

Simuleringsträning ger ökad kunskap och bättre färdigheter

MEN OSÄKERHET RÅDER AVSEENDE KLINISK NYTTA DÅ MÅNGA STUDIER BRISTER I EVIDENS

Medicinsk simulering är en metod för att i verklighetsliknande och kontrollerad miljö träna kliniska upplevelser eller situationer. Den används i dag för att ge studenter basala kliniska färdigheter men också för att bedriva professionell kompetensutveckling och som en metod för att förebygga undvikbara misstag i sjukvård, och utgör därmed en del i arbetet för ökad patientsäkerhet. I dag är mer än ett femtiotal kliniska simuleringsträningssentrum etablerade runt om i Sverige [1].

Medicinsk simulering används mer och mer som en pedagogisk modell för klinisk träning av både tekniska och icke-tekniska färdigheter. Med tekniska färdigheter avses kunskaper och färdigheter knutna till den egna professionen, som till exempel att kunna tolka en röntgenbild eller ta upp en anamnes, eller praktiska färdigheter som att kunna sätta en nål eller utföra ett kirurgiskt ingrepp. Med icke-tekniska färdigheter avses kognitiva och sociala färdigheter, det vill säga arbetssätt och rutiner som har att göra med ledarskap, teamarbete, beslutsfattande, situationsmedvetenhet och fördelning av arbetsuppgifter [2]. Träning av båda typer av färdigheter krävs för att bedriva ett effektivt och säkert vårdarbete.

Personal som tränar med hjälp av simulering upplever ofta att träningen har varit lärorik och känner efter ett träningstillfälle tilltro till sin egen förmåga att genomföra vad en specifik situation kräver, så kallad egenförmåga-effekt [3]. Svårare att bevisa är om den som tränat med hjälp av simulering tillämpar och håller kvar lärdomarna från simulering i det dagliga arbetet och om simuleringsträning faktiskt leder till ökad patientsäkerhet. Det har visats att effekter av simuleringsträning snabbt försvinner efter träningsstillfället om den inte används i det dagliga arbetet [4].

För att påvisa nytta med medicinsk simuleringsträning krävs vetskap om vad som ska mätas för att bedöma klinisk kompetens och färdighet, och även på vilken nivå det ska mätas, se Fakta 1 och 2. Medicinsk simuleringsträning är ett relativt nytt forskningsfält, och de metoder som används för att samla data är inte alltid anpassade för studier av medicinsk simulering. Det är därför svårt att med säkerhet uttala sig om effekterna av simuleringsträning.

Denna artikel sammanfattar kunskapsläget gällande medicinsk simulering utifrån aktuella systematiska översikter, dels vad gäller övergripande effekter av simuleringsträning, dels på effekter av simuleringsträning för några av de mest undersökta områdena. För en mer detaljerad beskrivning av kunskapsläget

Italo Masiello, docent, universitetslektor, chef Södersjukhuset FoUU/ Utbildnings- och innovationscenter; institutionen för klinisk forskning och utbildning, Karolinska institutet, Södersjukhuset, Stockholm
 ● italo.masiello@ki.se

Anna Mattsson, med dr, arbetade som konsult åt Regeringskansliet vid författandet av underlaget om »Simulering och klinisk träning« som är grunden till denna artikel

kring medicinsk simuleringsträning hänvisas till Utredningen om högspecialiserad vård (SOU 2015:98) [5].

VAD SÄGER EVIDENSEN OM MEDICINSK SIMULERING?

Majoriteten av studier om simulering och klinisk träning av sjukvårdspersonal och läkarstudenter är publicerade från år 2008 och framåt. Framst har simuleringsträning för laparoskopisk kirurgi undersökts, men det finns även flera studier om återupplivning och teamträning inom främst akutvård och trauma. De flesta studier har undersökt effekten av simulering på reaktion och lärande (Kirkpatrick's nivå 1 och 2) [6]. Överföring av lärande till kliniken, så kallad färdighetsöverföring (Kirkpatrick's nivå 3), har undersökts i en del studier, medan det finns relativt få studier om effekter av simuleringsträning på patientutfall (Kirkpatrick's nivå 4), se även Fakta 2. Majoriteten av studierna jämför effekten av simuleringsträning med ingen intervention, det vill säga med kontrollgrupp utan simulering eller annan träning, eller med pretest-posttestutvärdering.

Övergripande effekter av simuleringsträning

Cook och medarbetare har utifrån en omfattande systematisk litteratursökning som identifierade nära 11 000 artiklar sammanställt en serie systematiska översikter och metaanalyser om effekter av medicinsk simulering. Några av dessa översikter fokuserar på den övergripande effekten av simuleringsträning och inkluderar studier om simuleringsträning inom

HUVUDBUDSKAP

- Simuleringsträning används för att träna tekniska och icke-tekniska färdigheter.
- Simuleringsträning har en positiv effekt på lärande och överföring av tränade färdigheter till klinisk miljö (färdighetsöverföring) och små positiva effekter på patientrelaterade utfall.
- Det råder osäkerhet avseende evidens för nyttan av simuleringsträning, då flertalet studier brister i kvalitet.
- Nya riktlinjer för studiedesign och rapportering av medicinsk simuleringsforskning kan skapa ett starkare evidensunderlag.
- Evidensbaserad simuleringsträning kan förbättra lärande, färdighetsöverföring och patientutfall, och därmed bidra till ökad patientsäkerhet och medicinsk kvalitet.

bland annat laparoskopi och annan kirurgi, endoskopi, trauma, teamträning, obstetrik och endovaskulära procedurer.

Den första översikten rör kunskapsunderlaget om utfallet av simuleringsträning jämfört med ingen intervention (det vill säga kontrollgrupp utan simulering eller annan träning, eller pretest-posttestutvärdering) [7]. Översikten inkluderade 609 studier. Metaanalyser visade signifikant positiva effekter på lärande, färdighetsöverföring och patientutfall av simuleringsträning jämfört med ingen intervention, och med måttliga till stora effektstorlekar (Tabell 1). I jämförelse med andra undervisningsmetoder som föreläsningar, riktiga eller standardiserade patienter (personer som är tränade att spela en viss patientroll), diskussion i liten grupp eller videoträning visade metaanalyser att simuleringsträning var associerad med signifikant bättre utfall för lärande med små till måttliga effektstorlekar [8] (Tabell 1). Här visade subgruppsanalys på att stark instruktionsutformning, det vill säga hur en kurs/träning är uppbyggd, delvis kan förklara skillnaden snarare än simuleringen i sig. Effekten var större när simuleringssituationen innehöll tydligare pedagogiska förutsättningar (till exempel mer feedback och mer tid för träning) och mindre när i stället kontrollgruppen hade liknande tydligare pedagogiska fördelar, även om denna interaktion inte var statistiskt signifikant.

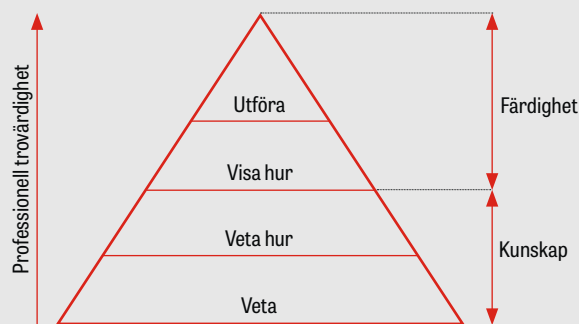
Brydges och medförfattare har visat att det inom kirurgi, anestesi och endoskopi finns en positiv korrelation mellan bedömd skicklighet i simuleringsmiljö och prestation i klinik [9]. Analys av 27 studier som rapporterade utfall mätt som tekniska färdigheter fann en hög korrelation mellan testresultat i simuleringsmiljö och patientrelaterade effekter ($r = 0,51$, 95 procents konfidensintervall [95KI] 0,38–0,62), det vill säga ju bättre resultat i simuleringstest, desto bättre utförande av procedur på patienter/i klinik. För parametern tid (= tid för att slutföra procedur) fanns en måttlig korrelation ($r = 0,44$, 95KI 0,15–0,66). Fem studier visade en svag korrelation ($r = 0,24$, 95KI -0,02–0,47) mellan patientutfall och simuleringssimuleringsbaserad bedömning. Av dessa fem studier var det endast en (anastomosläckage från AV-fistel i samband med kirurgi) som visade signifikant positiv korrelation (hög grad av läckage i simulering medförde hög risk för läckage i samband med operation av patient i klinik). Detta tyder på att prestation i simuleringsmiljö möjligen kan prediktera utfallet av klinisk prestation. Slutligen visade validerade mätinstrument för att mäta simuleringssimuleringsbaserat utfall (Objective structured assessment of technical skills [OSATS], Global operative assessment of laparoscopic skills [GOALS] och Fundamentals of laparoscopic skills [FLS]) stark korrelation ($>0,68$) mellan bedömning av beteende i simuleringsmiljö och klinisk miljö.

De mest studerade simuleringsträningssmodulerna

Laparoskopisk kirurgi. Simuleringsträning för laparoskopi är den mest studerade metoden, och bara under de senaste tre åren har nio systematiska översikter publicerats. Det är sedan tidigare väl etablerat att laparoskopisk simuleringsträning ökar lärande (kunskap och tekniska färdigheter) mätt i simuleringsmiljö [10–13], vilket också bekräftas i de senaste systema-

FAKTA 1. Millers modell för bedömning av klinisk kompetens

Millers modell utgör grunden för bedömningsmetoder av klinisk kompetens och har i dag integrerats i prestationsbedömning av praktiskt taget all simuleringssimuleringsbaserad träning. Modellen är indelad i fyra nivåer, där de två lägsta nivåerna utgörs av bedömningar av faktakunskaper, till exempel genom skriftligt prov, och tillämpningen av dessa, exempelvis genom skrivna och komplexa fall (veta och veta hur: kunskap).



De två högsta nivåerna i modellen anger färdigheter. På nivån »visa hur« demonstreras och mäts grundläggande kliniska färdigheter med objektiva kliniska undersökningar i en simulerad arbetsmiljö, till exempel genom en OSCE (Objective structural clinical examination). Slutligen, på toppen av pyramiden, finns det element som är svårast att bedöma – utföra, det vill säga professionalism under verklig patientvård, vilken kan mätas med medsittning, mini-CEX (Mini-clinical evaluation exercise) eller DOPS (Direct observation of procedural skills).

FAKTA 2. Kirkpatrick och Kirkpatrick modell för utvärdering av utbildningsprogram inom hälso- och sjukvården

Kirkpatrick och Kirkpatrick delar upp analysen av utbildningsprogram i fyra nivåer: reaktioner, lärande, beteenden och resultat.

1. Reaktion

Reaktioner handlar om vad deltagare tycker om en kurs. En positiv attityd leder inte automatiskt till lärande, men en negativ hämmar lärande.

2. Lärande

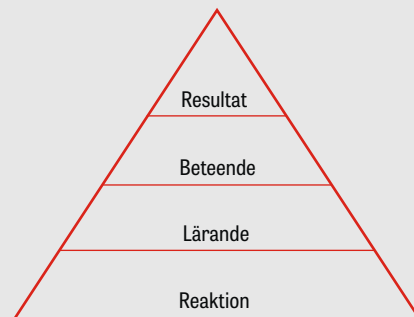
Lärande kan delas upp i ändrade attityder, ökad kunskap och bättre färdighet, som bör utvärderas både före och efter utbildningen. För simuleringssimuleringsbaserad undervisning innebär lärande de kunskaper och färdigheter som förvärfvas i simuleringsmiljö.

3. Beteende

Beteendenivån syftar till att analysera den ändring i beteende som skett genom deltagande i utbildningen. Vid simuleringssimuleringsbaserad undervisning innebär detta steg överföring av lärande till den kliniska miljön (färdighetsöverföring).

4. Resultat

Denna nivå är den mest komplicerade att utvärdera eftersom den till stora delar berör kostnadseffekter och måluppfyllelse på makronivå i verksamheten. Det svåra är att veta vilka kliniska prestationer som är meningsfulla och bör skattas, och hur mycket de beror på den givna utbildningen, direkt eller indirekt. I kontexten simuleringsträning handlar resultat om direkta effekter på patienter.



tiska översikterna [14-22]. Färdighetsöverföring (Kirkpatrick nivå 3) har undersökts i fem översikter som alla visar att de som tränat i simuleringsmiljö presterar bättre vid patientbaserad bedömning i form av bättre helhetsprestation, färre misstag, kortare operationstid och högre OSATS-poäng än de utan simuleringssträning [14, 17, 19-21].

Det finns begränsad evidens för att användande av dataspel förbättrar laparoskopisk skicklighet [22].

Zendejas och medförfattare publicerade 2013 en systematisk översikt och metaanalys om effekter av simuleringsbaserad träning i laparoskopisk kirurgi för ST-läkare, legitimerade läkare och läkarstuderenter [19]. Simuleringssträning visade signifikant positiva effekter på kunskap och färdigheter (sammanlagd effektstorlek 1,13-1,23) och färdighetsöverföring (effektstorlek 1,15-1,22) jämfört med ingen intervention (151 studier). I jämförelse med andra undervisningsmetoder (videoinstruktion) visade simuleringssträning på signifikant bättre färdigheter (effektstorlek 0,54-0,75). Av 219 inkluderade studier i översikten var det endast en som rapporterade effekter på patienter. Denna studie visade en signifikant minskad risk för komplikationer under operation efter laparoskopisk simuleringssträning.

Återupplivning. Mundell och medförfattare har i en systematisk översikt visat att simuleringssträning av återupplivning är effektivt [23]. Översikten inkluderar totalt 182 studier om hjärt-lungräddning och andra grundläggande och avancerade livsuppehållande åtgärder. Studiedeltagarna bestod av sjuksköterskor, sjuksköterskestudenter, läkarstuderenter, ST-läkare och legitimerade läkare. Metaanalys av 114 studier visade att simuleringssträning oavsett utfallsmått, nivå av expertis hos studiedeltagarna, studiedesign eller tränad åtgärd visar signifikant positiv effekt på lärande (effektstorlek 1,05-1,93) och patientutfall (effektstorlek 0,26; n = 4 studier) jämfört med ingen intervention. Tjugoen studier jämförde simuleringssträning med andra typer av undervisningsmetoder (föreläsningar, diskussion i liten grupp, datorbaserad handledning, standardiserade patienter och instruktionsvideor). Dessa visade en liten positiv effekt på kunskap och färdigheter (effektstorlek 0,20-0,37), statistiskt signifikant för utförande.

Teamträning akutvård/trauma. Flera aktuella översikter visar att simuleringsbaserad teamträning har positiva effekter på lärande och färdighetsöverföring för akutvård [24], crew resource management (CRM) [25, 26], återupplivning av nyfödda och spädbarn [27] och trauma [28]. Några översikter rapporterar även positiva effekter på patienter efter teamsimuleringssträning. Till exempel rapporterar Boet och medförfattare [25] att fem studier som undersökte effekter på patienter alla såg någon form av förbättrat patientutfall (effektivare patientvård i form av snabbare intubation och kortare tid till datortomografi, minskad risk för komplikationer, minskad perinatal sjuklighet) efter simuleringssträning. Det var dock endast en studie som såg en signifikant effekt på dödlighet efter simuleringssträning. Denna studie visade att antalet barn som överlevde återupplivningsförsök ökade från 33 till 50 procent efter simuleringssträning och att denna

TABELL 1. Sammanlagda effektstorlekar för utfall efter simuleringssträning.

	Lärande	Skills transfer	Patientutfall
● Simuleringssträning jämfört med ingen intervention [7]	1,09-1,20	0,79-0,81	0,50
● Simuleringssträning jämfört med andra undervisningsmetoder [8]	0,30-0,66	0,56-0,77 ^a	0,36 ^a

^aej signifikant

Effektstorlek är ett sätt att uttrycka effekten av en intervention eller storleken på en förändring. I metaanalyser beräknas effektstorleken ofta genom formeln: skillnaden i medelvärden mellan experiment- och kontrollgrupp dividerat med standardavvikelsen för kontrollgruppen. Som tumregel för värdering av effektstorleken betraktas värden <0,2 som trivial effekt; 0,20-0,50 som liten effekt; 0,50-0,80 som måttlig effekt och >0,80 som stor effekt (Cohen, 1988). Negativa värden tyder på att effekten i experimentgruppen är lägre än i kontrollgruppen.

effekt kvarstod efter tre år [29]. I två av studierna som visade en signifikant minskning av komplikationer efter simuleringssträning rapporterades att denna effekt kvarstod 18-24 månader efter träning [30, 31].

Utöver simuleringsstränings effekt på tekniska färdigheter har man också studerat effekten på icke-tekniska färdigheter. Fung och medförfattare [26] visar i en systematisk översikt att simuleringsbaserad teamträning har vissa positiva effekter på lärande av icke-tekniska färdigheter (kommunikation och koordinering av team) inom CRM. En av två studier som rapporterade beteendeförändringar på arbetsplatsen (Kirkpatrick nivå 3) såg en positiv effekt efter simuleringssträning. Denna effekt kvarstod dock inte en vecka efter simuleringssträning, vilket troligen kan förklaras av att endast 25 procent av traumateamet genomgick simuleringssträningen. I en översikt av Gjeras och medförfattare [28] visar tre av fyra studier en signifikant förbättring i teamarbetet i den kliniska miljön efter simuleringssträning av traumateam, vilket tyder på färdighetsöverföring av icke-tekniska färdigheter.

Övrigt. De senaste åren har även publicerats systematiska översikter om bland annat simuleringssträning för endoskopi [21, 32, 33], endovaskulär kirurgi [34], sjuksköterskeutbildning [35-37], hysteroskopi [38] och VR-simulering för robotassisterad kirurgi [39] som rapporterar positiva effekter på lärande efter simuleringssträning.

Genomgående bristande kvalitet i studierna

Samtliga systematiska översikter rapporterar allvarliga brister hos många av de ingående studierna, till exempel få randomiserade kontrollstudier, små studier med få deltagare, bristande rapportering av metod och analys, tveksam statistisk metod samt icke validerade mätinstrument. Det råder också stor variation mellan studierna med avseende på design, simuleringsmetod, utfallsmått och analys.

Flera översikter påpekar att det i studierna används många olika sätt att mäta färdighetsöverföring, varför det är svårt att dra några generella slutsatser om huruvida de färdigheter som erhålls under simuleringssträning verkligen förs över till den kliniska miljön. Författarna till översikterna framhäver också att tolkningarna av resultaten begränsas av kvaliteten på de

ingående studierna och på brister i samstämmighet mellan studierna.

DISKUSSION

Under de senaste femton åren har medicinsk simulering blivit en viktig pedagogisk modell som används för träning av kliniska tekniska och icke-tekniska färdigheter. Vi har här sammanställt kunskapsläget för medicinsk simulering utifrån systematiska översikter. En genomgående slutsats för alla systematiska översikter är att simuleringsträning av personal och studenter inom sjukvården har en positiv effekt på lärande i form av ökad kunskap och bättre färdigheter. Det finns också översikter som visar att denna lärandeffekt av simuleringsträning kan överföras till klinisk miljö och i vissa fall även leda till positiva effekter för patienter. Det råder dock en betydande osäkerhet gällande tillförlitligheten i evidensen för simuleringsträning då flertalet av studierna brister i kvalitet. Det är också svårt att från befintliga data direkt uttala sig om klinisk relevans, eftersom det endast är ett fåtal studier som utvärderar effekter av simuleringsträning på patientutfall (skador, mortalitet).

I de (få) studier som jämförde simuleringsträning med patientbaserad träning sågs ingen skillnad mellan grupperna, vilket tyder på att träning med simulering kan vara likvärdig patientbaserad träning, men utan risker för patienter. Även här rapporterar dock samtliga översikter bristande kvalitet hos de ingående studierna och efterlyser mer forskning som utvärderar färdighetsöverföring och effekt på patienter efter simuleringsträning.

Simuleringsforskning inom kirurgisk laparoskopi visade redan så tidigt som 2002 att specialister som tränade med en laparoskopisk simulator minskade antal misstag och förbättrade tid och rörelseekonomi under en riktig patientoperation [13]. En av anledningarna till att just laparoskopisk simuleringsträning ligger i framkant vad gäller medicinsk simuleringsforskning är att det är lätt att mäta dess effekter. En simulator som används för att träna laparoskopiska ingrepp framställer data som är likvärdiga de från en riktig laparoskopisk operation och kan dessutom samla data om den enskilde operatören (tid, rörelseekonomi m m). Det är däremot mycket svårare att få fram evidens från teamträning. Verkligheten efter ett träningsstillfälle i detta fall spelar en stor roll. De vårdlag som deltar i simulatorträning får nästan aldrig fortsätta att arbeta som ett lag när de återvänder till kliniken. Deltagarna får i stället samarbeta i nya konstellationer av medarbetare från dag till dag, så kallade ad hoc-team. Eftersom personalomsättningen på sjukhus ofta är stor tillkommer ständigt ny personal som kanske inte fått träning alls eller som fått en annan typ av träning. Allt detta sammantaget gör arbetssituationen olik den vid simulatorträningen, och därför är evidensen om patientnytta efter teamträning svårare att fånga. Många studier rapporterar att de positiva effekterna av simuleringsträning snabbt försvinner efter träningsstillfället om den inte används i det dagliga vårdarbetet, men det finns även optimistisk evidens [28] som kopplar samman icke-tekniska färdigheter till positiva hållbara patientutfall.

Medicinsk simuleringsforskning behöver samla evidens från olika fält, såsom forskning om lärande,

expertis, pedagogik och psykologi, för att kunna få underlag för en långsiktig utbildningsstrategi för bättre kvalitet och patientsäkerhet. De metoder som används för att samla data är inte alltid anpassade för studier om medicinsk simulering, och tillförlitligheten i effekterna av simuleringsträning är begränsad på grund av att många studier är av otillräcklig kvalitet. För att stärka evidensen är det viktigt att tydliggöra vad som bör mätas vid bedömning av klinisk kompetens och på vilket sätt det bör mätas. I en ansats att förbättra kvaliteten på forskningsrapporter inom medicinsk simulering har fyra vetenskapliga tidskrifter och internationella föreningar för medicinsk simulering nyligen gemensamt publicerat riktlinjer för design och rapportering av studier inom medicinsk simulering [40]. För att med större säkerhet kunna uttala sig om effekterna av medicinsk simuleringsträning är det viktigt att ny forskning följer de nya riktlinjerna för studiedesign och rapportering av studier inom medicinsk simulering. Det är också avgörande att utforma studier för att utvärdera effekten av medicinsk simuleringsträning på patientutfall (Kirkpat-

»Med nya riktlinjer för studiedesign och rapportering av medicinsk simuleringsforskning kan kvaliteten på evidensen höjas, vilket i sin tur bidrar till att arbetet för patientsäkerhet får ett starkare evidensunderlag.«

ricks nivå 4). Med nya riktlinjer för studiedesign och rapportering av medicinsk simuleringsforskning kan kvaliteten på evidensen höjas, vilket i sin tur bidrar till att arbetet för patientsäkerhet får ett starkare evidensunderlag.

Det kan förväntas att läkare av alla specialiteter inom kort kommer att behöva certifieras periodvis för att kunna utöva sin profession, och då är klinisk träning genom medicinsk simulering ett alternativ. Denna trend har redan börjat på Rigshospitalet i Köpenhamn, som sedan februari 2015 har skapat en obligatorisk certifieringsmodell för alla kategorier av läkare, och medicinsk simulering är central i detta. Kontinuerlig uppföljning av den enskilde medarbetarens kunskap och färdigheter i svensk hälso- och sjukvård kommer att bli rutin. Genom evidensbaserad simuleringsträning kan lärande, färdighetsöverföring och patientutfall förbättras och därmed bidra till ökad patientsäkerhet och medicinsk kvalitet. ○

● Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.

Citera som: *Läkartidningen*. 2017;114:ETDY

REFERENSER

- Svensk förening för klinisk träning och medicinsk simulering. www.klinsim.se
- Cooper S, Endacott R, Cant R. Measuring non-technical skills in medical emergency care: a review of assessment measures. *Open Access Emerg Med.* 2010;2:7-16.
- Masiello I. Why simulation-based team training has not been used effectively and what can be done about it. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2012;17(2):279-88.
- Weinger MB. The pharmacology of simulation: a conceptual framework to inform progress in simulation research. *Simul Healthc.* 2010;5(1):8-15.
- SOU 2015:98. Träning ger färdighet. Koncetrera vården för patientens bästa. Betänkande av Utredningen om högspecialiserad vård. Stockholm: Socialdepartementet; 2015.
- Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. Evaluating training programs: the four levels. San Francisco, CA: Berrett-Koehler; 1990.
- Cook DA, Hatala R, Brydges R, et al. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 2011;306(9):978-88.
- Cook DA, Brydges R, Hamstra SJ, et al. Comparative effectiveness of technology-enhanced simulation versus other instructional methods: a systematic review and meta-analysis. *Simul Healthc.* 2012;7(5):308-20.
- Brydges R, Hatala R, Zendejas B, et al. Linking simulation-based educational assessments and patient-related outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Acad Med.* 2015;90(2):246-56.
- Ahlberg G, Enochsson L, Gallagher AG, et al. Proficiency-based virtual reality training significantly reduces the error rate for residents during their first 10 laparoscopic cholecystectomies. *Am J Surg.* 2007;193(6):797-804.
- Gallagher AG, Satava RM. Virtual reality as a metric for the assessment of laparoscopic psychomotor skills. *Learning curves and reliability measures.* *Surg Endosc.* 2002;16(12):1746-52.
- Grantcharov TP, Kristiansen VB, Bendix J, et al. Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J Surg.* 2004;91(2):146-50.
- Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, et al. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg.* 2002;236(4):458-63; discussion 463-4.
- Buckley CE, Kavanagh DO, Traynor O, et al. Is the skillset obtained in surgical simulation transferable to the operating theatre? *Am J Surg.* 2014;207(1):146-57.
- Gurusamy KS, Nagendran M, Toon D, et al. Laparoscopic surgical box model training for surgical trainees with limited prior laparoscopic experience. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(3):CD010478.
- Nagendran M, Toon CD, Davidson BR, et al. Laparoscopic surgical box model training for surgical trainees with no prior laparoscopic experience. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(1):CD010479.
- Vanderbilt AA, Grover AC, Pastis NJ, et al. Randomized controlled trials: a systematic review of laparoscopic surgery and simulation-based training. *Glob J Health Sci.* 2015;7(2):310-27.
- Williaert W, Van De Putte D, Van Rentghem K, et al. Training models in laparoscopy: a systematic review comparing their effectiveness in learning surgical skills. *Acta Chir Belg.* 2013;113(2):77-95.
- Zendejas B, Brydges R, Hamstra SJ, et al. State of the evidence on simulation-based training for laparoscopic surgery: a systematic review. *Ann Surg.* 2013;257(4):586-93.
- Dawe SR, Pena GN, Windsor JA, et al. Systematic review of skills transfer after surgical simulation-based training. *Br J Surg.* 2014;101(9):1063-76.
- Dawe SR, Windsor JA, Broeders JA, et al. A systematic review of surgical skills transfer after simulation-based training: laparoscopic cholecystectomy and endoscopy. *Ann Surg.* 2014;259(2):236-48.
- Glassman D, Yiaseimidou M, Ishii H, et al. Effect of playing video games on laparoscopic skills performance: a systematic review. *J Endourol.* 2016;30(2):146-52.
- Mundell WC, Kennedy CC, Szostek JH, et al. Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation.* 2013;84(9):1174-83.
- Khanduja PK, Bould MD, Naik VN, et al. The role of simulation in continuing medical education for acute care physicians: a systematic review. *Crit Care Med.* 2015;43(1):186-93.
- Boet S, Bould MD, Fung L, et al. Transfer of learning and patient outcome in simulated crisis resource management: a systematic review. *Can J Anaesth.* 2014;61(6):571-82.
- Fung L, Boet S, Bould MD, et al. Impact of crisis resource management simulation-based training for interprofessional and interdisciplinary teams: a systematic review. *J Interprof Care.* 2015;29(5):433-44.
- Mileder LP, Urlesberger B, Szyld EG, et al. Simulation-based neonatal and infant resuscitation teaching: a systematic review of randomized controlled trials. *Klin Padiatr.* 2014;226(5):259-67.
- Gjeraa K, Møller TP, Østergaard D. Efficacy of simulation-based trauma team training of non-technical skills. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2014;58(7):775-87.
- Andreatta P, Saxton E, Thompson M, et al. Simulation-based mock codes significantly correlate with improved pediatric patient cardiopulmonary arrest survival rates. *Pediatr Crit Care Med.* 2011;12(1):33-8.
- Phipps MG, Lindquist DG, McConaughy E, et al. Outcomes from a labor and delivery team training program with simulation component. *Am J Obstet Gynecol.* 2012;206(1):3-9.
- Riley W, Davis S, Miller K, et al. Didactic and simulation nontechnical skills team training to improve perinatal patient outcomes in a community hospital. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2011;37(8):357-64.
- Singh S, Sedlack RE, Cook DA. Effects of simulation-based training in gastrointestinal endoscopy: a systematic review and meta-analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2014;12(10):1611-23.e4.
- Kennedy CC, Maldonado F, Cook DA. Simulation-based bronchoscopy training: systematic review and meta-analysis. *Chest.* 2013;144(1):183-92.
- See KW, Chui KH, Chan WH, et al. Evidence for endovascular simulation training: a systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2016;51(3):441-51.
- O'Leary JA, Nash R, Lewis PA. High fidelity patient simulation as an educational tool in paediatric intensive care: A systematic review. *Nurse Educ Today.* 2015;35(10):e8-12.
- Rutherford-Hemming T, Nye C, Coram C. Using simulation for clinical practice hours in nurse practitioner education in the United States: a systematic review. *Nurse Educ Today.* 2016;37:128-35.
- Vincent MA, Sheriff S, Mellott S. The efficacy of high-fidelity simulation on psychomotor clinical performance improvement of undergraduate nursing students. *Comput Inform Nurs.* 2015;33(2):78-84.
- Savran MM, Sørensen SM, Konge L, et al. Training and assessment of hysteroscopic skills: a systematic review. *J Surg Educ.* 2016;73(5):906-18.
- Moglia A, Ferrari V, Morelli L, et al. A systematic review of virtual reality simulators for robot-assisted surgery. *Eur Urol.* 2016;69(6):1065-80.
- Cheng A, Kessler D, Mackinnon R, et al. International Network for Simulation-based Pediatric Innovation, Research, and Education (INSPIRE) Reporting Guidelines Investigators. Reporting Guidelines for Health Care Simulation Research: Extensions to the CONSORT and STROBE Statements. *Simul Healthc.* 2016;11(4):238-48.

SUMMARY

Medical simulation training – an overview of the evidence

Medical simulation training has become an important model for training of technical and non-technical clinical skills, aiming at preventing avoidable mistakes. The evidence for effects of simulation training is increasing, and several systematic reviews on the effect of medical simulation training have been published. This article summarizes the evidence for medical simulation training based on systematic reviews of medical simulation published in the last three years. There is a consistent finding in all systematic reviews that simulation training has a positive effect on learning and skills transfer, and small positive effects on patient-related outcomes. However, there is considerable uncertainty about the strength of evidence of this research, and all systematic reviews reported serious weaknesses in research methods of the included studies. We hope that the newly published guidelines for study design and reporting of medical simulation research can help create a stronger evidence base.