

Simulering som opplæringsmetode i spesialistutdanning for leger - evaluering av effekt

Rapport fra Kunnskapssenteret nr 4-2009

Kunnskapsoppsummering



 kunnskapssenteret

Bakgrunn: Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten fikk i oppdrag fra Spesialitetsrådet, Den Norske Legeforening, å oppsummere forskning om effekt og kostnadseffektivitet av virtuell ferdighetstrening med modeller og ulike kategorier av simulatorer som brukes i spesialistopplæringen av leger. **Metode:** Vi søkte etter systematiske oversikter publisert før september 2008 i Cochrane library, Medline og EMBASE. Rapporten er avgrenset til systematiske oversikter med blandet studiedesign, men med overvekt av randomiserte kontrollerte studier. Deltagerne var leger og medisinerstudenter. Inkluderte tiltak omfattet virtuell trening av ferdigheter i ferdighetslaboratorier og ulike kategorier av simulatorer inkludert dyr, sammenliknet med ingen trening, trening på pasienter, eller en annen form for standard opplæring. To personer kvalitetsvurderte de systematiske oversiktene og hentet ut resultater uavhengig av hverandre. Vi brukte GRADE systemet for å vurdere kvaliteten av dokumentasjonen for de spesifiserte utfallsmål. **Resultat:** Vi fant 1386 unike titler i søket etter systematiske oversikter og 58 potensielt relevante referanser be-

(fortsetter på baksiden)

Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten
Postboks 7004, St. Olavs plass
N-0130 Oslo
(+47) 23 25 50 00
www.kunnskapssenteret.no
Rapport: ISBN 978-82-8121-8 ISSN 1890-1298

nr 4-2009

||| kunnskapssenteret

(fortsettelsen fra forsiden) stilt inn i fulltekst. Fem systematiske oversikter ble inkludert i oppsummeringen. I desember 2008, etter at arbeidet med denne rapporten var avsluttet, har Gurosamy et al. publisert sine resultater, og oversikten kom i januar 2009 i Cochrane Library. Rapporten bygger dermed på seks systematiske oversikter. Effekten av intervensjonene i alle studier var målt mot kontrollgruppen som fikk standard opplæring eller ingen trening. Vi har gruppert resultatene for spesifiserte utfall for hver intervensjonstype. **Konklusjon:** Virtuell trening av ferdigheter med modeller og simulatorer gitt i tillegg til standard opplæring kan bedre kirurgiske ferdigheter og øke generell kompetanse. Nytteverdien av virtuell ferdighetstrening med simulatorer og modeller er best dokumentert med hensyn til opplæring i tekniske og manuelle ferdigheter. Kirurgiske ferdigheter innøvd i ferdighetslaboratorium eller simulatortrening kan trolig overføres til klinisk praksis, men dokumentasjon er fortsatt begrenset og bør tolkes med forsiktighet.

Tittel	Simulering som opplæringsmetode i spesialistutdanning av leger - evaluering av effekt
Institusjon	Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten
Ansvarlig	Magne Nylenna, <i>fung. direktør</i>
Forfattere	Krystyna Hviding, <i>seniorrådgiver (prosjektleder)</i> , Astrid Austvoll-Dahlgren, Hilde H. Holte, Signe Flottorp (<i>forskningsleder</i>)
ISBN	978-82-8121-213-8
ISSN	1890-1298
Rapport	4
Prosjektnr	463
Rapporttype	Kunnskapsoppsummering
Antall sider	114
Oppdragsgiver	Spesialitetstrådet, Den norske legeforeningen ved Kristin Bjørnland
Sitering	Hviding K, Austvoll-Dahlgren A, Holte HH, Flottorp S. Simulering i spesialistutdanning av leger - evaluering av effekt og kostnadseffektivitet. Kunnskapsoppsummering. Rapport Nr 4-2009. Oslo. Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten, 2009

Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten fremskaffer og formidler kunnskap om effekt av metoder, virkemidler og tiltak og om kvalitet innen alle deler av helsetjenesten. Målet er å bidra til gode beslutninger slik at brukerne får best mulig helsetjenester. Senteret er formelt et forvaltningsorgan under Sosial- og helsedirektoratet, uten myndighetsfunksjoner. Kunnskapssenteret kan ikke instrueres i faglige spørsmål.

Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten
Oslo, mars 2009

1-side oppsummering

Virtuell trening i ferdighetslaboratorier gir muligheter for trening av praktiske ferdigheter ved hjelp av fysiske modeller eller ulike typer simulatorer, uten at virkelige pasienter er involvert. Virtuell trening kan utføres som enkeltprosedyre eller som fullskala simulering hvor man trener en realistisk situasjon i realistiske omgivelser, men uten virkelige pasienter. Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten fikk i oppdrag fra Spesialitetsrådet, Den Norske Legeforening, å oppsummere tilgjengelig forskning om effekt av virtuell ferdighetstrening med modeller eller ulike typer simulatorer som brukes i spesialistopplæringen av leger. Rapporten bygger på resultater fra seks systematiske oversikter publisert innen desember 2008. Samtlige oversikter omhandler trening av kirurgiske ferdigheter. Vi har ikke funnet systematiske oversikter fra andre medisinske fagfelt hvor virtuell trening av ferdigheter også er tatt i bruk, men antallet studier er økende. Oppsummert forskning viser følgende:

- Virtuell trening av ferdigheter med modeller og simulatorer gitt i tillegg til standard opplæring kan bedre kirurgiske ferdigheter og øke generell kompetanse.
- Nytteverdien av virtuell ferdighetstrening med simulatorer og modeller er best dokumentert med hensyn til opplæring i tekniske og manuelle ferdigheter.
- Kirurgiske ferdigheter innøvd i ferdighetslaboratorium eller simulatortrening kan trolig overføres til klinisk praksis, men dokumentasjon er fortsatt begrenset og bør tolkes med forsiktighet.
- Forskningen gir ikke grunnlag for konklusjon om hvilke typer virtuell trening som er mest effektive eller hvordan treningen best kan organiseres.
- Kvaliteten på tilgjengelig forskning er for lav til å avgjøre om virtuell trening av ferdigheter har effekt på pasientorienterte utfall slik som smerter, mortalitet, morbiditet eller tilfredshet.
- Nytteverdien av virtuell trening er fremdeles dårlig dokumentert med tanke på om denne treningen faktisk øker kvaliteten av helsetjenester og bedrer sikkerhet for pasienter.

Sammendrag

BAKGRUNN

Innføring av høyt teknologisk utstyr i medisinen medfører kontinuerlig behov for innlæring av nye ferdigheter og deretter trening for å vedlikeholde nødvendig kompetansenivå. Virtuell funksjonstrening i opplæring i medisinske fag gir muligheter for trening av manuelle tekniske ferdigheter (ferdighetslaboratorier) og ikke-tekniske ferdigheter som samarbeid i team uten bruk av virkelige pasienter. Virtuell funksjonstrening kan deles inn i flere ulike kategorier:

- fysiske syntetiske modeller med direkte visuell evaluering
- bokssimulatorer med og uten video- evaluering som muliggjør trening på organer ved bruk av syntetisk materiale som ligner humant vev
- komputerbaserte simulatorer (mikrosimulering) bestående av datamaskin med programvare og en styringskonsoll for å bevege instrumenter og utføre prosedyrer
- komputerbasert simulering (makrosimulering) anvender elektroniske mannekengdukker med svært avansert elektronisk utstyr, ofte koblet opp mot en operasjonsprosedyre og videoteknikk
- dyr (levende dyr under anestesi og dyrekadaver) eller organer eller vev fra døde mennesker

Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten fikk i oppdrag fra Spesialitetsrådet, Den Norske Legeforening, å oppsummere forskning om effekt og kostnadseffektivitet av virtuell ferdighetstrening med modeller og ulike kategorier av simulatorer som brukes i spesialistopplæringen av leger.

METODE

Vi søkte etter systematiske oversikter publisert før september 2008 i Cochrane library (CDSR, DARE, HTA, NHSEED), Medline og EMBASE. Rapporten er avgrenset til systematiske oversikter med blandet studiedesign, men med overvekt av randomiserte kontrollerte studier (>50 %). Deltagerne var leger og medisinerstudenter. Inkluderte tiltak omfattet virtuell trening av ferdigheter i ferdighetslaboratorier og ulike kategorier av simulatorer inkludert dyr, sammenliknet med ingen trening, trening på pasienter, eller en annen form for standard opplæring. Vi har registrert følgende

utfall: endring i ferdigheter, pasientrelaterte utfall, prosedyrerelaterte utfall, overførbarhet til klinikken og kostnader/ kostnadseffektivitet. To personer kvalitetsvurderte de systematiske oversiktene og hentet ut resultater uavhengig av hverandre. Vi brukte GRADE systemet for å vurdere kvaliteten av dokumentasjonen for de spesifiserte utfallsmål (10;11).

RESULTATER

Vi fant 1386 unike titler i søket etter systematiske oversikter og 58 potensielt relevante referanser bestilt inn i fulltekst. Åtte av disse oppfylte inklusjonskriteriene hvorav to kun var protokoller for pågående Cochrane oversikter (1-8), og en var en oppdatering av en tidligere rapport. I desember 2008, etter at arbeidet med denne rapporten var avsluttet, har Gurosoamy et al. publisert sine resultater, og oversikten kom i januar 2009 i Cochrane Library (9). Vi har bestemt oss for å ta med denne oversikten i rapporten. Rapporten bygger dermed på seks systematiske oversikter (3-9). Effekten av intervensjonene i alle studier var målt mot kontrollgruppen som fikk standard opplæring eller ingen trening. Vi har gruppert resultatene for spesifiserte utfall (endring i generell kompetanse og kirurgiske ferdigheter, kvalitet og sikkerhet og overførbarhet) for hver intervensjonstype.

- *Videobokstrening vs. ingen trening eller standard opplæring i laparoskopi*
Effekten av videobokstrening på kirurgiske ferdigheter målt som evne til å utføre predefinerte oppgaver eller generelt prestasjonsnivå viste ikke konsistente resultater. Over halvparten av studiene viste ikke signifikant forskjell mellom gruppen som fikk videobokstrening og kontrollgruppen, og bare en tredjedel studier viste signifikant bedre effekt enn ingen trening eller standard opplæring. Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene med hensyn på antall rapporterte prosedyrefeil eller prosedyretid. Vi vet ikke om de innlærte ferdighetene kan overføres til klinisk praksis.
- *Komputerbasert simulatortrening vs. ingen trening eller standard trening i laparoskopi, endoskopi, koloskopi og sigmoidoskopi*
Flertallet av studiene viste signifikant ferdighetsendring målt som evne til å utføre predefinerte oppgaver, generelt prestasjonsnivå, og som global scoring rate etter trening på computerbasert simulator enn i kontroll gruppen med ingen trening. I forhold til kirurger som har fått standard trening var forskjellen i effekt liten eller ikke signifikant. Evalueringer utført på simulator, levende dyr (gris), eller på pasienter har vist at denne kompetansen var overførbar til klinikken. Rapporterte resultater for prosedyrerelaterte utfall og pasientrelaterte utfall var ikke entydige og gir ikke grunnlag for konklusjon.
- *Komputerbasert simulatortrening vs. videobokstrening av generelle kirurgiske ferdigheter*
Resultatene var ikke entydige. Halvparten av studiene viste bedre opplæringseffekt i intervensjonsgruppen, mens den andre halvparten ikke viste signifikant forskjell. En studie viste bedre effekt i kontrollgruppen. Det var ikke tilstrekkelige data for å vurdere forskjeller i effekten av treningen på prosedyrerelaterte ut-

fall slik som tid, feil og skader. Ingen studier rapporterte om overføring av kompetanse til klinikken. Den identifiserte dokumentasjonen gir ikke grunnlag for konklusjon om komputerbasert simulatorentrening er bedre enn videobokstrening.

- *Trening med kirurgiske modeller vs. ingen trening/ standard trening kirurgiske teknikker*

Resultatene i intervensjonsgruppen var signifikant bedre i fire av seks studier. To studier viste overføring av de innlærte ferdigheter til klinikken ved utførelse av oppgaver på gris. De samme studiene viste kortere prosedyretid i intervensjonsgruppen i forhold til kontroll gruppen.

- *Komputerbasert simulatorentrening av team ved traumebehandling og hjerte-lungeredning*

Resultatene viste bedre generell utførelse av oppgaver, økt kunnskapsnivå og sikkerhet i intervensjonsgruppen enn i gruppen som fikk standard opplæring i to av til sammen tre studier.

DISKUSJON

God pasientsikkerhet er et mål for helsetjenesten og et krav fra samfunnet og dette styrker behov for forsvarlig trening av ferdigheter og mulighet for objektiv evaluering av legens ferdigheter. Denne rapporten bygger på seks identifiserte systematiske oversikter hvorav fem fokuserte på effekten av virtuell trening av kirurgiske ferdigheter og den siste omhandler faktorer som kan stimulere til bedre læringseffekt. De fleste oversiktene rapporterte effekt av ferdighetstrening med modeller eller simulatorer utviklet for trening av kirurgiske ferdigheter innen kikkhullskirurgi. Det betyr at den kunnskapen som er generert i rapporten ikke dekker alle områder i medisinen hvor det brukes virtuell trening av ferdigheter. Eksempler på slike felt er gynekologi, pediatri, obstetikk, traumebehandling eller hjerte-lungeredning. Vi har kun identifisert noen enkeltstudier. Vi har heller ikke funnet oppsummert forskning (systematiske oversikter) av effektstudier om trening slike ferdigheter som beslutningsferdigheter eller teamtrening. Avgrensningen til systematiske oversikter betyr også at resultater fra nyere enkeltstudier ikke er inkludert.

Mangel på objektive kriterier gjør det vanskelig å måle den nøyaktige læringseffekten ved simulering. Ferdighetsendring var i de fleste studiene vurdert ved bruk av simulator og ikke på pasienter. Dette gir en objektiv vurdering av ferdigheter og god indikasjon på ferdighetsendring på simulator, men viser ikke om læringen kan overføres til reelle kliniske situasjoner. Kvaliteten for tilgjengelig forskning var for lav til å avgjøre om virtuell trening påvirker pasientorienterte utfall slik som smerter og ubehag, mortalitet og morbiditet eller tilfredshet. Forskningen gir ikke grunnlag for konklusjon om hvilke typer virtuell trening som er mest effektive.

Det er sannsynlig at fremtidig forskning kommer til å endre på noen av konklusjonene. Oppsummeringen av den eksisterende forskningen viser at de fleste viktige spørsmål som har relevans for klinisk praksis ikke er studert.

KONKLUSJON

- Virtuell trening av ulike kirurgiske ferdigheter på modeller eller simulatorer i tillegg til standard opplæring kan sannsynligvis bedre kirurgiske ferdigheter og øke den generelle kompetansen hos den enkelte kirurg.
- Kirurgiske ferdigheter innøvd i ferdighetslaboratorium eller ved simulatorentrening kan trolig overføres til klinisk praksis, men dokumentasjon er fortsatt begrenset og bør tolkes med forsiktighet.
- Nytteverdien av virtuell ferdighetstrening med simulatorer er fremdeles dårlig dokumentert med tanke på om denne treningen faktisk øker kvaliteten av helse-tjenestene og bedrer sikkerheten for pasientene.
- Vi har ikke funnet oppsummert forskning om effekter av virtuell trening fra andre områder enn kirurgi.

Key messages

Virtual training of manual and practical skills in skills laboratories gives possibilities for training without the involvement of real patients by use of physical models, or different types of simulators. Virtual training can be used for development of component skills or as a full scale simulation to practice an entire procedure in a realistic environment, but without living patients. The National knowledge centre for the health services was given an assignment by the Spesialitetsrådet, The Norwegian Medical Association, to summarise available research on the effect of virtual training of skills by using models or different categories of simulators which are used in specialist training of physicians. The report is based on the results of six systematic reviews that were published within January 2008. All of the reviews deal with training of surgical skills. We have not identified any systematic reviews from other medical fields where virtual training has been used, despite growing number of primary studies. Summed up research shows:

- Virtual training of skills without the use of real patients, but with models and simulators, given in addition to standard training, may improve surgical skills and may increase general competence.
- Surgical skills practiced in skills laboratories or simulator training can probably be transferred to clinical practice, but documentation is still limited and the results should be interpreted with care.
- The research does not give grounds for conclusion about which type of virtual training is most effective or how training should best be organised.
- The quality of available research is too low to decide if virtual training of skills has an impact on patient oriented outcomes such as pain, mortality, morbidity or satisfaction.
- The impact of virtual training of skills with simulators and models is best documented with regard to training of certain technical and manual skills.
- The impact of virtual training is still poorly documented with regards to whether this training actually improves the quality of health services and improves patient security.

Executive summary

BACKGROUND

The introduction of highly technological equipment in medicine brings with it a need to train new skills, and following that, the need for training to maintain a necessary competence level. Virtual training in medical education opens possibilities for training of manual technical skills and non-technical skills like team-work without the use of real patients. Virtual skill training can be divided into several different categories:

- Physical synthetic models with direct visual evaluation
- Box-simulators with or without video evaluation make possible training of skills on organs using artificial organs made of different synthetic materials that imitate human tissue
- Computer based simulators composed of a computer with software and a control unit to move instruments and perform procedures (micro-simulation)
- Computer based simulation with electronic mannequins with highly sophisticated electronic equipment, often connected to an operating procedure and video technique (macro-simulation)
- Animals (live anaesthetised animals or animal cadavers) or organs and tissue from dead human beings

National knowledge centre for the health services was given an assignment by the Spesialitetsrådet, The Norwegian Medical Association, to summarise available research on the effect of virtual training of skills by using models or different categories of simulators which are used in specialist training of medical candidates.

METHODS

We searched for studies in Medline, EMBASE and Cochrane library (CDSR, DARE, HTA, NHSEED) published before September 2008. The search was limited to sys-

tematic reviews of studies with mixed study designs, but with a larger portion of randomised controlled studies (>50%). The participants were medical doctors and medical students. We included interventions such as training in skills laboratories and different categories of simulators including training on animals. We have registered the following outcomes: improvement in skills, patient-oriented outcomes, procedure-oriented outcomes, transferability to the clinic and costs/cost-efficiency. Two researchers evaluated the quality of the systematic reviews and retrieved the results independent of each other. We used the GRADE system to evaluate the quality of the evidence for the specified outcomes (10;11).

RESULTS

We identified 1386 unique titles in our search for systematic reviews and 58 potentially relevant references were ordered in full text. Eight of these fulfilled the inclusion criteria, of which two were protocols for ongoing Cochrane reviews (1;2), and one was an update of an earlier report. In Desember 2008 Gurusamy et al published their results (8) and the Cochrane review was published in January 2009 (9). We decided to add this review to the report because of its relevance. The report, therefore, builds on six systematic reviews all together (3;4;6;7;9; 12). The effect of the interventions in all the studies was measured against the control group which received standard training or no training.

We have grouped the results according to intervention and type of outcome.

- *Video box training vs. no training or standard training in laparoscopic surgery*
The studies on effect of video box training on surgical skills measured as the ability to execute predefined tasks or general accomplishment level gave inconsistent results. Over half of the studies showed no significant difference between the video box training group and the control group, and only a third of the studies showed significantly better effect than no training or standard training. There was no significant difference between the groups with regards to the number of reported procedure errors or procedure time. We do not know if the trained skills can be transferred to clinical practice.
- *Computer based simulator training vs. no training or standard training in laparoscopy, endoscopy, colonoscopy or sigmoidoscopy*
The majority of studies showed a significant change in skill measured as an ability to perform predefined tasks, general performance level, and as a global scoring rate after training with a computer based simulator compared to the control group with no training. Compared to surgeons with the standard training the difference in effect was small or not significant. Evaluations done on simulators,

live animals (pigs), or even on real patients have shown that this competence was transferable to the clinic. Reported results for procedure-related outcomes and patient-oriented outcomes were ambiguous, and do not provide grounds for a conclusion.

- *Computer based simulator training vs. video box training of general surgical skills*

The results were ambiguous. Half the studies showed a better training effect in the intervention group, while the other half showed no significant difference. One study showed better effect in the control group. There was insufficient data for an evaluation of differences in effect of training of procedure-related outcomes such as time, errors and injuries. None of the studies reported of transferability of the skills to the clinic. Identified documentation does not give grounds to conclude if computer based simulator training is better than video box training.

- *Training with surgical models vs. no training or standard training of surgical techniques*

The results in the intervention group were significantly better in four out of six studies. Two studies showed transferability of the trained skills to the clinic in execution of tasks on pigs. The same studies showed a shorter procedure-time in the intervention group compared to the control group.

- *Computer based simulator training of a team in trauma-treatment and Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS)*

Results showed better general performance of tasks, increased knowledge level and security in the intervention group compared to the group who had been given standard training in two of the three studies in total.

DISCUSSION

Good patient security is a goal for the health services and a demand from society, and this strengthens the need for safe training of skills in medical doctors in specialist clinical services. This report is based on six systematic reviews of which five of them focused on the effect of virtual training of surgical skills. This means that the generated knowledge does not cover all the areas of medicine where virtual training of skills is used. We have found no systematic reviews of studies on the effects of training of non-technical skills or team training. Examples of such fields are gynaecology, anaesthetics, trauma treatment or Advanced Cardiovascular Life Support.

The limits to systematic reviews also means that results from newer studies are not included. Most of the studies reported an effect of skill training using models or simulators developed for training for surgical skills in peep-hole surgery. There is a lack of summarised research on effects of virtual training in other medical fields, but the number of primary studies is growing rapidly.

There is also a need for an objective evaluation of skills. Changes in skills were in most studies evaluated using a simulator and not on patients. Such an objective evaluation of skills gives a good indication on skill change on a simulator, but does not show if these skills are transferable to the clinic. The quality of available research was too low to decide if virtual training influences patient-related outcomes such as pain and discomfort, mortality and morbidity or satisfaction. The research does not give grounds for conclusion about which type of virtual training is the most effective. Future research may alter some of the conclusions. A summary of the existing research shows that most of the important questions that are relevant for clinical practice are not studied.

CONCLUSION

- Virtual training of different surgical skills on models or simulators in addition to standard training can improve surgical skills and increase the general competence of the surgeon.
- Surgical skills trained in skills laboratories or simulator training can probably be transferred to clinical practice, but documentation is still limited and should be interpreted with care.
- The impact of virtual skill training on the quality of health services and patient security/safety is still poorly documented.
- We have found no summed up research on effects of virtual training in other fields besides surgery.

Norwegian Knowledge Centre for the Health Services summarizes and disseminates evidence concerning the effect of treatments, methods, and interventions in health services, in addition to monitoring health service quality. Our goal is to support good decision making in order to provide patients in Norway with the best possible care. The Centre is organized under The Directorate for Health and Social Affairs, but is

scientifically and professionally independent. The Centre has no authority to develop health policy or responsibility to implement policies.

Norwegian Knowledge Centre for the Health Services

PB 7004 St. Olavs plass

N-0130 Oslo, Norway

Telephone: +47 23 25 50 00

E-mail: post@kunnskapssenteret.no

Full report (pdf): www.kunnskapssenteret.no

Innhold

Bakgrunn	3
Metode	3
Resultater	4
Diskusjon	5
Konklusjon	6
KEY MESSAGES	7
Background	8
FORORD	16
PROBLEMSTILLING	17
INNLEDNING	18
Mandat	19
Virtuell trening – ulike kategorier	20
Ferdighetstrening generelt i medisinen	22
Ferdighetslaboratorier i kirurgi	23
Trening av kirurgiske ferdigheter	23
Evaluering av kirurgiske ferdigheter	23
Ikke kirurgiske simulatorer	24
Overføring av ferdigheter	26
METODE	28
Litteratursøk	28
Inklusjonskriterier	28
Eksklusjonskriterier	29
Artikkelutvelgelse	29
Kvalitetsvurdering av systematiske oversikter	30
Gradering av dokumentasjonen på tvers av oversiktene	31
Hvordan Funn er beskrevet?	32
RESULTAT	33
Kunnskapsgrunnlaget	33
Systematiske oversikter	33
Identifiserte bruksområder for ferdighetstrening	37
Opplæring av ferdigheter	37

Videobokstrening vs. standard trening/ ingen trening	38
Komputerbasert trening vs. ingen trening/standard trening	39
Komputerbasert trening vs. videobokstrening	42
Modell simulering (kirurgiske modeller)	44
Modell simulatortrening vs. pasient basert trening	45
Modell simulatortrening vs. dyrekadaver	45
Trening på dyrekadaver	46
Overføring av ferdigheter til klinisk praksis	46
Hva fremmer effekter av trening i ferdighetslaboratorier?	46
Kostnader og kostnadseffektivitet av simulator opplæring	47
Pågående Cochrane oversikter	47
Ekskluderte systematiske oversikter	48
Identifiserte enkeltstudier	48
DISKUSJON	49
Hovedfunn	49
Styrke ved rapporten	52
Begrensninger ved rapporten	52
Implikasjoner	53
KONKLUSJON	56
Behov for videre forskning	56
REFERANSER	58
VEDLEGG 1	65
Søkestrategi	65
VEDLEGG 2	71
VEDLEGG 3	73
Table of included systematic reviews	73
VEDLEGG 4	81
Table of excluded systematic reviews	81
VEDLEGG 5	82
Primary Studies included in systematic reviews summarized in the report	82
VEDLEGG 6	91
Primary studies identified in scoping search.	91
VEDLEGG 7	100
GRADE evidence profiles on video simulation- training	100
A: Video simulation vs. other/no training for laparoscopic skills.	
GRADE evidence profiles on computer simulator training	101

B: Computer simulator training vs. other/no training for laparoscopic skills.	
C: Computer simulator training vs. standard training / no training colonoscopy/ sigmoidoscopy skills	103
D: Computer simulator training vs. other/no training for endoscopic skills	105
E: Computer simulator training vs. other/no training for ACLS skills	106
F: Computer simulation vs. video simulation for laparoscopic skills	107
G. Computer simulator training vs. video simulation for general surgical skills	109
 GRADE evidence profiles on model simulator training	 110
H. Model simulator training for learning general surgical skills vs. standard training or no training	 110
 VEDLEGG 8	
 Ny systematisk oversikt publisert etter at rapporten var ferdig	 112

Forord

Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten fikk i oppdrag fra Spesialitetsrådet, Den Norske Legeforening, å oppsummere tilgjengelig forskning om effekt og kostnadseffektivitet av ferdighetstrening med ulike typer modeller eller simulatorer som brukes i spesialistopplæringen av leger. Denne kunnskapsoppsummeringen av relevant forskning skal danne dokumentasjonsgrunnlag for det videre arbeidet med kvalitetssikring av spesialistutdanning av leger i Norge.

Prosjektgruppen har bestått av:

- Prosjektleder: seniorrådgiver, Krystyna Hviding, Kunnskapssenteret
 - Prosjektmedarbeidere: forsker Astrid Austvoll-Dahlgren, seniorforsker Hilde Helene Holte, forskningsbibliotekar Karianne Hammerstrøm.
- Alle er ansatt ved Kunnskapssenteret.

Interne fagfelle var: avdelingsdirektør Anne Karin Lindahl og seniorforsker Trine Ranheim.

Ekstern fagfelle vurdering var utført av:

Carl Eivind Bjerkelund, seksjonsoverlege, Akuttdivisjon
Trond Buanes, avdelingsoverlege/ professor, Kreftkirurgisk divisjon

Vi takker eksterne fagfeller Carl Erik Bjerkelund og Trond Buanes for deres faglige innspill til rapporten.

Berit Mørland
Assisterende direktør

Signe Flottorp
Forskningsleder

Krystyna Hviding
*Seniorrådgiver,
prosjektleder*

Problemstilling

Denne utredningen skal besvare følgende spørsmål:

- Hva er effekter av ferdighetstrening på ulike typer modeller eller simulatorer som brukes i spesialistutdanningen av leger?
- Er disse ferdigheter overførbare til klinikken?
- Hva fremmer/ hemmer læring ved bruk av modeller eller simulatorer?

Effekten av tiltaket skal vurderes gjennom en systematisk oppsummering av identifisert forskning om bruk av simulering i opplæring i forhold til standard opplæring, ingen opplæring eller i forhold andre typer ferdighetslaboratorier og simulatorer.

Innledning

Innføring av høyteknologisk utstyr i medisinen medfører kontinuerlig behov for innlæring av nye ferdigheter og deretter trening for å opprettholde kompetansenivå som er nødvendig for å utføre avanserte prosedyrer innen helsetjenesten. Endringer i arbeidsmiljøloven og økende krav til produktivitet har redusert spesialistkandidaters mulighet til å opparbeide de nødvendige ferdighetene i løpet av utdannelsen. Økt fokus på volum-kvalitet aspektet og på pasientsikkerhet har skapt behov for ferdighetstrening utenfor operasjonssalen, og uten bruk av virkelige pasienter. Ønsket om å redusere bruk av forsøksdyr i trening av kirurger har stillet krav til nytenking innen læring og ferdighetstrening. God pasientsikkerhet er et mål for helsetjenesten og et krav fra samfunnet. Fokus på pasientsikkerhet og kvalitet av tjenester styrker behov for objektiv evaluering av tekniske ferdigheter hos leger.

Virtuell trening i ferdighetslaboratorier gir muligheter for trening av praktiske ferdigheter ved hjelp av fysiske modeller eller ulike typer simulatorer uten at virkelige pasienter er involvert. Virtuell trening på modeller og simulatorer kan utføres enten som enkeltprosedyre, eller som fullskala simulering hvor man trener en realistisk situasjon i realistiske omgivelser, men uten virkelige pasienter. Simulatorer kan også brukes til evaluering av tekniske ferdigheter.

Spesialitetsrådet i Den norske legeforening bestilte i januar 2007 en oppsummering av forskning om effekter av trening ved bruk av ulike typer virtuell trening i videreutdanning av leger innen alle fagfelt hvor dette er potensielt relevant. Problemstillingen var formulert slik i bestillingen fra Spesialitetsrådet: "Bør trening i ferdighetslaboratorier / simulator komme sterkere inn / bli obligatorisk i spesialistutdanningen for leger?"

"En rekke endringer i norsk helsevesen de siste årene har sannsynligvis redusert spesialistkandidaters mulighet til å opparbeide tekniske ferdigheter i løpet av utdannelsen. Eksempelvis kan nevnes redusert arbeidstid og flere spesialistkandidater som skal opparbeide ferdigheter på samme antall pasienter. Mange prosedyrer blir stadig mer komplisert og spesialisert, og mer teknisk avansert utstyr tas i bruk. Dette medfører at også ferdige spesialister trenger ytterligere trening, og det blir vanskeligere for leger i utdanning å slippe til. Stadig større krav til effektivitet og funksjonsfordeling medfører at enkle prosedyrer som tidligere ble gjort av utdanningskandidater på mange sykehus og ga disse god trening, nå overtas av spesialister som

kan gjøre inngrepene selvstendig og raskt. Til sist kan nevnes at pasienter i økende grad etterspør leger med erfaring. Denne utviklingen vil sannsynligvis fortsette. De som har ansvar for legers utdanning, må derfor møte utviklingen offensivt slik at fremtidens spesialister oppnår gode tekniske ferdigheter. Spesialitetsrådet i Den norske legeforening mener at økt bruk av trening i ferdighetslaboratorier kan være en av flere måter å kompensere for redusert arbeidstid, færre pasienter / lege og skepsis i befolkningen til uerfarne leger. Andre *high-reliability* organisasjoner som for eksempel luftfart, har for lenge siden erkjent behovet for trening i simulator. Det har etter hvert også i medisin kommet simulatorer hvor forskjellige prosedyrer kan innlæres, og stadig flere kurs arrangeres hvor deltakere trener både i simulatorer og på dyr. Det foreligger noe litteratur som omhandler eventuell nytte av trening i ferdighetslaboratorier / simulatorer / dyremodeller, men denne er ikke entydig. Spesialitetsrådet ønsker en vurdering av tilgjengelig dokumentasjon om slik trening som et grunnlag for videre arbeid med å implementere dette i spesialistutdanning for leger. Hvis denne type undervisning skal inn i spesialistutdanningen, vil det medføre store kostnader, og man ønsker derfor best mulig grunnlag for å komme med en slik anbefaling.

I henhold til Kunnskapscenterets prioriteringsliste gjelder spesielt faglig usikkerhet om tiltakets verdi og betydelige ressursmessige konsekvenser ved bruk. ”

Spesialitetsrådet forklarte videre at utredningen skal danne et grunnlag for det videre arbeidet med kvalitetssikring av spesialistutdanning av leger.

MANDAT

Mandatet er gitt i bestillingen. Prosjektplanen ble utviklet i samarbeid med bestiller. Oppdraget var å utarbeide en systematisk oppsummering av forskningslitteratur om effektene av ferdighetslaboratorier i opplæring av leger i spesialistutdanningen. Oppsummeringen skal ha fokus på læringseffekt med tanke på opplæring i nye ferdigheter, trening av ferdigheter og overføring til klinisk praksis. Effekten av læring i ferdighetslaboratorier skal sammenlignes med det som er definert som standard opplæring for tilsvarende ferdigheter/kunnskap for aktuelle fagfelt inkludert ingen trening. Ressursbruk og kostnader knyttet til tiltaket skal belyses. Det er ønskelig å vurdere ulike kategorier av simulatorer inkludert bruk av forsøksdyr. Studier med ”simulerte pasienter” (skuespillere) skal ikke vurderes.

Rapporten skal besvare følgende spørsmål:

- Hva er læringseffektene av virtuell trening i spesialistutdanningen av leger?
- Kan ferdigheter innlært ved bruk av virtuell trening overføres til klinikken?
- Hva fremmer effekten av virtuell trening i opplæringen?

Definisjon av begrep

Ferdighetslaboratorier brukes i denne rapporten som overordnet begrep om ulike typer modeller og verktøy eller databaserte simulatorer inkludert virtual reality simulatorer som brukes til trening av manuelle tekniske ferdigheter og andre ikke-tekniske ferdigheter i opplæringen av leger og medisinerstudenter.

Virtuell funksjonstrening (ikke-klinisk) omtales i denne rapporten som trening av ulik type ferdigheter som foregår utenfor operasjonssalen og uten bruk av virkelige pasienter. Det handler om både modelltrening og simulatortrening. Kandidater trener på ulike kategorier av simulatorer som forsøker å gjenspeile virkelige oppgaver og kliniske situasjoner. Treningen kan være bygget opp rundt enkeltprosedyrer for å trene manuelle tekniske ferdigheter slik som suturteknikk, prosedyrer hvor en skal gripe og manipulere objekter med instrumentene. Andre, ikke-tekniske ferdigheter som samarbeid i team kan trenes som realistiske scenarioer og i realistiske omgivelser, men uten virkelige pasienter (for eks. optimal krisehåndtering for medisinske team).

Trening i ferdighetslaboratorier kan deles inn i flere ulike kategorier:

1. *Fysiske /syntetiske modeller med direkte visuell evaluering*

Disse modeller er laget av syntetiske materialer som ligner på humant vev. Modellene er ofte laget av plast, gummi, lateks eller silikon for å etterligne organer med eller uten ulike patologiske endringer. Modellene brukes for å trene spesifikke prosedyrer og oppgaver. Fysiske modeller må klargjøres for hver gang både før og etter bruk. I hjerte-lunge redning (HLR) brukes del- eller helkropsmodeller. Disse modellene spenner fra enkle mekaniske dokker til svært avanserte manekengdokker som gir en deltager verbal instruksjon under treningen. Det er glidende overgang fra avanserte HLR-dokker til de mest avanserte manekengdokkene som benyttes ved full skala simulering på akuttmedisinsk krisehåndtering.

2. *Bokssimulatorer med og uten videoevaluering*

Bokssimulatorer muliggjør trening på organer ved bruk av syntetisk materiale som ligner humant vev. Disse består av videoboks, kamera og skjerm i tillegg til instrumenter og de gjør det mulig å trene en eller flere tekniske ferdigheter ved bruk av fysiske modeller. Bokssimulatorer har god taktil feedback, men gir ikke tilbakemelding på prestasjon og er begrenset til å trene enklere prosedyrer og teknikker. Disse simulatorer er vanlige, de er rimelige i innkjøp, kan lett flyttes på og har god tilgjengelighet.

3. *Komputerbaserte simulatorer (mikrosimulering)*

Ved mikrosimulering foregår all simulering ved hjelp av datamaskin med programvare (virtual reality; VR-simulator) og en styringskonsoll for å bevege instrumenter

og utføre prosedyrer. Brukeren tar simulatoren i bruk via styringskonsollen for å gjennomføre ulike typer øvelser. Simulatoren gir feedback på prestasjon og kan evaluere ferdigheter. Logistikk mellom hver treningsøkt er minimal. Programmer lagt inn i simulatoren (øvelser/ regler) kan ha ulik vanskelighetsgrad og skal i teorien gjenspeile reelle krav til ferdigheter. De fleste databaserte simulatorer gir ingen taktil feedback. Mikrosimulering kan anvendes til å øve beslutningstaking og samarbeid. Mikrosimulering brukes ofte i trening av laparoskopiske og endoskopiske ferdigheter.

4. Komputerbasert simulering (makrosimulering)

Makrosimulering består av fysiske modeller som mest mulig ligner ulike organer og kroppsdeler eller modeller som simulerer pasienter. Makrosimulering er egnet til å øve praktiske prosedyrer. Det brukes elektroniske mannekengdukker med svært avansert elektronisk utstyr, ofte koblet opp mot en operasjonsprosedyre og videoteknikk.

Fullskala medisinsk simulering er en treningsseanse der et medisinsk behandlingsteam møter et problem som presenteres klinisk ved bruk av en elektronisk dukke eller levende markør som de skal løse gjennom de samme tiltak som de ville brukt i en virkelig situasjon. Scenariene er laget på forhånd med klart definerte læringsmål og blir overvåket av spesialtrene instruktører. Dokke eller markør styres slik at de gir realistisk respons på de tiltakene som settes inn. Fullskala medisinsk simulering gjør det mulig å drille samhandling i akutt situasjoner som forekommer sjelden og vektlegger ulike sider ved teamsamarbeid.

5. Hybridsimulator

Hybridsimulator består av en bokssimulator med innhold (ofte mannekeng dukke) og instrumenter koblet til en datamaskin med programvare som gir visuell image og kan gi tilbakemelding på prestasjon. Disse simulatorer inneholder programmerte regler. Hybridsimulatortrening brukes til trening av bronkoskopi, gastroskopi, colonoskopi i et *virtual reality* spill. Deltageren styrer skopen som fungerer som joystik i et dataspill. Det kan tas vesprøver og utføre behandlingsprosedyrer. Komputersprogram kan simulere pasientens reaksjon på behandling både i form av synlige fysiske reaksjoner på dukken (pust, puls, smerte, hudfarge osv.), og fysiologiske reaksjoner. Hybrid simulatorer gir tilbakemelding på prestasjon og optimal taktil feedback.

6. Dyr (levende dyr under anestesi og dyrekadaver)

Tradisjonelt har dyremodeller som mest mulig ligner menneskelig anatomi vært brukt i opplæring for at kirurger kan øve seg på ulike teknikker. Den mest brukte dyremodellen til opplæring er gris. Det er vanlig å bruke både levende dyr og dyrekadaver, eller isolerte organer fra dyr. Bruken av dyr har begrenset omfang i dag, men slik trening er fortsatt relevant.

7. Organer eller vev fra døde mennesker

Brukes i stadig mindre omfang. Krever spesielt utstyrt rom, personell som kan klar-
gjøre organer og tilstedeværelse av erfaren instruktør.

FERDIGHETSTRENING GENERELT I MEDISINEN

Mangel på tid og ressurser som kreves ved tradisjonell opplæring "ved sykesengen" eller som "hands on", er en av årsakene til at leger i spesialisering i økende grad må trene i ferdighetslaboratorier eller lignende før de slipper til på pasienter. Kortere tjenesteplaner og økte krav til effektivitet og produktivitet har redusert muligheter til nødvendig omfang av trening for leger under spesialisering. Internasjonale studier viser at operative inngrep per lege i spesialisering er tilnærmet halvert i løpet av de siste ti år (13;14;15;90).

Innføring av minimal invasive kirurgiske teknikker (kikkhullskirurgi) som operasjonsteknikk innenfor flere fagfelt har forandret hverdagen for kirurger og deres pasienter. Minimal invasive kirurgiske teknikker og robotassisterte prosedyrer krever andre kvalifikasjoner og teknikker enn konvensjonell kirurgisk teknikk. Alle utdanningskandidater i generell kirurgi i Norge må lære seg denne teknikken per i dag. Høyteknologisk utstyr til medisinsk diagnostikk krever også innlæring av helt nye ferdigheter. Vi har blitt mer oppmerksom på sammenhengen mellom volum og kvalitet av helsetjenester og volum med hensyn til antall utførte prosedyrer er det viktigste for å opprettholde de innlærte ferdigheter over tid.

Simulering som bygger på scenariobasert trening og simulerte prosesser er godt egnet til trening av team arbeid. Simulatorer er allerede tatt i bruk i opplæring av medisinstudenter i hjerte/ lungeredning, i trening av tekniske ferdigheter hos kirurger i endoskopiske og laparoskopiske metoder, og for personell ved akutteneheter og personell ved fødeavdelinger (12;15;16). Simulatortrening gir muligheter til å øve på nye prosedyrer eller sjeldne/farlige situasjoner slik at personell er bedre rustet til å takle dem i virkeligheten. Introduksjonen av simulatorer i medisinen har ført til større oppmerksomhet på trening og evaluering av tekniske ferdigheter, og det forventes at dette vil medføre endring i fremtidig utdanning av spesialister.

Bruk av virtuell ferdighetstrening i opplæring er beskrevet å ha følgende fordeler:

- Ingen risiko for pasientene
- Gir erfaring med sjeldne kritiske hendelser
- Øvelsene kan gjentas inntil de fastsatte mål er oppnådd
- Prosedyrefeil kan lett oppdages
- Nye prosedyrer kan innøves
- Mulighet for aktiv tilbakemelding og rettelse underveis
- Videoopptak gir verdifull informasjon
- Situasjonen kan objektivt evalueres
- Deltakerne kan reflektere sine egne erfaringer
- Beslutningstrening

- Øving i teamarbeid og kommunikasjon
- Standardisert utdanning i spesialiseringen med spesifikke krav

Det forventes at bruken av ferdighetslaboratorier i medisinen vil øke i fremtiden siden man antar at læring gjennom direkte erfaring og refleksjon sammen med annen form for undervisning virker sterkere enn tradisjonell undervisning og trening.

FERDIGHETSLABORATORIER I KIRURGI

Trening av kirurgiske ferdigheter

Hensikten med trening av kirurgiske ferdigheter er å gjøre en kirurg kompetent eller å øke kompetansen. Innlæring av basale ferdigheter følges opp med innlæring av mer komplekse ferdigheter og hele prosedyrer. Virtuell trening med modeller og simulatorer gjør det mulig å opparbeide den nødvendige tekniske kompetansen før kirurgen skal operere pasienter. Eksisterende kirurgiske simulatorer egner seg best til trening av de basale og til dels kompliserte ferdigheter, men ikke så godt til trening av hele prosedyrer. Det finnes flere validerte, kommersielt tilgjengelige databaserte simulatorer, for eksempel: LapSim (Surgical Science, Gøteborg, Sverige) og SEP (SimSurgery, Oslo, Norge) som er en pedagogisk plattform for både robotkirurgi og kikkhullskirurgi. Kirurgisk simulering slik som den er utviklet av det norske SimSurgery kan brukes ved trening av kirurger innen minimal invasiv kirurgi (MIS). Hjertesimulatoren SimCor er en simulator hvor kirurger kan trene endoskopisk koronarkirurgi. Det finnes lignende databaserte simulatorer for andre kirurgiske faggrupper bl.a gynekologi, ortopedi og karkirurgi (endovaskulær simulator) og databaserte simulatorer for øyekirurgi. En generell oversikt over en del kommersielt tilgjengelige medisinske simulatorer og modeller finnes på www.msr.org.il.

Evaluering av kirurgiske ferdigheter

Det er et økende fokus internasjonalt på måling av kvalitet i helsetjenesten og formell dokumentasjon av ferdigheter og kompetanse hos leger. Kvalitetssikring etterspørres både av yrkesutøvere, helseforetakene, og pasienter og politikere. Objektiv evaluering av kirurgiske ferdigheter ses på som kvalitetssikring av helsetjenester (17;18). Innføring av objektiv evaluering vil kunne bidra til mer målrettet opplæring og økt pasientsikkerhet. Flere land (USA, Irland, Australia) har innført sertifiseringsordninger med kravspesifikasjoner for å standardisere krav til sertifisering av kirurger (www.sages.org). Utfordringen er å finne gode valideringsparametre. Det arbeides internasjonalt mot felles formelle minstekrav til treningsmetode eller til prestasjonsnivå. De fleste evalueringsmetoder tar utgangspunkt i en eller flere standardiserte oppgaver i et egnet treningsrom, andre metoder kan benyttes i klinikken. (14;19).

Flere simulatorer er validert for opplæring og evaluering av ferdigheter (15). Simulatorer måler variabler som: tid til fullført oppgave, antall håndbevegelser, antall feil og type feil, samt unødvendige bevegelser eller måleretthet.

Strukturerte sjekklister og ulike typer av skåringsskjema regnes for å være robuste metoder for objektiv og reproducerbar vurdering av kirurgiske ferdigheter. De er kriteriebaserte og reduserer subjektiviteten i evalueringsprosessen. De mest brukte er: Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS) hvor leger i spesialisering utfører prosedyrer på syntetiske modeller eller dyremodeller (20). Evalueringen foregår ved at en eller flere observatører er til stede, eller ved videoopptak som evalueres i ettertid (mulighet for blindet evaluering). Sjekklister som brukes er oppgave- eller prosedyrespesifikke. I tillegg brukes ofte Global Rating Scale som er prosedyreuavhengig (21;22).

Bevegelsesanalyse utføres ved hjelp av sensorer i et elektromagnetisk felt, eller ved bruk av kamera. Evalueringssystemet registrerer enhver håndbevegelse i sanntid og i tre dimensjoner. Imperial College Surgical Assessment Device (ICSAD) er et eksempel på slikt system og brukes en del. Resultatene oppgis som: håndbevegelser, totalt tilbakelagt avstand, tid til fullført oppgave osv.

Evaluering av ferdig produkt er objektive standardiserte metoder for vurdering av suturens knutefasthet, luminaldiameter, lekkasjetrykk osv. i laboratoriesetting.

Selvopplevd ferdighetsnivå brukes ofte som måleinstrument men svekkes som resultatmål på grunn av manglende validitet og reliabilitet.

Selv om de tekniske ferdigheter er avgjørende for kirurgens kompetanse, så utgjør de bare en del av den totale kompetansen som er avgjørende for å utføre helsetjenester av høy kvalitet (23;24)

IKKE KIRURGISKE SIMULATORER

Det er behov for trening av ferdigheter eller handlingsmønstre innen flere andre felt enn kirurgien. Dette er spesielt relevant i høyt teknologiske medisinske fag slik som MR-diagnostikk, anestesi, akuttmedisin og obstetrikk. Det drives trening av individuelle ferdigheter på modell eller komputerbasert simulator (VR-simulator), og trening av hele prosedyrer med tanke på inntrening av et komplisert handlingsmønster i team. Full skala simuleringstrening brukes for trening av ambulanspersonell, personell fra akuttskadeavdelinger eller i obstetrikken. Crisis Resource Management (CRM) er et begrep som opprinnelig kommer fra flysimulator miljøet. Dette har i medisinsk sammenheng blitt et begrep for optimal krisehåndtering for medisinske team. Hovedprinsippene er tydelig ledelse og god samhandling, dynamisk situasjonskontroll, god kommunikasjon og ressursdisponering. I en fullskala simulering vil enkeltpersoner og team blir vurdert etter prestasjoner på følgende områder:

årvåkenhet- situasjonsoversikt-ledelse-rollelojalitet-samhandling-vurderingsevne- besluttsomhet-ressursdisponering.

Traumebehandling og akuttmedisin

Innen anestesifaget og akuttmedisinen har opplæring med simulering en lang tradisjon. Simulatortrening brukes ved opplæring og trening av hjerte/lunge redning (Advanced Cardiac Life Support - ACLS) og traumebehandling og sikring av luftvei. Det siste trenes ofte i ferdighetslaboratorier. Simulatortrening brukes for å lære ferdigheter nødvendige for riktig ACLS behandling og for å opprettholde ferdigheter på individnivå og i teamsamarbeid (25;87). Det finnes ulike databaserte opplæringsprogrammer, videoopplæring og pasientsimulatorer. Det norske firmaet Lærdal Medicals har vært med i utviklingen av verktøy for simulering med produkter: Rescusi-Anne, Sim-baby, SimMan Patient Simulator, Lærdal. Personell kan øve på tekniske ferdigheter slik som innsetting av kateter, intubering, tilkobling til eksternt utstyr og lignende. Simulator gir også mulighet til trening av kollektive handlingsmønstre ved medisinske nødsituasjoner, team samarbeid og rask respons ved akutt krise. (www.simulatorsenteret.no; www.msr.org.il)

En simuleringssituasjon kan knyttes sammen via nettverk slik at flere aktører fra ulike sykehus kan være observatører ved samme hendelse. MATADOR (Medical Advanced Training in Artificial Distributed Environment) er et nordisk forskningssamarbeid mellom universitetene i Oslo og Umeå. Dette er en nettverksbasert simulator for opplæring i mottak og initial behandling av multitraumatiserte pasienter. Deltagere trener i et virtuelt miljø på tvers av foretak og landegrenser. En prototyp er utviklet og testet med gode tekniske resultater. Målet med MATADOR er bedre kvalitet av traumebehandling ved å utnytte mulighetene for kommunikasjon og samhandling over nett. Det antas at særlig mindre sykehus uten etablert traumeteam vil ha nytte av denne type simulatortrening. (www.telenor.no/fou/prosjekter/matador).

En internasjonal undersøkelse med respondenter fra sykehus på flere kontinenter viste at omlag 80 % av respondentene brukte simulatortrening i opplæringen (26;87). I en norsk spørreundersøkelse høsten 2002 fant man at om lag halvparten av alle norske sykehus som drev med akutt skadebehandling i løpet av siste 12 måneder hadde trent teamene sine med simulering (27). En nordisk rapport viste at stadig flere sykehus tar i bruk regelmessig simulatortrening av traumeteam (28). Treningen oppleves av deltagerne som viktig del av opplæringen og vedlikehold av kunnskap og nødvendige ferdigheter (29).

Bedre og systematisk traumebehandling (BEST) er en kursmodell basert på tverrfaglig trening kombinert med simulator opplæring og videoopptak. Målet er at legene ved mindre norske sykehus skal få tilstrekkelig erfaring i å håndtere akutte skader. (www.bestnet.no)

Ferdighetstrening i gynekologi og obstetrikk

Simulatortrening brukes i obstetrikken for å øve på ferdigheter som setting av anesthesi (epiduralanestesi ved fødselen) og håndtering av fødsel. Mye går på trening av team samarbeid og innøving av riktige respons ved krisesituasjon. Advanced Life Support in Obstetrics (ALSO) er praktisk trening på mannekengdukker i små grupper. Leger og jordmødre drilles i aktuelle akutte situasjoner på fødeavdelingen) som fastsittende skulder, operativ forløsning, postpartum blødninger, og gjenoppliving av nyfødte og voksne pasienter.

Det er etablert sentra for modell- og simulatortrening for medisinsk personell ved flere norske sykehus, eksempelvis ved Ullevål sykehus (www.uus.no), Rikshospitalets intervensjonssenter (www.rikshospitalet.no), Rogaland sykehus i Stavanger (www.his.no/medtek), St.Olavs Hospital i Trondheim (www.simulatosenteret.no), eller ved Gjøvik sykehus i samarbeid med Høgskolen i Oppland. Slike sentra kan inkludere tilbud til ulike medisinske miljøer med forskjellig grad av klinisk erfaring og fagkunnskap om trening på realistiske pasientsituasjoner og teamsamarbeid i akutt krisehåndtering. Sentrene disponerer ofte fullskala simulatorer og har også enklere kategorier av simulatorer og modeller til individuell trening av ferdigheter.

FEEDBACK

Når en simulator er utstyrt med såkalt *feedback* gir simulatoren en tilbakemelding til brukeren/ teamet som viser konsekvensene av behandlingen. Dette kan gjøres ved at alt som legen gjør blir registrert og lagret i form av loggfiler i tillegg til at oppførelsen kan filmes på video. På den måten kan man studere hendelsen i detalj for å se hva som virkelig hendte. Brukeren kan i etterkant sammenligne sine simuleringjournaler med loggfiler og videofilm og få fasit på sin handlemåte. Situasjonen kan også analyseres sammen med en erfaren veileder i en gruppe eller på individuell basis. Dette gir mulighet til en objektiv evaluering og tilbakemelding på egne prestasjoner, såkalt debriefing. I tillegg til den automatiske, databaserte tilbakemeldingen kan feedback gis som visuell tilbakemelding ved videoopptak eller ved direkte observasjon.

OVERFØRING AV FERDIGHETER

Trening på fysiske modeller og databaserte simulatorer har gradvis kommet inn i opplæringen av medisinerstudenter og leger samt annet helsepersonell. Denne type trening kan bedre motoriske ferdigheter og kunnskap og sannsynligvis øke kompetansen hos individer og grupper. Forbedring av ferdigheter etter gjennomført trening enten på modeller eller ulike kategorier av simulatorer vurderes i forhold til graden/nivået på utførelse av definerte oppgaver og mer eller mindre avanserte prosedyrer. Oppgavene utføres som oftest på simulator. Bedre prestasjon på simulator

etter avsluttet trening er ikke nødvendigvis ensbetydende med økt klinisk kompetanse, men viser at ferdighetene kan læres uten bruk av virkelige pasienter. Utfordringen er å vise at denne forbedringen av ferdigheter med simulatortrening eller modelltrening er overførbar til klinisk praksis i møte med virkelige pasienter eller i akutte situasjoner (15;90).

Metode

Denne rapporten er utført som en kunnskapsoppsummering som bygger på forskningsresultater fra systematiske oversikter (paraply-oversikt). For å få ytterligere innsikt i feltet der hvor vi ikke identifiserte noen systematiske oversikter valgte vi å søke etter enkeltstudier for å vise bredden av forskningen og den raske utviklingen av dette fagfeltet. De sistnevnte studiene er ikke tatt med i analysen, men er lagt ved som kunnskapsstøtte. Rapporten er utført i henhold til Kunnskapssentrets metodebok (30).

LITTERATURSØK

Vi søkte systematisk etter oppsummert forskningslitteratur (1990-april 2008) i følgende databaser:

- Cochrane Database of Systematic Reviews (CDSR) i Cochrane Library
- Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE) i Cochrane Library
- Health Technology Assessment (HTA) Database
- NHS Economic Evaluation Database (NHSEED)
- Medline (Ovid)
- EMBASE (Ovid)

Dette søket var avgrenset til systematiske oversikter (1386 treff). I tillegg gikk vi gjennom referanselister i relevante systematiske oversikter.

Vi søkte systematisk, men med klare avgrensninger i søkestrategien, etter enkeltstudier (716 treff). Forskningsbibliotekar Karianne Hammerstrøm planla søkestrategiene sammen med prosjektmedarbeiderne, og utførte samtlige søk. Fullstendige søkestrategier for både systematiske oversikter og enkeltstudier er vist i vedlegg 1.

INKLUSJONSKRITERIER

Studiedesign

Systematiske oversikter (med eksplisitt søkestrategi og klare kriterier for inklusjon og eksklusjon av studier) av randomiserte kontrollerte studier (RCTs), eller med overvekt av randomiserte kontrollerte studier (>50 %).

Populasjon: leger i spesialistutdanning, medisinstudenter

Tiltak: Virtuell trening og opplæring av ferdigheter med modeller eller ulike kategorier av simulatorer eller ved bruk av dyr.

Komparator: Standard opplæring: trening på pasienter, eller en annen form for standard opplæring i ferdigheter. Didaktisk opplæring. Ingen trening. Sammenlikning mellom ulike typer simulatortrening.

Utfall:

- Prosedyrespesifikke utfall: tid for å utføre oppgaven, feilrate (skader eller prosedyrefeil)
- Pasientspesifikke utfall (tilfredshet, smerter og ubehag, mortalitet og morbiditet)
- Lege/student spesifikke: oppnåelse av bestemt nivå av spesifikke ferdigheter
- Overføring av ferdigheter til klinisk praksis
- Kostnader og kostnadseffektivitet.

Språk: Engelskspråklige artikler, samt artikler med engelsk sammendrag. Skandinaviske artikler.

EKSKLUSJONSKRITERIER

Studiedesign: Systematiske oversikter vurdert til lav kvalitet, ikke systematiske oversikter, deskriptive studier, enkeltstudier som allerede er rapportert i en inkludert systematisk oversikt. Ikke randomiserte kontrollerte studier.

Populasjon: Helsepersonell som ikke er leger

Tiltak: Validitetsstudier av simulatorer brukt til evaluering av ferdigheter

ARTIKKELUTVELGELSE

To personer leste uavhengig av hverandre alle unike titler og sammendrag som vi identifiserte i litteratursøket og vurderte disse i forhold til inklusjons- og eksklusjonskriteriene. KHV leste alle, mens HH og AA leste halvparten hver. Eventuell uenighet ble løst ved konsensus, eventuelt etter diskusjon med tredje medarbeider.

Vi har inkludert systematiske oversikter som oppsummerer effekt av trening i ferdighetslaboratorier eller simulatortrening på enkelte tekniske/ manuelle ferdigheter og prosedyreferdigheter eller teamtrening. Vi har også inkludert systematiske oversikter av studier som har sett på overføring av ferdigheter til klinisk praksis. Ved

dobbelpublisering eller stor overlapp av studier inkluderte i systematiske oversikter har vi kun inkludert den mest oppdaterte og den beste oversikten.

Vi har samlet alle relevante enkeltstudier som var identifisert ved separat søk i eget vedlegg. Disse studiene var ikke inkluderte i de systematiske oversiktene, og representerer områder hvor vi ikke fant noen systematiske oversikter eller som var mangelfullt dekket i de inkluderte systematiske oversiktene. Vi har ikke vurdert kvaliteten på disse studiene. Studiene er tatt med for å vise bredden i fagfeltet og som supplement til systematiske oversikter (vedlegg 6).

KVALITETSVURDERING AV SYSTEMATISKE OVERSIKTER

To personer (KHV og AA) kvalitetsvurderte de systematiske oversiktene og hentet ut resultater uavhengig av hverandre. Sjekklisten som ble brukt til kvalitetsvurdering av systematiske oversikter er vist i vedlegg 2.

Vi har begrenset vurderingen av metodisk kvalitet til vurdering av kvaliteten på de inkluderte systematiske oversiktene. Rangering av den metodiske kvaliteten av oversiktene er basert på en total vurdering av oversiktens kvalitet. Vi har brukt tre kvalitetsklasser: høy, middels og lav. Tabell 1 viser hvilke kriterier som ligger til grunn for rangeringen.

Tabell 1. *Rangeringen er basert på total vurdering av kvalitet*

Rang	Kriterier
Høy	Brukes hvis alle eller de fleste kriteriene fra sjekklisten er oppfylt; der kriteriene ikke er oppfylt hvis studien eller oversikten høyst sannsynlig ikke vil endre seg.
Middels	Brukes hvis noen av kriteriene fra sjekklisten er oppfylt; der kriteriene ikke er oppfylt eller ikke er adekvat beskrevet hvis konklusjonene av studien eller oversikt sannsynligvis ikke vil endre seg.
Lav	Brukes hvis få eller ingen av kriteriene fra sjekklisten er oppfylt; hvor kriteriene ikke er oppfylt eller ikke er adekvat beskrevet hvis konklusjonene av studien eller oversikt antas å ville endre seg.

Systematiske oversikter vurdert til moderat eller høy kvalitet danner dokumentasjonsgrunnlag for rapporten (tab 2).

Ved doble publikasjoner basert på samme dokumentasjonsgrunnlag har vi valgt den beste oversikten og eventuelt supplert med informasjon fra andre publikasjonene.

Oversikter ekskludert fordi de ikke tilfredstilte de fastsatte inklusjonskriterier, studier som var dobbelt publisert, eller var vurdert til lav metodisk kvalitet er samlet i eget vedlegg, se vedlegg 4.

GRADERING AV DOKUMENTASJONEN PÅ TVERS AV OVERSIKTENE

Vi brukte GRADE systemet (Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation) for å vurdere kvaliteten av dokumentasjonen for følgende utfallsmål: kirurgiske ferdigheter, pasientrelaterte utfall, prosedyrerelevante utfall, overførbarhet til klinikken og kostnader/ kostnadseffektivitet (10;11).

Vanligvis når en brukes GRADE blir resultater fra enkeltstudier slått sammen for hvert relevant utfallsmål i en metaanalyse, men på grunn av mangelfull rapportering av resultater i de inkluderte systematiske oversiktene valgte vi en pragmatisk løsning hvor vi kun angir en indikasjon på effektens retning (positiv, negativ, eller ingen forskjell) i oppsummeringen av studiene (vedlegg 7).

Graderingen av kvaliteten av dokumentasjonen gir et uttrykk for hvilken tillit vi har til resultatene ut fra den tilgjengelige dokumentasjonen. Studier med randomisert kontrollert design rangeres i utgangspunktet som høy kvalitet, men kan trekkes ned ut fra en vurdering av følgende kriterier:

1. Studiedesign og kvalitet (om studiene er utført på adekvat måte)
2. Konsistens (om det er samsvar mellom studier som er slått sammen)
3. Direkthet (hvor like studiedeltakerne, intervensjon og utfallsmål i de inkluderte studiene er i forhold til de personer, tiltak og utfall man egentlig er ute etter å studere)
4. Presisjon (bredden på konfidensintervallet)

I GRADE tabeller har vi antydning av retning av effekten ved bruk av piler som viser: positiv, ikke konsistent, eller negativ effekt av tiltaket. I GRADE systemet beskrives ofte den samlede dokumentasjonen slik:

- Høy kvalitet: det er lite sannsynlig at videre forskning kommer til å endre tillitt til resultatene.
- Middels kvalitet: det er sannsynlig at videre forskning kommer til å ha innflytelse på vår tillit til resultatene. Videre forskning kan komme til å endre effektestimaten.
- Lav kvalitet: det er svært sannsynlig at videre forskning kommer til å ha en viktig innflytelse på vår tillit til resultatene og vil kunne endre effektestimaten.
- Svært lav kvalitet: Alle resultater er veldig usikre. Vi mangler tillit til resultatene.

Vi har gradert kvaliteten ned hvis det var bare én studie som rapporterte resultater for et gitt utfall.

Effekten av modell simulator trening vs. pasient basert trening, og modell simulator trening vs. dyrekadaver, og dyrekadaver vs. standard opplæring uten trening ble evaluert av kun en studie respektivt og er derfor ikke inkludert i GRADE-tabeller. Disse tre studiene er rapportert individuelt i resultatdelen.

HVORDAN FUNN ER BESKREVET

Systematiske oversikter

Vi har oppsummert funnene fra de systematiske oversiktene i tekstform. Vi har ikke utført metaanalyse på tvers av studiene på grunn av heterogenitet mellom studiene og mangelfulle data.

Vi grupperte studiene inkludert i oversiktene i forhold til intervensjonstype: trening med fysiske kirurgiske modeller, video-evaluerte modeller, databasert simulator trening, trening på dyr. Kontrollgruppen i samtlige studier har fått standard opplæring eller ingen trening. Resultatene av de ulike opplæringsintervensjonene er vist for følgende type trening:

- Opplæring i generelle kirurgiske teknikker
- Trening av laparoskopiske teknikker
- Koloskopi/ sigmoidoskopi - ferdighetstrening
- Annen endoskopi - ferdighetstrening
- Traume behandling/ akuttmedisin
- ACLS behandling

Vi har ekstrahert informasjon fra de inkluderte systematiske oversiktene til evidensstabeller. Evidenstabellene er samlet i eget vedlegg (vedlegg 3). Oversiktene er også kort beskrevet i tekst.

Enkeltstudier

Vi identifiserte 20 nye enkeltstudier som ikke var inkludert i de systematiske oversiktene, men som er relevante for problemstillingen. Samtlige studier har randomisert kontrollert design (RCT). Resultater fra studiene er kort oppsummert i eget vedlegg. Konklusjonen er hentet direkte fra studiene og gjenspeiler forfatterens konklusjon (vedlegg 5).

Resultat

KUNNSKAPSGRUNNLAGET

Systematiske oversikter

Vi fant 1386 unike titler i søket etter systematiske oversikter utført i Cochrane library, Medline og EMBASE. Av disse vurderte vi 58 titler som mulig relevante, og disse referansene ble bestilt inn i fulltekst. Åtte av disse publikasjoner oppfylte inklusjonskriteriene, men to var kun protokoller for Cochrane oversikter, det vil si at disse oversiktene var ikke avsluttet (1;2) og en annen var en oppdatering av tidligere rapport (31). Gurusamy et al har publisert sine resultater i desember 2008 og systematiske oversikten ble tilgjengelig i Cochrane Library fra januar 2009 (8;9). Vi har bestemt oss for å inkludere denne oversikten i rapporten fordi vi har vurdert protokollen som relevant. Vår oppsummering bygger dermed på seks systematiske oversikter. De identifiserte oversiktene omfattet hovedsakelig effektstudier av virtuell trening innen laparoskopisk kirurgi.

Tabell 2. Systematiske oversikter inkludert i rapporten

Study First author (ref. no.)	Aim	Quality
Sutherland 2006 (ASERNIP 53) (12)	To evaluate the effectiveness of surgical simulators in comparison to each other, no training or other methods of surgical training on the basis of a systematic assessment of the literature.	High
Sturm 2007 (ASERNIP 61) (7)	To assess whether skills acquired via simulation-based training. Transfer to the operative setting.	High
Lynagh 2006 (3)	To evaluate the effectiveness of medical skills laboratories or simulators and to determine if performance in medical skills laboratories is transferable to actual clinical performance and maintained over time.	Moderate
Sutherland 2006 (5)	To evaluate the effectiveness of surgical simulation compared to other forms of surgical training.	High
Issenberg 2005 (4)	To review and synthesize existing evidence in educational science about what are the features and uses of high fidelity medical simulations that lead to most effective learning.	Moderate

Gurusamy 2009 (8;9)	To determine whether virtual reality training can supplement or replace laparoscopic surgical training in surgical trainees with limited or no prior laparoscopic experience.	High
---------------------	---	------

Ekskluderte systematiske oversikter er listet i eget vedlegg med begrunnelse for ekskludering (vedlegg 3).

Vi har vurdert de inkluderte oversiktene til moderat (4;3) eller høy metodologisk kvalitet (9;12;7). Oversiktene bygger hovedsakelig på randomiserte kontrollerte studier med kun noen få ikke randomiserte kontrollerte studier. Antallet inkluderte enkeltstudier per oversikt var fra til 12-44 studier. Studiene var generelt små. Over halvparten av studiene hadde 16-35 deltagerne fordelt på to til tre grupper, men antallet deltagere per studie varierte fra 4 til 144 personer.

Populasjonen var leger under spesialisering, hovedsakelig kirurger, eller medisin-studenter.

Studiene inkludert i oversiktene omhandlet effekten av trening i flere ulike kategorier av simulatorer: videobokstrening (16 studier), databasert simulatortrening (41 studier), trening med modeller (seks studier), dyrekadaver (en studie).

En oversikt med 109 studier har oppsummert studier som viser hva som fremmer læring i ferdighetslaboratorier (4).

Effekten av intervensjonene var sammenlignet med ulike opplæringstiltak: ingen trening utenfor operasjonssalen, databasert vs. videobasert trening, standard trening, databasert simulator vs. annen databasert simulatortrening. Én studie vurderte effekten av simulatortrening vs. trening på pasienter.

Den mest brukte sammenligning var ingen trening eller standard opplæring. Standard opplæring besto av didaktisk opplæring, individuelle studier og tekstbøker, og var ofte kombinert med videofremvisning. Noen studier inkluderte også øvelser av kirurgiske teknikker i "standard trening" begrepet. Begrepet "ingen trening" innebar at deltagerne ikke fikk noen trening på simulatorer.

Evalueringen besto som oftest av definerte oppgaver eller prosedyrer som skulle utføres på simulator og i noen studier også på virkelige pasienter. Resultatene var vurdert på simulator, ved direkte observasjon eller fra videoopptak.

Oppsummering av resultater i oversiktene var utført som oftest i form av narrativ syntese. Bare en systematisk oversikt inneholder metaanalyser av resultater for flere typer utfallsmål (9). Antallet inkluderte studier i disse metaanalysene var imidlertid lav (2-3 studier).

Fordelingen av studier i forhold til simulatorkategori og komparator er vist i tabell 3.

Tabell 3: Inkluderte enkeltstudier fra systematiske oversikter fordelt på treningskategori (noen studier har flere komparatorer)

Treningskategori	Simulator type	Studier inkludert i oversiktene N = antall studier
Komputerbasert simulatorentrening		
Komputer simulator vs. ingen trening	MIST-VR	N = 7 Ahlberg 2002; Gallagher 1999; Grantcharov 2004; Jordan 2001; Torkington 2001; Pearson 2002; Hamilton 2002 (32- 38)
	LapSim	N = 3 Hyltander 2002; Munz 2004; Youngblood 2005 (39-41)
	LapMentor	N = 1 Andreatta 2006 (42)
	GI Mentor II	N = 1 Eversbusch 2004 (43);
	Procedicus VIST	N = 1 Chaer 2006 (44)
	AccuTouch System -VR	
	Xitact LS500 laparoscopi simulator	N = 1 Schijven 2005 (49)
	Endoscopic Sinus Surgical simulator (ESS simulator)	N = 1 Edmond 2002 (50)
	Gastro-Sim flexible sigmoidoscopy simulator	N = 1 Tuggy 1998 (51)
	Simbionix GI Mentor	N = 2 Cohen 2006b; Ferlitsch 2002 (52;53)
	METI-VR laryngoscopy	N = 1 Hosking 2003 (54)
	Traume simulator training	N = 2 Gilbart 2000; Morgan 2002 (55)
	TEP hernia repair simulator	N = 1 Hamilton 2001 (56)
Komputer simulator vs. standard trening	MIST-VR	N = 3 Pearson 2002; Seymour 2002; Torkington 2001 (37;57;36)
	URO Mentor	N = 2 Watterson 2002; Wilhelm 2002 (58;59)
	CathSim-VR (IV)	N = 2 Bowyer 2005; Engum 2003 (60;61)

	Compact EASIE endoscopy simulator	N = 1 Hochberger 2005 (62)
	HPS-simulator (ACLS)	N = 1 Wayne 2005 (63;64)
	Sigmoidoscopy simulator-VR	N = 1 Gerson 2003 (65)
Komputer simulator vs. video evaluerte modeller (treningsboks)	MIST-VR	N = 5 Hamilton 2002; Jordan 2001; Jordan 2000a; Kothari 2002; Pearson 2002 (35;37;38;66;85)
	LapSim	N = 1 Munz 2004 (40)
	ANAKIN	N = 1 Curran 2004 (67)
	VEST (Virtual Endoscopic Surgery Trainer)	N = 1 Lehman 2005 (68)
Komputer simulator vs. fysisk kirurgisk modell	LapSim	N = 1 Youngblood 2005 (41)
To eller flere kategorier av komputer simulatorer	MIST-VR	N = 2 Ali 2002; Mackay 2002 (69;70)
	LapSim	N = 1 Hyltander 2002 (39)
Videobasert bokstrening		
Videobasert trening vs. ingen trening	Videoboks	N = 7 Fried 1999; Jordan 2001; Munz 2004; Scott 2000; Taffinder 1998; Traxer 2001 (35;40;71-74)
Videobasert trening vs. standard trening	Videoboks	N = 2 Matsumoto 2002; Velmahos 2004 (75;76)
Videobasert trening: sammensatt vs. forenklet	Videoboks	N = 2 Jordan 2000b; Keyser 2000 (77;78)
Videobasert trening vs. modell simulering	Videoboks	N = 1 Matsumoto 2002 (75)
Videobasert trening med instruksjoner vs. videobasert trening uten instruksjoner	Videoboks	N 02 Harold 2002; Risucci 2001 (79;80)
To eller flere kategorier videoboksrening	Videoboks	N = 4 Jordan 2001; Jordan 2000a; Jordan 2000b; Uchal 2002 (35; 77;66;81)
Trening med fysiske kirurgiske modeller		
Kirurgisk modell trening vs. ingen trening	Modell	N = 3 Hamilton 2001; Grober 2004; Pohl 2003 (56;82)
Kirurgisk modell vs. Tower	Physical trainer (Tower	N = 1

Trainer (videoevaluert)	Trainer)	Youngblood 2005 (41)
Kirurgisk modell vs. dyrekadaver trening	Modell	N =1 Anastakis 1999 (83)
Kirurgisk modell vs. standard tening	Modell	N =2 Anastakis 1999; Matsumoto 2002 (83;75)
Dyrekadaver trening		
Dyrekadaver trening vs. standard trening	Kadaver (gris)	N =1 Anastakis 1999 (83)

Vi har utarbeidet en oversiktstabell som viser hvilke studier som er inkludert i de ulike systematiske oversiktene for å synliggjøre overlapp av studiene i oversiktene (vedlegg 4).

For detaljer fra de inkluderte oversiktene henvises til evidenstabeller i vedlegg 6.

Identifiserte bruksområder for ferdighetstrening

Flertallet av studiene handlet om ferdighetstrening i kikkhullskirurgi. Vi har identifisert fem systematiske oversikter som omhandler effektstudier av ulike kategorier simulatortrening for innøving av kirurgiske ferdigheter (3;6;7;9;12). Oversiktene handler hovedsakelig om opplæring av ferdigheter i ulike teknikker som brukes ved kikkhullskirurgi eller endoskopiske teknikker. Prosedyrer som var evaluert er laparoskopisk kolecystektomi, koloskopi, sigmoidoskopi, trening av endoskopiske teknikker og trening i innsetting av kateter ved okklusjon av koronarkar samt øving av generelle kirurgiske ferdigheter. Forfatterne har sett på opplæringseffekten i forhold til innøving og forbedring av ferdigheter (3;9;12) og på overføring av de simulator innøvde ferdighetene til kirurgisk praksis med pasienter (3;7;9). De identifiserte nye enkeltstudiene handlet om trening av ferdigheter innen hjerte/lunge redning, anestesitrening, obstetikk og trening av generelle kirurgiske ferdigheter.

OPPLÆRING AV FERDIGHETER

Kvalitetsvurdering av dokumentasjonen med GRADE

Til tross for at det finnes mye forskning, er dokumentasjonen for viktige spesifikke utfall ofte mangelfull. I denne rapporten er kvaliteten på dokumentasjonen vurdert ut fra tilgjengelig informasjon i de inkluderte systematiske oversiktene. Vi har ikke innhentet data fra de randomiserte kontrollerte studiene direkte. Vi har gradert dokumentasjonen for viktige utfallsmål til enten moderat, lav eller veldig lav kvalitet selv om den bygger på randomiserte kontrollerte studier. Det var flere grunner til nedsatt kvalitetsvurdering: vi vet ikke hvordan deltagerne ble valgt eller hva som var eksklusjonskriterier for studien. Informasjon om hvor like gruppene var i oppstarten

av studien var ofte mangelfull. Det var ikke praktisk mulig å blinde deltagerne med hensyn til intervensjon. Lavt antall deltagere i de minste studiene kan ha ført til seleksjonsskjevhet selv om fordelingen var tilfeldig. Det er usikkert om fordelingen av deltagerne har vært skjult for forskerne i over halvparten av studiene. Det mangler opplysninger om styrkeberegningene i de fleste studiene. Størrelsen på frafallet i studiene var sjeldent oppgitt. Statistisk signifikans av resultater var beregnet for mindre enn halvparten av studiene og resultatene var som oftest presentert uten konfidensintervaller. Manglende konsistens i resultater mellom aktuelle studier var en annen hyppig årsak til nedsatt kvalitetsvurdering av dokumentasjonen. Årsakene til nedsatt kvalitetsvurdering av studiene er angitt som fotnoter i de enkelte GRADE-tabeller (vedlegg 7).

Videobokstrening vs. standard trening/ ingen trening

To systematiske oversikter har oppsummert effektstudier av videobokstrening (7;12). Samtlige studier handler om trening av laparoskopiske teknikker (åtte studier, hvorav en studie med to komparatorer). Studiene har sett på effekten av videobokstrening i forhold til standard trening (åtte studier), eller ingen trening (en studie).

A. Videobokstrening for laparoskopiske teknikker (GRADE Tabell A, vedlegg 7)

Spørsmål: Hva er effekten av videobokstrening i opplæring av laparoskopiske teknikker i forhold til standard trening eller ingen trening?

Tabell 7 A: Effektestimat og GRADE tabell (videobokstrening: laparoskopi)

Utfallsmål	Antall studier (antall deltagere)	Effektretning Int. vs. kontr	Kvalitet på dokumentasjonen GRADE
Ferdighetsendring målt som global rating score, global assessment of operative performance, checklist score	8 (157)	↔	⊕⊕⊕⊕ LAV
Overføring av ferdigheter til klinikken	2 (44)	↔	⊕⊕⊕⊕ LAV
Prosedyrefeil	4 (79)	↔	⊕⊕⊕⊕ MODERAT
Prosedyretid	3 (49)	↔?	⊕⊕⊕⊕ LAV

Oppsummering av dokumentasjonen for viktige utfall viser følgende:

Opplæring av kirurgiske ferdigheter var målt i de fleste studiene med Global Rating Scale (22) og viste ikke entydige resultater. Bare tre av åtte studier viste signifikant bedre effekt av treningen. Over halvparten av studiene viste ikke signifikant forskjell

for definerte kirurgiske ferdigheter som presisjon, kirurgisk teknikk, effektivitet av håndbevegelser, oppnåelse av predefinert nivå av ferdighet, snitteteknikk og hastighet med mer (5 studier). Prosedyrerelaterte utfall slik som reduksjon av feil og skader (4 studier) samt målt operasjonstid (3 studier) viste ikke signifikante forskjell mellom gruppene. To studier rapporterte overføring til klinisk praksis, men resultatene var ikke konsistente for de fleste utfall (72;84). Én studie har målt selvvardert forbedring og 9/9 av deltagerne rapporterte forbedret koordinasjon (video-eye-hand) og de fleste rapporterte økt tillit til egne ferdigheter (86 % vs. 49 %) (72).

Vi har vurdert kvaliteten på dokumentasjonen for de fleste utfall som lav eller moderat. Begrunnelse for vurderingen finnes i tabell A (vedlegg 7).

Oversiktene rapporterte ikke pasientrelaterte utfall eller kostnadseffektivitet.

Komputerbasert trening vs. ingen trening/standard trening

Aktuelle kategorier av simulatorer brukt i studiene er listet i tabell 2.

Standard prosedyrer i inkluderte studier besto av didaktisk opplæring, videoopplæring om knyting av kirurgiske knuter, kolecystektomi eller repetitive kirurgiske øvelser (surgical drills).

B. Komputerbasert simulatortrening for laparoskopiske teknikker (GRADE tabell B, vedlegg 7)

Spørsmål: Hva er effekten av komputerbasert simulatortrening av laparoskopiske teknikker i forhold til standard trening eller ingen trening?

Tabell 7 B: Effekttrening og GRADE tabell (komputerbasert trening: laparoskopi)

Utfallsmål	Antall studier (antall deltagere)	Effekttrening Int. vs. kontr	Kvalitet på dokumentasjonen GRADE
Ferdighetsendring målt som snitthastighet, snitteteknikk, bruk av laparoskopiske instrumenter, knyting av kirurgiske knuter, utførelse av laparoskopisk kolecystektomi	7 (181)	←	⊕⊕OO LAV
Overføring av ferdigheter til klinikken	6 (138)	←	⊕⊕OO LAV
Prosedyretid	4 (98)	←	⊕⊕OO LAV
Prosedyrefeil	2 (40)	←?	⊕⊕OO LAV

Ferdigheter var målt med mange ulike utfall: snitthastighet, snitteteknikk, bruk av laparoskopiske instrumenter, knytning av kirurgiske knuter og utførelse av laparoskopisk kolecystektomi. Resultatene var ikke entydige, fem studier viste bedre effekt i intervensjonsgruppen som fikk simulator trening (LapMentor; MIST-VR, LapSim) mens to andre studier ikke viste noen forskjell (MIST-VR). Overføring av ferdigheter til klinisk praksis var rapportert i seks studier. Deltakerne i intervensjonsgruppen viste bedre resultat enn kontrollgruppen når de utførte definerte oppgaver på gris, eller på pasienter (laparoskopisk kolecystektomi). Resultatene tyder på at innlærte ferdigheter kan overføres til klinisk praksis. Rapporterte prosedyrerelevante utfall som reduksjon av skader eller prosedyrefeil (to studier) og prosedyretid (fire studier) viste ikke konsistente resultater.

Vi har vurdert kvaliteten på dokumentasjonen for samtlige utfall som lav. Begrunnelse for kvalitetsvurderinger finnes i tabell B (vedlegg 7). Oversiktene rapporterte ikke pasientrelaterte utfall eller kostnadseffektivitet.

C. Komputerbasert simulatortrening for koloskopi og sigmoidoskopi (GRADE tabell C, vedlegg 7)

Spørsmål: Hva er effekten av komputerbasert simulatortrening for koloskopi/ sigmoidoskopi vs. ingen trening/ standard trening?

Tabell 7 C: Effektretning og GRADE tabell (komputerbasert trening: koloskopi/ sigmoidoskopi)

Utfallsmål	Antall studier (antall deltagere)	Effektretning Int. vs kontr.	Kvalitet på dokumentasjonen GRADE
Ferdighetsendring målt som evne til å utføre predefinert oppgaver eller generell prestasjonsnivå	7 (149)	←	⊕⊕⊕⊕ LAV
Overføring av ferdigheter til klinikken	5 (61)	←?	⊕⊕⊕⊕ MODERAT
Prosedyretid	3 (30)	↔?	⊕⊕⊕⊕ LAV
Prosedyrefeil	1 (12)	←?	⊕⊕⊕⊕ LAV
Pasientrelaterte utfall	5 (58)	↔?	⊕⊕⊕⊕ LAV

Ferdigheter var vurdert som evne til å utføre predefinerte oppgaver: sette inn skop, identifisere patologiske endringer, visualisere slimhinner i kolon, hand-eye skills, og som produktivitet (antall skopier utført uten assistanse innen gitt tid), eller generelt prestasjonsnivå (syv studier). Standard trening besto av pasienttrening, ingen trening eller teoretisk opplæring. Dokumentasjonen tyder på at trening på simulatorer

(Symbionix GI Mentor, Computer GI Mentor; AccuTouch; Gastro-Sim flexible) gir bedre ferdigheter. En studie har vist at forskjellen var størst i begynnelsen, men avtok over tid (46). Total treningsmengde i studiene var fra 6-20 timer trening.

Dokumentasjonen for effekt av treningen på prosedyrerelaterte utfall består av fem studier som rapporterte på prosedyretid (fire studier) og komplikasjoner (en studie). Vurderingene var gjort på virkelige pasienter. To studier viste kortere prosedyretid i treningsgruppen, mens to studier viste ikke signifikant resultat (*time to reach maximum insertion, time to reach caecum, time to reach 30 cm or 40 cm, time per case, total examination time*). Resultatene var ikke konsistente. Det var ikke rapportert noen alvorlige prosedyrerelaterte feil i den ene studien som hadde utfall relaterte til prosedyrefeil eller skader (45).

Totalt fem studier rapporterte overføring av ferdigheter til klinisk praksis. Intervensjonsgruppen utførte pasientbaserte prosedyrer signifikant bedre enn gruppen uten simulator trening i fire studier (45;47;51;52) mens en studie ikke viste signifikant resultat (46). En studie rapporterte økt produktivitet i intervensjonsgruppen i forhold til kontrollgruppen målt med antall utførte koloskopier innen gitt tid (47). Pasientrelaterte utfall som smerter og ubehag var rapportert i seks studier. Resultatene var ikke konsistente; tre studier viste reduksjon av smerter og ubehag i intervensjonsgruppen og tre studier viste ikke signifikant resultat.

Kostnadseffektivitet var ikke beregnet i studiene. Enkelte studier har estimert kostnader for bruk av utvalgte typer simulatorer (45;47;52).

Vi har gradert kvaliteten på dokumentasjonen til moderat eller lav. Detaljert begrunnelse for kvalitetsvurderinger finnes i tabell C i vedlegg 7. Kostnadseffektivitet av tiltaket var ikke rapportert.

D. *Komputerbasert simulatortrening for annen endoskopi* (GRADE tabell D, vedlegg 7)

Spørsmål: Hva er effekten av komputerbasert simulatortrening for andre endoskopiske teknikker vs. ingen trening/ standard trening?

Tabell 7 D: Effekttrening og GRADE tabell (komputerbasert trening: endoskopi)

Utfallsmål	Antall studier (antall deltagere)	Effekttrening Int. vs kontr.	Kvalitet på dokumentasjonen GRADE
Ferdighetsendring målt som evne til å utføre predefinerte oppgaver eller generere prestasjonsevne	5 (103)	←	⊕⊕OO LAV
Prosedyrefeil	1 (21)	↔	⊕⊕OO LAV
Prosedyretid	2 (41)	↔?	⊕⊕OO

Ferdigheter var målt som evne til å utføre oppgaven (fem studier). Intervensjonsgruppen viste bedre resultat i alle studier (MIST-VR; GI Mentor; URO Mentor). Effekt av opplæringen på prosedyrrelaterte feil og skader (en studie) samt operasjonstid (to studier) var ikke signifikant.

Vi har gradert kvaliteten på dokumentasjonen for samtlige utfall til lav. Detaljert begrunnelse for kvalitetsvurderinger finnes i tabell D i vedlegg 7. Følgende utfall var ikke rapportert: overføring av kompetanse til klinisk praksis, pasientutfall og kostnadseffektivitet av tiltaket.

E. Traume behandling/ACLS /gjenoppliving av pasienter (GRADE – tabell E)

Spørsmål: Hva er effekten av komputerbasert trening for ACLS / gjenoppliving vs. ingen trening?

Tabell 7 E: Effekttrening og GRADE tabell (komputerbasert trening: traume, ACLS)

Utfallsmål	Antall studier (antall deltagere)	Effekttrening Int. vs kontr.	Kvalitet på dokumentasjonen GRADE
Ferdighetsendring målt som global assessment of operative performance	3 (238)	←?	⊕⊕○○ LAV

Resultatene var målt som generell utførelse av oppgaver, tillit til egne ferdigheter og kunnskapsnivå (tre studier). To studier viste bedre resultat i gruppene som fikk simulatortrening (55;64). Resultatene var ikke signifikant i en studie hvor deltagerne øvde på gjenoppliving av nyfødte (67). Vi har gradert kvaliteten på dokumentasjonen for rapporterte utfall som lav. Detaljert begrunnelse for kvalitetsvurderinger finnes i tabell E i vedlegg 7.

Følgende utfall var ikke rapportert for denne sammenligning: prosedyrrelaterte feil og skader, overføring til klinisk praksis, pasientrelatert utfall, tid og kostnadseffektivitet av tiltaket.

Komputerbasert trening vs. videobokstrening

GRADE oppsummering av studier av komputerbasert simulatortrening i forhold til videobokstrening viste følgende resultater:

F. Kirurgiske ferdigheter (laparoskopi og generelle ferdigheter)
(GRADE tabell F)

Spørsmål: Hva er effekten av opplæring i kirurgiske ferdigheter med komputerbaserte simulatorer vs. videoboks simulator

Tabell 7 F: Effekttretning og GRADE tabell (komputerbasert: kirurgiske ferdigheter)

Utfallsmål	Antall studier (antall deltagere)	Effekttretning Int. vs. kontr.	Kvalitet på dokumentasjonen GRADE
Ferdighetsendring målt som global rating score, global assessment of operative performance, checklist score	7 (222)	↔?	⊕⊕OO LAV
Prosedyrefeil	2 (32)	→	⊕⊕OO LAV
Prosedyretid	2 (59)	↔?	⊕⊕⊕O SVÆRT LAV

Effekten av opplæring av generelle kirurgiske ferdigheter ved bruk av komputerbasert simulator i forhold til videobokstrening var vurdert på ulike måter: *som global assessment score of operative performance (laparoskopisk kolecystektomi); number of correct incisions, mean time to tie intracorporeal knots* (syv studier). Studiene viste ikke konsistente resultater, tre studier viste bedre resultater for MIST-VR komputer simulator (35;38;66), tre andre studier med LapSim eller MIST-VR viste ikke signifikant resultat (40;37;85), mens en studie med VEST simulator viste bedre resultat i kontrollgruppen (68).

Dokumentasjonen for prosedyrerelaterte utfall består av kun tre studier som rapporterte på prosedyretid (to studier) og/ eller prosedyrefeil (to studier). Resultatene var ikke konsistente, en studie viste større andel prosedyrerelaterte feil og skader i intervensjonsgruppen (VEST) enn i videoboksgruppen. Kontrollgruppen utførte oppgaver innen kortere tid enn gruppen som fikk komputerbasert trening (68). To andre studier viste ikke signifikante resultater for prosedyretid (MIST-VR) og prosedyrefeil (LapSim). Studier av kandidater som fikk MINST- VR simulatortrening viste stort sett ingen signifikant forskjell for målte utfall i forhold til gruppen med videobokstrening, men resultatene var ikke entydige. Hele 77 % av deltakerne foretrakk videobokstrening fremfor MINST-VR opplæring fordi videobokstrening opplevdes som mer realistisk.

Vi har gradert kvaliteten på dokumentasjonen for rapporterte utfall til lav eller veldig lav. Detaljert begrunnelse for kvalitetsvurderinger finnes i tabell F i vedlegg 7.

Følgende utfall var ikke rapportert: overføring til klinisk praksis, pasientrelatert utfall og kostnadseffektivitet av tiltaket.

Modellsimulering (kirurgiske modeller)

Vi har slått sammen studier som har sett på effekten av modellsimulatortrening i forhold til standard trening eller ingen trening ved utarbeidelsen av GRADE tabeller.

G. Generelle kirurgiske ferdigheter (GRADE tabell G, vedlegg 7)

Spørsmål: Hva er effekten av modell simulatortrening i opplæring av generelle kirurgiske ferdigheter vs. ingen trening eller standard opplæring

Tabell 7 G: Effekttrening og GRADE tabell (kirurgiske modeller: ferdigheter)

Utfallsmål	Antall studier (antall deltagere)	Effekttrening Int. vs kontr.	Kvalitet på dokumentasjonen GRADE
Ferdighetsendring målt som global rating score, global assessment of operative performance, checklist score	3 (69)	←?	⊕⊕⊕O MODERAT
Overføring av ferdigheter til klinikken	1 (21)	←	⊕⊕OO LAV
Prosedyretid	1 (21)	←	⊕⊕OO LAV

Ferdigheter var vurdert som “*global assessment of operative performance; global rating score, global checklist score*”. Kontrollgruppen har fått begrenset opplæring bestående av forelesning (to studier), eller egen lesing av utdelt manual (en studie). Resultatene viste bedre effekt av opplæring på modell simulator (tre studier), to av tre studier oppga at effekten var statistisk signifikant. En studie viste overføring av innlærte ferdigheter ved utførelse av oppgaver på anestesert gris (82).

En studie vurderte prosedyretid og resultatene viste kortere prosedyretid i intervensjonsgruppen (75). Ingen andre prosedyrespesifikke utfall var målt. Vi har vurdert kvaliteten på dokumentasjonen for valgte utfall som lav. Begrunnelse for graderingen finnes i tabell G vedlegg 7.

Følgende utfall var ikke rapportert: prosedyrerelaterte skader og feil, pasientrelaterte utfall, kostnadseffektivitet av tiltaket.

H. Laparoskopi (GRADE tabell H, Vedlegg 7)

Spørsmål: Hva er effekten av trening på fysiske modeller i opplæring av laparoskopiske teknikker vs. ingen trening?

Tabell 7 H: Effekttretning og GRADE tabell (modeller: laparoskopi)

Utfallsmål	Antall studier (antall deltagere)	Effekttretning Int. vs kontr.	Kvalitet på dokumentasjonen GRADE
Ferdighetsendring målt som global rating score, assessment of operative performance mm.	3 (81)	←	⊕⊕OO LAV
Overføring av ferdigheter til klinikken	1 (18)	←	⊕⊕OO LAV
Prosedyretime	1 (40)	←	⊕⊕OO LAV

Ferdigheter var målt som operasjonsflyt, kjennskap til instrumenter og kjennskap til prosedyre, behandling av vev, behov for faglig assistanse og global rating score. Kontrollgruppen fikk ingen trening utenfor operasjonssalen. Resultatene var ikke konsistente, to studier viste ikke signifikant resultat (41;56) mens en studie viste bedre resultater i intervensjonsgruppen i forhold til ingen trening (86). Kompetanseoverføring var rapportert i én studie. Samme studie viste reduksjon av operasjonstid ved utførelse av laparoskopisk kolecystektomi på gris og bedre prestasjonsnivå i intervensjonsgruppen enn i kontrollgruppen (86). Vi har vurdert kvaliteten på dokumentasjonen for identifiserte utfall som lav. Begrunnelse for graderingen finnes i tabell H, vedlegg 7.

Følgende utfall var ikke rapportert: prosedyrerelatert skader og feil, pasientrelaterte utfall, kostnadseffektivitet av tiltaket.

Modellsimulatortrening vs. pasientbasert trening

En randomisert kontrollert studie har sett på effekt av simulatortrening vs. pasientbasert trening for koloskopi (65). Det var ingen forskjell mellom gruppene for noen av de målte parametrene. Deltagerne hadde generelt problemer med å utføre oppgaven og forbedret ikke ferdigheter over tid.

Modellsimulatortrening vs. dyrekadaver

En randomisert kontrollert studie evaluerte effekten av trening på kirurgiske modeller i forhold til effekten av trening på grisekadaver (83). Resultatene viste noe bedre effekt for gruppen som trente på grisekadaver.

Trening på dyrekadaver

Trening av ferdigheter på dyrekadaver var mer effektiv enn standard opplæring bestående av lesing av manual. Resultatene bygger kun på én randomisert kontrollert studie og det er ikke oppgitt om resultatene var statistisk signifikante (83). Denne studien er inkludert i tre systematiske oversikter (3;7;12).

OVERFØRING AV FERDIGHETER TIL KLINISK PRAKSIS

Overføring av ferdigheter innøvd ved simulatorbasert trening var vurdert ved prosedyrer som koloskopi, laparoskopisk kolecystektomi og appendektomi, kateterbasert intervensjon for vaskulær okklusjon, vaskulær kateterisering og endoskopisk sinuskirurgi. De fleste studier brukte sammensatte skåringssystemer for å vurdere utførelsen av definerte oppgaver eller hele prosedyrer (*global assessment of operative performance; global rating score, global checklist score, prosedyretid, behov for faglig assistanse*). Resultatene tyder på at trening på simulator kan bedre ferdighetene hos den enkelte kirurg, men dokumentasjonen er fortsatt begrenset (3;7;8). Vi har ikke funnet systematiske oversikter om overførbarhet av ferdigheter innøvd i ferdighetslaboratorier til klinisk praksis i andre fagfelt enn kirurgi.

Vi har listet opp flere enkeltstudier identifisert ved vårt søk i vedlegg 6.

HVA FREMMER EFFEKTER AV TRENING I FERDIGHETSLABORATORIER?

Issenberg og medarbeidere (4) har sett på hvilke faktorer som fremmer effekten av ferdighetstrening i modeller og ulike kategorier simulatorer. Forfatterne har utført en beskrivende syntese av resultatene fra 109 studier. Forfatterne har identifisert følgende viktige faktorer:

1. Direkte tilbakemelding (feedback) på prestasjoner (51 artikler)
2. Repetitiv praksis (43 artikler)
3. Integrering av simulatortrening i standard opplæring (27 artikler)
4. Mulighet for gradering av vanskelighetsgrad av oppgaver i opplæring av ferdigheter (15 studier)
5. Individuelt tilpasset opplæring ved bruk av reproduserbare og standardiserte oppgaver som stimulerer aktiv deltagelse (19 artikler)
6. Bruk av ulike strategier for opplæring som gjenspeiler klinisk variasjon (11 artikler)
7. Det å ha kontrollerte forhold under opplæringen slik at kandidaten kan rette opp feil uten å tenke på konsekvenser for pasienten (10 artikler)
8. Det å ha klart definerte og målbare mål for opplæringen slik at kandidatene kan følge opp egen utvikling (syv artikler).

9. Regelmessig validering av opplæringstilbudet for å møte behov for relevant trening av aktuelle ferdigheter for gjeldende klinisk praksis (fire artikler)

Forfatterne av denne oversikten har ikke definert faktorer som hemmer opplæring i simulatorer.

Kostnader og kostnadseffektivitet av simulator opplæring

Ingen av de systematiske oversiktene har sett på kostnadseffektivitet av simulatoropplæring i medisinen. Vi har ikke funnet andre kostnadseffektivitetsanalyser med vår søkestrategi. Flere av de inkluderte oversiktene oppgir kostnadsdata for innkjøp og drift av simulatorer. Slike opplysninger er tilgjengelig fra norske distributører. Opplysninger om driftskostnader kan sannsynligvis skaffes fra norske brukere ved de mange simulator sentre som har blitt opprettet. Vi har ikke funnet data for kostnader ved standard opplæring eller alternativ type trening av ferdigheter.

PÅGÅENDE OVERSIKTER I COCHRANE

Ved oppstarten av arbeidet med denne oppsummeringen i mars 2008 har vi identifisert to relevante protokoller for Cochraneoversikter (1;2).

1. *Improving surgical practice - a systematic review of effective education strategies to improve surgical technical skills in operative procedures* (2).

Oversikten har som hensikt å vurdere effekten av ulike opplæringstiltak for å bedre kirurgens ferdigheter og pasientutfall. Forfatterne skal også oppsummere dokumentasjonen om effekten av opplæring påvirkes av slike faktorer som vanskelighetsgrad, kirurgisk spesialitet, valg av kirurgisk teknikk (åpen kirurgi vs. kikhullskirurgi) og klinisk setting.

Denne oversikten var fortsatt ikke publisert da arbeidet med rapporten ble avsluttet.

2. *Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery* (1). Oversikten hadde som hensikt å vurdere effekten av virtuell trening som supplement eller som erstatning for standard trening av kirurgiske ferdigheter i laparoskopi. Forfatterne har vurdert effekten av ferdighetstrening for kirurger med begrenset erfaring innen laparoskopi og for kirurger uten tidligere erfaring.

Gurusamy og medarbeidere har skrevet i september 2008 en artikkel som bygger på dokumentasjonen fra denne systematiske oversikten (8). I januar 2009 ble denne oversikten publisert i Cochrane Library (9). Vi har oppsummert funn fra denne publikasjonen i separat vedlegg da denne oversikten ble fullført etter at arbeidet med denne rapporten var ferdig (vedlegg 8).

Ekskluderte systematiske oversikter

De ekskluderte systematiske oversikter er listet opp i vedlegg 4.

Identifiserte enkeltstudier

Søket etter nye enkeltstudier har resultert i 716 treff. Etter å ha lest titler og abstrakt bestilte vi 65 artikler i fulltekst. Vi har inkludert 20 artikler. Disse artiklene er beskrevet i vedlegg 5.

Diskusjon

Denne kunnskapsoppsummeringen er en oversikt over oversikter ("paraply oversikt") dvs. at vi har søkt etter, hentet inn, kritisk vurdert og oppsummert forskning fra relevante systematiske oversikter av enkeltstudier. Vi har inkludert fem systematiske oversikter som rapporterte resultater fra hovedsakelig randomiserte kontrollerte studier. Forfatterne av oversiktene hadde som hensikt å oppsummere forskning om effekter av opplæring og trening av ferdigheter med ulike kategorier av simulatorer ved spesialistutdanning for leger eller medisiner studenter. De inkluderte oversiktene er publisert i løpet av de siste tre årene og bygger på relativt nye primær studier.

En "paraply-oversikt" er ofte en effektiv måte å få en oversikt over aktuelt forskningsfelt på. Vi har derfor valgt å ikke gå videre med systematisk søk etter enkeltstudier innenfor de rammer oppdraget hadde. Vi har kun utført et enkelt søk etter studier fra andre felt hvor vi ikke fant noen systematiske oversikter.

De fleste studiene viste effekt av ferdighetstrening med modeller eller simulatorer utviklet for innøving av kirurgiske ferdigheter, spesielt med tanke på minimal invasive kirurgiske teknikker som kikkhulskirurgi. Vi har ikke funnet systematiske oversikter av effektstudier utført innen andre medisinske fagfelt enn kirurgi. Resultater fra søket etter enkeltstudier med randomisert kontrollert design viser at virtuell ferdighetstrening med simulatorer er tatt i bruk i medisinske fagfelt som anestesi, gynekologi og obstetikk og akuttmedisin (90).

HOVEDFUNN

Det finnes gode systematiske oversikter av effektstudier om trening i ferdighetslaboratorier for kirurgiske ferdigheter. Disse oversiktene bygger på enkeltstudier med hovedsakelig randomisert design, men med flere metodiske svakheter. Oppsummering av resultater i samtlige oversikter var kun gjort som narrativ syntese og ikke som metaanalyse. Vi har vurdert dokumentasjonsgrunnlaget for valgte utfall til moderat, lav eller veldig lav. Det betyr at resultatene bør tolkes med forsiktighet og at det er sannsynlig at fremtidig forskning vil forandre effektestimater for de fleste utfall.

Vi har oppsummert forskning for følgende typer virtuell trening

- *Videobokstrening på kirurgiske ferdigheter (laparoskopi) i forhold til ingen trening eller standard opplæring* viste ikke entydige resultater. Effekten av videobokstrening på definerte ferdigheter viste ikke konsistente resultater. Over halvparten av studiene viste ikke signifikant forskjell mellom gruppen som fikk videobokstrening og kontrollgruppen, mens en tredjedel av studiene viste signifikant bedre effekt. Vi vet ikke om de innlærte ferdighetene kan overføres til klinisk praksis fordi resultater ikke var entydige. Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene for prosedyrerelaterte utfall som prosedyrefeil og prosedyretid. Det manglet studier med pasientrelaterte utfall. Det manglet dokumentasjon for kostnadseffektivitet av tiltaket.
- *Komputerbasert simulatortrening for laparoskopi, endoskopi, koloskopi og sigmoidoskopi* var bedre enn ingen trening. Resultatene var målt som evne til å utføre definerte oppgaver, generelt prestasjonsnivå og global scoring rate. Resultatene var ikke entydige, men de fleste studiene viste signifikant bedre effekt i gruppen som fikk trening på datubasert simulator. Effekt i forhold til kirurger som fikk standard trening var ofte ikke signifikant. Flere studier viste overførbarhet av kompetansen innøvd i ferdighetslaboratorium til klinikken. Evalueringer var utført enten på simulator eller på levende dyr (gris) eller på pasienter. Rapporterte prosedyrerelaterte utfall som skader og prosedyrefeil eller prosedyretid viste ikke konsistente resultater, med nesten like mange studier som viste bedre resultater i intervensjonsgruppen og studier som ikke viste signifikant forskjell mellom gruppene. Få studier rapporterte pasientrelaterte utfall, og disse resultatene var heller ikke entydige. Det mangler dokumentasjon for kostnadseffektivitet av tiltaket.
- *Komputerbasert simulatortrening for traumebehandling og ACLS (hjerte-lungeredning)* viste bedre generell utførelse av oppgaver, økt kunnskapsnivå og sikkerhet i intervensjonsgruppen enn i gruppen som fikk standard opplæring i to av tre studier. Dokumentasjonen var begrenset til tre studier, med få rapporterte utfall. Det mangler dokumentasjon for de fleste viktige utfall som pasientrelaterte utfall, prosedyrerelaterte utfall, overføring til klinisk praksis, og kostnadseffektivitet av tiltaket. Det finnes mange nye studier innen dette fagfeltet, men det foreligger ingen systematisk oversikt.
- *Komputerbasert simulatortrening av laparoskopiske ferdigheter og generelle kirurgisk ferdigheter i forhold til videobokstrening* viste ikke entydige resultater. Halvparten av studiene viste bedre effekt i intervensjonsgruppen, den andre halvparten viste ikke signifikant forskjell og en studie viste bedre effekt i kontrollgruppen. Det var utilstrekkelig data for å vurdere forskjeller i effekt på pro-

sedyrerelaterte utfall som tid, feil og skader. Vi mangler dokumentasjon for pasientutfall, overføring til klinisk praksis og kostnadseffektivitet.

- Trening med kirurgiske modeller på laparoskopiske og generelle kirurgiske teknikker viste signifikant bedre resultater enn ingen trening eller standard opplæring i fire av seks studier. To studier viste overføring av de innlærte ferdigheter til klinikken ved utførelse av oppgaver på gris. De samme studiene viste kortere prosedyretid i intervensjonsgruppen. Vi mangler studier med pasientutfall. Det mangler dokumentasjon for kostnadseffektivitet av tiltaket.

Oppsummert viste resultatene at trening i ferdighetslaboratorier og ulike kategorier av simulatorer kan bedre kirurgiske ferdigheter i forhold til ingen trening. Det er imidlertid usikkert hvilken type trening som er mest effektiv. Sammenlikning av trening med komputerbaserte simulatorer i forhold til videobokstrening eller trening på kirurgiske modeller viste ikke entydige resultater.

Et meget viktig spørsmål i forhold til bruk av virtuell trening i opplæring av leger er om de innlærte ferdighetene kan overføres til klinisk praksis. De fleste evalueringer av ferdighetsendring var utført på simulator eller modeller, eller på dyr. Kun få studier rapporterte ferdighetsendring basert på evalueringer med virkelige pasienter. Det betyr at de fleste studiene viste målbar endring av ferdigheter i forhold til utgangspunkt på simulator, men det er ikke vist at denne endringen har praktisk betydning for pasienter med hensyn til økt sikkerhet og kvalitet av utførte oppgaver. Studier hvor evalueringen var utført med pasienter tyder på at de innøvde kirurgiske ferdighetene trolig kan overføres til klinisk praksis. Forfatterne av oversiktene konkluderte med at ferdighetene innøvd ved trening på simulatorer for de studerte prosedyrene sannsynligvis kan overføres til klinisk praksis. De understøtte likevel at oppsummeringene bygger på enkeltstudier med få deltagere og med flere metodiske svakheter. Konklusjonen er dermed usikker og forfatterne etterlyser flere gode randomiserte kontrollerte studier.

Vi har ikke funnet systematiske oversikter om overførbarhet av ferdigheter innøvd i ferdighetslaboratorier til klinisk praksis i andre fagfelt enn kirurgi.

En systematisk oversikt har fokusert på hva som fremmer effekten av virtuell trening. Forfatterne har ikke fokus på effekten av ferdighetstrening, men på hva som stimulerer til større utbytte av ferdighetstrening med modeller og simulatorer. Effekten av intervensjonen var vurdert som endring i følgende parametre: aktiv deltagelse, kunnskap og ferdigheter. Vi har vurdert metodisk kvalitet av denne oversikten til moderat kvalitet.

STYRKE VED RAPPORTEN

Vi har gjennomført en systematisk gjennomgang av litteraturen, basert på eksplisitte kriterier for inklusjon og eksklusjon av artikler og et systematisk søk etter relevante systematiske oversikter. Vi har identifisert fire systematiske oversikter publisert i perioden 2005-2007 som bygger på relativt nye studier. Oversiktene var av moderat til høy metodisk kvalitet og hadde sammenlignbare konklusjoner.

Vi har vurdert samlet dokumentasjon for effekt i forhold til definerte utfallsmål på tvers av oversiktene ved bruk av GRADE. Denne måten å sammenstille dokumentasjonen på synliggjør kvaliteten av dokumentasjonen for hvert enkelt utfall.

Gurusamy et. al har fullført høsten 2008 arbeidet med den systematiske oversikten som vi har tidligere identifisert bare som protokoll (1). Oversikten ble først publisert i Cochrane Library i januar i år (9). Oversikten er svært relevant og vi har kort oppsummert funn i eget vedlegg (vedlegg 8). Forfatterne konkluderer med at VR-trening egner seg som nyttig supplement til standard laparoskopisk trening. VR-trening er vurdert til å være minst like effektiv som videotrening i standardisert laparoskopisk trening. Laparoskopiskolecystektomi er den eneste prosedyren som var studert i de inkluderte studiene.

BEGRENSNINGER VED RAPPORTEN

Inklusjonskriterier

Vi har begrenset dokumentasjonen til systematiske oversikter publisert før september 2008. Det betyr at vi kunne ha mistet viktige enkeltstudier som var relevante for problemstillingen, men som ikke var inkludert i oversiktene. Vi har ikke søkt etter nye studier innenfor de prosedyrene som omfattes av systematiske oversiktene.

Vi har utført systematisk søk etter enkeltstudier primært fra andre fagfelt enn kirurgi, men med klare avgrensninger i søkestrategien for å begrense omfang (scoping-søk). Vi har ikke kvalitetsvurdert enkeltstudier, studiene er bare listet opp. Det er sannsynlig at det finnes flere relevante studier som ikke har blitt identifisert med scoping-søket.

Tiltro til resultater

Studiene i oversiktene var små, antall deltagere per studie varierte fra 4 til 46 personer, med de fleste studier med om lag 20 deltagerne fordelt på to grupper. Det var ikke beregnet styrke for å se hvor mange deltagere som trengtes for å avdekke eventuelle forskjeller i effekt mellom grupper. Det var brukt mange ulike utfallsmål for effekten av ferdighetstrening både med tanke på spesifikke ferdigheter og som total skåre. Effekten var vurdert med forskjellige instrumenter og ved bruk av både objektive og subjektive metoder. Bare enkelte av disse metodene var validerte.

På grunn av mangelfull rapportering av resultater i de systematiske oversiktene valgte vi en pragmatisk løsning hvor vi kun angir en indikasjon på effektens retning (positiv/negativ/ uendret effekt på ferdigheter) i oppsummeringen av studiene. Det har ikke vært mulig å utføre en meta-analyse av resultatene. Kvaliteten på dokumentasjonen for effekt for de fleste utfall er lav på grunn av de metodologiske svakhetene ved studiene. Det betyr at vi bør tolke resultatene med forsiktighet og at fremtidig forskning kan endre konklusjonene.

Forskningen er begrenset

Vi fant ingen systematiske oversikter innenfor andre fagfelt enn kirurgi. Det betyr at rapporten er avgrenset til dette fagfeltet til tross for at simulatorbasert ferdighetstrening også brukes innen andre medisinske spesialiteter. Erfaringer med simulatortrening i anestesi og traumebehandling og akuttbehandling tyder på at den type virtuell trening kan bedre prestasjonsevne og teamarbeid i klinikken (90). En oversiktsartikkel av studier med fullskala simulatortrening i anestesi konkluderte med at til tross for økende bruk av simulatortrening innen anestesifaget er dokumentasjonen for effekt fortsatt begrenset (87). Vi fant ikke oppsummert forskning om effekter av virtuell trening innen medisinske fag som gynekologi, traumebehandling eller livreddende behandling.

Kostnadseffektivitet

Vi mangler informasjon om kostnadseffektivitet av de ulike typer av virtuell ferdighetstrening. Det var ingen kostnadseffektivitetsanalyser i studier inkludert i de systematiske oversiktene som danner grunnlaget for denne rapporten. Vi har ikke søkt systematisk etter kostnadseffektivitetsstudier.

Ferdighetslaboratorier er kostbare fordi de er dyre i innkjøp og drift og krever spesielt utdannet faglig personell til å drifte utstyr. Tiden som legen bruker på trening og opplæring vil ikke kunne brukes i klinikken og dette kan medføre behov for ekstra ressurser for å frigjøre nødvendig tid for opplæring. Dette vil øke kostnadene ytterligere. På den andre siden vet vi relativt lite om kostnader og kostnadseffektivitet av standard ferdighetstrening i klinikken. Dette er også ressurskrevende og kan dessuten medføre belastning for pasientene. Kostnadsanalyser utarbeidet på bestilling fra produsentene tyder på at simulatortrening kan være kostnadseffektivt, men vi mangler studier utført av uavhengige forskere med pasientrelaterte utfall (88).

IMPLIKASJONER

Et stadig mer høyt teknologisk helsevesen stiller krav til beherskelse av avansert medisinsk utstyr. Ferdigheter av denne type krever ofte tilrettelagt opplæring fordi de ikke bygger på de innlærte ferdighetene fra klinikken. I tillegg går den teknologiske utviklingen stadig raskere. Det betyr at det er nødvendig med kontinuerlig trening av ferdigheter for å vedlikeholde et tilfredsstillende kompetansenivå.

Ferdighetslaboratorier kan brukes både til opplæring av ferdigheter og til evaluering av graden av de innlærte ferdighetene (15). Valideringsstudier tyder på at simulatorer skiller godt mellom ulik grad av ferdigheter. Dette gir mulighet for en objektiv vurdering av ferdighetene til forskjell for en evaluering som gjøres ved observasjon eller på bakgrunn av videoopptak. Gjennom analyse av opptak fra simulatorentrening kan deltagerne få verdifull tilbakemelding på sine prestasjoner både på individnivå og som gruppe, der hvor dette er relevant. Utfordringen blir å vise at ferdighetsendring som følge av virtuell trening har direkte relevans for klinisk praksis. Effekten av virtuell trening i forhold til standard trening på pasientrelaterte utfall slik som morbiditet og mortalitet samt tilfredshet er lite studert. Det er behov for flere studier av validitet og reliabilitet av simulatorer i evalueringen av klinisk kompetanse før denne type evalueringer kan formaliseres.

Spesialistautorisasjon i Norge bygger på en rekke formelle krav: operasjonslister, kursbevis og akkumulert tilsetningstid på aktuelle avdelinger. De kirurgiske ferdighetene vurderes på operasjonssalen ved at en overordnet kollega evaluerer kandidatens prestasjoner. Det finnes per i dag ingen formelle krav til objektiv evaluering av spesifikke kirurgiske ferdigheter utover minimumskrav for ulike typer inngrep. Det diskuteres om det bør innføres spesifikke krav til definert nivå av de nødvendige ferdigheter for å oppnå spesialiteten (15;17).

Arbeidet med denne rapporten startet med følgende spørsmål: "Bør trening i ferdighetslaboratorier/ simulator komme sterkere inn / bli obligatorisk i spesialistutdanningen for leger?" Denne oppsummeringen kan ikke gi entydig svar på dette spørsmålet. Regelmessig trening på realistiske kliniske situasjoner synes å kunne bidra til at legene vil bli bedre rustet til å håndtere ulike kliniske situasjoner. Integrering av simulatorentrening i standard spesialistutdanning synes å ha positiv effekt på læring. Integrering av denne type trening i klinisk praksis eller i obligatorisk opplæringsprogram gjør det mulig for kandidatene å avsette tilstrekkelig tid til øvelser. Dersom ferdigheter og erfaring fra trening i ferdighetslaboratorium kan overføres til klinisk hverdag kan simulatorentrening ha avgjørende betydning for pasientsikkerheten og kvaliteten av helsetjenestene. Ferdighetstrening er med på å bedre kompetansen og dermed kan sannsynligvis forebygge behandlingsfeil med potensielt alvorlige konsekvenser for pasienter. Tidspunkt for virtuell ferdighetstrening og intensitet av treningen er ikke studert.

Tanken bak *virtuell reality* trening er at den virtuelle øvelsen skal etterligne virkelige kliniske situasjoner og det som kan potensielt hende med pasienten. Den kliniske virkeligheten er imidlertid mye mer sammensatt og ofte umulig å gjenskape i ferdighetslaboratorium. Dette er en viktig begrensning ved denne metoden. Trening i ferdighetslaboratorier kan ikke erstatte klinisk erfaring men kan være nyttig hjelpemiddel for å bedre tekniske ferdigheter og kompetansen både på individuellnivå og i team.

Det ser ut til at de fleste viktige spørsmål i forhold til nytten av virtuell ferdighetstrening i spesialistopplæring av leger ikke er tilstrekkelig studert for å danne grunnlag for entydig konklusjon. Beslutning om innføring av virtuell trening i spesialistutdanningen av leger i Norge må tas til tross for mangelfull dokumentasjon. Det er ønskelig at fremtidig bruk av virtuell trening av ferdigheter kan foregå i form av forskningsprosjekter som vi kunne bidra med nyttig informasjon til fagmiljøene.

Konklusjon

Trening av kirurgiske ferdigheter utenfor operasjonssalen og uten virkelige pasienter i ulike typer ferdighetslaboratorier kan bedre kirurgiske ferdigheter og øke kompetansen.

Eksisterende forskning er ikke entydig og gir ikke grunnlag for konklusjon om hvilke typer virtuell ferdighetstrening som er mest effektive.

Ferdigheter innøvd i ferdighetslaboratorium kan sannsynligvis overføres til klinisk praksis. Dokumentasjon er fortsatt begrenset og bør tolkes med forsiktighet.

Kvaliteten av tilgjengelig forskning er for lav til å avgjøre om trening i ferdighetslaboratorier har effekt på pasientrelaterte utfall slik som smerter og ubehag, mortalitet, morbiditet og tilfredshet.

Kunnskapsgrunnet for de fleste utfall ble vurdert til å ha moderat til lav kvalitet. Dette betyr at nyere studier kan endre konklusjonene.

BEHOV FOR VIDERE FORSKNING

Det er behov for forskning om hvordan ferdighetslaboratorier best kan brukes i medisinsk opplæring. Vi mangler data om hva som er optimal intensitet og lengde på opplæringen og valg av vanskelighetsgrad på oppgaver.

Det er behov for forskning om hvilke utfallsmål som er mest relevante for å måle ferdigheter som har betydning for økt kompetanse i klinikken. Standardisering av utfallsmål for spesifikke ferdigheter vil gjøre det lettere å måle effekten av opplæringen og sammenligne resultater på tvers av studier.

Det er behov for større standardisering av hva som er mål for opplæringen og hvordan slike tiltak skal evalueres.

Vi vet fortsatt for lite om i hvilken grad ferdigheter som er innøvd i ferdighetslaboratorium er overførbare til klinisk praksis. Her er det behov for randomiserte kontrol-

lerte studier utført på virkelig pasienter hvor en måler effekten på både prosedyrere-
laterte utfall og pasientutfall.

Det er behov for studier av kostnadseffektivitet av ulike kategorier simulatoretrening.

Det er også viktig å belyse konsekvenser av valg mellom flere potensielle organisato-
riske modeller for simulatoropplæring i nasjonal skala med tanke på sentralisert vs.
desentralisert opplæring for å optimalisere nytten. Tilgjengelighet må vurderes opp
mot behov for høyt kvalifisert personell til drift og opplæring samt høye kostnader
ved innkjøp av meget kostbart og svært teknologisk avansert utstyr.

Det ser ut til at behov for trening i ferdighetslaboratorier er en felles utfordring for
medisinske fag internasjonalt. Eksisterende forskning viser at det er mulig å utføre
randomiserte kontrollerte studier for å vurdere effekten av trening i ferdighetslabo-
ratorier og overførbarhet til klinisk setting. Det finnes relevante norske forsknings-
miljøer som er aktive. Denne type forskning er svært ressurskrevende både i form av
nødvendig kompetanse og utstyr.

Referanser

1. Gurusamy KS, Aggarwal R, Palanivelu L, Davidson BR. Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews: Protocols*. In: *Cochrane Database of Systematic Reviews 2007 Issue 3*. Chichester (UK): John Wiley & Sons, Ltd; 2007.
2. Haggar FA, Fergusson D, Grimshaw JM, Mamazza J, Mayhew A, Poulin EC, et al. Improving surgical practice - a systematic review of effective education strategies to improve surgical technical skills in operative procedures. *Cochrane Database of Systematic Reviews: Protocols*. In: *Cochrane Database of Systematic Reviews 2006 Issue 4*. Chichester (UK): John Wiley & Sons, Ltd; 2006.
3. Lynagh M, Burton R, Sanson-Fisher R. A systematic review of medical skills laboratory training: where to from here?. [Review] . *Medical Education* 2007;41(9):879-87.
4. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee GD, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. [Review]. *Medical Teacher* 2005;27(1):10-28.
5. Sutherland LM, Middleton PF, Anthony A, Hamdorf J, Cregan P, Scott D, et al. Surgical simulation: a systematic review. [see comment]. [Review] [41 refs]. *Annals of Surgery* 2006;243(3):291-300.
6. Australian Safety and Efficacy Register of New Interventional Procedures - Surgical. *Surgical simulation: a systematic review*. 2003.
7. Australian Safety and Efficacy Register of New Interventional Procedures -Surgical. *Surgical simulation for training: skills transfer to the operating room: a systematic review*. Report no 61. Stepney: Australian Safety and Efficacy Register of New Interventional Procedures -Surgical (ASERNIP-S) 2007;
8. Gurusamy K, Aggarwal R, Palanivelu L, Davidson BR. Systematic review of randomized controlled trials on the effectiveness of virtual reality training for laparoscopic surgery. *British Journal of Surgery* 2008;95(9):1088-97.
9. Gurusamy KS, Aggarwal R, Palanivelu L, Davidson BR. Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009;(1)
10. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence

and strength of recommendations. *British Medical Journal* 2008;336(7650):924-6.

11. Guyatt GH, Oxman AD, Kunz R, Falck-Ytter Y, Vist GE, Liberati A, et al. GRADE: going from evidence to recommendations. *British Medical Journal* 2008;336(7652):1049-51.
12. Australian Safety and Efficacy Register of New Interventional Procedures - Surgical. Surgical simulation (update and re-appraisal); a systematic review. Report no 53. 2006.
13. Ross DG, Harris CA, Jones DG. A comparison of operative experience for basic surgical trainees in 1992 and 2000. *British Journal of Surgery* 2002;89(1):60.
14. Debes A. Objektiv evaluering av kirurgiske ferdigheter. *Kirurgen* 2007;(2):37-9.
15. Dankelman J. Surgical simulator design and development. *World Journal of Surgery* 2008;32(2):149-55.
16. Gaarder C, Naess PA, Buanes T, Pillgram-Larsen J. Advanced surgical trauma care training with a live porcine model. *Injury-International Journal of the Care of the Injured* 2005;36(6):718-24.
17. Scalese RJ, Obeso VT, Issenberg SB. Simulation technology for skills training and competency assessment in medical education. *Journal of General Internal Medicine* 2008;23:46-9.
18. Issenberg SB, Scalese RJ. Simulation in health care education. *Perspectives in Biology and Medicine* 2008;51(1):31-46.
19. Brinchmann-Hansen A, Wisborg T, Brattebo G. Simulering - en god metode i legers videre- og etterutdanning. *Tidsskrift for Den norske legeforening* 2004;16(124):2113-5.
20. Martin JA, Regehr G, Reznick R, MacRae H, Murnaghan J, Hutchinson C, et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *British Journal of Surgery* 1997;84(2):273-8.
21. Doyle JD, Webber EM, Sidhu RS. A universal global rating scale for the evaluation of technical skills in the operating room. *Am J Surg* 2007;193(5):551-5.
22. Reznick R, Regehr G, MacRae H, Martin J, McCulloch W. Testing technical skill via an innovative "bench station" examination. *Am J Surg* 1997;173(3):226-30.
23. Olsen OC. Trening og laparoskopi. *Kirurgen* 2007;2:40-1.
24. Halvorsen FH, Fosse E. Simulatorer og trening i lparoskopisk kirurgi. *Kirurgen* 2007;2:42-3.
25. Rumball C, Macdonald D, Barber P, Wong H, Smecher C. Endotracheal intubation and esophageal tracheal Combitube insertion by regular ambulance attendants: a comparative trial. *Prehosp Emerg Care* 2004;8(1):15-22.

26. Morgan PJ, Cleave-Hogg D, McIlroy J, Devitt JH. Simulation technology: a comparison of experiential and visual learning for undergraduate medical students. *Anesthesiology* 2002;96(1):10-6.
27. Wisborg T, Ronning TH, Beck VB, Brattebo G. Preparing teams for low-frequency emergencies in Norwegian hospitals. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 2003;47(10):1248-50.
28. Wisborg T, Castren M, Lippert A, Valsson F, Wallin CJ. Training trauma teams in the Nordic countries: An overview and present status. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 2005;49(7):1004-9.
29. Wisborg T, Brattebo G, Brinchmann-Hansen A, Uggen PE, Hansen KS. Effects of nationwide training of multiprofessional trauma teams in Norwegian hospitals. *Journal of Trauma-Injury Infection and Critical Care* 2008;64(6):1613-8.
30. Bjørndal A. Hvordan oppsummerer vi forskning. Metodebok. 2005. Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten. Available from: <http://www.kunnskapssenteret.no>
31. Sutherland LM. Surgical simulation. Systematic review. Adelaide, South Australia: ASERNIP- S; 2003. 29.
32. Ahlberg G, Heikkinen T, Iselius L, Leijonmarck CE, Rutqvist J, Arvidsson D. Does training in a virtual reality simulator improve surgical performance? *Surg Endosc* 2002;16(1):126-9.
33. Gallagher AG, McClure N, McGuigan J, Crothers I, Browning J. Virtual reality training in laparoscopic surgery: a preliminary assessment of minimally invasive surgical trainer virtual reality (MIST VR). *Endoscopy* 1999;31(4):310-3.
34. Grantcharov TP, Kristiansen VB, Bendix J, Bardram L, Rosenberg J, Funch-Jensen P. Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J Surg* 2004;91(2):146-50.
35. Jordan JA, Gallagher AG, McGuigan J, McClure N. Virtual reality training leads to faster adaptation to the novel psychomotor restrictions encountered by laparoscopic surgeons. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques* 2001;15(10):1080-4.
36. Torkington J, Smith SG, Rees BI, Darzi A. Skill transfer from virtual reality to a real laparoscopic task. *Surg Endosc* 2001;15(10):1076-9.
37. Pearson AM, Gallagher AG, Rosser JC, Satava RM. Evaluation of structured and quantitative training methods for teaching intracorporeal knot tying. *Surg Endosc* 2002;16(1):130-7.
38. Hamilton EC, Scott DJ, Fleming JB, Rege RV, Laycock R, Bergen PC, et al. Comparison of video trainer and virtual reality training systems on acquisition of laparoscopic skills. *Surg Endosc* 2002;16(3):406-11.
39. Hyltander A, Liljegren E, Rhodin PH, Lonroth H. The transfer of basic skills learned in a laparoscopic simulator to the operating room. *Surg Endosc* 2002;16(9):1324-8.
40. Munz Y, Kumar BD, Moorthy K, Bann S, Darzi A. Laparoscopic virtual reality and box trainers: is one superior to the other? *Surg Endosc* 2004;18(3):485-94.

41. Youngblood PL, Srivastava S, Curet M, Heinrichs WL, Dev P, Wren SM. Comparison of training on two laparoscopic simulators and assessment of skills transfer to surgical performance. *J Am Coll Surg* 2005;200(4):546-51.
42. Andreatta PB, Woodrum DT, Birkmeyer JD, Yellamanchilli RK, Doherty GM, Gauger PG, et al. Laparoscopic skills are improved with LapMentor training: results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg* 2006;243(6):854-60.
43. Eversbusch A, Grantcharov TP. Learning curves and impact of psychomotor training on performance in simulated colonoscopy: a randomized trial using a virtual reality endoscopy trainer. *Surg Endosc* 2004;18(10):1514-8.
44. Chaer RA, Derubertis BG, Lin SC, Bush HL, Karwowski JK, Birk D, et al. Simulation improves resident performance in catheter-based intervention: results of a randomized, controlled study. *Ann Surg* 2006;244(3):343-52.
45. Ahlberg G, Hultcrantz R, Jaramillo E, Lindblom A, Arvidsson D. Virtual reality colonoscopy simulation: a compulsory practice for the future colonoscopist? *Endoscopy* 2005;37(12):1198-204.
46. Sedlack RE, Kolars JC. Computer simulator training enhances the competency of gastroenterology fellows at colonoscopy: results of a pilot study. *Am J Gastroenterol* 2004;99(1):33-7.
47. Sedlack RE, Kolars JC, Alexander JA. Computer simulation training enhances patient comfort during endoscopy. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2004;2(4):348-52.
48. Di Giulio E, Fregonese D, Casetti T, Cestari R, Chilovi F, D'Ambra G, et al. Training with a computer-based simulator achieves basic manual skills required for upper endoscopy: a randomized controlled trial. *Gastrointest Endosc* 2004;60(2):196-200.
49. Schijven MP, Jakimowicz JJ, Broeders IA, Tseng LN. The Eindhoven laparoscopic cholecystectomy training course--improving operating room performance using virtual reality training: results from the first E.A.E.S. accredited virtual reality trainings curriculum. *Surg Endosc* 2005;19(9):1220-6.
50. Edmond CV, Jr. Impact of the endoscopic sinus surgical simulator on operating room performance. *Laryngoscope* 2002;112(7 Pt 1):1148-58.
51. Tuggy ML. Virtual reality flexible sigmoidoscopy simulator training: impact on resident performance. *J Am Board Fam Pract* 1998;11(6):426-33.
52. Cohen J, Cohen SA, Vora KC, Xue X, Burdick JS, Bank S, et al. Multi-center, randomized, controlled trial of virtual-reality simulator training in acquisition of competency in colonoscopy. *Gastrointest Endosc* 2006;64(3):361-8.
53. Ferlitsch A, Glauninger P, Gupper A, Schillinger M, Haefner M, Gangl A, et al. Evaluation of a virtual endoscopy simulator for training in gastrointestinal endoscopy. *Endoscopy* 2002;34(9):698-702.

54. Hosking E.J. Does practising intubation on a minikin improve both understanding and clinical performance of the task by medical students? *Anaesthesia* 2003;31:25-8.
55. Gilbert MK, Hutchison CR, Cusimano MD, Regehr G. A computer-based trauma simulator for teaching trauma management skills. *Am J Surg* 2000;179(3):223-8.
56. Hamilton EC, Scott DJ, Kapoor A, Nwariaku F, Bergen PC, Rege RV, et al. Improving operative performance using a laparoscopic hernia simulator. *Am J Surg* 2001;182(6):725-8.
57. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, et al. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Annals of Surgery* 2002;(4):458-64.
58. Watterson JD, Beiko DT, Kuan JK, Denstedt JD. Randomized prospective blinded study validating acquisition of ureteroscopy skills using computer based virtual reality endourological simulator. *J Urol* 2002;168(5):1928-32.
59. Wilhelm DM, Ogan K, Roehrborn CG, Cadeddu JA, Pearle MS. Assessment of basic endoscopic performance using a virtual reality simulator. *J Am Coll Surg* 2002;195(5):675-81.
60. Bowyer MW, Pimentel EA, Fellows JB, Scofield RL, Ackerman VL, Horne PE, et al. Teaching intravenous cannulation to medical students: comparative analysis of two simulators and two traditional educational approaches. *Stud Health Technol Inform* 2005;111:57-63.
61. Engum SA, Jeffries P, Fisher L. Intravenous catheter training system: computer-based education versus traditional learning methods. *Am J Surg* 2003;186(1):67-74.
62. Hochberger J, Matthes K, Maiss J, Koebnick C, Hahn EG, Cohen J. Training with the compactEASIE biologic endoscopy simulator significantly improves hemostatic technical skill of gastroenterology fellows: a randomized controlled comparison with clinical endoscopy training alone. *Gastrointest Endosc* 2005;61(2):204-15.
63. Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, Fudala MJ, Linnquist LA, Feinglass J, et al. Simulation-based training of internal medicine residents in advanced cardiac life support protocols: a randomized trial. *Teach Learn Med* 2005;17(3):210-6.
64. Wayne DB, Didwania A, Feinglass J, Fudala MJ, Barsuk JH, McGaghie WC. Simulation-based education improves quality of care during cardiac arrest team responses at an academic teaching hospital: a case-control study. [see comment]. *Chest* 2008;133(1):56-61.
65. Gerson LB, Van Dam J. A prospective randomized trial comparing a virtual reality simulator to bedside teaching for training in sigmoidoscopy. *Endoscopy* 2003;35(7):569-75.
66. Jordan JA, Gallagher AG, McGuigan J, McGlade K, McClure N. A comparison between randomly alternating imaging, normal laparoscopic imaging, and virtual reality training in laparoscopic psychomotor skill acquisition. *Am J Surg* 2000;180(3):208-11.

67. Curran VR, Aziz K, O'Young S, Bessell C. Evaluation of the effect of a computerized training simulator (ANAKIN) on the retention of neonatal resuscitation skills. *Teach Learn Med* 2004;16(2):157-64.
68. Lehmann KS, Ritz JP, Maass H, Cakmak HK, Kuehnappel UG, Germer CT, et al. A prospective randomized study to test the transfer of basic psychomotor skills from virtual reality to physical reality in a comparable training setting. *Ann Surg* 2005;241(3):442-9.
69. Ali MR, Mowery Y, Kaplan B, DeMaria EJ. Training the novice in laparoscopy. More challenge is better. *Surg Endosc* 2002;16(12):1732-6.
70. Mackay S, Morgan P, Datta V, Chang A, Darzi A. Practice distribution in procedural skills training: a randomized controlled trial. *Surg Endosc* 2002;16(6):957-61.
71. Fried GM, Derossis AM, Bothwell J, Sigman HH. Comparison of laparoscopic performance in vivo with performance measured in a laparoscopic simulator. *Surg Endosc* 1999;13(11):1077-81.
72. Scott DJ, Bergen PC, Rege RV, Laycock R, Tesfay ST, Valentine RJ, et al. Laparoscopic training on bench models: better and more cost effective than operating room experience? *J Am Coll Surg* 2000;191(3):272-83.
73. Taffinder N, Sutton C, Fishwick RJ, McManus IC, Darzi A. Validation of virtual reality to teach and assess psychomotor skills in laparoscopic surgery: results from randomised controlled studies using the MIST VR laparoscopic simulator. *Stud Health Technol Inform* 1998;50:124-30.
74. Traxer O, Gettman MT, Napper CA, Scott DJ, Jones DB, Roehrborn CG, et al. The impact of intense laparoscopic skills training on the operative performance of urology residents. *J Urol* 2001;166(5):1658-61.
75. Matsumoto ED, Hamstra SJ, Radomski SB, Cusimano MD. The effect of bench model fidelity on endourological skills: a randomized controlled study. *J Urol* 2002;167(3):1243-7.
76. Velmahos GC, Toutouzas KG, Sillin LF, Chan L, Clark RE, Theodorou D, et al. Cognitive task analysis for teaching technical skills in an inanimate surgical skills laboratory. *Am J Surg* 2004;187(1):114-9.
77. Jordan JA, Gallagher AG, McGuigan J, McClure N. Randomly alternating image presentation during laparoscopic training leads to faster automation to the "fulcrum effect". *Endoscopy* 2000;32(4):317-21.
78. Keyser EJ, Derossis AM, Antoniuk M, Sigman HH, Fried GM. A simplified simulator for the training and evaluation of laparoscopic skills. *Surg Endosc* 2000;14(2):149-53.
79. Harold KL, Matthews BD, Backus CL, Pratt BL, Heniford BT. Prospective randomized evaluation of surgical resident proficiency with laparoscopic suturing after course instruction. *Surg Endosc* 2002;16(12):1729-31.
80. Risucci D, Cohen JA, Garbus JE, Goldstein M, Cohen MG. The effects of practice and instruction on speed and accuracy during resident acquisition of simulated laparoscopic skills. *Curr Surg* 2001;58(2):230-5.
81. Uchal M, Brogger J, Rukas R, Karlsen B, Bergamaschi R. In-line versus pistol-grip handles in a laparoscopic simulators. A randomized controlled crossover trial. *Surg Endosc* 2002;16(12):1771-3.

82. Grober ED, Hamstra SJ, Wanzel KR, Reznick RK, Matsumoto ED, Sidhu RS, et al. Laboratory based training in urological microsurgery with bench model simulators: a randomized controlled trial evaluating the durability of technical skill. *J Urol* 2004;172(1):378-81.
83. Anastakis DJ, Regehr G, Reznick RK, Cusimano M, Murnaghan J, Brown M, et al. Assessment of technical skills transfer from the bench training model to the human model. *Am J Surg* 1999;177(2):167-70.
84. Scott DJ, Bergen PC, Rege RV, Euhus DM. Intense laparoscopic skills training improves operative performance of surgery residents. *J Am Coll Surg* 1999;50(L):670-1.
85. Kothari SN, Kaplan BJ, DeMaria EJ, Broderick TJ, Merrell RC. Training in laparoscopic suturing skills using a new computer-based virtual reality simulator (MIST-VR) provides results comparable to those with an established pelvic trainer system. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2002;12(3):167-73.
86. Pohl D., Eubanks C, Kao C.C, Richards C.G. Synthetic material simulation improves performance of laparoscopic cholecystectomy in ananimate model. [www simulab com]. [updated 2003]. Available from: <http://www.simulab.com/laparoscopic>.
87. Wong AK. Full scale computer simulators in anesthesia training and evaluation. *Canadian Journal of Anaesthesia-Journal Canadien D Anesthesie* 2004;51(5):455-64.
88. Frost & Sullivan. Return on investment study for medical simulation training. Report 2004. [updated 2004]. Available from: <http://www.frost.com>
89. Nishisaki A, Keren R, Nadkarni V. Does simulation improve patient safety? Self-efficiency, competence, operational performance, and patient safety. *Anesthesiology Clinics* 25: 225-236
90. Gordon JA, Vozenilek JA. The science of simulation in healthcare. Defining and developing clinical expertise. *Acad Emerg med* 2008 ; 15 (11): 971-77. <http://www.aemj.org>

Vedlegg 1

Søkestrategi:

Ferdighetslaboratorier – systematiske oversikter

Ovid MEDLINE(R) 1950 to April Week 1 2008

14.04.2008

450 treff

- 1 Computer-Assisted Instruction/
- 2 Computer Simulation/
- 3 exp Models, Anatomic/
- 4 exp models, animal/
- 5 User-Computer Interface/
- 6 (simulat\$ or manikin\$ or virtual or model\$ or e-learn\$ or elearn\$ or computer\$ or box).tw.
- 7 or/1-6
- 8 Clinical Competence/
- 9 ((clinical or surg\$ or diagnos\$ or professional\$) adj3 (skill\$ or competen\$ or experti\$)).tw.
- 10 skill\$ laborator\$.tw.
- 11 (skill\$ adj2 assess\$).tw.
- 12 or/8-11
- 13 exp Education, Professional/
- 14 exp Learning/
- 15 exp Health Personnel/ed [Education]
- 16 exp Students, Health Occupations/
- 17 exp Surgical Procedures, Operative/ed [Education]
- 18 ((profession\$ or medical or speciali\$ or surg\$ or personnel\$ or clinician\$ or post-graduate\$ or postgraduate\$ or undergraduate\$ or resident\$) adj4 (educat\$ or train\$ or student\$ or teach\$ or learn\$ or develop\$)).tw.
- 19 or/13-18
- 20 7 or 12
- 21 19 and 20
- 22 limit 21 to "reviews (specificity)"

Ovid EMBASE 1980 to 2008 Week 15

14.04.2008 (310 treff)

- 1 exp Audiovisual Equipment/
- 2 Computer Model/
- 3 exp Simulation/
- 4 Virtual Reality/
- 5 (simulat\$ or manikin\$ or virtual or model\$ or e-learn\$ or elearn\$ or computer\$ or box).tw.
- 6 or/1-5
- 7 Clinical Competence/
- 8 Professional Competence/
- 9 Skill/
- 10 ((clinical or surg\$ or diagnos\$ or professional\$) adj3 (skill\$ or competen\$ or experti\$)).tw.
- 11 skill\$ laborator\$.tw.
- 12 (skill\$ adj2 assess\$).tw.
- 13 or/7-12
- 14 6 or 13
- 15 exp Education/
- 16 exp Learning/
- 17 exp Student/
- 18 Staff Training/
- 19 ((profession\$ or medical or speciali\$ or surg\$ or personnel\$ or clinician\$ or post-graduate\$ or postgraduate\$ or undergraduate\$ or resident\$) adj4 (educat\$ or train\$ or student\$ or teach\$ or learn\$ or develop\$)).tw.
- 20 or/15-19
- 21 14 and 20
- 22 limit 21 to "reviews (2 or more terms high specificity)"

Cochrane Library, Wiley

Issue 1, 2008 ; 14.04.2008

Cochrane Reviews: 28 treff

Other Reviews: 10 treff

Technology Assessments: 5 treff

Economic Evaluations (NHS EED): 38 treff

- #1 MeSH descriptor Computer-Assisted Instruction explode all trees
- #2 MeSH descriptor Computer Simulation explode all trees
- #3 MeSH descriptor Models, Anatomic explode all trees
- #4 MeSH descriptor Models, Animal explode all trees
- #5 (simulat* or manikin* or virtual or model* or e-learn* or elearn* or computer* or box):ti.ab

- #6 MeSH descriptor User-Computer Interface explode all trees
 #7 (#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6)
- #8 MeSH descriptor Clinical Competence explode all trees
 #9 ((clinical or surg* or diagnos* or professional*) near/3 (skill* or competen* or experti*)):ti,ab
 #10 (skill* next laborator*):ti,ab
 #11 (skill* near/2 assess*):ti,ab
 #12 (#8 OR #9 OR #10 OR #11)
- #13 MeSH descriptor Education, Professional explode all trees
 #14 MeSH descriptor Learning explode all trees
 #15 MeSH descriptor Health Personnel explode all trees with qualifier: ED
 #16 MeSH descriptor Students, Health Occupations explode all trees
 #17 MeSH descriptor Surgical Procedures, Operative explode all trees with qualifier: ED
 #18 ((profession* or medical or speciali* or surg* or personnel* or clinician* or post-graduate* or postgraduate* or undergraduate* or resident*) near/4 (educat* or train* or student* or teach* or learn* or develop*)):ti,ab
 #19 (#13 OR #14 OR #15 OR #16 OR #17 OR #18)
 #20 ((#7 OR #12) AND #19)

CRD

15.04.2008

621 treff (DARE: 156 treff, NHS EED: 358 treff, HTA 107 treff)

- # 1 MeSH Computer-Assisted Instruction EXPLODE 1
 # 2 MeSH Computer Simulation EXPLODE 1
 # 3 MeSH Models, Anatomic EXPLODE 1 2
 # 4 MeSH Models, Animal EXPLODE 1
 # 5 MeSH User-Computer Interface EXPLODE 1
 # 6 #1 OR #2 OR #3 OR #4 or #5
 # 7 MeSH Clinical Competence EXPLODE 1 2
 # 8 (skill* NEAR laborator*)
 # 9 skill* NEAR assess*
 # 10 #7 OR #8 OR #9
 # 11 MeSH Education, Professional EXPLODE 1
 # 12 MeSH Learning EXPLODE 1 2
 # 13 MeSH Health Personnel QUALIFIERS ED EXPLODE 1 2
 # 14 MeSH Students, Health Occupations EXPLODE 1 2
 # 15 MeSH Surgical Procedures, Operative QUALIFIERS ED EXPLODE 1
 # 16 profession* NEAR educat*
 # 17 profession* NEAR train*
 # 18 profession* NEAR student*

19profession* NEAR teach*
20profession* NEAR learn*
21profession* NEAR develop*
22medical* NEAR develop*
23medical NEAR learn*
24medical NEAR teach*
25medical NEAR student*
26medical NEAR train*
27medical NEAR educat*
28speciali* NEAR educat*
29speciali* NEAR train*
30speciali* NEAR student*
31speciali* NEAR teach*
32speciali* NEAR learn*
33speciali* NEAR develop*
34surg* NEAR develop*
35surg* NEAR learn*
36surg* NEAR teach*
37surg* NEAR student*
38surg* NEAR train*
39surg* NEAR educat*
40personnel* NEAR educat*
41personnel* NEAR train*
42personnel* NEAR student*
43personnel* NEAR teach*
44personnel* NEAR learn*
45personnel* NEAR develop*
46clinician* NEAR develop*
47clinician* NEAR learn*
48clinician* NEAR teach*
49clinician* NEAR student*
50clinician* NEAR train*
51clinician* NEAR educat*
52post-graduate* NEAR educat*
53post-graduate* NEAR train*
54post-graduate* NEAR student*
55post-graduate* NEAR teach*
56post-graduate* NEAR learn*
57post-graduate* NEAR develop*
58postgraduate* NEAR develop*
59postgraduate* NEAR learn*
60postgraduate* NEAR teach*
61postgraduate* NEAR student*
62postgraduate* NEAR train*

63postgraduate* NEAR educat*
64undergraduate* NEAR educat*
65undergraduate* NEAR train*
66undergraduate* NEAR student*
67undergraduate* NEAR teach*
68undergraduate* NEAR learn*
69undergraduate* NEAR develop*
70resident* NEAR develop*
71resident* NEAR learn*
72resident* NEAR teach*
73resident* NEAR student*
74resident* NEAR train*
75resident* NEAR educat*
76#11 or #12 or #13 or #14 or #15 or #16 or #17 or #18 or #19 or #20 or
#21 or #22 or #23 or #24 or #25 or #26 or #27 or #28
77#29 or #30 or #31 or #32 or #33 or #34 or #35 or #36 or #37 or #38 or
#39 or #40 or #41 or #42 or #43 or #44 or #45 or #46 or #47 or #48
78#49 or #50 or #51 or #52 or #53 or #54 or #55 or #56 or #57 or #58 or
#59 or #60 or #61 or #62 or #63 or #64 or #65 or #66 or #67 or #68 or #69
or #70 or #71 or #72 or #73 or #74 or #75

79clinical NEAR skill*
80clinical NEAR competen*
81clinical NEAR experti*
82surg* NEAR experti*
83surg* NEAR competen*
84surg* NEAR skill*
85diagnos* NEAR skill*
86diagnos* NEAR competen*
87diagnos* NEAR experti*
88professional* NEAR experti*
89professional* NEAR competen*
90professional* NEAR skill*
91#79 or #80 or #81 or #82 or #83 or #84 or #85 or #86 or #87 or #88 or
#89 or #90
92#91 or #10

93simulat* OR manikin* OR virtual OR e-learn* OR elearn* OR computer* OR
box
94computer* NEAR model*
95animal* NEAR model*
96anatomi* NEAR model*
97anatom* NEAR model*
98#93 or #94 or #95 or #97

99 #6 or #98

100 #99 or #92

101 #76 or #77 or #78

102 #100 and #101

Vedlegg 2

SJEKKLISTE FOR SYSTEMATISKE OVERSIKTER

Kritisk vurdering av systematiske oversiktsartikler

ID: Forfatter, årstall:

Hadde oversikten et forhåndsbestemt design? Ja Nei Uklart Passer ikke

Forskningsspørsmålet og inklusjonskriterier bør etableres før man starter på oversikten

Ble seleksjonen av studier og ekstraksjon av data duplisert? Ja Nei Uklart Passer ikke

Det bør minst være to uavhengige personer som velger ut og henter fram data. Prosedyren for hvordan man håndterer uenighet bør rapporteres.

Ble det utført et omfattende litteratursøk? Ja Nei Uklart Passer ikke

Det må søkes i flere, helst alle relevante, elektroniske kilder. Rapporteringen bør romme både navn på databaser og årstall.

Ble publikasjonsform eller -språk brukt som eksklusjonskriterium?

Ja Nei Uklart Passer ikke

Ble alle inkluderte og ekskluderte studier listet opp? Ja Nei Uklart Passer ikke

En slik liste bør fremlegges. Særlig viktig for inkluderte studier. Liste over ekskluderte studier kan ev. gjøres tilgjengelig på internett.

Ble karakteristika ved de inkluderte studiene beskrevet? Ja Nei Uklart Passer ikke

I aggregert form, f.eks. i en tabell, bør data fra originalstudiene fremlegges. Blant annet om deltakerne, intervensjonene og utfallene. Karakteristika som f.eks. alder, kjønn, rase, relevante sosioøkonomiske data, sykdomsstatus, sykdomsvarighet, alvorlighet, andre sykdommer) bør rapporteres.

Ble vitenskapelig kvalitet i inkluderte studier vurdert og rapportert? Ja Nei Uklart Passer ikke

Metoder for vurdering bør rapporteres «a priori». I effektstudier er det f.eks. relevant å beskrive at man vurderte randomiseringsprosedyren. For andre typer spørsmål er andre kriterier aktuelle.

Ble informasjon om vitenskapelig kvalitet utnyttet når konklusjonene

ble trukket? Ja Nei Uklart Passer ikke

Ideelt bør dokumentasjonen graderes på en eksplisitt og systematisk måte. I det minste bør forfatterne omtale i konklusjoner og anbefalinger at man har tatt hensyn til styrken i dokumentasjonen.

Var metodene som ble brukt for å kombinere studieresultatene

tilfredsstillende? Ja Nei Uklart Passer ikke

Når resultater fra ulike studier slås sammen, bør det gjøres en test for å vurdere om det er forsvarlig (f.eks. tester for homogenitet). Hvis man finner heterogenitet, bør en «random effects modell» brukes og den kliniske forsvarligheten av å slå sammen data bør diskuteres.

Ble sjansen for publikasjonsbias vurdert? Ja Nei Uklart Passer ikke

Forskningsspørsmålet og inklusjonskriterier bør etableres før man starter på oversikten.

Ble ev. interessekonflikter beskrevet? Ja Nei Uklart Passer ikke

Samlet kvalitetsvurdering av studien (intern validitet):

- **Høy kvalitet** Brukes hvis alle eller nesten alle kriteriene fra sjekklisten er oppfylt.1 Eventuelle svakheter kan etter all sannsynlighet ikke endre studiens konklusjon.
- **Middels kvalitet** Brukes hvis noen av kriteriene fra sjekklisten ikke er oppfylt eller kriteriene ikke er tilfredsstillende beskrevet. Det antas likevel at det er liten sjanse for at svakhetene faktisk kunne ha endret studiens konklusjon.
- **Lav kvalitet** Brukes hvis få eller ingen kriterier er oppfylt, eller ikke er tilfredsstillende beskrevet.

Hva som er «nesten alle», «noen» og «få» kan variere noe fra oppsummering til oppsummering, men skal dokumenteres i rapporten.

Signatur:

Dato:

Vedlegg 3

TABLE OF INCLUDED SYSTEMATIC REVIEWS

Sturm 2007

Study: authors, publ. year, country	Sturm L, et al. Surgical simulation for training: Skills transfer to the operating room. ASERNIP-S Report No. 61. 2007
Aim	To assess whether skills acquired via simulation-based training transfer to the operative room setting.
Quality assessment	High
Method	<i>Design:</i> Systematic review.
Search strategy	MEDLINE, PREMEDLINE, EMBASE, psychINFO, CINAHL, Current Contents, Cochrane Library, National Research Register (UK), Australian Clinical Trials Registry. Last search in December 2006
Study selection	Systematic reviews of RCT- studies, RCTs and non-randomised comparative studies. Only studies that reported on the use of surgical simulation-based training for surgical skills training, and reporting on the transferability of these skills to the patient care setting were included. No language restrictions. <i>Exclusion criteria:</i> not described
Participants	Surgeons, surgical trainees (residents), medical students and other people involved in human patient care
Intervention	Surgical skills training with surgical simulation
Control	Any other methods of surgical training with no simulation training
Outcome measures	Measure of surgical task performance and/or mortality, morbidity and discomfort of patients
Data analysis	Narrative synthesis.
Included studies	12 RCTs and 2 non-randomised comparative studies with 287 participants
Country of origin	Sweden, USA (8 studies), Irland, Netherlands, Denmark
Evidence rating	Moderate
Participants	Surgeons, surgical trainees (residents), medical students
Intervention	Computer simulator based training vs. no simulation-based training and vs. patient-based training.
Results	Performance on simulators <i>Simulation-based training vs. no simulation based training</i>

- Laparoscopic cholecystectomy (4 RCTs);
- Colonoscopy/sigmoidoscopy (4 RCTs);
- Catheter-based intervention for occlusive vascular disease (1 RCT) Improvements in simulator performance for all trained group significantly outweighed those observed in the control group for many of the parameters used: the assessed tasks were performed significantly faster than in control group. All participants successfully reached the expert criterion level, or the completion of a certain number of simulated cases.

Simulation-based training vs. patients –based training

- Colonoscopy/sigmoidoscopy (1 RCT)

Most residents did not complete the simulated cases successfully. None of the parameters improved over time.

Skills transfer outcomes

Simulation-based training vs. no simulation based training

- Laparoscopic cholecystectomy (5 studies)

Models of simulation: MIST-VR; video-trainers; training course. Participants trained on simulator prior to conducting patient-based laparoscopic cholecystectomy performed better than control group on most parameters, made fewer errors and had less need for takeovers by supervising surgeon. The results indicate that skills for laparoscopic cholecystectomy acquired on a simulator can be transferred to operating room.

- Colonoscopy/sigmoidoscopy (5 studies).

Models of simulation: AccuTouch; GI Mentor; Gastro-Sim. Simulation trained residents performed patient-based procedures significantly better than controls during the initial stages of learning. The difference disappeared with time. Duration of training seems important for skills transfer. Results for patient-assessed discomfort during colonoscopy/sigmoidoscopy were inconsistent (3 studies)

- Catheter-based intervention for occlusive vascular disease.

Model: Proceidius VIST simulator. Improvement in the completion of specific steps during the catheter-based intervention and in terms of supervising surgeon takeover compared to controls.

- TEP hernia repair.

Simulation based curriculum: moulded rubber simulator, video and interactive CD ROM. Significant improvement in operative performance in trained group compared to controls. Training using the curriculum can allow the transfer of skill to the patient -based setting.

- Endoscopic sinus surgery ESS (1 study)

No difference in performance of ESS simulator trained residents compared with controls.

Simulationbased training vs. patient-based training

- Colonoscopy/sigmoidoscopy (1 study)

Simulation-based training only vs. standard training. Simulation-based training

	showed no effect on simulator performance or clinical improvement.
Conclusion (author's)	The evidence available demonstrates that simulation-based training results in skill transfer to the operative setting. It would therefore appear that simulation-based training provides safe, effective and ethical way for trainees to acquire surgical skills before entering the operation room. Higher quality studies are required to confirm these findings.
Comments	The evidence was rated as moderate: included studies were limited by small sample size and poor reporting of methodological detail. Well designed studies should be conducted to strengthen the current evidence- base.

Evidence table: Sutherland 2003 + 2006 (ref)

Study: authors, publ. year, country	Sutherland LM, et al. 2006. Surgical simulation: a systematic review. (ASERNIP-S report NO 51. 2003) Australia
Aim	To evaluate the effectiveness of surgical simulators, in comparison to each other, no training, or other methods of surgical training, on the basis of a systematic assessment of the literature.
Quality assessment	High
Method	<i>Design:</i> Systematic review.
Search strategy	MEDLINE, PREMEDLINE, EMBASE, psychINFO, CINAHL, Current Contents, Cochrane Library, National Research Register (UK). Last search in April 2005
Study selection	RCTs assessing any training technique using at least some elements of surgical simulations compared to any other methods of surgical training or no surgical training. <i>Exclusion criteria:</i> not described
Population	Surgeons, surgical trainees (residents), medical students
Intervention	Any training technique using at least some elements of surgical simulations compared to any other methods of surgical training or no surgical training
Control	Any methods of surgical training or no surgical training
Outcome measures	Measure of surgical task performance and/or satisfaction with training technique.
Data analysis	Narrative synthesis.
Included studies	30 RCTs with 760 participants
Country of origin	Sweden, USA, Canada, UK, Ireland, Norway
Evidence rating	Moderate to poor
Population	Surgeons, surgical trainees (residents), medical students
Intervention	Computer simulator training, video simulator training, model simulator training, cadaver simulator training

Results	<p>Computer simulator training</p> <p>Computer simulation vs. no training (N= 5 studies)</p> <p>MIST-VR showed some improvement, but the results mostly were not significant. Mean appendectomy skill score (grasping bowel, coagulation of vessels, loop ligation, cutting ligation, total score): 12,3 vs. 12,0; WMD (95 % CI) = -0.30(-3.58 to 2.98). Students trained in MIST-VR had superior laparoscopic cutting skills and speed with the left hand.</p> <p>Lap Sim (N=1 study): better navigation tasks and shorter performance time compared to group without training.</p> <p>Computer simulation vs. standard training (5 studies)</p> <p>MIST-VR (3 studies)</p> <p>vs. video on knot tying: significant shorter mean knot tying time in intervention group: 3.1 min. vs. 7.5 min, $p < 0,001$, no difference if didactic training or self-practice was added</p> <p>vs. video on cholecystectomy: fewer errors 1.2 vs. 7,4, $p = 0,0006$</p> <p>vs. surgical drills: not statistically significant (left hand and right hand distance, time, movement, speed)</p> <p>URO Mentor (2 studies)</p> <p>- vs. didactic training only: final mean score: 23,6 vs. 14,7 (out of 25) for students without prior access to simulator.</p> <p>- Vs. more intensive training (5x30 min): superior results for global rating: MD of 5,2 points (95 %CI 0.04 to 7.36)</p> <p>Computer simulation vs. video box training simulation (7 studies)</p> <p>MINST-VR (5 studies): Mixed results, generally intervention group did better in MIST-VR and video box trainer then residents who trained on video box only ex: MIST-VR trained group made fewer incorrect incisions. Satisfaction: 77% preferred video box training to MIST-VR training perceiving it to be more realistic.</p> <p>LapSim (1 study): assessment done after 3x30 min. weekly on LapSim, box trainer or no training. Results showed no difference between groups.</p> <p>VEST (Virtual Endoscopic Surgery Trainer) (2 studies): video box trainer group made significantly fewer errors and took less camera time then computer simulation group. LapSim was superior to physical trainer.</p> <p>Video simulation training:</p> <p>- Vs. no training (6 studies): no difference detected in three studies with final performance assessed on MIST-VR, pig model and water –filled glove. In two other studies video simulation group performed video task better, but the difference in performance of actual operative tasks was only slightly better.</p> <p>- Vs. standard training (1 study): video box trained students performed video tasks better then control group Mean global rating score: 88 vs. 58, mean checklist score 95 vs. 77)</p> <p>- Vs. model simulation (1 study): no significant differences for any outcomes</p> <p>- Vs. simplified simulation: (2 studies): better results for some of configurations of video simulation then randomly alternating image video box. No significant differences for 6/7 tasks for mirrored box trainer.</p> <p>- Vs. video simulation and additional instructions (2 studies): generally no significant dif-</p>
---------	---

	<p>ferences were seen between groups</p> <p>Model simulation</p> <p>Vs. no training outside operating room (2 studies): statistically significant improvements in scores for the trained group for: time and motion, flow of operation, knowledge of instruments and procedures, use of assistance. Overall performance score: mean difference of 1.25, 95 % CI 0.53 to 1.87) and composite score: Mean difference of 24.7, 95 % CI 7.38 to 42.02). Subjects who used physical trainer showed no difference compared to no training group (1 study).</p> <p>- Vs. cadaver training (1 study): mentored training using surgical models or cadavers. Students were evaluated on the performance using cadavers. The cadaver trained group scored better on global assessment of operative performance (66,5 vs. 64,5) and the checklist score (69,5 vs. 67,5)</p> <p>- Vs standard training (2 studies): superior results for model trained groups in both studies: global assessment of operative performance (65,5 vs. 51,5) and checklist score (67,5 vs. 60,5)</p> <p>Cadaver training (1 study)</p> <p>Vs. standard training from manuals (1 study): better scores for intervention group: global assessment of operative performance (66,5 vs. 51,5) and checklist score (69,5 vs. 60,5)</p>
Conclusion (author's)	<p>Computer simulation generally showed better results than no training at all, but was not convincingly superior to standard training or video simulation. Video simulation did not show better results than groups with no training at all and there were not enough data to determine if video simulation was better than standard training or use of models. Model simulation may have been better than standard training, and cadaver training may have been better than model training.</p> <p>Efficacy of simulated training can not be determined. The inconclusive outcome of this review may be related to small sample sizes and the reliability and validity of outcome measurements.</p>
Comments	<p>Several studies showed inconsistent results. Computer simulation was superior in some studies, but not in others and was even inferior to video simulation in one study. This may have depended on types of tasks assessed but there were too few studies to determine this. Most of the RCTs were flawed and outcomes were not comparable across included studies. This publication is based on a report: ASERNIP 53 (ref).</p>

Lynagh 2007

Study: authors, publ. year, country (ref)	Lynagh M et al. 2007. A systematic review of medical skills laboratory training: where to from here? USA
Aim	To evaluate the effectiveness of medical skills laboratories or simulators. To determine if performance in medical skills laboratories is transferable to actual clinical performance and

	maintained over time.
Quality assessment	Moderate
Method	<i>Design:</i> Systematic review.
Search strategy	MEDLINE, Pubmed, Expanded Academic Index; Australian Education Index, Proquest, Annual Reviews, Aust-Health, Cochrane Library, Health Reference Center Database. Search period: 1998- 2006 Last search in June 2006.
Study selection	RCTs assessing any training technique using at least some elements of surgical simulations compared to any other methods of medical or procedural skills training. Limitations: Only English studies and studies retrieved in full text Undergraduate medical students or postgraduate medical trainees
Population	Any training technique using at least some elements of simulations compared to any other methods of skills training or teaching.
Intervention	Any methods of surgical training or no surgical training
Control	Learner outcomes measured quantitatively. Measure of procedural skills performance.
Outcome measures	Narrative synthesis.
Data analysis	
Included studies	44 RCTs. 1602 participants
Country of origin	Sweden, USA, Canada, UK, Ireland, Denmark
Evidence rating	Not done
Population	Surgeons, surgical trainees, residents, medical students (50 %)
Intervention	Computer simulator training, video simulator training, model simulator training, cadaver simulator training. Procedural skills: laparoscopic skills (54 %); other surgical procedures (30 %): endoscopy, endourological skills, urological skills, bronchoscopy and other general skills. Seven studies (16 %) evaluated the effectiveness of simulators in training in: resuscitation, catheterisation, trauma management, anaesthesia and cardiac support skills.
Outcome measures	Objective Structured Medical Evaluation (OSME) of skills performance on simulator; knowledge; students satisfaction with simulator as training tool; transfer of simulator skills performance to clinical performance, maintenance of skills post intervention
Results	Effectiveness of medical skill laboratories <i>Vs. standard training or no training:</i> significant improvement of procedural skills in intervention group (31 studies - 71 %). One study reported negative effect (Gerson 2003). <i>Vs. different simulators:</i> several studies reported no significant differences in outcome measures for computer simulators compared with video simulators or video simulators compared with box trainers or video simulators with additional instructions. Studies showed equal levels of improvements in all groups. Four studies reported significantly improved performance in group with computer simulator training compared to video training. <i>Different training conditions:</i> best results for computer assisted training, peer practice and distributed practice training. Transference of simulator skills to clinical practice (12 studies) Significant improvement in skills after receiving simulator training compare to standard or

	<p>no training (11 studies). One study reported inferior performance compare to group with standard bedside training.</p> <p>Durability of skills (2 studies)</p> <p>Not consistent results at 4-months post-training. Positive results in one study (microsurgery skills), deterioration of skills (neonatal resuscitation in another study).</p>
Conclusion (author's)	<p>Very few well designed trials have addressed the issue of effectiveness of medical skill laboratories with particular focus on issues of transferability to clinical practice and retention skills over time. Further research must be carried out to address these matters if medical skills laboratories are to remain an integral component of medical education.</p>
Comments	<p>There is a considerable overlapping of single studies included in this review and studies in ASERNIP reports. (ref). The review focused entirely on the effectiveness of medical simulators in the teaching of procedural skill and 50 % of included studies were performed with medical students.</p>

Issenberg 2005

Study: authors, publ. year, country	Issenberg BS 2005. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BME systematic review. USA
Aim	Review and synthesize existing evidence in educational science that addresses the question: What are the features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to most effective learning?
Quality assessment	Medium
Method	Systematic review
Search strategy	Databases: ERIK, Medline, PsycINFO, Web of Science, Timelit Hand search, internet searches. Review date: 1969 to 2003
Study selection	Peer-reviewed publications and reports in the unpublished literature that has been judged for academic quality. Empirical studies were chosen in favour of reviews. Experimental studies or quasi experimental studies.
Population	Medical doctors/residents
Intervention	Simulator training in medical education. Different features and uses of simulators No simulator training
Control	Learner outcomes measured quantitatively: participation, knowledge, skills
Outcome measures	Descriptive statistics. Narrative synthesis
Data analysis	
Included studies	109 studies. Design: 35 % before and after studies; 29% RCTs; 26 % cohort studies and 10 % cross sectional studies
Country of origin	USA, Ireland, Netherland
Evidence rating	Not done. Only strength of finding was assessed: 50 % of studies were assessed as the conclusions can probably be based on results and about 17 % of studies were assessed as having clear and likely to be true results.
Population	Medical doctors or students: post-graduate (42 %); medical school (26 %); CME/CPC

<p>Intervention</p> <p>Control</p> <p>Outcomes</p>	<p>(20%), other (12 %)</p> <p>Simulator based training as facilitator for learning of medical skills. Focus on different features and uses of high-fidelity simulators that promote or facilitate learning.</p> <p>No training on simulators</p> <p>Effective learning measured as nine categories: clinical skills, practical procedures, patient investigation, patient management, health promotion, communication, information skills, integrating basic sciences, attitudes and decision making</p>
<p>Results</p>	<p>Authors identified 10 features and uses of the medical simulations which facilitate and promote effective learning</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Educational feedback to learner as a principal feature of simulation based medical education (51 studies; 47 %) 2. Repetitive practice as a key feature in medical education involving high-fidelity simulators (43 studies) 3. Curriculum integration: integration of simulator training into the standard post-graduate educational curriculum 4. Range of difficulty level (15 studies) 5. Individualized learning (19 studies): reproducible, standardized educational tasks with learners as active participants, not passive observers promote effective learning 6. Use of multiple learning strategies together with simulator training 7. Having controlled environment for learning where learners can make, detect and correct errors without consequences for patient (10 studies) 8. Simulators that capture clinical variation seems more useful than those with narrow range (11 studies) 9. Clearly defined goals for learning with tangible outcome measures (6 studies) 10. Validity of simulator training is correlated with effective learning (3 studies)

Vedlegg 4

TABLE OF EXCLUDED SYSTEMATIC REVIEWS

Table: Excluded studies

Study First author (reference no.)	Title	Cause for exclusion of study
Sutherland 2004	Surgical simulation. A systematic review.	Double publication. Same data set as in report from ASERNIP-S Report No 53
Sutherland 2003	Surgical simulation: a systematic review, ASERNIP – S Report No 29, Adelaide South Australia, December 2003.	This systematic review has been updated with new studies. Additional four new studies have been included, but the conclusion was not altered. See ASERNIP-S Report No 53
Gurusamy 2007	Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery	Protocol for an ongoing Cochrane review.
Aucar 2005	Review of surgical simulation with attention to validation methodology. Does not fulfil the inclusion criteria: the article assess documentation for validity of simulation techniques for assessing different surgical skills. Background.	
Rogers 2001	Improving continuing medical education for surgical techniques: applying the lessons learned in the first decade of minimal access surgery. Review of relevant literature, not a systematic review	
Haggar 2006	Improving surgical practice – a systematic review of effective education strategies to improve surgical technical skills in operative procedures. Protocol for an ongoing Cochrane review.	
Kommu 2007	Optimizing outcomes in laparoscopic urologic training: toward a standardized global consensus. Design: Review of relevant literature, not a systematic review.	
Rehtans 2007	Unannounced standardized patients in real practice: a systematic review Does not fulfil the inclusion criteria (simulated patients)	
Lane 2007	The use of simulated patients and role-play in communication skills training: A review of the literature to August 2005. Does not fulfil the inclusion criteria (simulated patients)	

Vedlegg 5

PRIMARY STUDIES FROM SYSTEMATIC REVIEWS SUMMARIZED IN THIS REPORT

Primary study	Design & No. participants	Intervention/ Training method	Comparator	Procedure	Results	Systematic review
Ali 2002	RCT N = 27	Computer MIST-VR medium level training	Computer MIST-VR easy level training on	Laparoscopic skills	Medium level group received better scores than easy level training. More intensive training is more effective than easy level training	ASERNIP 53, Sutherland 2006;
Anastakis 1999	RCT N = 23 surgical trainees	Bench model simulator training	Cadaver training or standard training	General surgical skills	Cadaver group received better scores than the model group. Model group received better scores than the standard training group. NS differences.	ASERNIP 53; Lynagh 2007, Sutherland 2006
Andreatta 2006	RCT N = 19 surgical interns	Computer training (LapMentor)	No simulator training	Laparoscopic skills	Simulator training group showed sig faster navigation skills and higher accuracy rates.	Lynagh 2007
Ahlberg 2005 Sweden	RCT N = 12	AccuTouch VR endoscopy simulator N= 6	No simulator training N = 6	Colonoscopy	All participants reached the expert criterion level. Sig increase in % of participants able to complete the patient-based assessment as specified in the study methods (success rate).	ASERNIP 61

Primary study	Design & No. participants	Intervention/ Training method	Comparator	Procedure	Results	Systematic review
Ahlberg 2002 Sweden	RCT N = 29 medical students	Computer MIST-VR training N = 14	No simulator training N = 15	Laparoscopic appendectomy	NS difference between groups	ASERNIP 53, Lynagh 2007, Sutherland 2006
Bowyer 2005	RCT N = 34 medical students	Simulator training : IV cannulation (CathSim & Virtual IV)	Traditional learning: plastic simulator arm vs. in vivo practice	Intravenous catheter training	All groups improved. Virtual simulator training group showed sig better improvement	Lynagh 2007
Cohen 2006 USA	RCT Gastroenterology fellows N = 45	Simbionix GI Mentor simulator N = 22	No simulator training N = 23	Colonoscopy	Ns difference in reported patient discomfort	ASERNIP 61,
Chaer 2006 USA	RCT N = 20	Procedius VIST simulator N = 10	No simulator training N = 10	Catheter-based intervention for occlusive vascular disease	Sig improvements in mean checklist scores for residents in trained group: global rating scale score for wire & catheter handling and precision of wire & catheter technique	ASERNIP 61,
Curran 2004	RCT N = 31 medical students	Computerised training simulator (ANAKIN)	Video training	Resuscitation skills (neonatal)	NS difference between groups at 8 months in skills performance, knowledge or confidence	Lynagh 2007
Di Giulio 2004	RCT N= 22 Gastroenterology fellows	Computer simulator training	No simulator training	Endoscopy skills	Sig difference between groups. Simulator training group performed more complete procedures, required less assistance and rated as more positive	Lynagh 2007
Everbrusch 2004	RCT N= 20	Computer GI mentor II	No training	Colonoscopy performance	Simulation group were faster and showed sig better performance than the no training group. GI mentor superior to no training	ASERNIP 53, Sutherland 2006

Primary study	Design & No. participants	Intervention/ Training method	Comparator	Procedure	Results	Systematic review
Edmond 2002 USA	Comparative study Not RCT N = 4	ESS simulator N = 2	No simulator training N = 2	Endoscopic sinus surgery	NS difference between mean rating scores for any procedure related outcomes	ASERNIP 61,
Engum 2003	RCT N = 163 medical & nursing students	Computer-based education (CathSim)	Traditional learning	Intravenous catheter training	NS difference between groups in performance of skills. Traditional training group showed better knowledge and satisfaction	Lynagh 2007
Fried 1999	RCT N = 12 junior surgical residents	Videoboks simulator (performance) N = 6	No training; Performance in vivo N = 6	Laparoscopic skills (pig model)	NS difference in total score between video trained group and no training group	ASERNIP 53; Lyngh 2007, Sutherland 2006
Ferlitsch 2002	RCT N = 24 13 medical students & 11 experts	VR simulator (GI Mentor) training	No training	Endoscopy (gastrointestinal)	Simulator training group sig better than no training group. No differences between experts and training group post test.	Lynagh 2007
Gerson 2003 USA	RCT N = 16	VR sigmoidoscopy simulator training N = 9	Supervised patient-based training - sigmoidoscopies N = 7	Sigmoidoscopy	Sig difference between groups. Simulator training group performed inferior compared to bedside training group	ASERNIP 61, Lynagh 2007
Gallagher 1999	RCT N = 16	Computer MIST VR simulator	No simulator training	Endoscopic skills: Correct incisions	MIST-VR superior to no training. More correct incisions in simulation group compared to no training group	ASERNIP 53, Sutherland 2006
Gilbart 2000	RCT N = 179 medical students	Computer based trauma simulator	No simulator training: seminar based training or no training	Trauma patients management	Both simulator and seminar training groups performed sig better then no training group. NS difference between simulator and seminar training group.	Lynagh 2007

Primary study	Design & No. participants	Intervention/ Training method	Comparator	Procedure	Results	Systematic review
Grantcharov 2004 (Denmark)	RCT N = 20 surgical trainees	Computer MIST-VR simulator N = 10	No simulator training N = 10	Laparoscopic cholecystectomy	Computer simulator group performed sig better than no training group.	ASERNIP 61, 53; Lynagh 2007, Sutherland 2006
Grober 2004	RCT N = 18 Junior surgical residents	Bench model simulators training	Didactic training	Urological skills microsurgery	Bench model training group performed sig better than didactic training group.	Lynagh 2007
Hamilton 2001 USA	RCT N = 21 surgical residents	TEP hernia repair rubber model simulator N = 10	No simulator training N = 11	Laparoscopic TEP hernia repair	Simulator training group performed sig better than no training group in 5 out of 8 assessment areas.	ASERNIP 61, 53; Lynagh 2007, Sutherland 2006
Hamilton 2002 USA	RCT N = 19 junior surgery residents	Computer MIST VR simulator training	No simulator training (video training)	Laparoscopic cholecystectomy	Improvement in VR training group.	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Harold 2002	RCT N = 17	Video box simulator training + instructions	Video box simulator training	Laparoscopic suturing	NS differences between groups in suturing time, accuracy or tensile strength.	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Hosking 2003	RCT N = 46 medical students	Simulator (METI-VR) training	Standard training. No simulator training	Laryngoscopy & intubation	VR training group performed sig better than standard training group	Lynagh 2007
Hytander 2002	RCT N = 24 medical students	Computer LapSim simulator training	No simulator training	Laparoscopic skills	Computer simulator training showed sig better performance on all tasks than no training group.	ASERNIP 53; Lynagh 200; Sutherland 2006
Hochberger 2005	RCT N = 23 Gastroenterology fellows	Compact EASIE biologic endoscopy simulator + clinical training	Clinical endoscopy training	Endoscopy skills	Sig improvement for simulator+ clinical training group for all 4 skills. Sig higher success rate in clinical procedures	Lynagh 2007

Primary study	Design & No. participants	Intervention/ Training method	Comparator	Procedure	Results	Systematic review
Jordan 2000	RCT N = 24 medical & science students	Computer MIST-VR simulator training	Video box simulator training (random alternating images) vs. video box training (normal image)	Laparoscopic skills	MIST-VR training group made more correct incision/ performed sig better than both video box training groups.	ASERNIP 53; Lyngh 2007; Sutherland 2006
Jordan 2000b	RCT N = 32	Video box simulator training alternating image	Video box simulator y-axis inverted image or normal image vs simplified simulation (direct vision box training)	Laparoscopic skills: incision in a video box trainer	Randomly alternating image and normal video box trained group made sig more correct incisions than the direct vision box trainer for both comparisons	ASERNIP 53; Sutherland 2006
Jordan 2001	RCT N = 32 medical & science students	Computer MIST-VR simulator training	Z-shape or U-shape video box training or no training	Laparoscopy	MIST-VR training group performed sig better than both video box training groups and no training group	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Keyser 2000	RCT N = 22 surgical residents	Video box simulator training	Simplified mirrored box training	Laparoscopy	NS difference between groups in 6 out of 7 performance on video box and mirrored box	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Kothari 2002	RCT N = 24 medical students	Computer MIST – VR	Video box training	Laparoscopic skills	NS difference between MIST-VR and video box training group	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Lehmann 2005	RCT N = 32 Medical students 24 & 8 surgeon	VR Computer VEST simulator training	Video box training (CVT)	Laparoscopy	NS difference between groups. Both groups had sig decrease in mean task completion times.	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006

Primary study	Design & No. participants	Intervention/ Training method	Comparator	Procedure	Results	Systematic review
Mackay 2002	RCT N = 41 Under graduated & Post graduated medical students	Computer MIST-VR training (Massed practice)	2 groups of MICT-VR training (distributed practice)	Laparoscopic skills	Massed practice group performed sig better on MIST-VR than the 20 min distributed group, but NS compared to 15 min distributed group. Inconsistent results.	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Matsumoto 2002	RCT N = 40 medical students	High fidelity video box bench model training	Low fidelity bench model training vs. didactic training	Endourological skills	NS difference between low and high fidelity group. Low fidelity group performed better than didactic group.	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Morgan 2002	RCT N = 144 medical students	Simulator training	Video training (Visual learning)	Management of anaesthesia	NS difference between groups	Lynagh 2007
Munz 2004	RCT N = 24	Computer LapSim training	Video box training or no training	Clip application performance on a water filled glove	Simulation group showed greater economy of movement. NS differences for time taken and number of errors compared to no training group.	ASERNIP 53; Sutherland 2006
Ost 2001	RCT N = 6 Pulmonary fellows	Computer simulator	Bedside training	Bronchoscopy	Simulator training group performed sig better than bedside training group	Lynagh 2007
Pearson 2002	RCT N = 43 medical students	Computer MIST-VR training	Video box model training vs standard training or didactic instruction	General surgical skills (knot tying)	All training groups showed sig faster knot tying times than no training group. NS difference between MIST-VR, didactic and self practice group.	ASERNIP-53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Pohl 2003	RCT N = 28 medical students	Synthetic material simulator training with 2 simulations and Repeated simularions	No simulator training	Laparoscopic cholecystectomy	Repeated simulation training group performed sig better than simulator training group or no training group	Lynagh 2007

Primary study	Design & No. participants	Intervention/ Training method	Comparator	Procedure	Results	Systematic review
Risucci 2001	RCT N = 14 surgical residents	Video box simulator training + instructions	Video box simulator training	Laparoscopic skills	Improvement in both groups. Video box+ instruction group showed sig fewer errors.	ASERNIP 53; Lyngh 2007; Sutherland 2006
Rogers 2000	RCT N = 77 medical students	Computer assisted learning alone (CALA)	Computer assisted peer teaching (CAPT)	General surgical skills	% of correctly tied square knot sig lower in CAPT group	Lynagh 2007
Rogers 1998	RCT N = 82 medical students	Computer assisted learning alone (CALA)	Lecture and feedback seminar (LFS)	Surgical skills (knot tying)	NS difference in % able to tie square knot or time. CALA group sig lower performance.	Lynagh 2007
Scott 1999 USA	RCT N = 22	SCMIS GEM video trainer	No trainer	Laparoscopic cholecystectomy	Sig difference in improvements for a range of skills compare to control group	ASERNIP 61
Scott 2000 USA	RCT N = 20 Junior surgical residents	Video box simulator training	No training	Laparoscopic cholecystectomy	Video training group performed sig better than no training group on video trainer for following outcomes: respect of tissue, instrument handling, and use of assistance. NS difference for knowledge of instruments or procedure, time and motion, flow of operation.	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Scott 2000 USA	RCT N = 27 surgical residents	SCMIS GEM video trainer N = 13	No simulator training N = 14	Laparoscopic cholecystectomy	Sig difference between groups in median global assessment scores for performance in favour of simulator training group	ASERNIP 61
Schijeven 2005	Comparative study N = 24	4 day laparoscopic choleystectomy training course N = 12	No training course N = 12	Laparoscopic cholecystectomy		ASERNIP 61,

Primary study	Design & No. participants	Intervention/ Training method	Comparator	Procedure	Results	Systematic review
Sedlack 2004 USA	RCT N = 38	AccuTouch flexible sigmoidoscopy simulator N = 19	No simulator training N = 19	Sigmoidoscopy		ASERNIP 61,
Sedlack & Kolars 2004 USA	RCT N = 8	AccuTouch colonoscopy N = 4	No simulator training N = 4	Colonoscopy		ASERNIP 61,
Seymour 2002 (Ireland)	RCT N = 16 junior surgical residents	MIST-VR simulator N = 8	No simulator training N = 8	Laparoscopic cholecystectomy	Simulator training group performed sig better than standard training group	ASERNIP 61, ASERNIP 53, Lynagh 2007; Sutherland 2006
Taffinder 1998	RCT N = 10 surgical residents	Video box simulator	No training	Laparoscopic skills	Video box training group performed sig better than no training group	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Torkington 2001	RCT N = 30 medical students	Computer MIST-VR simulator training	Standard training or no training	Laparoscopy	Both MIST-VR and traditional training group groups performed sig better than no training group. NS difference between MIST-VR og traditional training group.	ASERNIP 53; Lyngh 2007; Sutherland 2006
Traxer 2001	RCT N = 12 urology residents	Video box simulator training	Standard training	Laparoscopy	NS difference between group in operative performance	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006
Tuggy 1998 USA	RCT N = 10	Gastro-Sim flexible sigmoidoscopy simulator N = 5	No simulator training N = 5	Sigmoidoscopy		ASERNIP 61,
Uchal 2002	RCT N = 46	Video box simulator training (inline grip handles, ILH)	Video box simulator training (pistol grip handles PGH)	Laparoscopy		ASERNIP 53
Velmahos 2004	RCT N = 26 interns	Inanimate surgical skills laboratory	Bedside training	Intravenous catheter training	Surgical skills lab group scored sig better in knowledge and skills compared to bedside training group	Lynagh 2007

Primary study	Design & No. participants	Intervention/ Training method	Comparator	Procedure	Results	Systematic review
Watterson 2002	RCT N = 20 medical students	Computer (URO Mentor) simulator training	Standard training, no simulator training	Uretroscopy	Sig difference between groups. Simulator training group performed significantly better.	ASERNIP 53, Lynagh 2007; Sutherland 2006
Wayne 2005	RCT N = 28 medical student residents	Simulator (HPS) training	Standard clinical experience	Advanced Cardiac Life Support (ACLS) skills	Simulator training group showed sig improvement. Clinical experience group showed no improvement.	Lynagh 2007
Wilhelm 2002	RCT N = 21 medical students	Computer (URO Mentor) simulator training	Standard training	Endoscopy	Computer VR training group performed sig better than no training group.	ASERNIP 53, Lynagh 2007; Sutherland 2006
Youngblood 2005	RCT N = 46 medical students	VR Computer LapSim simulator training	Physical simulator training (Tower Trainer) vs no training	Laparoscopy	LapSim group performed sig better than Tower Trainer group on 3 out of 7 outcomes. Tower training group sig better than no training on 1 out of 7 outcomes.	ASERNIP 53; Lynagh 2007; Sutherland 2006

Vedlegg 6

PRIMARY STUDIES IDENTIFIED IN SCOPING SEARCH.

Training: Advanced Cardiac Life Support skills

Study	Aim	Comparison	Assessment	Results	Interpretation (author's)
Miotto 2007 Participants: medical doctors and nurses N = 435 Randomised Controlled study	To determine if using live actors to increase the reality of scenario improves knowledge retention in ACLS course	Advanced Cardiac Life Support a.(ACLS) courses. conventional maninkins + live actors b.Conventional manikins	Pre, post and final test mean scores	The use of live actors, work place, gender and profession did not affect pre-, post- and final test results (p>0.1)	Live actors in addition to training on simulators do not improve knowledge retention

Study	Aim	Comparison	Assessment	Results	Interpretation (author's)
Wayne 2005 Participants: Internal medicine residents N=38 Randomised controlled cross-over trial	The aim was to use a medical simulator to assess baseline proficiency in ACLS and determine the impact of an intervention on skill development	Advanced Cardiac Life Support (ACLS) courses a. Educational sessions with a medical simulator (four times) b. Waiting list	Checklist scores for SCLS simulation. Adherence to ACLS protocols on a randomly selected set of three of the six simulated scenarios was recorded on checklist during the test session (50%). Another 50% random sample was videotaped and rescored by another rater.	Groups were measured equal at baseline but on first post measurement on ACLS scenarios the group who had received the educational sessions with simulator was significantly better. After the cross over, at measurement two the groups were very similar	Performance improved significantly after simulation training. No improvement was detected as a function of clinical experience alone.
Mayo 2004 Participants: Internal medicine residents N=50 Randomised controlled trial	To design and test a program using computer controlled patient simulator to train medical interns and demonstrate their competence in initial airway management	Advanced Cardiac Life Support (ACLS) training: a. Immediate training with computer controlled patient-simulator b. Delayed training with computer controlled patient-simulator c. Didactic lecture	Initial airway management was divided into specific scorable steps. Individual step score and total scores were recorded for each intern on initial and repeated testing	The immediate training group showed significantly improvement.	Individualised training using computer-controlled patient simulator is an effective means to achieving and measuring competence in initial airway management. The improvement appears to be transferable to the bedside of real patient.
Kim 2002 Participants: Senior medical students N=57 Randomised controlled trial	To compare computer-based learning with traditional learning methods in	Advanced Cardiac Life Support (ACLS) a. Computer simulation b. Textbook study	Written test performed 1 week before, immediately after, and one week after the study period.	Both groups improved, but the improvement was significantly higher for the textbook group immediately after the study.	Textbook study of ACLS may be more effective than using a computer-based simulator

Study	Aim	Comparison	Assessment	Results	Interpretation (author's)
Wayne 2008 Participants: internal medicine residents (2nd & 3 rd yr) Retrospective case-control study	To compare quality of resuscitation efforts by internal medicine residents trained in simulator and with no simulator training in actual ACLS events at the institution	Advanced Cardiac Life Support (ACLS) educational program traditional bedside and clinical teaching) vs. simulator – based training in ACLS	Compliance with AHA guidelines of $\geq 75\%$, based on adding all possible correctly performed measures, postevent survival or death, survival to discharge	Simulator trained residents were over seven times more likely to lead an adherent ACLS response than traditionally trained residents	Simulation based-education improves the procedural skills of physicians and may enhance the quality of care
Schwartz 2007 Participants: fourth –year medical students N = 103 Randomised controlled trial	To compare the efficacy of Human Patient Simulation training(HPS training) as compared with case-based learning (CBL) among fourth-year medical students	HPS - training compare to CBL – classroom training in chest pain objective clinical examination skills	Acute Coronary Syndrome (ACS) management as a performance on Objective Structured Clinical Examination (OSCE) between students taught with CBL and HPS: overall score (43 items) Acute MI evaluation and management score, cardiac arrest management score and history	No significant difference in outcomes as measured by students performance on a chest pain OSCE	HPS training offers no advantage to CBL as measured by medical students performance on a chest pain OSCE
Schwid 1999 Participants: anesthesia residents N= 45 Randomised controlled study		Participants were asked to prepare for a mock resuscitation (Mega Code) with either textbooks or a computerized ACLS program	Performance on standradized Mega Code examination that required application of supraventricular tachycardia, ventricular fibrillation and atrioventricular block algorithms	Participants who used the ACLS simulation program scored significantly higher than participants who reviewed using a textbook.	Use of computerized ACLS simulation program improves retention of ACLS guidelines better than textbook review.

Study	Aim	Comparison	Assessment	Results	Interpretation (author's)
<p>Custalow 2002</p> <p>Participants: emergency medicine residents</p> <p>N = 18</p> <p>Randomised controlled trial</p>	<p>To test whether animal laboratory training (ALT) is associated with sustained improvement in procedural competency and speed.</p>	<p>After watching an educational videotape all EM residents were randomised to receive Tutored animal laboratory training on live anesthetized pigs</p> <p>No ALT session</p>	<p>Videotaped procedures on anesthetized pigs were evaluated for a number of critical steps, complications and procedure time (blinded examiners)</p>	<p>Intervention group received higher number of critical steps compared to control and completed procedures in less time. There no difference in the number of complications for any of the procedures.</p>	<p>Residents with animal laboratory training six months prior to testing improved procedural competency and speed in the performance of resuscitative procedures.</p>

Training for Trauma assessment & treatment skills

Study	Aim	Comparison	Assessment	Results	Interpretation(author's)
<p>Lee 2002</p> <p>Participants: Surgery interns</p> <p>N=60</p> <p>Randomised controlled trial</p>	<p>Authors hypothesised that trauma assessment training on a patient simulator be as effective as training with a patient actor</p>	<p>Basic trauma course with practice sessions on:</p> <p>a. Patient simulator</p> <p>b. Patient actor</p>	<p>Two surgeon-judges rated each intern live and on video for completion of 50 predefined assessment objectives (total score)</p>	<p>Mean trauma assessment scores were higher for the simulator group. Simulator training independently showed significant improvement in both the total score and the event score.</p>	<p>Use of a patient simulator to introduce trauma assessment training is more favourably than using a patient actor.</p>
<p>Knudson 2008</p> <p>Participants: Surgical residents</p> <p>N=18</p> <p>Randomised controlled trial</p>	<p>Can skills learned in a simulated environment translate to a real-life trauma situation?</p>	<p>Scenario-based trauma training with:</p> <p>a. Simulator_ human performance simulator (HPS)</p> <p>b. Didactic lecture (LEC)</p>	<p>Written learning objectives test at the completion of the training. Video-tape assessment of performance graded by two experience judges (blinded).</p>	<p>The two groups were similar in abseline but the scores for the simulation trained residents were higher overall scores and higher scores for crisis management skills. There were small or no differences between groups on the initial treatment skills.</p>	<p>A trauma curriculum using a simulator are promising in developing crisis management skills</p>

<p>Owen 2006 Participants: Trainee medical officers (TMOs)</p> <p>N = 61 Prospective controlled before and after study</p>	<p>To test the hypothesis that the same duration of training, whatever the technology, would result in the same outcomes. Is training with full-mission simulation better than predominantly computer-screen based training?</p>	<p>Teaching methods:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Self-directed, computer-screen-based simulation (CSBT) resuscitation training & presentation of emergency care material and training in emergency care room, practice on simple trainers 2. CSBT, presentation of emergency care material, training using whole body manikins 3. CSBT resuscitation training, training in emergency care room, using a range of manikins including full-mission clinical simulation with high fidelity human patient simulator 	<p>Post knowledge test, post-training assessment of performance. The reviewers were blinded to the trainees level of training.</p>	<p>Knowledge test (MCQ) scores improved significantly in all groups with no difference between groups. Full-mission simulation training improved scores in anaphylaxis scenario more the CSBT or low-fidelity training. Group 3 performed better in all areas. There was no significant advantage of using whole body manikins over CSBT and simple part-task trainers.</p>	<p>All training methods were associated with improved knowledge and skills. Full mission simulation using physical patient simulators appeared to be most useful training method.</p>
<p>Kory 2007 Participants: Internal medicine residents</p> <p>N= 111</p> <p>Controlled before and after study with three comparison groups</p>	<p>To study the effect of scenario-based training with a computerized patient simulator on initial airway management skills</p>	<p>Initial airway management course</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Scenario-based training with a computerized patient simulator (ST) b.Traditional training (TT) c.No course 	<p>Initial airway management skills using a standardised respiratory arrest scenario (11 steps)</p>	<p>Scenario-based training with a computerized patient simulator (ST) is more effective than traditional training. The ST- group performed significantly better in 8 of the 11 steps of the respiratory arrest scenario. Residents with traditional training performed better than those with no training.</p>	<p>Traditional experiential training (2 yrs of clinical experience) was inferior to training that included scenario-based training with a computerized patient simulator and should be considered use in training residents.</p>

<p>Gilbart 2000</p> <p>Participants: Year- 4 medical students.</p> <p>N = 139</p> <p>Randomised controlled trial</p>	<p>To evaluate the effectiveness of a high-fidelity computer-based trauma simulator as a teaching tool for senior medical students</p>	<p>Students participate in 2-hours management course of multiple trauma</p> <p>1.Group:Computer-based simulator teaching with a life size mannequin with computer software system</p> <p>Group: Seminar-based teaching</p> <p>No additional teaching</p>	<p>Overall scores on the surgery Objective Structured Clinical Examination (OSCE). Questionnaire</p>	<p>Both trauma-simulator and seminar teaching group performed better then control group with no teaching.</p>	<p>No additional benefit was noted with the use of high fidelity computer- based trauma teaching.</p>
--	--	--	--	---	---

Training for improvement of Surgical skills

Study	Aim	Comparison	Assessment	Results	Interpretation(author's)
<p>Jonas 2003</p> <p>Participants: Ophthalmic residents and medical students , all inexperienced in microsurgery</p> <p>N=14</p> <p>Randomised controlled trial</p>	<p>To evaluate whether microsurgical steps in vitreoretinal surgery can be taught by a computer-assisted training system</p>	<p>a. Training program using computer-assisted training system for simulation of pars plana vitrectomy</p> <p>b. No training</p>	<p>Pars plana viectomy in pig eyes: picking a metallic foreign body from retina.</p> <p>Retinal detachment, number of retinal defects, time, and number of retinal lesions.</p>	<p>The group receiving computer-assisted training system had better results than the untrained group.</p>	<p>In an animal model, training by a computer-assisted training system showed better outcomes than no training</p>

Study	Aim	Comparison	Assessment	Results	Interpretation(author's)
Cundiff 2001 Participants: medical residents in obstetrics and gynecology N = 28 Controlled prospective study (not RCT)	Can use of fresh cadavers in teaching pelvic anatomy improve residents pelvic anatomy comprehension	Group: 4 hours laparoscopic dissection in a fresh cadaver. Group	Multiple choice knowledge test, practical exam, faculty evaluation, satisfaction assessment	Both groups improved their anatomic knowledge based on test-scores and faculty evaluation. The intervention group was more satisfied with their anatomic training.	This study did not have sufficient power to demonstrate that a single laparoscopic cadaveric dissection improves cognitive measures of anatomic perception.
Clevin 2008 Participants: Gynaecologic residents with limited laparoscopic experience N = 16 Randomised controlled trial	To validate a low-cost box model trainer as a tool for the training of laparoscopic skills	Group: structured laparoscopic box model training curriculum. (3 hours) Group: control with no training Both groups completed 7 basic training tasks on VR laparoscopic trainer (LapSim)	Performance before and after training was assessed by objective parameters registered by the computer system- LapSim (time, error, economy of motion scores)	Intervention group showed significant greater improvement in performance's parameters compared with control group: time, economy of movements and tissue damage	Structured laparoscopic skill training on a low-cost box model trainer improves performance as assessed by VR system.

Training: General performance improvement

Study	Aim	Comparison	Assessment	Results	Interpretation (author's)
Chopra 1994 Participants: anaesthetists and anaesthesia trainees	To quantitatively evaluate the efficacy of a simulator as training tool in anaesthesia	1 group: simulator training in the management of anaphylactic shock 2 group: simulator training in the management of malignant hyperthermia	Blinded evaluation session with a test scenario of malignant hyperthermia. The sessions were videotaped. The performances of individual participant were evaluated using standardised scoring scheme.	Participants in intervention group 2 responded quicker, treated better and deviated less from the accepted procedure than control group	Training on an anaesthesia simulator does improve the performance of anaesthetists in dealing with emergencies during anaesthesia.

Study	Aim	Comparison	Assessment	Results	Interpretation (author's)
<p>Crofts 2008</p> <p>Participants: Junior doctors (N = 22) Senior doctors (N = 23) Junior midwives (N = 47) Senior Midwives (N = 48) N total: 140</p> <p>Randomised controlled trial</p>	<p>To explore the effect of training on patient-actor perception of care during simulated obstetric emergencies.</p>	<p>Participants were randomised to four groups:</p> <p>1 day course at simulation centre</p> <p>2- day course with teamwork training at local hospital</p> <p>1-day course at simulation centre</p> <p>2-days course with teamwork at simulation centre</p> <p>Local training used patient-actors and low-fidelity part-task trainers</p> <p>Simulation centre used full-bodied computerised manikins and high-fidelity part-task trainers</p>	<p>All participants were assessed in their own hospitals. Up to 3 weeks before and 3 weeks after completed training. Participants managed 3 standardised simulated obstetric emergency scenarios: eclampsia, postpartum haemorrhage and shoulder dystocia</p>	<p>There was a significant improvement in all scores in all scenarios after the training. Perception of safety and communication was significantly improved following training with patient-actors compare with manikins</p>	<p>Multiprofesional training improved patient-actor perception of care. Training using patient-actors may be better in improving perception of safety and communication skills that training with computerised manikin simulator.</p>
<p>Naik 2001</p> <p>Participants: Anaesthesiology and internal medicine residents</p> <p>N=24</p> <p>Randomised controlled trial</p>	<p>To determine whether fiberoptic orotracheal intubation skills learned outside the operation room could be transferred into a clinical setting</p>	<p>Fiberoptic orotracheal intubation training</p> <p>a. Model-training group</p> <p>b. Didactic lecture</p>	<p>After the training session two blinded anaesthesiologists evaluated fiberoptic laryngoscopic intubation performed by each resident using global rating scale for performance and a checklist.</p>	<p>The model group significantly outperformed the didactic group in the operating room. Model trained completed the intubation faster and were more successful at achieving intubation.</p>	<p>Fiberoptic orotracheal intubation skills training on a simple model is more effective than conventional didactic training, and may also reduce the time and pressures that accompany teaching this skills in the operating room</p>

Study	Aim	Comparison	Assessment	Results	Interpretation (author's)
<p>Low 2008</p> <p>Participants: paramedics and medical students</p> <p>N = 49</p> <p>Randomised controlled trial</p>	<p>Traditional training of laryngoscope is difficult due to that trainer and trainee lack the same shared view. The video laryngoscope provides a video image for the trainer and a direct view identical to that of a standard laryngoscope for the trainee.</p>	<p>Laryngoscope training course</p> <p>a. Video laryngoscope</p> <p>b. Standard Macintosh laryngoscope</p>	<p>All subjects were assessed using a standard laryngoscope under simulated difficult airway condition.</p> <p>Outcomes: number of attempts, number of repositioning manoeuvres required, teeth trauma, knowledge of airway anatomy and confidence</p>	<p>Findings demonstrate that the group receiving the video training performed better in terms of attempts, number of repositioning manoeuvres required and teeth trauma. The group also was more confident of the success of their tube replacement and had improved knowledge of airway anatomy</p>	<p>Teaching with video laryngoscopy confers benefits in teaching of tracheal intubation</p>

Vedlegg 7

GRADE EVIDENCE PROFILES ON VIDEO SIMULATION- TRAINING

A: Video simulation vs. other/no training for laparoscopic skills.

Settings: Specialist health care

Bibliography: Sutherland 2006; Lynagh 2007; ASERNIP 53;

Quality assessment						Summary of findings			
						Direction of Effect			Quality
No of studies (N= participants)	Design	Limitations	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Intervention	Favouring	Comparison	
Skills/overall performance									
8 ¹ (157)	Randomised trial	Serious ²	Serious ¹⁰	No serious indirectness	No serious imprecision	Video simulation ³	↔? ⁴	Standard training/ no training ⁵	⊕⊕○○ LOW ¹⁰
Injuries or procedure error									
4 ⁶ (79)	Randomised trial	Serious ²	No serious Inconsistency	No serious indirectness	No serious imprecision	Video simulation	↔ ⁴	Standard training/ no training ⁵	⊕⊕⊕○ MODERATE
Skills transfer to clinical practice									
2 ⁷ (44)	Randomised trial	Serious ²	Serious ¹⁰	No serious inconsistency	No serious imprecision	Video simulation	↔ ⁴	Standard training/ no training ⁷	⊕⊕○○ LOW ¹⁰
Performance time									
3 ⁸ (49)	Randomised trial	Serious ²	Serious ¹⁰	No serious indirectness	No serious imprecision	Video simulation	↔? ⁹	Standard training/ no training ⁵	⊕⊕○○ LOW ¹⁰
Other patient outcomes									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cost effectiveness									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Nine comparisons in eight studies. Fried 1999; Scott 2000a; Taffinder 1998; Traxer 2001; Keyser 2002; Jordan 2000b; Scott 1999; Scott 2000b

² Limited allocation concealment. Blinding of participants was not possible. Small sample sizes.

³ SCMIS GEM video trainer (Scott 2000a); video trainer (Scott 1999);

⁴ Not significant difference between groups for most tasks. Inconsistent results

⁵ No training (Fried 1999; Scott 1999; Scott 2000a; Taffinder 1998); standard training (Traxer 2001); simplified mirrored box training (Keyser 2002; Jordan 2000b);

⁶ Taffinder 1998; Scott 2000a; Scott 2000b; Scott 1999

⁷ Scott 2000, Scott 1999

⁸ Scott 2000; Taffinder 1998; Traxer 2001

⁹ Not significant difference between groups: Traxer 2001; Taffinder 1998; Significantly larger median time reduction in trained group: Scott 2000

¹⁰ Inconsistent results, wide CI, different outcomes across studies

GRADE EVIDENCE PROFILES ON COMPUTER SIMULATOR TRAINING

B: Computer simulator training vs. other/no training for laparoscopic skills.

Settings: specialist health care

Bibliography: Sutherland 2006; Lynagh 2007; ASERNIP 53; ASERNIP 61

Quality assessment						Summary of findings			
						Direction of Effect			Quality
No of studies (N=participants)	Design	Limitations	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Intervention	Favouring	Comparison	
Skills/overall performance									
7 ¹ (181)	Randomised trial	Serious ²	Serious ³	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulation ⁴	← ⁵	Standard/no training	⊕⊕○○ LOW
Injuries or procedure error									
2 ⁶ (40)	Randomised trial	Serious ²	Serious ⁷	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulation	←? ⁸	Standard/no training	⊕⊕○○ LOW
Skill transfer to clinical practice									
6 ⁹ (138)	Randomised trial	Serious ²	Serious ³	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulation	←	Standard/no training	⊕⊕○○ LOW
Performance time									
4 ¹⁰ (98)	Randomised trial	Serious ²	Serious ^{3,7}	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulation	↔ ¹¹	Standard/no training	⊕⊕○○ LOW
Other patient outcomes									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cost effectiveness									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ 8 comparisons in 7 studies. Ahlberg 2002; Andreatta 2006; Grantcharov 2004; Hyltander 2002; Torkington 2001; Hamilton 2002; Seymour 2002

² Limited allocation concealment. Blinding of participants was not possible. Small sample sizes.

³ Different outcomes across the included studies (heterogeneity)

³ LapMentor (Andreatta 2006); MIST-VR (Ahlberg 2002; Grantcharov 2004; Torkington 2001; Hamilton 2002 ; Seymour 2002); LapSim (Hylanter 2002)

⁵ Five studies showed better results in computer simulation training groups compare to no training. Two studies were not significant (Ahlberg 2002; Torkington 2001;)

⁶ Muntz 2004; Seymour 2002

⁷ Inconsistent results

⁸ One study in favour of intervention (Seymour 2002); One study showed no difference between groups (Muntz 0004)

⁹ Seymour 2002; Ahlberg 2002; Grantcharov 2004; Andreatta 2006; Hylanter 2002; Hamilton 2002

¹⁰ Five comparisons in four studies. Grantcharov 2004; Torkington 2001; Hyltander 2002; Muntz 2004;

¹¹ For out of five studies showed no significant difference. One study favouring intervention (Hyltander 2002)

C: Computer simulator training vs. standard training / no training colonoscopy/ sigmoidoscopy skills

Settings: Specialist health care

Bibliography: ASERNIP 61; ASERNIP 53; Sutherland 2003

Quality assessment						Summary of findings			
No of studies (N= participants)	Design	Limitations	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Direction of Effect			Quality
						Intervention	Favouring	Comparison	
Skills/overall performance²									
7 ¹ (149)	Randomised trial	Serious ³	Serious ⁴	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulation ⁵	←	No simulator training ⁶	⊕⊕○○ LOW
Injuries or procedure error									
1 ⁷ (12)	Randomised trial	Serious ³	No serious Inconsistency	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulation	←? ⁸	No simulator training ⁵	⊕⊕○○ LOW ₉
Skills transfer to clinical practice									
5 ¹⁰ (61)	Randomised trial	Serious ³	Serious	No serious inconsistency	No serious imprecision	Computer simulation	←? ¹¹	No simulator training ⁷	⊕⊕⊕○ MODERATE
Performance time									
3 ¹² (30)	Randomised trial	Serious ³	Serious ⁴	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulation	←? ¹³	No simulator training ⁵	⊕⊕○○ LOW
Other patient outcomes									
5 ¹⁴ (58)	Randomised trial	Serious ³	Serious ¹⁵	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulation	↔? ¹⁶	No simulator training	⊕⊕○○ LOW
Cost effectiveness									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Ahlberg 2005; Cohen 2006; Eversbruch 2004; Gerson 2003; Sedlack 2004; Sedlack & Kolars 2004; Tuggy 1998

² Ability to identify landmarks, ability to insert scope safely; flexure recognition; depth of insertion; time in red-out; percentage of colon visualised, hand-eye-skills measures

³ Limited allocation concealment. Blinding of participants was not possible. Small sample sizes in most studies.

⁴ Inconsistency in choice of reported outcomes and reported results.

⁵ SymbionixGI Mentor simulator (Cohen 2006); Computer GI Mentor (Everbruch 2004); AccuTouch colonoscopy simulator (Ahlberg 2002; Sedlack & Kolars 2004; Sedlack 2004); Gastro-Sim flexible simulator (Tuggy 1998)

⁶ Patient-based training no simulator training or preparation before performing first live patients examination (Gerson 2003); supervised patient-based colonoscopies (Sedlack 2004); no simulator training (Ahlberg 2005; Sedlack & Kolars 2004; Cohen 2006; Everbruch 2004)

⁷ Ahlberg 2005;

- ⁸ No reports of serious events
- ⁹ Downgraded because of only one study included
- ¹⁰ Cohen 2006; Sedlack & Kolars 2004; Ahlberg 2005; Tuggy 1998; Sedlack 2004
- ¹¹ Four out of five studies favoring intervention. One study showed NS difference (Sedlack 2004)
- ¹² Ahlberg 2005; Sedlack & Kolars 2004; Tuggy 1998
- ¹³ Two out of three studies showed NS result in *performance time*
- ¹⁴ Patient morbidity & mortality (Ahlberg 2005; Sedlack 2004), patient discomfort and pain (Cohen 2006; Sedlack & Kolars 2004; Ahlberg 2005; Tuggy 1998; Sedlack 2004)
- ¹⁵ Ahlberg 2005; Sedlack 2004; Cohen 2006; Sedlack & Kolars 2004; Tuggy 1998;
- ¹⁶ Three out of five studies favouring intervention (Sedlack & Kolars 2004; Ahlberg 2005; Sedlack 2004). Two studies showed NS difference (Cohen 2006; Tuggy 1998)

D: Computer simulator training vs. other/no training for endoscopic skills

Settings: specialist health care

Bibliography: Lynagh 2007; ASERNIP 53; Sutherland 2006

Quality assessment						Summary of findings			
No of studies (N= participants)	Design	Limitations	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Direction of Effect			Quality
						Intervention	Favouring	Comparison	
Skills/overall performance									
5 ¹ (103)	Randomised trial	Serious ²	Serious ³	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulator training ⁴	←	Other training	⊕⊕○○ LOW
Injuries or procedure error									
1 ⁵ (21)	Randomised trial	Serious ²	No serious Inconsistency	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulator training ⁹	↔	Other training	⊕⊕○○ LOW ⁶
Skills transfer to clinical practice									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	
Performance time									
2 ⁸ (41)	Randomised trial	Serious ²	Serious ¹¹	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulator training ⁹	↔? ¹⁰	Other training	⊕⊕○○ LOW
Other patient outcomes									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cost effectiveness									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Di Giulio 2004; Ferlitsch 2002; Gallagher 1999; Watterson 2002; Wilhelm 2002

² Limited allocation concealment. Blinding of participant not possible. Small sample sizes.

³ Different outcomes across studies: overall performance, ability to perform tasks, global rating (heterogeneity)

⁴ Computer simulation (Di Giulio 2004); GI Mentor (Ferlitsch 2002); MIST-VR simulator (Gallagher 1999); URO Mentor (Watterson 2002; Wilhelm 2002)

⁵ Wilhelm 2002

⁶ Downgraded because only one study included

⁷ Distal calculus procedure- overall time

⁸ Wilhelm 2002; Watterson 2002

⁹ URO Mentor

¹⁰ One study showed significant better results for intervention group (Watterson 2002); one study showed no difference (Wilhelm 2002)

¹¹ Inconsistent results, small sample

E: Computer simulator training vs. other/no training for resuscitation/ ACLS skills

Settings: specialist health care

Bibliography: Lynagh 2007

Quality assessment						Summary of findings			
						Direction of Effect			Quality
No of studies (N= participants)	Design	Limitations	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Intervention	Favouring	Comparison	
Skills/overall performance									
3 ¹ (238)	Randomised trial	Serious ²	Serious ²	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulation ²	←? ³	Other training	⊕⊕○○ LOW
Injuries or procedure error									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skills transfer to clinical practice									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Performance time									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Other patient outcomes									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cost effectiveness									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* ACLS = Advanced Cardiac Life Support Skills

1 Curran 2004; Gilbert 2000; Wayne 2005

2 Limited allocation concealment. Blinding of participant not possible. Study quality not reported.

3 Different comparators, different outcomes across studies (heterogeneity), sparse data

4 ANAKIN (Curran 2004); Trauma simulator (Gilbart); HPS simulator (Wayne 2005)

5 Two out of three studies favoring intervention. One study showed NS result (Curran 2004)

6 Video training (Curran 2004); seminar-based training or no training (Gilbart 2000); Standard clinical experience (Wayne 2005)

F: Computer simulation vs. video simulation for laparoscopic skills

Computer simulator training vs. video-box training for learning surgical / laparoscopic skills

Settings: special health care

Bibliography: ASERNIP 53; Sutherland 2006; Lynagh 2007

Quality assessment						Summary of findings			
						Direction of Effect			Quality
No of studies (N= participants)	Design	Limitations	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Intervention	Favouring	Comparison	
Skills/overall performance									
7 ¹ (238)	Randomised trial	Serious ²	Serious ³	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulator training ⁴	↔ ⁵	Video-box training	⊕⊕OO LOW
Injuries or procedure error									
2 ⁶ (32)	Randomised trial	Serious ²	Serious ⁷	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulator training ⁴	→? ⁸	Video-box training	⊕⊕OO LOW
Skills transfer to clinical practice									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Performance time									
2 ⁹ (56)	Randomised trial	Serious ²	Serious ⁷	No serious indirectness	No serious imprecision	Computer simulator training ⁹	↔? ¹⁰	Video-box training	⊕OOO VERY LOW ¹¹
Other patient outcomes									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cost effectiveness									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1 Muntz 2004; Pearson 2002; Jordan 2001; Jordan 2000; Kothari 2002; Lehman 2005; Hamilton2002;

2 Limited data on allocation concealment. Blinding of participants was not possible. Small sample sizes.

3 Different outcomes across studies: knot tying time (Pearson 2002; Kothari 2002); clip application an a water- filled glove (Muntz 2004); incisions (Jordan 2000; Jordan 2001); laparoscopic cholecystectomi, laparoscopic skills

4 Computer LapSim (Muntz 2004); Computer MIST-VR training (Pearson 2002; Jordan 2001; Jordan 2000; Kothari 2002; Hamilton 2002); VR computer VEST simulator (Lehman 2005)

5 Video simulation superior to computer simulation (Lehman 2005); MIST-VR superior to video simulation (Jordan 2000; Jordan 2001; Hamilton 2002); three studies NS difference (Muntz 2004; Pearson 2002; Kothari 2002)

6 Lehmann 2005: VR- VEST computer; Muntz 2004: LapSim

7 Inconsistent result

- 8 Videoboks group made significantly less errors in one study (Lehmann 2005), NS results in one study (Muntz 2004)
- 9 Kothari 2002: MIST-VR; Lehman VR VEST simulator
- 10 Video simulation superior to computer (Lehman 2005), NS results in one study (Kothari 2002)
- 11 Downgraded because of only one study included

G. Computer simulator training vs. video simulation for general surgical skills

Settings: specialist health care

Bibliography: Sutherland 2006; Lynagh 2007; ASERNIP 53; ASERNIP 61

Quality assessment						Summary of findings			
						Direction of Effect			Quality
No of studies (N= participants)	Design	Limitations	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Intervention	Favouring	Comparison	
Skills/overall performance									
3 ¹ (69)	Randomised trial	Serious ²	Serious ³	No serious indirectness	No serious imprecision	Model simulation ⁴	←? ⁵	No training	⊕⊕⊕⊕ MODERATE
Injuries or procedure error									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skills transfer to clinical practice									
1 ⁶ (21)	Randomised trial	Serious ²	No serious inconsistency	No serious indirectness	No serious imprecision	Model simulation ⁷	←	No training	⊕⊕⊕⊕ LOW ⁶
Performance time									
1 ⁶ (21)	Randomised trial	Serious ²	No serious inconsistency	No serious indirectness	No serious imprecision	Model simulation ⁷	←	No training	⊕⊕⊕⊕ LOW ⁶
Other patient outcomes									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cost effectiveness									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Hamilton 2001; Pohl 2003; Youngblood 2005

² Limited allocation concealment. Blinding of participants was not possible. Small sample sizes.

³ Inconsistent results. Different outcomes across included studies.

⁴ Model synthetic material simulator (Pohl 2003); moulded rubber hernia simulator+ video+ CD (Hamilton 2001); Physical Trainer (Youngblood 2005)

⁵ Two studies showed not significant difference (Hamilton 2002; Youngblood 2005), one study in favour of intervention (Pohl 2003)

⁶ Hamilton 2001

⁷ Moulded rubber hernia simulator (Hamilton 2001);

⁸ Downgraded because of only one study

GRADE EVIDENCE PROFILES ON MODEL SIMULATOR TRAINING

H. Model simulator training for learning general surgical skills vs. standard training or no training

Settings: Specialist health care

Bibliography: Lynagh 2007; Sutherland 2006; ASERNIP 53

Quality assessment						Summary of findings			
No of studies (N= participants)	Design	Limitations	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Direction of Effect			Quality
						Intervention	Favouring	Comparison	
Skills/overall performance									
3 ^{1,2} (81)	Randomised trial	Serious ³	Serious i ⁴	No serious indirectness	No serious imprecision	Model simulator training ⁵	←	Standard didactic training or no training	⊕⊕○○ LOW
Injuries or procedure error									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skills transfer to clinical practice									
1 ⁶ (18)	Randomised trial	Serious ³	No serious inconsistency	No serious indirectness	No serious imprecision	Bench model simulator training	←	Standard didactic training or no training	⊕⊕○○ LOW ⁷
Performance time									
1 ⁸ (40)	Randomised trial	Serious ³	No serious inconsistency	No serious indirectness	No serious imprecision	Bench model simulator training	←	No training	
Other patient outcomes									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cost effectiveness									
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Grober 2004; Matsumoto 2002; Anastakis 1999

² Three studies, four comparisons.

³ Limited data on allocation concealment. Blinding of participant was not possible. Small sample sizes.

⁴ Different comparators; two studies compare with standard training (Grober 2004; Matsumoto 2002; Anastakis 1999); one study: low fidelity bench model vs. high fidelity model (Matsumoto 2002); Different outcomes across included studies.

⁵ Bench model training (Grober 2004); high fidelity video box bench model training (Matsumoto 2002); model training (Anastakis 1999);

⁶ Grober 2004

⁶ Matsumoto 2002

⁷ Downgraded because of only one study included.

Vedlegg 8

SYSTEMATISK OVERSIKT PUBLISERT ETTER AT ARBEIDET MED RAPPORTEN VAR AVSLUTTET.

Gurusamy et al. har publisert denne systematiske oversikten i Cochrane Library i januar 2009 etter at arbeidet med denne rapporten var avsluttet (9). Vi har vurdert oversikten til høy metodologisk kvalitet. Forfatterne har sett på effekten av virtuell trening av laparoskopi i opplæringen av kirurger, enten isteden for standard opplæring eller som supplement til standard opplæring. Oversikten hadde som hensikt å undersøke om virtuell trening har effekt både hos kirurger med noe erfaring med laparoskopiske teknikker og hos kirurger uten tidligere erfaring.

Forfatterne har inkludert 23 randomiserte kontrollerte studier som har sammenlignet virtuell trening med videoboks trening (fire studier), annen type virtuell trening (tre studier), ingen trening eller standard trening (12 studier) og mot alle disse alternativer (fire studier). Totalt 622 kirurgiske kandidater var med i de inkluderte studiene. Det er en til dels overlapp av studier i alle inkluderte oversikter, men denne oversikten inneholder også flere nyere studier.

Forfatterne har utført metaanalyse av resultater for flere utfallsmål der hvor dette var mulig, men antallet inkluderte studier per metaanalyse er lav på grunn av stor heterogenitet i studiene. De fleste studiene hadde metodologiske svakheter og dermed høy risiko for bias. De fleste metaanalyser bygger på to studier. Forfatterne har også utført narrativ syntese av resultater for flere utfallsmål. Resultatene er presentert som Standard Mean Difference (SMD) henholdsvis for effekt av simulatortrening hos leger med noe erfaring med laparoskopisk kirurgi (gruppe I) og hos leger uten erfaring (gruppe II), se tabellen nedenfor.

Tabell: Effekt av virtuell trening hos leger med eller uten erfaring med laparoskopi (9)

Outcomes	Group I		Group II	
	Participants with no laparoscopic experience		Participants with some laparoscopic experience	
	<i>Virtual reality (VR) vs video trainer (VT)</i>	<i>Virtual reality vs. no training</i>	<i>Virtual reality vs. video training</i>	<i>Virtual reality vs. no training</i>

Patient-oriented outcomes	Not reported	Not reported	Not statistically significant result for the rate conversion for open cholecystectomy. 1 study (N=14)	Not reported
Time taken to complete the task (fixed effect)	SMD: -0.06, 95% CI (-0.40 to 0.52) 3 studies (N= 73)	SMD: -1.09, 95% CI (-1.50 to -0.68) 5 studies (N=119)	Not reported	Not reported
Change in time	SMD: -0.61, 95% CI (-1.51 to 0.29) 1 study (N=20)	SMD: -0.25, 95 % CI (- 0.85 to 0.34) 2 studies (N=44)	Not reported	Not reported
Change in speed performing the task	Not statistically significant results. 1 study (N=20)	Not statistically significant result: 1 study (N=20)	Not reported	Not reported
Error score	Not statistically significant results in 4 studies (N= 144)	Not statistically significant results: 1 study (N=19)	Not reported	One study reported lower error scorer in the VR group (tissue damage, keeping instruments in sight) (N=14)
Accuracy	SMD 0.68, 95% KI (0.05 til 1.31) 1 study (N=41)	Not reported	Not reported	Not reported
Composite score	Not reported	Increased composite score in VR group SMD: 0.75 95% KI 0.33 to 1.17)	1.46; 95 % CI (0.42 to 2.50) 1 study (N= 19)	Not reported
Economy of movements	Not statistically significant results. One study reported decrease in the distance and a smaller number of movements in VR group compare to VT group (N=20)	Not statistically significant results. One study reported decrease in the number of movements and distance of movement for both left and right hand in VR group (N=20)	Not reported	Not reported

Denne oversikten viste at virtuell trening (VR-trening) i opplæring av kirurger *uten erfaring* med laparoskopiske teknikker førte til færre prosedyrefeil, økt presisjon og at disse kirurgene var i stand til å utføre definerte oppgaver på kortere tid og med større presisjon enn kandida-

ter i kontrollgruppen uten trening. I forhold til videobokstrening var forskjellen ikke signifikant for de fleste utfall (operasjonstid, tid til å utføre definerte oppgaver, prosedyrefeil eller sammensatt skåre) bortsett fra signifikant bedre effekt på presisjon i gruppen med VR-trening.

VR-trening av kirurgiske kandidater *med noe erfaring* er kun oppsummert i narrativ form fordi det ikke var mulig å utføre en metaanalyse av inkluderte studier. Resultater tyder på at VR trening ga større reduksjon av operasjonstid og av tiden til å utføre definerte oppgaver. Det var registrert færre prosedyrefeil og bedre motorisk kontroll (færre unødvendige bevegelser) i gruppen som fikk simulatorentrening enn i kontrollgruppen som fikk standard opplæring i laparoskopi. En studie viste at kandidater som fikk VR-trening skåret høyere på en sammensatt skåringsskala enn kandidater som trente med videoboks.

Forfatterne konkluderte med at VR-trening egner seg som nyttig supplement til standard laparoskopisk trening. VR-trening ble vurdert til å være minst like effektiv som videotrening i standardisert laparoskopisk trening. Laparoskopisk kolecystektomi er den eneste prosedyren som var studert i de inkluderte studiene. Ingen av studiene rapporterte pasientrelaterte utfall som mortalitet eller morbiditet. Det var ingen sammenligningsstudier av ulike computerbaserte programmer eller kategorier av simulatorer. Ferdighetsvurderinger var utført i videoboks, på gris eller med virkelige pasienter. Overførbarhet til klinisk setting var ikke definert som utfallsmål i oversikten.