Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2007; **15**; 6-10

By Stig Mjelstad, Falck Nutec Crisis Management
Ragnhild Halvorsrud, Telenor Research and Innovation
Edvin Bach-Gansmo, Fleksibel læring, Universitetet i Oslo

Feltforsøk med MATADOR – et system for nettbasert trening av traumeteam

Bakgrunn

Traumebehandlig er forbundet med tidspress og risiko. Mange ting skjer samtidig, og i et akuttmottak er det utenkelig at en person skal gjøre jobben alene. Av den grunn blir også andre aspekter enn det rent medisinskfaglige viktig. I tillegg til å beherske prosedyrer er det et poeng å kunne arbeide sammen som et team. Flyindustrien har utviklet «Crew Resource Management» (CRM) for å fokusere på faktorer man anser som viktige i slike sammenhenger, nemlig kommunikasjon, koordinasjon og samarbeid (1). Som konsept er CRM blitt integrert i mange typer virksomheter med høy risiko, for eksempel kjernekraftindustri og offshorevirksomhet.

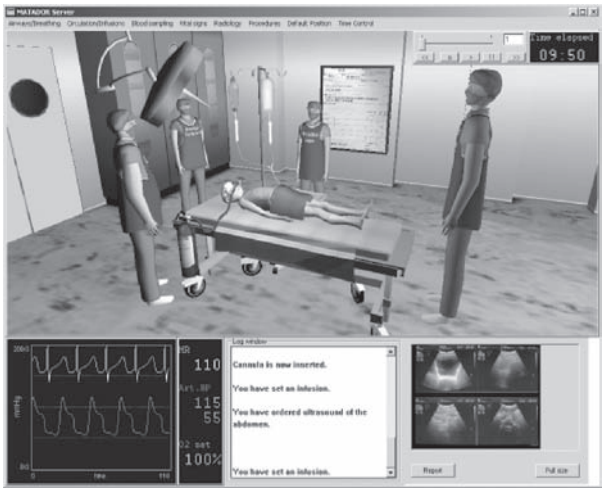
Simulering er en sentral metode som er tett knyttet til CRM, og som benyttes i sammenhenger der en ønsker å trene under kontrollerte forhold (2, 3). Ved siden av den åpenbare fordel av å unngå risiko, er simulering også et middel til å bøte på manglende førstehåndserfaring. I Norge har mange deltatt på BEST-kurs (4). Med fokus på utdannelse, trening, pasientsikkerhet og kostbesparelser har vi sett økt fokus på bruk av simulatorer de siste årene, og medisinsk simulering er i dag et aktivt forskningsområde som berører et tverrfaglig miljø. Denne måten å øve på kan benyttes til ulike formål. Eksempelvis kan det være medisinstudenten som vil opparbeide ferdigheter og skape tiltro til egne evner, eller kirurgen som vil trene på spesifikke prosedyrer ved hjelp av virtuelle pasienter med anatomiske variasjoner (5).

Denne artikkelen beskriver et pilotforsøk der man har brukt simulering som metode for å trene opp traumeteam i ledelse, kommunikasjon og samhandling. MATADOR[1] var et nordisk forskningssamarbeid som ble opprettet i år 2000 med hovedmålsetning om å utvikle et simuleringsverktøy for helsepersonell innen akuttmedisin (6). Selve dataprogrammet/applikasjonen kan klassifiseres som distribuert virtuell virkelighet eller «Collaborative Virtual Environment» (CVE) (7). Det som i hovedsak skiller den fra andre IKT-baserte simulatorer er flerbruker-funksjonaliteten, det vil si muligheten for sanntidstrening av et team. Deltagerne i en slik simulering kan være geografisk spredt, og gjennom en internettforbindelse kan de samarbeide i et virtuelt, interaktivt akuttmottak. I MATADOR er pasientens tilstand dynamisk og følger et deterministisk løp som til en viss grad avhenger av traumeteamets intervensjoner. Målet med simuleringen er å diagnostisere og behandle de livstruende skadene innenfor en gitt tidsramme.

Materiale og metode

Simulatorens oppbygning

Det grafiske brukergrensesnittet til simulatoren er vist i Figur 1, og består av selve 3D-scenen med pasienten og deltagerne samt et menysystem. En grafisk modul nederst i skjermbildet formidler blodtrykk, EKG og parameterverdier (venstre), tekstlig tilbakemelding fra systemet (midten) og et prosedyrespesifikt vindu formidler røntgenbilder og prøvesvar. Pasientens tilstand formidles også direkte ved hjelp av visuelle virkemidler i 3D-scenen (f.eks. hudfarge og respirasjonsbevegelser).



Figur 1 Skjermbilde fra en simulering, ca. 10 min. etter pasientens ankomst. Traumeteamet har startet intravenøs infusjon, og kirurgen studerer et ultralydbilde av buken.

Sentrale designprinsipper som ligger til grunn:

1. Simulatoren er utviklet for et traumeteam bestående av fire rollefigurer: en akuttsykepleier, en kirurg, en anestesilege og en anestesisykepleier. Hver sesjon veiledes av en erfaren traumespesialist som styrer tidsforløpet i simuleringen, og som kan assistere teamet underveis.
2. Simulatoren er tilrettelagt for kommunikasjon. Deltagerne er utstyrt med hodetelefoner med mikrofon, slik at de kan kommunisere direkte. Hver rollefigur er visuelt representert i det virtuelle akuttmottaket som en menneskelignende figur, en såkalt avatar. Dette gjør deltagerne i stand til å observere de andres fysiske posisjon og bevegelser i rommet.
3. Deltagerne navigerer i det virtuelle akuttmottaket og utfører handlinger ved hjelp av museknappene. For å avhjelpe eventuelle navigasjonsproblemer brukes en knapp til høyre for menyene som plasserer deltageren gunstig i forhold til pasienten (automatisk posisjonering).
4. Simulatoren oppfordrer til aktiv deltagelse og samhandling. Systeminformasjon kommuniseres kun til den som

initierer et valg ved hjelp av menyen. For eksempel vil kun den som rekvirerer en blodprøve få prøvesvaret. Dette må kommuniseres muntlig til de andre deltagerne. Dette er gjort for å tilstrebe et realistisk forløp, og oppfordrer deltagerne til aktivt å dele informasjon.

5. Simulatoren tillater teamet å gjøre feilbehandling og uheldige prioriteringer, samt å avvike fra "normal" arbeidsfordeling.
6. De forskjellige prosedyrene er knyttet opp til et realistisk tidsforløp. Simulatoren øker stresset ved at IV-kateteriseringen mislykkes første gang, slik at deltagerne må gjøre nye forsøk.

Det medisinske scenariet

Simulatoren bygger på prinsipper fra ATLS-standarden, og de diagnostiske og terapeutiske tiltakene som kan iverksettes er gjengitt i Tabell 1. Målet med simuleringen er å stabilisere pasienten ved å diagnostisere og behandle den for brukerene ikke erkjente truende leverrupturen innenfor en gitt tidsramme.

Tabell 1 Oversikt over et utvalg av diagnostiske og terapeutiske tiltak som er tilgjengelige via menysystemet.

Hovedmeny	Undermeny
Airways/ Breathing	General anaesthesia Intubation
Circulation/ Infusions	Intravenous access: Venous cannula Infusions: Blood transfusion, NaCl, Ringer, Glucose (5%), Mannitol, Colloid
Blood sampling	Hb, Leukocytes, Platelets, Electrolytes, Arterial blood gas
Vital signs	Level of consciousness, Respiration rate, Skin colour Peripheral temperature, Capillary refill
Radiology	Chest x-ray, Plain abdomen x-ray, Pelvic x-ray Femur x-ray, Neck x-ray, Head CT, Abdomen CT, Ultrasound abdomen
Procedures	Craniotomy, Thoracic drainage, Thoracotomy, Palpation of abdomen, Laparotomy, Peritoneal lavage Foley catheter

Denne meldingen dukker opp dersom en av deltakerene klikker på ambulansesjåføren (ber om rapport):
12-year-old boy on bicycle, run down by car. Unconscious when ambulance arrived after 6 minutes. 10 minutes after injury the patient woke up, drowsy. No external signs of injury apart from some bruises and lacerations on the legs and face. Transported to the hospital in ambulance. During transport given oxygen and Ringer solution 500 ml intravenously. Ambulance arrived 30 minutes after injury. Note that you are the only one that received this message!

Det er tenkt at tiltakene skal iverksettes i en viss rekkefølge: (generell observasjon, IV og røntgen, palpasjon og "bruke egne sanser"). Her er pasienten bevisst, og narkose (anestesi, intubasjon) er påkrevet før man eventuelt går videre med diagnostisk kirurgi (peritoneal lavage), og endelig kirurgisk inngrep (laparatomi). Underveis i scenariet gis det noen indikasjoner på indre blødninger (pulsen stiger, blodtrykket faller, SPO2 faller). Pasienten blir også blekere, og kontusjonsmerker er synlige på høyre flanke. Ved å aktivere diagnostiske tiltak som palpasjon av buk eller peritoneal lavage får man tilbakemeldinger som skal sette en på sporet av blødninger i buken. Noen av tiltakene er regnet som kontradiserte. Dette gjelder ulike former for CT før blødningen er behandlet.

Pilotforsøket

Simulatoren ble testet og evaluert gjennom et felles nordisk pilotforsøk våren 2002 ved Rikshospitalet Universitetssykehus, Oslo, og Norrlands Universitetssykehus, Umeå, Sverige. Til sammen 24 forsøkspersoner ble delt inn i seks traumeteam med fire personer i hvert. De tre første gruppene besto av medisinstudenter, og de tre siste av fagpersoner med bakgrunn tilsvarende rollemodellen i simuleringen. Gruppene kalles heretter studentgruppene og spesialistgruppene. For å demonstrere simulatorens egenskaper ble hvert traumeteam sammensatt av to deltagere fra hvert sykehus, og simuleringen ble distribuert via NORDUnet, bredbåndsnettet som knytter sammen universitetene i Norden.

Deltagerne ble plassert i separate rom der de fikk veiledning i bruken av det tekniske utstyret. Hovedfokus i gjennomgangen var å bli kjent med hvordan man kunne navigere i det virtuelle rommet, samt de forskjellige menyvalgene. Etter dette tok de på hodetelefoner og fikk kontakt med veilederen og de øvrige deltagerne. Veilederens rolle i denne fasen var å sørge for å opprette kontakt med alle, at de bevisstgjorde seg sine roller, og gjorde seg kjent med kasuistikken til pasienten som var ventet inn på akuttrommet (via oppslagstavlen i rommet): *12-year-old boy, car accident, possibly commotio cerebri*. Veileder initierte neste fase når deltagerne var klare.

Simuleringen starter med en animasjon der pasienten trilles inn på akuttrommet av ambulansepersonalet. Deltagerne får en tekstlig melding om at det har gått 30 minutter siden ulykkestidspunktet, og at de kan innhente ytterligere opplysninger ved å henvende seg til ambulansepersonellet.

Veilederens rolle i denne fasen var å støtte deltagerne, men ikke gi medisinsk veiledning med mindre begrensninger i simulatoren gjorde dette tilrådelig. Simuleringen avsluttes når teamet får stabilisert pasienten, eller dersom pasienten dør .

Deltagerne fylte ut et spørreskjema umiddelbart etter simuleringsfasen. Veilederen ledet den påfølgende debrifingen med fokus på traumeteamets medisinske intervensjoner og teknisk gjennomføring. En pedagog adresserte aspekter som teamarbeid og læringseffekt.

Datainnsamling

Et forskningsteam bestående av teknologer, medisinere og pedagoger observerte alle fasene av feltforsøket fra begge

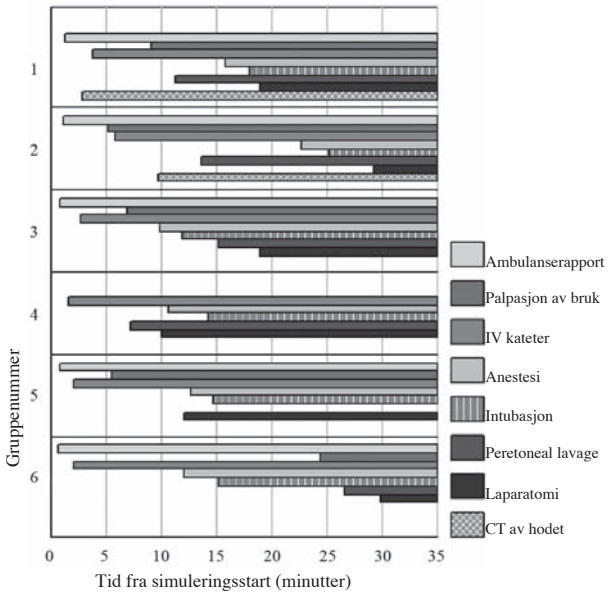
lokalisasjoner. Simuleringssesjonene ble dokumentert ved å overføre lyd og bilde fra veileders synsvinkel til en videoopptaker. Selve simulatoren produserte en datalogg over aktiviteter og interaksjoner i det virtuelle rommet både med hensyn på tidspunkt og rollefigur. Utvalgte deltagere ble videofilmet under simuleringen, og debrifingen ble også videodokumentert. Deltakerne fylte ut et spørreskjema før og etter simuleringen.

Resultater

Gjennomsnittsalderen på de 12 deltakerne i studentgruppene var 28 år. Blant spesialistene var snittalderen 45 år. Studentgruppene hadde naturligvis lite klinisk erfaring i forhold til den mest erfarne spesialistgruppen, der tre av deltakere hadde mer enn ti års erfaring. I de to andre spesialistgruppene var det minst to av gruppemedlemmene som hadde mer enn ti års erfaring.

Hovedfunn fra simuleringene

Figur 2 viser en oversikt over en del sentrale diagnostiske og terapeutiske tiltak som de ulike gruppene utførte under simuleringen.



Figur 2. Grafisk fremstilling av gruppenes tidspunkt for ulike inngrep

Av Figur 2 kan man se at alle spesialistgruppene[2] og en av studentgruppene gjennomførte foreskrevne tiltak for å stabilisere pasienten innenfor den aktuelle tidsrammen. CT av hodet regnes som kontradisert i dette tilfellet, men på tross av dette valgte to av studentgruppene (1 og 2) CT av hodet[3] før den indre blødningen var avklart.

Om man ser nærmere på rekkefølgen av de ulike tiltak, vil man finne overraskende resultater. Kun en studentgruppe og en spesialistgruppe gjennomførte tiltak i foreskrevet rekkefølge. Av de øvrige fire gruppene var det rekkefølgen på anestesi og kirurgi som viste seg å være spesielt problematisk. Fire grupper (1,2,4,5) gjorde kirurgiske inngrep (Peritoneal lavage og/eller laparotomi) før anestesi, på tross av at pasienten var bevisst (8).

Alle gruppene fikk etablert intravenøs tilgang, og en klar tendens var at spesialistgruppene var raskere (mean=1:52 min.) enn studentene (mean= 4:04 min.). Ellers ser man at spesialistgruppene brukte kortere tid fra antatt sikker diagnose (palpasjon/skylling) til livreddende behandling. En spesialistgruppe avsto fra skylling, og brukte om lag seks og et halvt minutt fra palpasjon til laparotomi. De øvrige to brukte om lag tre minutter fra lavage til de valgte å gå videre med laparotomi. Av studentgruppene gjorde alle først palpasjon fulgt av lavage, og her var tiden fra lavage til laparotomi lengre sammenlignet med spesialistene. Den raskeste studentgruppen brukte om lag tre og et halvt minutt, neste brukte syv og et halvt, og den siste brukte over ni minutter. Dette indikerer at spesialistene var mer effektive med hensyn på behandling etter først å ha rettet mistanke mot alvorlige indre blødninger.

Veilederens rolle:

På bakgrunn av videoanalyse av kommunikasjonen mellom veileder og gruppene fant vi at veilederen involverte seg i simuleringene på ulike måter. Noen eksempler kan nevnes:

- oppmuntring og koordinering (overgang fra forberedelse til simulering), gi trygghet, f.eks. ved å bekrefte ting de allerede vet
- hjelpe deltagerne å finne fram - veilede i brukergrensesnittet
- supplere systemet ved å gi medisinsk informasjon som deltagerne etterspør, men som ikke er tilgjengelig (for eksempel «pupillene er egale»)
- supplerer deltagerne der systemet ikke leverer utfyllende tilbakemeldinger («han burde allerede hatt en nål - ja, den har falt ut»)
- oppklarer misforståelser rundt systemtilbakemeldingen, f.eks. gjennom å gripe inn når gruppen har besluttet noe på bakgrunn av feiltolkninger

Deltakernes evaluering av simuleringen

I spørreskjemaet som ble fylt ut umiddelbart etter simuleringen ble deltakerne presentert for ulike påstander. De markerte i hvilken grad de var enige ved å velge mellom fem ulike svaralternativer på hvert spørsmål. Responsen presenteres nedenfor:

- Brukervennlighet/navigering (1= svært vanskelig, 5=meget lett): Resultatene indikerte at navigasjonen i det virtuelle akuttmottaket representerte en større utfordring i starten (mean=3.2) enn etter hvert (mean=3.9). Dette viser at den selvopplevde mestring av oppgaven økte fra forberedelsesfasen og utover i simuleringen. De fleste deltagerne benyttet seg flittig av ”default position”-knappen som ble implementert for nettopp å avhjelpe problemer knyttet til navigasjon
- Brukervennlighet i meny (1= svært vanskelig, 5=meget lett): Deltagerne fant det lett å finne fram i menyene (mean=4.2). Dette kan tyde på at de tilegnet seg en god oversikt i løpet av forberedelsesfasen, og at menyvalgene hadde en logisk struktur
- Oppmerksomhet mot aktiviteten (1=ikke oppmerksom mot

aktiviteten, 5= oppmerksom mot aktiviteten): Responsen på denne påstanden indikerer at deltakerne var svært fokusert mot aktiviteten under simuleringen (mean=4.7)
- Lærerik simulering (1 = stemmer slett ikke, 5 = Stemmer helt): Mange syntes at simuleringen var lærerik (mean=3.8)
- Ti av tolv spesialister, og ni av tolv studenter ville anbefalt kolleger å prøve simuleringen

Debrief – videokonferanse

Under videokonferansen kom det frem at både studentene og spesialistene syntes det var vanskelig å tolke «klinikken», eller pasientens tilstand under simuleringen. I tillegg var det også noe uklart hvilket handlingsrom de hadde. Flere fortalte at de var begrenset med tanke på hva de kunne gjøre, og at det var vanskelig å holde oversikt over gruppen (hvem gjør hva). I tillegg var mange misfornøyd med lydkvaliteten. Spesialistene hadde flere ønsker om spesifikke prosedyrer og utstyr som de savnet i simulatoren, blant annet:
- mulighet for mer enn en intravenøs inngang
- anledning til å se pupiller
- å kunne lytte på lungene
- å få informasjon om blodgass
- kapnograf

Diskusjon

Vi fikk demonstrert at traumeteam sammensatt av personer fra ulike land kan gjennomføre en simulering på tvers av landegrensene, og sett fra et teknisk perspektiv kan man konkludere med at forsøket ble gjennomført uten større problemer. En hake dreide seg om problemer knyttet til kvaliteten på lydoverføringen over nettverket. Av den grunn ble det i to av simuleringene valgt å la tradisjonell telefonkonferanse overta lydoverføringen mellom deltakerne. Denne metoden ble brukt i de to siste spesialistgruppene, noe som førte til at forsinkelsen (delay) i den verbale kommunikasjonen sank betraktelig og man fikk større grad av umiddelbarhet. Konsekvensen av dette ble at tempoet i den muntlige kommunikasjonen økte merkbart (9).

Et funn som krever en kommentar, er hvordan fire av seks grupper kunne gjøre kirurgiske inngrep på en bevisst pasient. Her er flere forklaringer mulige. Mjelstad (10) så på spesialistgruppene, og fant at alle hadde problemer med å vurdere pasientens bevissthetsnivå. Noe som ble grunngitt i at det visuelle inntrykket av pasienten indikerer bevisstløshet[4] på tross av at pasienten er bevisst i den underliggende modellen. Relativt mye av kommunikasjonen internt i gruppene handlet om å fastslå og avklare bevissthetsnivået, noe som under normale omstendigheter ikke er særlig ressurskrevende. Når det i tillegg oppsto tekniske problemer som gjorde muntlig kommunikasjon vanskelig, mener vi at det også kan være med på å forklare problemer knyttet til svak koordinering og sekvensproblemer.

Vi har også funnet at veilederen, som var en erfaren fagspesialist med god kjennskap til programmet, bidro med ulike former for hjelp som ofte rettet opp mange svakheter ved programmet, og det er liten tvil om at veilederens deltakelse i dialogen i mange tilfeller var sentral for et vellykket forløp under simuleringen. I tillegg er vi blitt oppmerksomme på at interessante og problematiske sider ved simuleringen gjerne avdekkes ved å analysere detaljerte dialoger der veilederen er aktiv. Dette metodologiske funnet speiler hva andre har funnet om såkalt 'breakdowns' etterfulgt av 'repair', en fase der deltakerne må være eksplisitte for å forhandle frem en ny og felles forståelse av et problem (11).

Når man skal vurdere gruppenes innsats er det fristende å legge vekt på hvor lang tid gruppene brukte på hele forløpet. Men med inngående kjennskap til hvordan simuleringene utspilte seg, fraråder vi å lese for mye ut av nettopp denne sammenligningen. Av den grunn har vi valgt å ikke presentere dette som en målestokk. Dette begrunner vi ut fra gruppenes totalt ulike angrepsvinkler, og i tillegg til den tidligere nevnte variable kvaliteten på lydoverføringen[5]. Begge er elementer som skaper usammenlignbare forhold. Allikevel velger vi å presentere en alternativ tidsmåling, nemlig tiden fra antatt sikker diagnose til den livreddende behandlingen. Dette målet varierer naturligvis mindre, og vår antagelse er at man kan få et noe riktigere bilde av effektivitet ved å bruke denne metoden fremfor å vurdere på bakgrunn av hele forløpet.

Forholdet mellom den enkelte deltaker og simulatoren bød på få problemer. De behersket simulatoren teknisk (navigasjon/menyvalg/etc) selv om navigasjon i virtuelle 3D-omgivelser ofte oppleves som vanskelig. I dette tilfellet rapporterte deltagerne at det gikk bedre etter hvert. Våre resultater viser at det var nødvendig med en forberedelsesfase der deltagerne fikk personlig veiledning og muligheten til å trene seg i å beherske det uvante brukergrensesnittet. Mange benyttet muligheten for automatisk plassering (default position), en funksjon som viste seg å ivareta både dem som vegret seg mot å navigere og dem som rotet seg bort. Vår oppfatning er at opplæring og forberedelse er nødvendig når man skal bruke en ny teknologi.

Oppsummering

MATADOR tillot fatale intervensjoner under avansert behandling av en multitraumepasient, noe to av studentgruppene gjorde. Til sammenligning klarte spesialistgruppene å stabilisere pasienten uten å velge CT før den livstruende indre blødningen var avklart. Det viste seg også at spesialistene var gjennomgående raskere med å iverksettelse av terapeutisk behandling enn studentene.

En prototyp er utviklet og testet, og de tekniske resultatene er oppløftende. Utfallet av prosessen har pekt på mange mulige forbedringer, men har også bidratt erfaring om hvordan man kan evaluere denne typen teknologi samt hvilke utfordringer som er knyttet til evaluering av medisinske og samhandlingsmessige aspekter under varierende teknologiske forhold.

Etterord

Arbeidet ble støttet økonomisk av Nordunet2 og Telenor Research and Innovation. Forfatterene ønsker å takke Johan Pillgram-Larsen, Åse Brinchmann-Hansen og Leif Hedman for verdifulle bidrag. En videoproduksjon av feltforsøket er tilgjengelig fra prosjektets hjemmsider: www.telenor.no/fou/prosjekter/matador

Fotnoter

1 Medical Advanced Training in an Artificial Distributed Environment

2 Gruppenummer 4, 5 og 6 var spesialistgruppene. 1, 2 og 3 var studentgruppene

3 Når de gikk i denne "fellen" ga programmet respons på 'feil valg', og simuleringen fortsatte

4 Ingen synlige bevegelser eller hørbare lyder fra pasienten

5 Svært varierende grad av dialog med veilederen om pasientens tilstand (som ikke var mulig å fremskaffe ved hjelp av selve programmet).

Litteratur

1. Helmreich, RL, Merritt, AC, Wilhelm, JA. The evolution of Crew Resource Management training in commercial aviation. *International Journal of Aviation Psychology* 1999; **9**: 19-32.
2. Brinchmann-Hansen Å, Wisborg T, Brattebø G. Simulering - en god metode i legers videre- og etterutdanning. *Tidsskriftet for Den Norske Lægeforening* 2004; **124**: 2113-2115.
3. Alessi, S. M., *Trollip, S. R. Multimedia for learning. Boston* 2000: Allyn and Bacon.
4. Wisborg T, Rønning TH, Beck VB, Brattebø G. Preparing teams for low-frequency emergencies in Norwegian hospitals. *Acta Anesthesiol Scand* 2003; **47**: 1248-1250.
5. Hoffman H, Vu D. Virtual Reality: Teaching tool of the twenty-first century? *Academic medicine* 1997; **72**: 1076-1081.
6. Halvorsrud R. Trauma team training in a virtual emergency room. Final report from the MATADOR project. Telenor Forskning og Utviklings rapportserie nr. 53. 2003
7. Snowdon D, Churchill EF, Munro AJ. Collaborative Virtual Environments: Digital Spaces and Places for CSCW: An Introduction. I Churchill EF, Snowdon DN, Munro AJ (red.) Collaborative Virtual Environments: Digital Places and Spaces for Interaction. London: Springer-Verlag. 2001
8. Halvorsrud R, Hagen S, Fagernes S, Mjelstad S, Romundstad L. Trauma team training in a distributed virtual emergency room. Artikkel presentert på Medicine Meets Vitual Reality (MMVR 2003), Newport Beach, California, USA.
9. Ruhleder K, Jordan B. Co-Constructing Non-Mutual Realities: Delay-Generated Trouble in Distributed Interaction. *Computer Supported Cooperative Work* 2001; **10**: 113-138.
10. Mjelstad S. From ER to VR: Analysing interaction in a Collaborative Virtual Environment. *Hovedoppgave, Institutt for Informasjonsvitenskap, Universitetet i Bergen*. 2003
11. Jordan B, Henderson A. Interaction Analysis: Foundations and Practice. *The Journal of the Learning Sciences* 1995; **4**: 39-103.