorrigeerd voor meerdere vergelijkingen met de LSD correctie (gelijk aan geen correctie).

\**p* < .05, \*\* *p* < .01, \*\*\* *p* < .001.



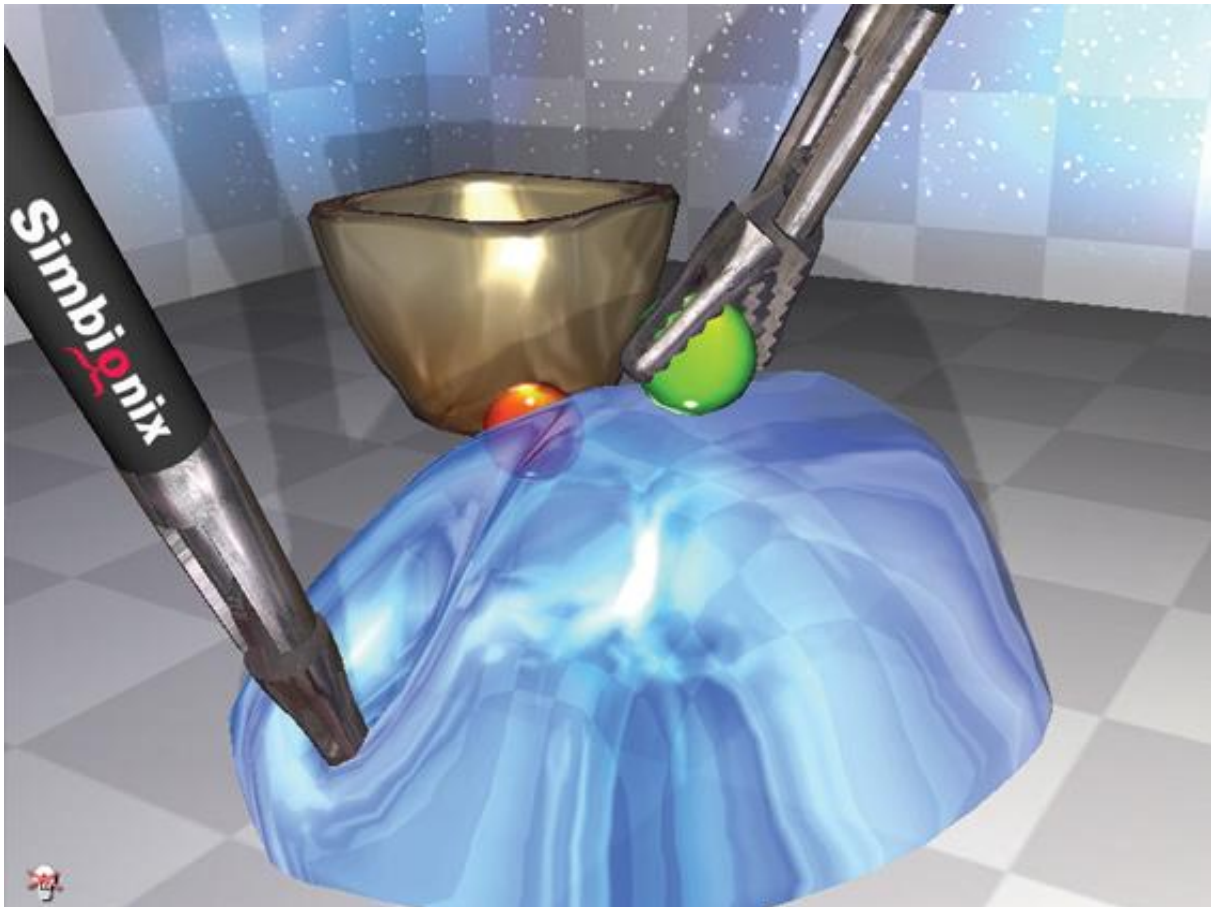
## BIJLAGE 10. UITGEBREIDE TAAKBESCHRIJVING

### TAAK A, LEERTAAK – 'JELLY-MASS'

Doel van de taak: ballen uit de pudding verwijderen en in het bakje deponeren.

Deelnemers zien een blauwe massa, die zich als pudding gedraagt, met daarin drie ballen (Figuur 20). Om één van de ballen uit de pudding te verwijderen dient de blauwe massa met één van de instrumenten verplaatst te worden zodat er een balletje bloot komt te liggen. Zodra het balletje bloot ligt verandert deze van kleur en wordt groen. Dit is een indicatie van de simulator om aan te geven dat het balletje verwijderd kan worden. De deelnemer moet nu het andere instrument gebruiken om het groene balletje uit de blauwe massa te pakken. Vervolgens dient het balletje in het bakje gedeponeed te worden.

De deelnemer krijgt in taak A drie blauwe massa's in het scherm waar de balletje uitgehaald moeten worden. In totaal dient de deelnemer 9 balletjes in het bakje te deponeren.



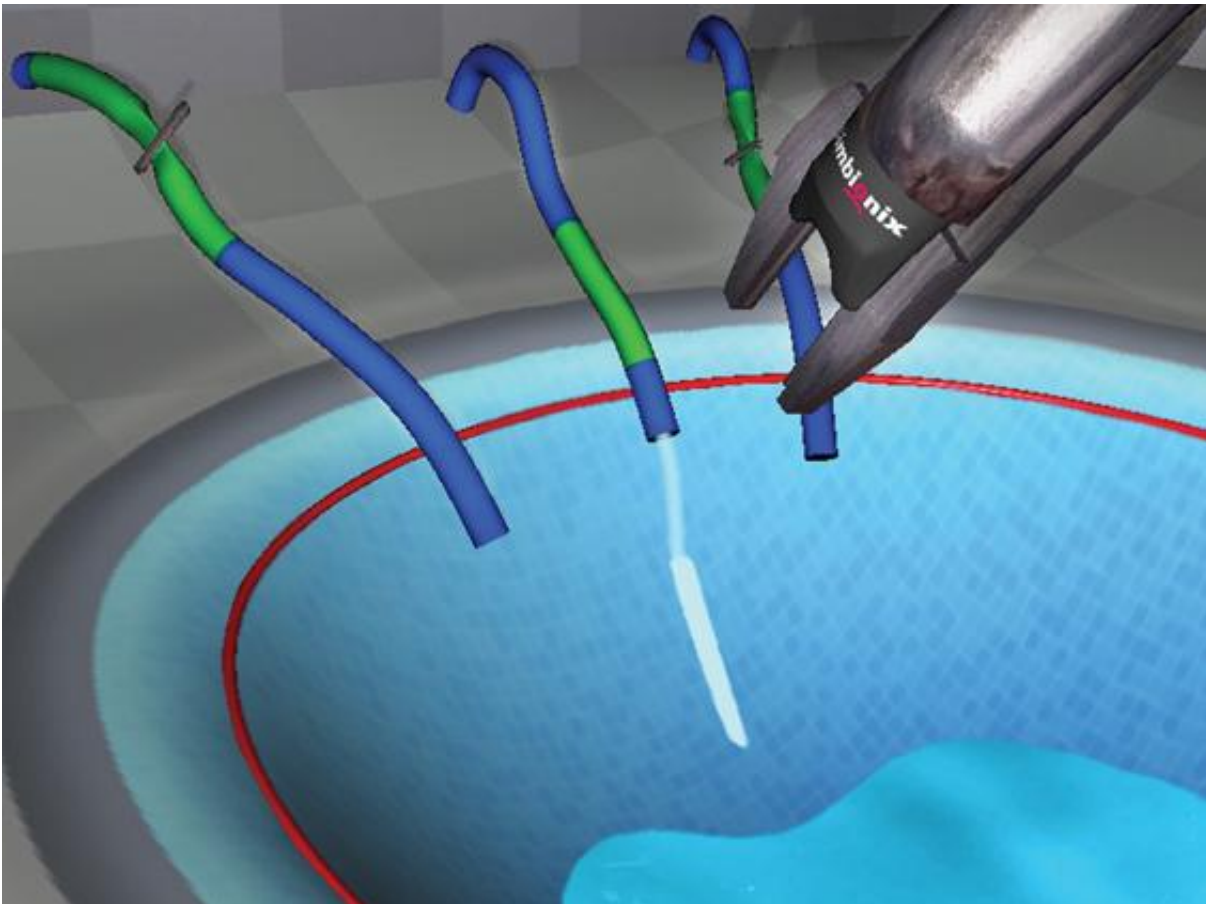
*Figuur 20 Jelly mass (Simbionix USA, 2014)*

### Taak B – ‘Clip applying’

Doel van de taak: voorkomen dat het badje vol loopt met water door het plaatsen van nietjes.

Deelnemers zien een blauw badje met een rode rand (Figuur 21). Het badje loopt langzaam vol met water dat uit de blauwe aders sijpelt. Om de blauwe ader dicht te knijpen moet de deelnemer met één van de instrumenten de ader vast pakken en uitrekken. Wanneer de ader voldoende is uitgerekt wordt het rode gebiedje op de ader groen en kan op het groene gebied een nietje geplaatst worden.

De deelnemer krijgt in taak B het badje drie keer van een andere hoek te zien, telkens zijn daar drie aders die dichtgeknepen moeten worden. In totaal dient de deelnemer op 9 aders een nietje te plaatsen.



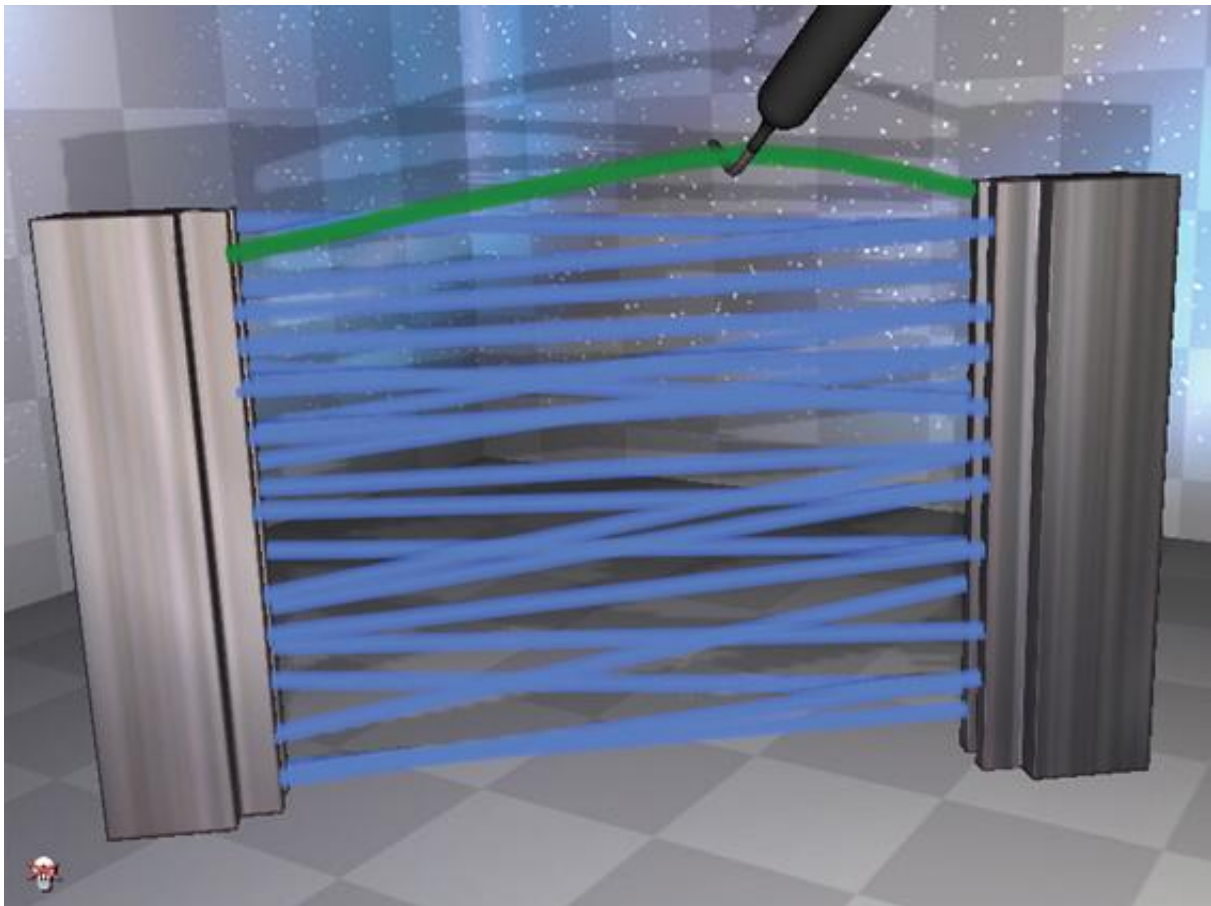
**Figuur 21** Clip applying (Simbionix USA, 2014)

### TAAK C – 'ELECTRIC CUTTING'

Doel van de taak: doorbranden van de lijnen

Deelnemers zien een ruimte met twee kolommen waartussen 21 blauwe lijnen zijn gespannen (Figuur 22). Willekeurig kleurt één van de blauwe lijnen groen. De groene lijn moet vervolgens met het instrument worden doorgebrand. De deelnemer beschikt over twee gelijke instrumenten om de lijnen mee door te branden. De lijnen zitten deels over elkaar heen waardoor de kans een tweede door te branden groot is. Hierbij kan de deelnemer het tweede instrument gebruiken om er voor te zorgen dat alleen de groene lijn wordt doorgebrand.

De deelnemer krijgt in taak C 21 keer een groene lijn te zien.



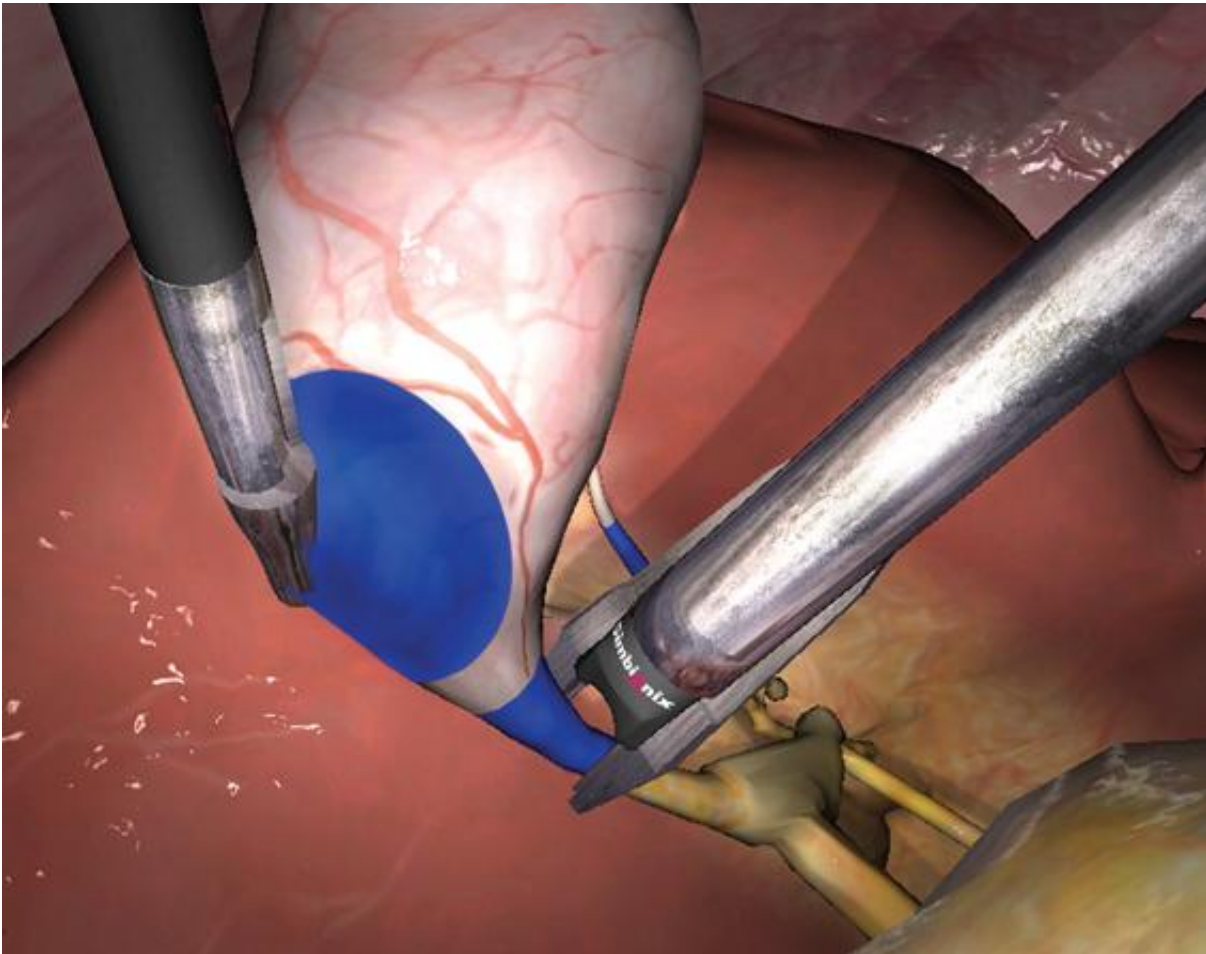
*Figuur 22 Electric cutting (Simbionix USA, 2014)*

#### TAAK D – LAP CHOLE, 'CUTTING & CLIPPING 2 HANDS'

Doel van de taak: doorknippen van de galgang, de afvoergang van de galblaas.

Deelnemers zien een simulatie van de galblaas en de galgang welke reeds is blootgelegd (Figuur 23). Voordat begonnen kan worden met de oefening moet eerst de camera goed worden geplaatst, dit wordt door de onderzoeker gedaan om uit te sluiten dat de oefening niet uitgevoerd kan worden als gevolg van de plaatsing van de camera. De deelnemer dient met een retractor het blauw gearceerde gebied op de galblaas naar zich toe te trekken. Met een pijl wordt de juiste richting aangegeven. Zodra de galblaas voldoende verplaatst is, kleuren de twee gebiedjes van de galgang blauw. Op het blauw gearceerde gebied dienen twee nietjes geplaatst te worden waar vervolgens tussen geknipt moet worden.

De deelnemer doorloopt in taak D één maal de hier boven beschreven sequentie.



*Figuur 23 Lap Chole, Cutting & clipping 2 hands (Simbionix USA, 2014)*