



UNIVERSITEIT GENT

Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen
Academiejaar 2009-2010

COMPUTERGESTUURDE REANIMATIETRaining
VAN VERPLEEGKUNDIGEN IN EEN ZIEKENHUIS:
Zijn de technologie en de verpleegkundigen er klaar voor?

Masterproef voorgelegd tot het behalen van de graad van
Master in het management en het beleid van de
gezondheidszorg

Door Melissa De Regge
Promotor: Professor Dr. Paul Calle
Co-promotor: Professor Dr. Koen Monsieus

ABSTRACT

Introductie: Basisreanimatie in een computergestuurd zelfleerstation kan een alternatief zijn voor traditionele Basic Life Support (BLS) lessen met een instructeur. Deze studie analyseert het leerpatroon en het leerresultaat van verpleegkundigen in een zelfleerstation en vergelijkt dit met de vaardigheden na één en zeven maanden.

Materialen en methoden: Honderd en vijf verpleegkundigen van niet-kritieke diensten werden getraind in een zelfleerstation. De training bestond uit een compressie-, een ventilatie- en een gecombineerde reanimatieoefening. Een percentage van 70% correct gemeten vaardigheden werd als geslaagd beschouwd. Na randomisatie werd de helft van de deelnemers opnieuw getest na één maand en de andere helft na zeven maanden.

Resultaten: Op het einde van de training waren 67 verpleegkundigen wel en 38 niet geslaagd in de gecombineerde reanimatieoefening. De totale oefentijd was in beide groepen gelijk. In de niet-geslaagde groep voerden 11 verpleegkundigen slechts 1 reanimatieoefening uit. Er waren uiteenlopende oorzaken van het niet slagen. Na één maand was er geen verval van vaardigheden in de niet-geslaagde groep. De compressiediepte was lager dan tijdens de training voor de geslaagde groep ($P \leq 0.001$). Na zeven maanden was er een significant verval in compressiediepte voor beide groepen (geslaagde groep $P \leq 0.001$, niet-geslaagde groep $P = 0.004$). Het behalen van een goed resultaat op het einde van de training was geen goede predictor voor de vaardigheden na 1 en 7 maanden.

Besluit: Een significant aantal verpleegkundigen behaalde een onvoldoende niveau van reanimatievaardigheden in het zelfleerstation. Ook bij de initieel geslaagden waren de vaardigheden na 1 en 7 maanden duidelijk afgenomen. Aan de hand van deze resultaten stellen we een aantal verbeteringen voor.

Aantal woorden masterproef: 7708 (exclusief dankwoord, bijlagen en bibliografie).

INHOUDSTAFEL

ABSTRACT	III
INHOUDSTAFEL	IV
WOORD VOORAF	VI
1. INLEIDING	P.1
2. ARTICLE	P.9
A. ABSTRACT	P.9
B. INTRODUCTION	P.11
C. MATERIALS AND METHODS	P.13
D. RESULTS	P.17
E. DISCUSSION	P.26
F. CONCLUSIONS	P.30
G. CONFLICT OF INTEREST STATEMENT	P.31
3. VALIDERING VAN HET ZELFLEERSTATION	P.32
4. DISCUSSIE	P.34
5. BESLUIT	P.38
6. VOORSTEL VOOR VERDER ONDERZOEK	P.39
A. PORTFOLIO	P.39
B. ADAPTIVENESS	P.39
C. OVERTRAINING	P.40
D. HULPMIDDELEN	P.40
LITERATUURLIJST	P.41
LIJST VAN FIGUREN	P.48
LIJST VAN TABELLEN	P.49

LIJST VAN BIJLAGEN
BIJLAGEN

P.50

WOORD VOORAF

Het schrijven van een thesis is een zware opdracht die veel tijd en energie vergt. Het was niet altijd evident een gezond evenwicht te vinden tussen werk, huiselijke beslommingen, opleiding en thesis.

Gelukkig kon ik rekenen op steun en begrip van mijn gezin - in het bijzonder van Yves, mijn echtgenoot, met zijn oeverloos geduld - familie en vrienden, die steeds klaarstonden om een handje toe te steken.

Deze thesis was nooit tot stand gekomen zonder de hulp van verschillende personen.

Vooreerst wil ik mijn promotor, Prof. Dr. Paul Calle, bedanken voor zijn deskundige begeleiding, kritische kijk op de resultaten en de vele uren tijd gespendeerd aan mijn zijde. Daarnaast wil ik ook Prof. Dr. Koen Monsieurs en Prof. Martin Valcke bedanken voor hun constructieve feedback op de analyses en de resultaten van het onderzoek, en Frank D'hondt en Sam Schelfout voor hun hulp bij het opzetten van het project en het afnemen van de retentietesten.

Ik had geen data zonder de bereidwillige medewerking van tal van verpleegkundigen van het UZ Gent, waarvoor oprechte dank. Ik ben steeds gesteund geweest door de Directie Verpleging van het UZ Gent, met name Dhr. Filip Demeyere, Mevr. Hilde Goedertier en de collega's van de dienst Vorming waardoor het mogelijk was dit werk te voltooien.

Dank ook aan alle leden van de reanimatiewerkgroepen die mij al jaren ondersteunen in het voorzitterschap en constructief meewerken om de kwaliteit van de reanimatievaardigheden van onze medewerkers hoog te houden en onze daartoe bestemde activiteiten wetenschappelijk te onderbouwen.

1. INLEIDING

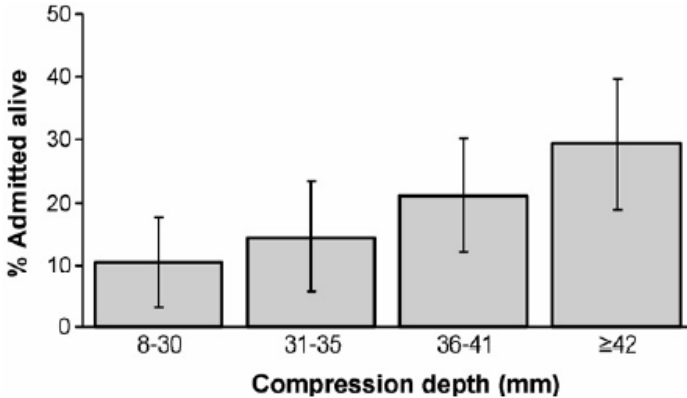
Managers hechten meer en meer belang aan vorming en training. Jaarlijks wordt hieraan een groot budget besteed. In het Universitair Ziekenhuis Gent beschikt elke voltijds werkende medewerker jaarlijks over een financieel budget van 250 euro en 80 uren vorming.

Ook tijdens de economische crisis blijft training en ontwikkeling nog hoog op de agenda staan, want deze investeringen moeten leiden tot verhoogde efficiëntie en performantie in de organisatie, al wordt er selectiever en doordachter met opleidingsgeld omgesprongen (Grosman, 2010). In het UZ Gent is er een jaarlijkse stijging van het aantal inschrijvingen voor vorming merkbaar. Dit toont dat meer en meer medewerkers zich het belang van vorming realiseren.

Resultaten uit de literatuur tonen echter aan dat de transfer van kennis en vaardigheden tijdens training beperkt is. De resultaten van het onderzoek van Saks & Belcourt (2006) uitgevoerd bij 150 organisaties tonen dat zes maanden na een training slechts 50% van de werknemers de aangeleerde kennis en vaardigheden toepassen. Het onderzoek van Machin (2002) levert gelijkaardige tegenvallende resultaten; slechts 10% van het geleerde wordt in praktijk gebracht. Daarom is het belangrijk om te zoeken naar methoden om de transfer van kennis en vaardigheden te verhogen.

Vroegtijdige BLS en onmiddellijk defibrilleren verhoogt de overlevingskans bij hartstilstand (Gallagher, Lombardi & Gennis, 1995; Van Hoeyweghen et al., 1993) Daarnaast is ook de kwaliteit van het reanimeren een belangrijke determinant voor overleving (zie Fig 1) (Kramer-Johansen et al., 2006; Wik, Steen & Bircher, 1994).

Fig 1: Percentage van patiënten die levend in het ziekenhuis zijn opgenomen na een hartstilstand, gegroepeerd volgens de compressiediepte.



Kramer-Johansen et al., Resuscitation 2006 (vol 71, p 283-292)

In een ziekenhuis is het meestal een verpleegkundige die als eerste ter plaatse is bij een hartstilstand. Het is dus van groot belang dat de reanimatievaardigheden adequaat en regelmatig aangeleerd worden. Studies tonen echter aan dat de kennis en vaardigheden van reanimatie bij verpleegkundigen zwak zijn (Abella et al., 2005; Brennan & Braslow, 1995; Wik et al., 2005). Daarom is regelmatig herhalen ervan noodzakelijk (Madden, 2006; Hamilton, 2005; Semeraro, Signore & Cerchiari, 2006). Weinig ziekenhuizen zijn echter bereid hierin te investeren (Finn & Jacobs, 2003).

Traditioneel wordt er les gegeven door een instructeur aan een kleine groep cursisten (6 personen), met gebruik van een oefenpop. Dit wordt ook aangeraden in de richtlijnen van de Europese Reanimatieraad (Baskett, Nolan, Handley, Soar, Biarent & Richmond, 2005).

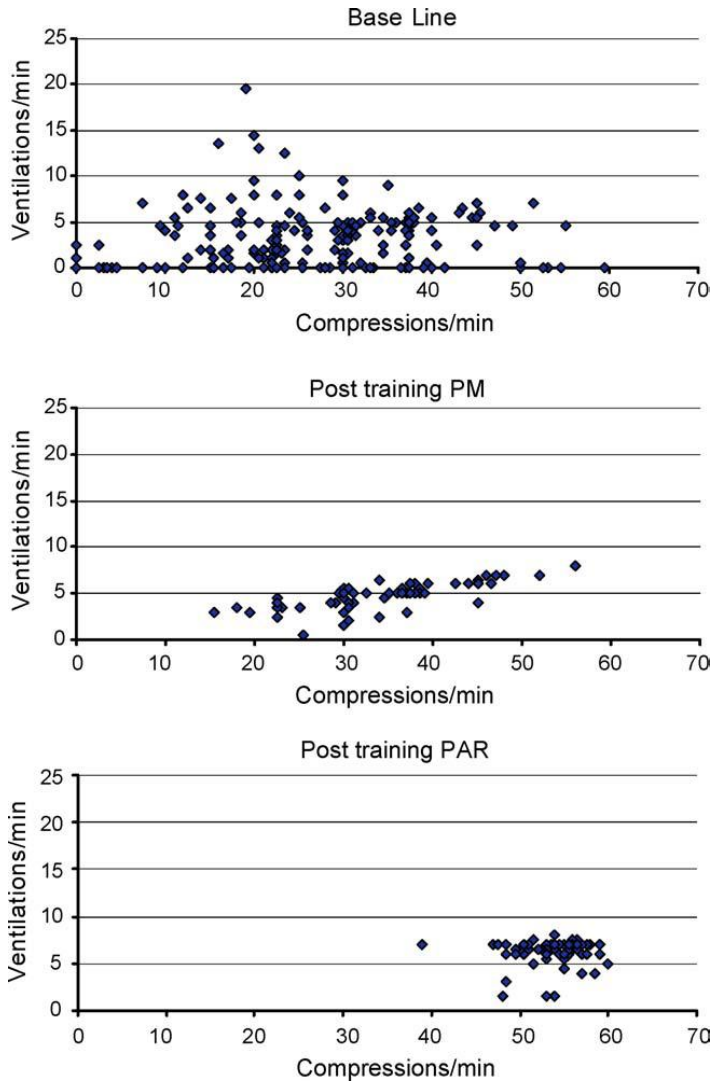
Dit systeem is relatief tijdrovend en vraagt organisatie, zowel van cursisten als van lesgevers en materiaal. Het is dan ook logisch

dat er gezocht wordt naar een effectiever, goedkoper en flexibeler manier om BLS op te frissen

Het laatste decennium is er al uitgebreid onderzoek gedaan naar het reanimatieonderwijs en hoe de BLS vaardigheden verbeterd kunnen worden. Dit ging van individueel onderwijs (De Regge, Calle, De Paepe & Monsieus, 2008) en e-learning (de Vries & Handley, 2007; Monsieus et al., 2004) tot het gebruik van hulpmiddelen die de hulpverlener ondersteunen tijdens de reanimatie (Beckers et al., 2007; Boyle, Wilson, Connelly, McGuigan, Wilson & Whitbourn, 2002; Claus, Calle & Monsieus, 2009; Elding, Baskett & Hughes, 1998; Monsieus, De Regge, Vogels & Calle, 2005; Noordergraaf et al., 2006; Perkins, Augre, Rogers, Allan & Thickett, 2005).

Feedbacksystemen kunnen gebruikt worden tijdens de reanimatie of om de training te optimaliseren. De feedback systemen die gebruikt kunnen worden tijdens reanimatie zijn de CPR-Plus (Elding et al., 1998), de CPREzy (Beckers et al., 2007; Boyle et al., 2002; Noordergraaf et al., 2006; Perkins et al., 2005) en de PocketCPR (Claus et al., 2009). Deze toestellen worden op de borstkas van het slachtoffer geplaatst en geven feedback tijdens de compressies. Studies in klinische settings toonden aan dat een feedback systeem ingebouwd in een defibrillator de kwaliteit van CPR kan verbeteren. (Abella, Kim, Columbus, Shea & Beckers, 2007; Kramer-Johansen et al., 2006). De CAREvent Public Access Resuscitator (PAR) is een toestel dat afwisselend beademt via een masker en pieptonen voor hartmassage geeft. De PAR werd bestudeerd in een gesimuleerde setting (Monsieus et al., 2005). Direct na training was de kwaliteit van reanimeren met de PAR beter dan met een pocket mask (Fig 2). Retentieresultaten hiervan zijn echter nog niet gepubliceerd.

Fig 2: Correlatie van compressies/ventilaties voor training, na training met pocket mask (PM) en na training met PAR.



Monsieurs et al., Resuscitation 2005 (vol 67, p 45–50)

Hulpmiddelen die de hartmassage overnemen tijdens de reanimatie zijn de LUCAS, de Life-Stat en de AutoPulse. De LUCAS (Jolife AB, Lund, Zweden) comprimeert de borst 4-5 cm diep, de Life-Stat (Michigan Instruments, Inc, Grand Rapids, Michigan, VS) geeft compressies met de mogelijkheid van een diepte tot 8 cm, de AutoPulse (ZOLL Medical Corporation, Chelmsford, Massachusetts, VS) maakt gebruik van een band die zich automatisch aanpast aan de grootte van de borstkas en comprimeert tot 20% van de gemeten anterioposterieure diameter. Deze 3 mechanische toestellen voor thoraxcompressie kunnen een aantal voordelen bieden tegenover manuele compressies (één hulpverlener minder nodig tijdens de interventie, geen vermoeidheid, consistente kwaliteit ook tijdens transport, uitvoeren van angiografie tijdens compressies, enz...). Er zijn echter op dit moment geen gerandomiseerde studies die een overlevingsvoordeel aantonen tegenover manuele thoraxcompressie, maar voor LUCAS en Autopulse zijn er wel grote gerandomiseerde trials lopende. Een eerdere studie met de Autopulse werd vroegtijdig gestopt wegens oversterfte in de groep die met Autopulse behandeld was (Hallstrom et al., 2006).

Voor training bestaan er systemen die gesproken feedback geven via een reanimatiepop aangesloten op een computer uitgerust met speciale software, een zogenaamde “voice advisory manikin” (VAM).

Wik, Myklebust, Auestad & Steen (2002) concludeerden dat VAM de prestaties verbeterde bij leken onmiddellijk na de oefening met gesproken feedback. Na zes maanden was er niet veel verschil met de vaardigheden voor de training met VAM. Een groep die overtraining kreeg met de VAM scoorde wel significant beter op alle domeinen van BLS. Sutton et al. (2007) rapporteerden dat VAM een betere beheersing van pediatrie BLS vaardigheden bij leken kan geven, zelfs als het vergeleken wordt met individueel begeleid leren met een getrainde instructeur. Isbye et al. (2008) onderzochten bij tweedejaarsstudenten geneeskunde de BLS vaardigheden met beademingsballon met VAM vergeleken met deze na klassieke

les door een instructeur. Er bleek geen significant verschil in verlies van vaardigheden over drie maanden tussen beide groepen. Wel scoorde de groep met instructeur significant beter op de algemene BLS vaardigheden (een score berekend aan de hand van het gemiddeld ventilatievolume, handplaatsing op de thorax bij hartmassage, de CPR cyclus, aantal ventilaties/2 minuten, aantal compressies/2 minuten en de totale hands off time) en dit zowel direct na de test als na drie maanden. Dit werd vooral toegeschreven aan het gebruik van de beademingsballon. Andere interactieve methoden van reanimatieonderwijs kunnen zijn: CD-ROM, virtuele wereld of webgebaseerde micro-simulatie. Met deze middelen kan de theorie ingestudeerd worden en kan men zichzelf testen. Het inoefenen van de vaardigheden blijft wel een noodzaak.

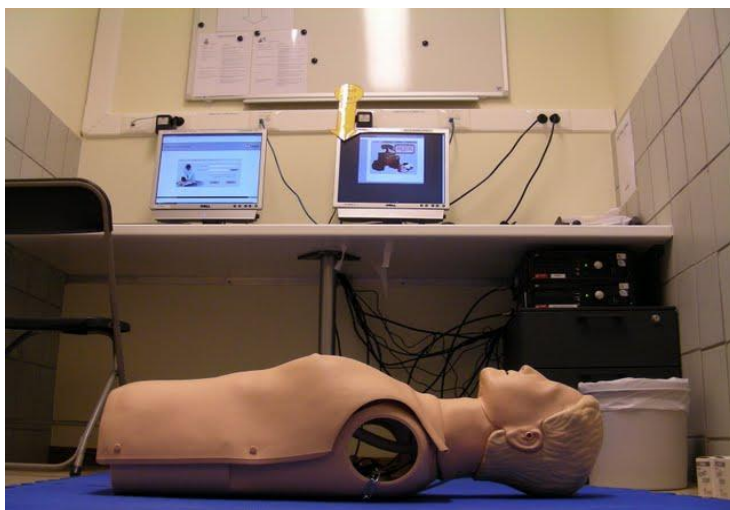
Het inkorten van het traininginterval lijkt de meest belangrijke factor voor het verbeteren van CPR kwaliteit (Baddely & Longman, 1978; Berden, Willems, Hendrick, Pijls & Knape, 1993). Dit lijkt niet steeds mogelijk in een ziekenhuis. Het opleiden van een groter aantal verpleegkundigen binnen een kortere tijdspanne, heeft implicaties op het aantal vormingsuren per verpleegkundige en op het aantal instructeurs. Deze factoren, net als de grotere behoefte aan organisatie, betekenen veelal een meerkost voor de instelling. De installatie van een zelfleerstation kan een alternatief zijn. Hierdoor verdwijnt de nood aan instructeurs en kan men door de flexibiliteit van het systeem individueel meer en korter trainen. Het zelfleerstation kan ook inspelen op het leerproces. Het zou de prestaties per individu kunnen bewaren en hierop verder bouwen bij elke training.

In het Universitair ziekenhuis in Gent werd in 2008 een volledig autonoom zelfleerstation voor reanimatie geïnstalleerd (Fig 3). Het lokaal werd voorzien van een Skillmeter Resusci Anne reanimatiepop (Laerdal, Noorwegen). Deze pop was verbonden met een computer door middel van een kabel met een seriële aansluiting. Op de computer werd de Resusci Anne Skill Station software versie 2.0 (Laerdal, Noorwegen) geïnstalleerd.

Zakmaskers waren continu te beschikking. Op een tweede scherm was een korte introductievideo voorzien die de oefeningen demonstreerde.

De toepassing van een volledig autonoom zelfleerstation (met VAM) voor herhaling van reanimatievaardigheden werd onderzocht. De verpleegkundigen werden gerandomiseerd en als controle werd de klassieke BLS les genomen. Na de les werd de helft van elke groep binnen de maand hertest (om de vaardigheden te testen kort na de oefening) en de andere helft na zeven maanden (om het lange termijn effect van de oefening te bestuderen).

Fig 3.: Het zelfleerstation in het Universitair Ziekenhuis Gent



In de huidige studie werden de resultaten van de deelnemers in het zelfleerstation geanalyseerd. De studie wil het leerpatroon van verpleegkundigen in een zelfleerstation analyseren en deze resultaten vergelijken met het resultaat op het einde van de training en na één en zeven maanden.

In het volgende gedeelte wordt de studie met de resultaten in artikelvorm beschreven. Dit artikel werd opgestuurd naar het tijdschrift Resuscitation.

Als besluit werden er nog verdere onderzoeksmogelijkheden gesuggereerd.

2. ARTICLE:

TRAINING EFFICACY OF A SELF LEARNING STATION FOR BASIC LIFE SUPPORT REFRESHER TRAINING OF NURSES

A. ABSTRACT

Background and objectives: Basic Life Support (BLS) refresher training in a self learning (SL) station with corrective feedback is a promising alternative for traditional instructor-led training. The aims of our study were to analyse the performance of nurses in a BLS SL station, to compare training-related results with retention data, to identify causes of weak performance and to propose solutions for improvement.

Methods: One hundred and five nurses from non-critical care wards followed BLS refresher training in a SL station based on the Resusci Anne Skills Station (Laerdal, Stavanger, Norway). The training consisted of compression, ventilation using a pocket mask and combined CPR exercises. Participants who achieved more than seventy percent skill acquisition in the combined CPR exercise were classified as passed. After randomisation the participants were tested within one month or after seven months.

Results: Sixty-seven (64%) participants passed and 38 (36%) failed the training-related test. Eleven nurses of the fail group performed only one combined CPR exercise but total practise time was similar to the pass group, suggesting poor motivation. Between individuals the causes for failure differed significantly. After one month there was no decay in skills for the fail group but in the pass group the compression depth was less than at training ($P \leq 0.001$). After seven months there was significant skill decay for compression depth in both groups (pass group $P \leq 0.001$, fail group $P = 0.004$). A pass score achieved in the SL station did not predict good performance after one or seven months.

Conclusions: While the majority of nurses passed the SL station successfully, a significant number of nurses did not achieve an

adequate skill level and overall retention data were poor. Performance may be improved by optimising the video modelling, modifying participants' motivation, the sequence of exercises, the cut-off values for corrective feedback and the training-related test procedure.

B. INTRODUCTION

Good quality cardiopulmonary resuscitation (CPR) improves survival (Gallagher et al., 1995; Van Hoeyweghen et al., 1993) but recent studies have shown that Basic Life Support (BLS) performance of health care professionals is often poor (Abella et al., 2005; Wik et al., 2005). Traditional training programs for acquisition and retention of CPR skills have shown limited effectiveness (Brennan et al., 1995; Gass & Curry, 1983; Hamilton, 2005; Madden, 2006; Semeraro et al., 2006; Weaver, Ramirez, Dorfman & Raizner, 1979; Wilson, Brooks & Tweed, 1983). Although shortening training intervals has proven to be the most important factor for improving skills and performance (Baddely et al., 1978; Berden et al., 1993) this does not seem to be feasible in most hospital settings for financial and organisational reasons (Finn et al., 2003). Another critical factor to make the learning process more effective is corrective feedback (Buekers, Magill & Hall, 1992). Meta-analysis studies about formative evaluation consistently indicate large effect sizes of feedback (Hattie, 2009). Feedback is usually provided by an instructor, but the instructor's competence has been identified as a potential problem in traditional CPR training (Kaye et al., 1991; Parnell & Larson, 2007).

CPR training in a computerised self learning (SL) station may be an alternative to instructor-led (IL) training, removing the need for instructors and organized training sessions, allowing flexibility regarding individual training programs, shortening individual training time and providing the possibility for repetitive training at shorter intervals. Previous studies showed that skills can be improved with a voice advisory manikin (VAM) immediately after exercise with feedback (Wik et al., 2002; Wik, Thowsen, Auestad & Steen, 2001). Hostler, Wang, Parrish, Plat & Guimond (2005) claimed that the use of VAM prevented decay of compression and ventilation performance over time during training with feedback. Sutton et al. (2007) reported that VAM improved paediatric BLS skills, even when compared with one-

on-one supervised learning with a trained instructor. This VAM system is now commercially available as the Resusci Anne (RA) Skills Station (Laerdal, Stavanger, Norway).

The aims of our study were to analyse the performance of nurses in a BLS SL station, and to compare the training-related results with retention data. We further hypothesized that from these data causes of weak performance could be identified and areas for improvement of the SL station concept could be proposed.

C. MATERIALS AND METHODS

Research sample

The study was approved by the Ethics Committee of Ghent University Hospital, a 1065 bed tertiary hospital employing 1515 fulltime equivalent nurses.

From October 2008 until February 2009, 235 nurses working outside the critical care areas participated in a randomised study comparing the efficiency of a stand-alone SL station with IL BLS refresher courses. A consent form was signed by all participants agreeing to participate following written explanation of the purpose of the study. Participation in the study was voluntary. As this study was linked to the regular continuous professional training program of the nurses, they were stimulated to participate by their head nurse and direct mailing. Non-participation or failing the test had no effect on their professional evaluation.

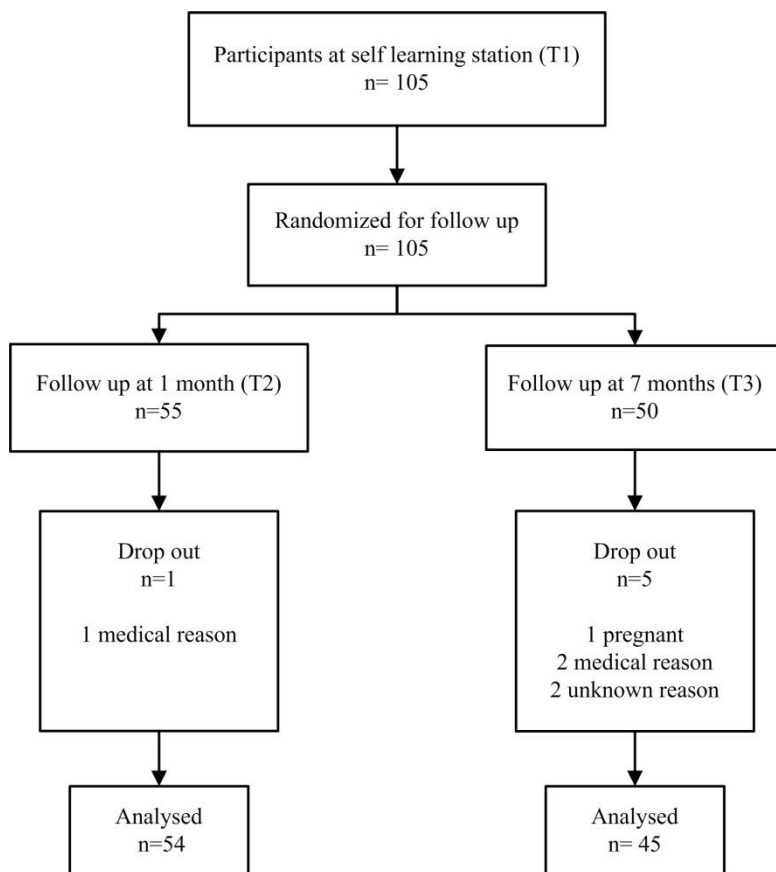
Procedure

After SL or IL training (T1), nurses were randomized again to be tested unannounced at the hospital ward within one month (T2) or after seven months (T3). In the current manuscript the results of the nurses in the SL group are described. Figure 4 shows the participant flow diagram.

For the nurses in the SL group, a RA Skills Station (Laerdal, Stavanger, Norway) was installed in a small secluded room secured with a badge reader. The RA Skills Station contained a manikin type Skillmeter RA torso connected to a computer with RA Skills Station software version 2.0.0 (Laerdal, Stavanger, Norway). To test the complete procedure before the start of the study, eleven nurses from an outpatient clinic attended the SL station. They were asked to login and perform the exercises according to the indications by the program, while a researcher observed their actions. Even after three attempts, none of the nurses successfully completed the combined CPR exercise. We

perceived that their skill level was too poor to be corrected by the Skills Station. We therefore provided a second computer with three short video clips demonstrating correct chest compression technique, pocket mask ventilation technique and CPR combining compression and ventilation. All clips first showed a real-time demonstration followed by a slower demonstration with explanation.

Fig 4 : Consort participant flow diagram



Each participant was allowed to practice for up to one hour in the SL station. Practice was possible 24h/24h, 7days/7days. If desired, participants could register a second time within a three month period.

Participants were guided by instructions on the screen and they were invited to watch the three video clips first. The actual Skills Station training consisted of three types of exercises: compressions, ventilations with a pocket mask and a combined CPR exercise. During the exercises the computer provided real-time voice feedback. The corrective feedback was given in order of clinical importance, according to a prioritized list: compression depth, compression rate, release between compressions, hand placement. Positive feedback was given after each errorless sequence (see appendix 1).

The nurses were encouraged to perform at least 60 compressions in the compression exercise, 12 ventilations in the ventilation exercise and 3 CPR cycles in the combined CPR exercise (minimum 90 compressions and 6 ventilations). Participants could repeat an exercise as much as needed; they were not forced to complete the exercises or to spend a minimum duration per exercise.

Outcome measures

The computer automatically registered chest compression depth, rate, release, hand placement, duration of the compression/release cycle, ventilation flow rate and volume. The limits for correct compressions depth were set at 38.0-50.0 mm (with a detection limit of 5 mm); rate 90-115 min⁻¹. Ventilation limits were set at 400-1000 ml (with a detection limit of 100 ml); duration of inflation 0.5-2.0 sec. For evaluation of CPR sequences the limits for acceptable compression:ventilation ratio were 27-35:1-4. A minimum of 90 compressions, 6 ventilations and 3 cycles had to be performed in order to pass the corresponding test. For the combined CPR exercise one cycle with a hands-off period exceeding 15 seconds was allowed. A score of at least 70% for

each cycle in the combined CPR exercise was required to pass. This 70% score was generated by the Laerdal software.

The pass/fail classification of participants at T1 was solely based on the results for the combined CPR exercise. For participants in the pass group with more than one successful combined CPR exercise, the data from the exercise with the highest score was used for the T1 analysis. For participants in the fail group, the three exercises with the highest scores were considered for the T1 analysis. For each variable the mathematical mean of the values in each of these three exercises was calculated. On the T1 data two different analyses were performed. First, mean compression rate, mean compression depth and mean ventilation volume were calculated. Secondly, the proportion of compressions and ventilations within the predefined limits was calculated.

Within one month (T2) and after seven months (T3), participants had to perform single rescuer BLS for 3 minutes on a Skillmeter RA torso connected to a laptop running RA Skills Station software version 2.0.0 at one month and version 2.0.2 at seven months (Laerdal, Stavanger, Norway). No feedback was provided, nor by the instructor nor by the computer.

Statistical analysis

Results are reported as median (interquartile ranges 25%-75%). Statistics were calculated with SPSS 16.0 (IBM Company, Chicago Illinois, USA). Continuous variables were assessed between groups with the Mann-Whitney test and within groups with the Wilcoxon Signed Rank test. For categorical variables the Chi Square test was used. Nonparametric methods were used because the distribution of the variables was not normal. P-values are reported as two-tailed. A $P \leq 0.05$ was considered significant. Randomization was performed using the online randomizer from Graphpad Software, San Diego, California (<http://www.graphpad.com/quickcalcs/randomize1.cfm>).

D. RESULTS

Training-related results (T1 analysis)

Training in the SL group resulted in 67/105 (64%) nurses passing. Nurses in the pass group were on average 6 years younger compared to nurses in the fail group (Table 1).

Table 1: Demographic data of the participants

	Passed n=67	Failed n=38	P-values
Male/Female	14/53	8/30	0.985
Age (yrs)	39 (31-39)	45 (36-45)	0.027
Length (cm)	170 (163-169)	170 (164-175)	0.654
Weight (kg)	70 (61-82)	69 (60-70)	0.994

Process-related data are summarized in Table 2: exercise duration, number of exercises performed and number of participants who failed the compression and/or ventilation exercises. No significant differences between pass and fail groups were observed in exercise duration or number of sessions of compression, ventilation and combined CPR exercise. At T1, mean compression rate was 104 (99-107) min⁻¹ for the pass and 99 (92-109) min⁻¹ for the fail group (P= 0.009) (Fig 5). For mean compression depth this was 44 (42-46) mm and 42 (40-44) mm (P<0.001) (Fig 6), for mean ventilation volume 668 (562-805) ml and 583 (458-729) ml (P<0.001) (Fig 7).

Table 2: Exercise duration and number of exercises, number of failures in compression exercise and ventilation exercise.

	Passed n= 67	Failed n= 38	P-values
Total duration of compression exercises (sec)	142 (85-250)	168 (87-315)	0.379
Total duration of ventilation exercises (sec)	59.0 (41.0-125.0)	56.5 (42.0-112.3)	0.818
Total duration of combined CPR exercises (sec)	324.0 (221.0-500.0)	420.5 (179.3-931)	0.199
Number of compression exercises	2 (2-3)	2 (2-3)	0.133
Number of ventilation exercises	1 (1-2)	1 (1-2)	0.930
Number of combined CPR exercises	3 (2-5)	3 (1-5)	0.826
Participants failed compression exercise	4	15	≤0.001
Participants failed ventilation exercise	1	6	0.005

Fig 5: Mean compression rate (/min) at T1 for passed and failed group. Data presented as median with interquartile ranges (box), minimum and maximum (whiskers)

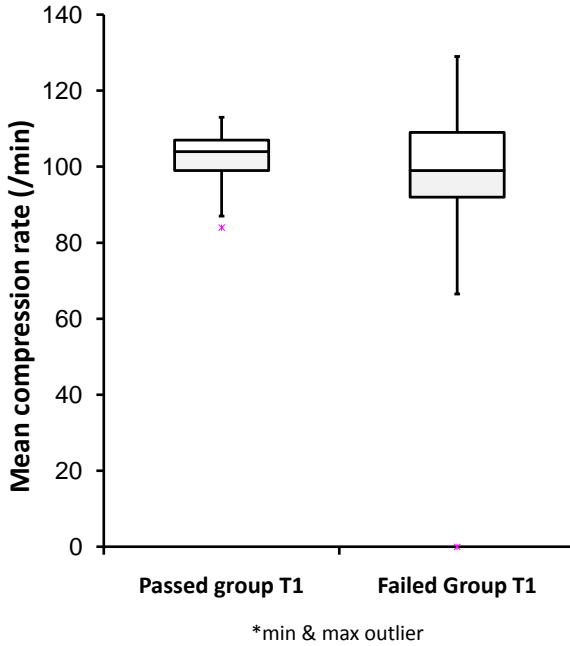


Fig 6: Mean compression depth (mm) at T1 for passed and failed group. Data presented as median with interquartile ranges (box), minimum and maximum (whiskers)

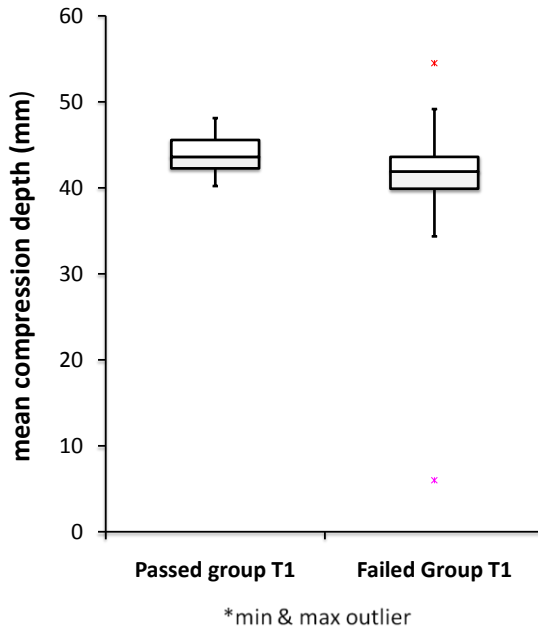
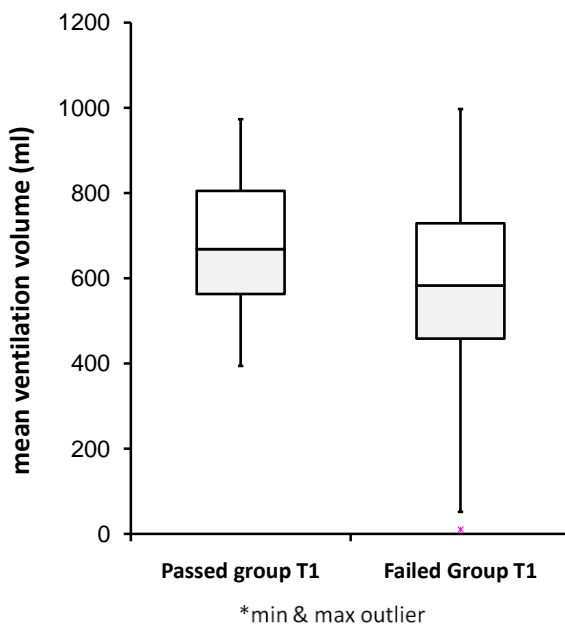


Fig 7: Mean ventilation volume (ml) at T1 for passed and failed group. Data presented as median with interquartile ranges (box), minimum and maximum (whiskers)



Analysis of performance of nurses in the fail group showed that 11 nurses performed the combined CPR exercise only once. Eighteen of the 38 nurses did not manage to obtain mean values within the predefined limits for CPR skills: thirteen nurses had problems with compressions, two nurses with ventilations and three nurses with the combination of ventilations and compressions. Although another 20 of these 38 nurses achieved mean results within the targets for compression rate, compression depth and ventilation volume, they failed to consistently perform adequate compressions (n=3), ventilations (n=3) or both (n=9). Of the remaining five nurses, the hands-off time exceeded the

upper limit in two nurses and three nurses did not pass due to a combination of multiple factors.

The reason for failure in the combined CPR exercise was in 60% the same as in the ventilation and/or compression exercise. In the compression exercise compressions of insufficient depth were associated with wrong hand position in 10% of cases.

There were significantly less participants in the fail group who passed the compression and ventilation exercise as compared to the pass group (Table 2).

Three nurses followed an additional SL session. For only one nurse this resulted in a pass score.

Retention results (T2 and T3 analysis)

Participants were retested at T2 after 20 (11-27) days and at T3 after 212 (209-222) days. Results within and between the pass and fail group at T1, T2 and T3 are reported in Table 3. Only two participants had a score >70 % at one month. At seven months no participant attained a pass score. A pass score at T1 was a weak predictor of good compression and ventilation skills at T2 and T3 (Table 4). After one and seven months the results for the nurses in the T1 pass group were no longer significantly better than the results of nurses in the T1 fail group. At T2 there was no decay in compression rate, compression depth or ventilation volume for the fail group. For the pass group the compression depth was less than at T1 ($P \leq 0.001$). At T3 there was a decay for compression depth in both groups (pass group $P \leq 0.001$, fail group $P = 0.004$).

Table 3: Results of best means in CPR exercise at training (T1), after 1 month (T2) and after 7 months (T3)

	Group comparison T1-T2			Group comparison T1-T3		
	Passed n= 35	Failed n= 19	P-values between groups	Passed n= 27	Failed n= 18	P-values between groups
	T1 results			T1 results		
Mean compression rate (/min)	104 (97-108)	101 (99-109)	0.913	106 (99-107)	95 (90-100)	0.002
Mean compression depth (mm)	43 (42-45)	43 (42-45)	0.842	45 (43-46)	42 (42-45)	0.009
Mean ventilation volume (ml)	645 (527-795)	622 (538-672)	0.631	728 (562-843)	560 (515-640)	0.010

	T2 results			T3 results		
Mean compression rate (/min)	107 (96-112)	102 (91-109)	0.113	100 (87-111)	85 (69-107)	0.052
Mean compression depth (mm)	38 (35-42)	42 (34.0-45)	0.486	34 (27.-42)	37 (34-44)	0.157
Mean ventilation volume (ml)	703 (558-986)	707 (582-939)	0.221	827 (433-1080)	778 (534-1016)	0.728
Passed combined CPR exercise	2	0		0	0	
	P-values within groups			P-values within groups		
Mean compression rate	0.153	0.375		0.228	0.248	
Mean compression depth	≤0.001	0.355		≤0.001	0.004	
Mean ventilation volume	0.550	0.064		0.199	0.078	

Table 4: Predictive value of compression frequency, compression depth and mean ventilation volume during training.

	Positive predictive value at 1 month	Positive predictive value at 7 months
Good mean compression rate	72%	39%
Good mean compression depth	54%	30%
Good mean ventilation volume	67%	53%

E. DISCUSSION

In this study a SL station based on the RA Skills Station was used for retraining of nurses in BLS. The majority of nurses passed the SL station successfully. However, a significant number failed and retention after one and seven months was poor. These results are no surprise: previous studies have reported similar outcomes after traditional training (Einspruch, Lynch, Aufderheide, Nichol & Becker, 2007; Woolard et al., 2004). It is probably unrealistic to assume that a single training method will achieve a pass score in all learners. It may therefore be better to consider training outcomes from an individual and longitudinal learning perspective, than from the perspective of a pass/fail test.

The most likely explanation for the high number of failed nurses seems to be a lack of motivation to continue until a pass score was obtained. Indeed, Table 2 shows that the total duration and the number of exercises for compression, ventilation and combined CPR was not significantly different for individuals who passed or failed, and that many nurses failing the combined CPR exercise had also failed the compression and/or ventilation exercise. Likewise, only three nurses followed an additional SL session. In this respect, it should be stressed that the nurses knew that the pass-fail results had no effect on recertification or their professional evaluation. An alternative hypothesis for the high number of failed participants is the six years age difference between passed and failed nurses (i.e. 39 versus 45 years). Verplancke, De Paepe, Calle, De Regge, Van Maele & Monsieurs (2008) found that age of the rescuer was not a determinant of the quality of CPR when nurses were tested on manikins. In contrast, other studies showed an effect of age on motivation, learning abilities and post-training efficiency (Dabaj, 2009; Logie, Maylor, Della Sala & Smith, 2004; Sales & Cannon-Bowers, 2001; Sim, Jo & Song, 2010). A review by Kim (2008) concluded that older adults are slower and less confident in their computer knowledge and make more errors than younger adults. Therefore age-dependent performance may have been related to the specific condition of computer-based training.

As to the poor retention results in nurses who passed the SL test at T1, one could first of all point at the training-related test condition with enabled corrective voice feedback. This implies that participants could pass simply by reacting accurately to the voice prompts. One may then assume that particularly in this subgroup of participants retention is poor. Unfortunately, the number and type of corrections were not registered in our study. Therefore, we are not able to recognise to what extent the nurses needed corrective feedback to pass the T1 test. One may also raise questions about the strategy for corrective feedback, especially with regard to compression depth (i.e. the parameter with the poorest retention results). As delivery of chest compression is physically demanding and the lower feedback limit was set at 38 mm, one may assume that the trainees were conditioned to perform chest compressions at the lower end of the recommended range of 38 to 50 mm, all the more since corrective feedback was also given above 50 mm. One could then hypothesize that during the retention test fear to exceed 50 mm combined with fatigue (or even indolence in poorly motivated participants) led to poor results.

Based on our results and literature data some modifications to our RA Skills Station training approach should be considered.

We have added video clips with demonstrations of correct BLS techniques to the RA Skills Station. The use of these video clips is supported by theoretical and empirical evidence of using multimedia when training complex skills (Mayer, 2001) Video-based instructions foster the cognitive processing capacities of learners by building both on auditory and visual stimuli (Paivio, 1990), and by reducing cognitive load (Sweller, 1994; Sweller, 2005). There is consistent empirical evidence supporting the application of this multimedia principle (Mayer & Moreno, 1998; Mayer & Moreno, 2003). In the context of CPR training, video-use has recently been proven to be effective (Delasobera et al., 2010; Nishiyama, 2009). But multimedia research also suggests that video-use can be optimized by controlling for temporal contiguity that helps to assure that the model behaviour is more accurately processed by trainees (Mayer et al., 1998). Future

studies could consider improvement of the video instruction component of the SL station.

Second, we should have motivated participants specifically to pass both the T1 test and the unannounced retention test, e.g. by the obligation to take additional lessons after a failed test, by a negative professional evaluation after repetitive failed tests or by (financial) incentives. The latter is in line with training guidelines following a contingency contracting approach (Gage & Berliner, 1984). This issue is supported by a meta-analytical path analysis of training motivation by Colquitt, Lepine & Noe (2002) who claim that besides cognitive ability there is a positive relationship between motivation to learn and learning outcomes. Sales et al. (2001) supported this in a review of training research literature by stating that motivation has an effect on skill acquisition, retention and willingness. Third, participants should perform compression and ventilation exercises until proficiency before continuing to the combined CPR exercise. This is supported by Buekers et al. (1992) who claimed that repetition and corrective feedback are the two most important parameters in the learning process that can be manipulated, and that learning can only occur when participants can build on previous experiments. Driskell, Willis & Copper (1992) found that over-learning produced a significant effect on retention of moderate overall magnitude. There is also evidence as well in traditional BLS training as in a voice-assisted manikin system that deliberate overtraining results in better skill retention (Wik et al., 2002; Tweed, Wilson & Isfeld, 1980).

Fourth, the training-related test should be performed without corrective feedback. It seems indeed reasonable to assume that the positive predictive value for good retention will be higher for a passed test without corrective feedback. Finally, the cut-off values for corrective feedback should be chosen in order to obtain the best possible retention results (and not just the values mentioned in the guidelines). Applying this principle to compression depth and bearing in mind that fatigue and fear for pushing too hard are important factors, one could propose 45-55 mm. As our retention results at seven months also show trends

toward too slow compression rates and too high ventilation volumes, one could program 100-120 min^{-1} for compression rate (instead of 90-115 min^{-1}) and 400-800 ml for ventilation volume (instead of 400-1000 ml).

Our study has limitations. First, the study took place in a simulated setting and the observations might differ from performances in real situations. Second, results obtained in a training program for a particular subgroup of nurses may not be applicable to other groups, e.g. laypersons for whom CPR training is a self-imposed task or medical students for whom passing the SL test is part of their curriculum. Third, the results depend strongly on the pre-set pass-fail criteria. On the one hand we were demanding as for each 30:2 cycle a 70% pass score was required. On the other hand, we accepted compression depth as low as 38 mm, ventilation volumes ranging from 400 to 1000 ml, compression:ventilation ratio 27-35:1-4 and we did not analyse ventilation rate.

F. CONCLUSION

While the majority of nurses passed the SL station successfully, in a significant number of nurses this training approach was insufficient to achieve proficiency and the overall retention data were poor. Performance may be improved by optimising the video modelling, modifying participants' motivation, the sequence of exercises, the cut off values for the corrective feedback and the training-related test procedure.

G. CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The study was supported by Laerdal, who provided the Skillmeter RA torso, the RA Skills Station software and the pocket masks during the study.

3. VALIDERING VAN HET ZELFLEERSTATION

Om het zelfleerstation te valideren werd aan zeven gecertificeerde European Resuscitation Council BLS instructeurs gevraagd om een oefensessie te volgen in het zelfleerstation. Om de moeilijkheidsgraad van slagen nog iets te verhogen werd er voor de instructeurs geen toegang tot de voorbereidende video's voorzien.

De resultaten in tabel 5 tonen aan dat alle instructeurs slaagden in de gecombineerde CPR oefening.

Tabel 5: Resultaat en aantal compressie-, ventilatie- en gecombineerde CPR oefeningen van de ERC instructeurs

Instructeurs	Compressie-oefening		Ventilatie-oefening		Gecombineerde CPR oefening	
	Aantal sessies	Resultaat (%)	Aantal sessies	Resultaat (%)	Aantal sessies	Resultaat (%)
1	1	79	1	91	1	100
2	1	94	1	91	1	100
3	1	70	1	100	1	100
4	0		0		4	0/45/ 22/100
5	1	48	1	100	2	42/100
6	3	11/13/28	1	100	1	100
7	0		0		4	45/100/ 100/100

De oefentijd van de instructeurs was significant korter dan bij de geslaagde groep voor de compressieoefening $P=0.006$, de ventilatieoefening $P=0.002$, en de gecombineerde CPR oefening $P\leq 0.001$. De compressiefrequentie, compressiediepte en

ventilatievolume van trainers in de CPR oefening toonden geen verschil met de geslaagde groep.

De resultaten van de trainers tonen aan dat personen die regelmatig de reanimatietechnieken inoefenen en demonstreren in een gesimuleerde setting kunnen slagen in een minimum van tijd in het zelfleerstation. Het niet slagen van deze groep zou aangetoond hebben dat de instellingen of de methode van aanleren in het zelfleerstation te moeilijk was.

4. DISCUSSIE

Voor de permanente vorming van het verpleegkundig personeel wordt elk ziekenhuis vanuit de algemene ziekenhuiskenningsnormen verplicht een bijscholingsstrategie te bepalen, waarbij een bijscholingsprogramma voorzien is dat toegankelijk is voor elke verpleegkundige. In het Universitair Ziekenhuis Gent verschijnt twee maal per jaar een vormingsbrochure met een divers en uitgebreid vormingsaanbod. Ook in het UZ Leuven is de permanente ontwikkeling van medewerkers een uitgesproken doelstelling van het personeelsbeleid.

Eén van de vormen voorzien in een ziekenhuis is de reanimatietraining. Een rondvraag bij ziekenhuizen in 2005 toonde een sterke diversiteit in de manier waarop de reanimatielessen gegeven worden. In het Universitair Ziekenhuis Leuven, (1897 bedden) bestaat de doelgroep uit verpleegkundigen, de duur van de lessen en het aantal cursisten zijn afhankelijk van dienst. Door het toewijzen van trainers op de dienst werkt men gedecentraliseerd. Het Universitair Ziekenhuis St. Luc (949 bedden) heeft dezelfde doelgroep. De lessen worden gegeven aan groepen van 15 verpleegkundigen per lesgever en duren 75 minuten. Het is een vrijblijvende vorming waardoor de opkomst laag is. Het Algemeen Ziekenhuis Maria Middelaars Gent (404 bedden) traint in kleine groepjes (3 tot 4 deelnemers) op jaarlijkse basis. Het Algemeen Ziekenhuis Salvator Hasselt (320 bedden) voorziet een opleiding van 1 uur aan de verpleegkundigen per 6 tot 12 maanden. Per groep van 6 tot 8 verpleegkundigen zijn er 2 lesgevers. Er is echter een lage bereikbaarheid naar alle verpleegkundigen. Het Algemeen Ziekenhuis St-Jan Brugge (650 bedden) traint in grotere groepen van 20 tot 30 verpleegkundigen met twee lesgevers per les. Er wordt een langere opleiding voorzien van 3u30 per 5 jaar, afgewisseld met kortere opleidingen per twee jaar. Het Algemeen Ziekenhuis St. Vincentius Antwerpen (418 bedden) leidt de verpleegkundigen op in kleine groepen van 8 en voorzien hiervoor 2 uur met 4 instructeurs. Deze opleiding is verplicht maar er is onvoldoende toezicht. Deze gegevens illustreren dat

reanimatietraining in ziekenhuizen veel aandacht krijgt, maar ook dat de duur, de frequentie en de inzet van lesgevers erg verschilt tussen ziekenhuizen. Het optimaliseren van het zelfleerstation kan een gerichte strategische oplossing bieden om de kwaliteit van reanimeren door verpleegkundige en medisch personeel te verhogen. Een optimale training- en retentietijd zou hier in de toekomst aan gekoppeld kunnen worden wat kostenbesparend en efficiëntieverhogend werkt.

In deze studie werd het zelfleerstation gebruikt om de verpleegkundigen te hertrainen. De belangrijkste resultaten toonden aan dat ondanks feedback slechts 70% van de geteste deelnemers slaagt in het zelfleerstation en slechte retentie-resultaten behaalt op één en zeven maanden.

Het lage slaagpercentage kan te wijten zijn aan de motivatie van de verpleegkundigen. De verpleegkundigen lijken weinig gemotiveerd om te oefenen. Dit wordt aangetoond door de korte oefentijd die besteed werd aan de afzonderlijke handelingen in het zelfleerstation en het minder slagen in de voorbereidende oefening van de niet-geslaagde groep dan in de geslaagde groep. Motivatie is nochtans een belangrijke factor voor de leerresultaten. Colquitt et al. (2000) toonden aan dat behalve de cognitieve vaardigheden er een positieve relatie is tussen motivatie en leerresultaten. Volgens Sales et al. (2006) heeft motivatie een effect op verwerven van vaardigheden, retentie en op de bereidheid om te leren. De organisatie heeft er belang bij de medewerkers voor de vorming te motiveren. Dit zou kunnen aan de hand van certificering, incentives, benadrukken hoe de kwaliteit van reanimeren kan verhoogd worden door de werknemer, doorgroeimogelijkheden, etc. verbonden aan het slagen na de training. Aanvullend zouden verpleegkundigen minstens gestimuleerd of verplicht moeten worden te slagen in de voorbereidende oefeningen vooraleer de CPR oefening te kunnen starten.

Een aanvullende hypothese kan zijn dat het voor oudere deelnemers moeilijker is om te slagen. In het zelfleerstation was er een leeftijdsverschil van zes jaar tussen beide groepen. Het literatuurreview van Kim (2008) en de studie van Chaffin &

Harlow (2005) tonen aan dat oudere volwassenen trager leren, minder zelfvertrouwen hebben en meer fouten maken met betrekking tot computers en andere technologie dan jonge volwassenen. Oudere leeftijd kan ook een negatief effect hebben op motivatie, leermogelijkheden en posttraining efficiëntie (Dabaj, 2009; Hostler et al., 2005; Logie et al., 2004; Sales et al., 2001; Sim et al., 2010). Anderzijds vond Verplancke et al. (2008) dat leeftijd geen beïnvloedende factor was op de kwaliteit van reanimeren.

De slaag/faal score in het zelfleerstation voorspelt niet de kwaliteit van CPR na 1 en 7 maanden. Er was vooral een groot verval van diepte bij hartmassage. Ook vorige studies tonen dat er een groot retentieverval is na training (Gass et al., 1983; Weaver et al., 1979; Wilson et al., 1983). Repetitief trainen en het gebruik van CPR hulpmiddelen zouden een oplossing kunnen zijn. Een minimum aantal sessies blijkt noodzakelijk voor het bereiken van een vaardigheidsniveau bij medische procedures in de anesthesie (Konrad, Schüpfer, Wietlisbach & Gerber, 1998). Driskell et al. (1992) stelden vast dat “over”leren een significant effect heeft op de retentie. Ook in het traditionele BLS onderwijs en VAM systemen wordt er gesuggereerd dat overtraining resulteert in betere vaardigheden op retentie (Tweed et al., 1980; Wik et al., 2005). Overtraining lijkt in de meeste ziekenhuizen niet haalbaar. Maar door het gebruik van het zelfleerstation is er meer flexibiliteit mogelijk en relatief minder oefentijd (in vergelijking met de traditionele les) nodig. Hierdoor kan men de verpleegkundige vaker laten oefenen met dezelfde totale tijdsinvestering.

Als noot is het wel belangrijk te stellen dat de testscore van de deelnemers op het einde van de oefening steeds gebeurde met correctieve feedback in het zelfleerstation. Het slagen kan daardoor gerelateerd zijn aan het goed opvolgen van de feedback. Dit kan deels verklaren waarom de retentieresultaten niet goed meer waren op 1 en 7 maanden, daar werd de test immers afgenomen zonder feedback. Ook het scherp instellen van de alarmgrenzen kan een invloed hebben. De compressiediepte toonde het grootste retentieverval, met meer oppervlakkige

compressies na 1 en 7 maanden. Het scherp instellen van de diepte op 50 mm brengt met zich mee dat er bij compressiediepte van meer dan 50 mm ook een correctieve feedback om minder diep te masseren gegeven werd. Samen met de vermoeidheid kon dit in de hertest leiden tot minder diepe compressies. Het aanpassen van de grenzen voor het geven van de feedback zou dit kunnen voorkomen. Men kan zelfs opteren om de grenzen ruimer in te stellen (vb: compressiediepte bij hartmassage op 45 tot 55 mm) of smaller in te stellen (vb: ventilatievolume 400 tot 800ml) aan de hand van de verkregen resultaten en het retentieverval.

Het zou interessant zijn om in toekomstige versies van het zelfleerstation de mogelijkheid te voorzien om de prestatie van het individu te bewaren. Daarop kan de cursist dan verder bouwen bij de volgende oefensessie. Dit wordt ondersteund door Buekers et al. (1992) die stelt dat herhaling en correcte feedback de twee belangrijkste manipuleerbare parameters zijn in het leerproces. Leren kan enkel gebeuren als de deelnemers op hun vorige ervaring kunnen verder bouwen.

5. BESLUIT

De vrije manier van trainen in het zelfleerstation toonde aan dat dit niet voldoende is om goede resultaten te behalen. Verder onderzoek en aanpassingen aan het zelfleerstation zijn zeker nodig.

Potentiële strategieën zijn:

- Slagen in de voorbereidende ventilatie en compressie-oefening vooraleer men kan starten met de gecombineerde CPR-oefening.
- Minimum van oefentijd opleggen in het zelfleerstation. Extra stimulatie voor niet-geslaagde deelnemers.
- Testen na training zonder feedback.
- Anders instellen van grenzen:
 - o hartmassage 45-55mm (in plaats van 38-50mm)
 - o compressiefrequentie 100 tot 120/min (in plaats van 90 tot 115/min)
 - o ventilatievolume 400 tot 800 ml (in plaats van 400 tot 1000 ml).
- Overtraining van reanimatievaardigheden
- Gedetailleerd leerplan en intervaltijd aangepast aan elk individu.
- Verpleegkundigen zouden moeten gemotiveerd worden om te trainen tot een goed competentieniveau.

6. VOORSTEL VOOR VERDER ONDERZOEK

A. PORTFOLIO

De portfolio heeft als taak de prestaties van de gebruiker te memoriseren en ervoor te zorgen dat bij de volgende oefening de gebruiker aangepaste scenario's aangeboden krijgt gebaseerd op de laatste prestaties. Een voorbeeld zou kunnen zijn dat het zelfleerstation vraagt om met het ventilatiescenario te beginnen omdat de gebruiker bij de vorige sessie daar problemen mee had. De portfolio kan ook gebruikt worden om het meest geschikte opleidingstraject voor de individuele gebruiker uit te tekenen. Een gebruiker die vlug bepaalde doelstellingen haalt zou kunnen gevraagd worden om na een langer interval terug te keren dan gebruikers die één of meerdere keren de doelstellingen niet bereikten.

Het ter beschikking hebben van een centraal opgeslagen 'portfolio', maakt het werken met verschillende werkstations mogelijk. Het maakt dat een reanimatiepop enkel via een computer dient aangesloten te worden op het internet, waardoor een opleiding niet langer gekoppeld wordt aan een specifieke locatie.

Als deel van het portfolio, zouden de e-learning strategieën rond het zelfleerstation moeten bestudeerd worden (voorbereiding van de deelnemers voor het zelfleerstation, testen, consolidatie en kennisuitbreiding). Het effect van deze benadering bij het leren is momenteel onbekend.

B. ADAPTIVENESS

Adaptiveness gaat over hoe de real-time handelingen tijdens de training het niveau van bekwaamheid kunnen verbeteren. Met andere woorden hoe het systeem zich kan aanpassen aan de prestaties van de cursist. De aanpassing wordt geleid door het bewaken van de vooruitgang tijdens de oefening. Dat kan het tonen van video/animatie van correcte procedures inhouden wanneer vereist. Het systeem kan dan ook detecteren wanneer de

deelnemer bepaalde oefeningen moet herhalen of kan verder gaan naar de volgende oefening. In de toekomst kan men ook overwegen dat het zelfleerstation essentiële tekens (hartfrequentie en ademhalingsfrequentie) van de deelnemer meet, die fysieke spanning of vermoeidheid ontdekt. Dit zou kunnen gebeuren met een saturatiemeter die het hartritme meet of door een hartslagmeter zoals in de Wii (Nintendo). Zo kan het systeem aanbevelen bij vermoeidheid over te schakelen naar een andere minder vermoeiend gedeelte van de training en zo de korte opleidingstijd optimaal benutten.

C. OVERTRAINING

Onderzoek naar overtraining van de reanimatievaardigheden toonde reeds aan dat dit leidt tot een betere basiscompetentie en betere retentie (Wik et al., 2005; Tweed et al., 1980). Aansluitend onderzoek naar de hoeveelheid overtraining die noodzakelijk is om een optimale competentie en retentie te verkrijgen ontbreekt echter nog. Met deze kennis wordt het dan mogelijk een persoonlijk leerpad vast te leggen aan de hand van de initiële vaardigheden van een individu. Driskell et al. (1992) suggereerde dat overtraining vooral zijn belang heeft bij cognitieve vaardigheden maar ook een meerwaarde heeft bij fysieke vaardigheden. Verdere studie in het reanimatieonderwijs naar overtraining, mate van overtraining en effect hiervan kan aantonen of dit de reanimatiecompetenties verhoogt op langere termijn.

D. HULPMIDDELEN

Uit studies blijkt dat de reanimatievaardigheden heel vlug vervallen. Hulpmiddelen die de prestaties kunnen verbeteren zouden meer moeten geïntegreerd worden in de werkomgeving, en dus ook in opleiding. Grote gerandomiseerde klinische studies met het gebruik van reeds genoemde hulpmiddelen zouden hier duidelijkheid in kunnen scheppen.

LITERATUURLIJST

- Abella, B. S., Alvarado, J. P., Myklebust, H., Edelson, D. P., Barry, A., O'Hearn, N., et al. (2005). Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA*, *293*(3), 305-310.
- Abella, B.S., Kim, S., Colombus, A., Shea, C.L., & Becker, L.B. (2007). Untrained Volunteers Perform High Quality CPR When using an Automatic External Defibrillator with a CPR Voice Prompting Algorithm. *Circulation*, *116*(II), 437.
- Baddeley, A. D., & Longman, J. A. (1978). The influence of length and frequency of training session on the rate of learning to type. *Ergonomics*, *21*(8), 9.
- Baskett, P. J. F., Nolan, J. P., Handley, A., Soar, J., Biarent, D., & Richmond, S. (2005). European Resuscitation Council Guidelines for resuscitation 2005. Section 9 Principles of training in resuscitation. *Resuscitation*, *67*(S1), 181-189.
- Beckers, S. K., Skorning, M. H., Fries, M., Bickenbach, J., Beuerlein, S., Derwall, M., et al. (2007). CPREzy improves performance of external chest compressions in simulated cardiac arrest. *Resuscitation*, *72*(1), 100-107.
- Berden, H., Willems, F. F, Hendrick, J., Pijls, N., & Knape, J. (1993). How frequently should cardiopulmonary resuscitation training be repeated to maintain adequate skills? *BMJ*, *306*, 1576- 1577
- Boyle, A. J., Wilson, A. M., Connelly, K., McGuigan, L., Wilson, J., & Whitbourn, R. (2002). Improvement in timing and effectiveness of external cardiac compressions with a new non-invasive device: the CPR-Ezy. *Resuscitation*, *54*(1), 63-67.
- Brennan, R. T., & Braslow, A. (1995). Skill mastery in cardiopulmonary resuscitation training classes. *Am J Emerg Med*, *13*(5): 505-508.
- Buekers, M. J., Magill, R. A., & Hall, K. G. (1992). The effect of erroneous knowledge of results on skill acquisition when

- augmented feedback is redundant. *Q J Exp Psychol*, 44(A), 105-117.
- Chaffin, A. J., & Harlow, S. D. (2005). Cognitive learning applied to older adult learners and technology. *Educ Gerontol*, 31(4), 301-329.
- Claus, I., Calle, P. A., & Monsieurs, K. G. (2009). Improved chest compression quality by untrained individuals guided by voice prompts. *Prehosp Emerg Care*, 13 (131). Poster presented at the 2009 NAEMSP Scientific Assembly, Jacksonville, Florida, January 22-24, 2009.
- Colquitt, J. A., Lepine, J., & Noe, R. A. (2002). Toward an integrative theory of training motivation: a meta-analytic path analysis of 20 years of research. *J Appl Psychol*, 85(5), 678-707.
- Dabaj, F. (2009). The role of gender and age on students' perceptions towards online education. Case study: Sakarya University, Vocational High School. *TOJET* 8(2).
- Delasobera, B. E., Goodwin, T. L., Strehlow, M., Gilbert, G., D'Souza, P., Alok, A., et al. (2010). Evaluating the efficacy of simulators and multimedia for refreshing ACLS skills in India. *Resuscitation* 81(2), 217-223.
- De Regge, M., Calle, P. A., De Paepe, P., & Monsieurs, K. G. (2008). Basic life support refresher training of nurses: Individual training and group training are equally effective. *Resuscitation*, 79(2), 283-287.
- de Vries, W., & Handley, A. J. (2007). A web-based micro-simulation program for self-learning BLS skills and the use of an AED. Can laypeople train themselves without a manikin? *Resuscitation*, 75(3), 491-498.
- Driskell, J. E., Willis, R. P., & Copper, C. (1992). Effect of overlearning on retention. *J appl Psychol*, 77(5): 615-622.
- Einspruch, E. L., Lynch, B., Aufderheide, T. P., Nichol, G., & Becker, L. (2007). Retention of CPR skills learned in a traditional AHA Heartsaver course versus 30-min video

- self-training: A controlled randomized study. *Resuscitation*, 74(3), 476-486.
- Elding, C., Baskett, P., & Hughes, A. (1998). The study of the effectiveness of chest compressions using the CPR-plus. *Resuscitation*, 36(3), 169-173.
- Finn, J. C., & Jacobs, I. G. (2003). Cardiac arrest resuscitation policies and practises: a survey of Australian hospitals. *Med J Aust*, 179, 470-474.
- Gage, N. L., & Berliner, G. (1984). *Educational Psychology*. Boston-London, Houghton Mifflin Company-Palo Alto.
- Gallagher, E. J., Lombardi, G., & Gennis, P. (1995). Effectiveness of bystander cardiopulmonary resuscitation and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*, 274(24), 1922-1925.
- Gass, D. A., & Curry, L. (1983). Physicians' and nurses' retention of knowledge and skill after training in cardiopulmonary resuscitation. *Can Med Assoc J*, 128(5), 550-551.
- Grosman, A. (2010). Bouwen aan de toekomst. *HRM Magazine*, 2, 28-32.
- Hallstrom, A., Rea, T. D., Sayre, M. R., Christenson, J., Anton, A., R., Mosesso, V., N., et al. (2006). Manual Chest Compression vs Use of an Automated Chest Compression Device During Resuscitation Following Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA*, 295(22), 2620-2628.
- Hamilton, R. (2005). Nurses' knowledge and skill retention following cardiopulmonary resuscitation training: a review of the literature. *J Adv Nurs*, 51(3), 288-297.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analysis relating to Achievement*. Milton Park, Oxon: Routledge.
- Hostler, D., Wang, H., Parrish, K., Platt, T. E., & Guimond, G. (2005). The effect of a voice assist manikin (VAM) system on CPR quality among prehospital providers. *Prehosp Emerg Care*, 9(1), 53-60.

- Isbye, D. L., Hoiby, P., Rasmussen, M. B., Sommer, J., Lippert, F. K., Ringsted, C., et al. (2008). Voice advisory manikin versus instructor facilitated training in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*, *79*(1), 73-81.
- Kaye, W., Rallis, S. F., Mancini, M. E., Linhares, K. C., Angell, M. L., Donovan, D. S., et al. (1991). The problem of poor retention of cardiopulmonary-resuscitation skills may lie with the instructor, not the learner or the curriculum. *Resuscitation*, *21*(1), 67-87.
- Kim, Y. S. (2008). Reviewing and critiquing computer learning and usage among older adults. *Educ Gerontol*, *35*, 709-735.
- Konrad, C., Schüper, G., Wietlisbach, M., & Gerber, H. (1998). Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic Procedures? *Anesth Analg*, *86*, 635-639.
- Kramer-Johansen, J., Myklebust, H., Wik, L., Fellows, B., Svensson, L., Sorebo, H., et al. (2006). Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation*, *71*(3), 283-292.
- Logie, R. H., Maylor, E. A., Della Sala, S., & Smith, G. (2004). Working memory in event- and time-based prospective memory tasks: Effects of secondary demand and age. *Eur j of cog psychology*, *16*(3): 441-456.
- Machin, M. A. (2002). Creating, implementing, and managing effective training and development. *K. Kraiger*, 263-301.
- Madden, C. (2006). Undergraduate nursing students' acquisition and retention of CPR knowledge and skills. *Nurse Educ Today*, *26*(3), 218-227.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge, MA: University Press.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing

- systems in working memory. *J Educ Psychol*, 90(2), 312-320.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educ psychol*, 38(1), 43-52.
- Monsieurs, K. G., De Regge, M., Vogels, C., & Calle, P. A. (2005). Improved basic life support performance by ward nurses using the CAREvent Public Access Resuscitator (PAR) in a simulated setting. *Resuscitation*, 67(1), 45-50.
- Monsieurs, K. G., Vogels, C., Bossaert, L. L., Meert, P., Manganas, A., Tsiknakis, M., et al. (2004). Learning effect of a novel interactive basic life support CD: the JUST system. *Resuscitation*, 62(2), 159-165.
- Nishiyama C, Iwami T, Kawamura T, Ando M, Kajino K, Yonemoto N, et al. (2009). Effectiveness of simplified chest compression-only CPR training program with or without preparatory self-learning video: a randomized controlled trial. *Resuscitation*, 80(10): 1164-1168.
- Noordergraaf, G. J., Drinkwaard, B. W., van Berkomp, P. F., van Hemert, H. P., Venema, A., Scheffer, G. J., et al. (2006). The quality of chest compressions by trained personnel: the effect of feedback, via the CPREzy, in a randomized controlled trial using a manikin model. *Resuscitation*, 69(2), 241-252.
- Paivio, A. (1990). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford Psychology Series No. 11, Oxford: Clarendon Press.
- Parnell, M. M., & Larsen, P. D. (2007). Poor quality teaching in lay person CPR courses. *Resuscitation*, 73(2), 271-278.
- Perkins, G. D., Augre, C., Rogers, H., Allan, M., & Thickett, D. R. (2005). CPREzy: an evaluation during simulated cardiac arrest on a hospital bed. *Resuscitation*, 64(1), 103-108.
- Saks, A. M., & Belcourt, L. (2006). An investigation of training activities and transfer of training in organizations. *Hum Resour Manage*, 45, 629-648.

- Sales, E., & Cannon-Bowers, J. A. (2001). The science of training: a decade of progress. *Annu Rev Psychol*, *52*, 471-499.
- Semeraro, F., Signore, L., & Cerchiari, E. L. (2006). Retention of CPR performance in anaesthetists. *Resuscitation*, *68*(1), 101-108.
- Sim, M. S., Jo, I. J., & Song, H. G. (2010). Basic Life support education for non-medical hospital employees. *Emerg Med J* *26*, 327-330.
- Sutton, R. M., Donoghue, A., Myklebust, H., Srikantan, S., Byrne, A., Priest, M., et al. (2007). The voice advisory manikin (VAM): an innovative approach to pediatric lay provider basic life support skill education. *Resuscitation*, *75*(1), 161-168.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction*, *4*, 295-312.
- Sweller, J. (2005). *Implications of cognitive load theory for multimedia learning*. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 19-48). Cambridge: University Press.
- Tweed, W. A., Wilson, E., & Isfeld, B. (1980). Retention of cardiopulmonary resuscitation skills after initial overtraining. *Crit Care Med*, *8*(11), 651-653.
- Van Hoeyweghen, R. J., Bossaert, L. L., Mullie, A., Calle, P., Martens, P., Buylaert, W.A., et al. (1993). Quality and efficiency of bystander CPR. *Resuscitation*, *26*(1): 47-52.
- Verplancke, T., De Paepe, P., Calle, P. A., De Regge, M., Van Maele, G., & Monsieurs, K. G. (2008). Determinants of the quality of basic life support by hospital nurses. *Resuscitation*, *77*(1), 75-80.
- Weaver, F., Ramirez, A. G., Dorfman, S. B., & Raizner, A. E. (1979). Trainees' retention of cardiopulmonary resuscitation- how quickly they forget. *J Am Med Assoc*, *241*: 901-903.

- Wik, L., Kramer-Johansen, J., Myklebust, H., Sorebo, H., Svensson, L., Fellows, B., et al. (2005). Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*, *293*(3), 299-304.
- Wik, L., Myklebust, H., Auestad, B. H., & Steen, P. A. (2002). Retention of basic life support skills 6 months after training with an automated voice advisory manikin system without instructor involvement. *Resuscitation*, *52*(3), 273-279.
- Wik, L., Steen, P. A., & Bircher, N. G. (1994). Quality of bystander cardiopulmonary resuscitation influences outcome after prehospital cardiac arrest. *Resuscitation*, *28*(3), 195-203.
- Wik, L., Thowsen, J., Auestad, B. H., & Steen, P. A. (2001). An automated voice advisory manikin system for training in basic life support without an instructor. A novel approach to CPR training. *Resuscitation*, *50*, 167-172.
- Wilson, E., Brooks, B., & Tweed, W. A. (1983). CPR skills retention of lay basic rescuers. *Ann Emerg Med*, *12*, 482-484.
- Woollard, M., Whitfield, R., Smith, A., Colquhoun, M., Newcombe, R. G., Vetteer, N., et al. (2004). Skill acquisition and retention in automated external defibrillator (AED) use and CPR by lay responders: a prospective study. *Resuscitation*, *60*(1), 17-28.

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Percentage van patiënten die levend in het ziekenhuis zijn opgenomen na een hartstilstand, gegroepeerd volgens de compressiediepte.

Figuur 2: Correlatie van compressies/ventilaties voor training, na training met PM en na training met PAR.

Figuur 3: Het zelfleerstation in het Universitair Ziekenhuis Gent.

Figuur 4: Participant flow diagram.

Figuur 5: Mean compression rate (/min) at T1 for passed and failed group. Data presented as median with interquartile ranges (box), minimum and maximum (whiskers).

Figuur 6: Mean compression depth (mm) at T1 for passed and failed group. Data presented as median with interquartile ranges (box), minimum and maximum (whiskers).

Figuur 7: Mean ventilation volume (ml) at T1 for passed and failed group. Data presented as median with interquartile ranges (box), minimum and maximum (whiskers).

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Demographic data of the participants.

Tabel 2: Exercise duration and number of exercises, number of failures in compression exercise and ventilation exercise.

Tabel 3: Results of best means in CPR exercise at training (T1), after 1 month (T2) and after 7 months (T3).

Tabel 4: Predictive value of compression frequency, compression depth and mean ventilation volume during training.

Tabel 5: Resultaat en aantal compressie-, ventilatie- en gecombineerde CPR oefeningen van de ERC instructeurs.

LIJST VAN BIJLAGEN

Bijlage 1: Lijst van voice prompts in het zelfleerstation

Bijlage 2: Toestemmingsformulier deelname verpleegkundigen

Bijlage 3: Toestemmingsformulier deelname instructeurs

BIJLAGEN

Bijlage 1: Lijst van voice prompts in het zelfleerstation

Good
Great
That's Right
Very Good
Please Continue Doing Ventilations
Please Continue Doing Compressions
Please Continue Doing CPR

Ventilation Events

Give More Volume
Just A Little More Air
A Little More Air
More Air
A Little Less Air
Just A Little Less Air
Less Air
Give Less Air
Ventilate More Often
Breathe More Often
Ventilate Less Often
Breathe Less Often
Ventilate More Forcefully
Ventilate A Little Less Forcefully
Ventilate Less Forcefully
Please Let The Manikin Exhale Completely Before Starting The
Next Ventilation
Open Airway And Give Ventilations

Compression Events

Compress A Little Deeper
Use Your Full Body Weight
Compress Deeper
Don't Compress Quite So Deep

Don't Compress So Deep
Compress A Bit More Often
Compress A Little Faster
Compress More Often
Compress Faster
Don't Compress Quite So Fast
Compress A Little Slower
Don't Compress So Fast
Compress Slower
Release Pressure Between Compressions
Place Your Hands A Little Higher On The Chest
Place Your Hands A Little Lower On The Chest
Place Your Hands On The Centre Of The Chest
Press On The Chest Using Both Of Your Hands
Press On The Chest Using The Heel Of Your Hand

CPR Events

Compress Once
Compress 30 Times
Remember To Give 30 Compressions
Remember To Give Compressions
Start To Ventilate
Remember To Give 2 Ventilations
Change To Compressions
Just 2 Ventilations
Just Ventilate Twice

