

Statusartikel

Ugeskr Læger 2023;185:V03230157

Ny teknologi til datadrevet forbedring af effektivitet, kvalitet og sikkerhed på operationsstuen



Charlotte Egeland¹, Kjestine Møller², Jeanett Strandbygaard², Teodor Grantcharov³ & Michael Patrick Achiam¹

1) Afdeling for Organkirurgi og Transplantation, Københavns Universitetshospital – Rigshospitalet, 2) Afdeling for Graviditet, Fødsel og Barsel, Københavns Universitetshospital – Rigshospitalet, 3) Department of Surgery, Clinical Excellence Research Center, Stanford University, USA

Ugeskr Læger 2023;185:V03230157

HOVEDBUDSKABER

- Højrisikoindustrier har brugt lyd- og videooptagelser for at forbedre sikkerheden i > 70 år.
- Lignende teknologi på en operationsstue fører til øget transparens og en unik mulighed for læring.
- Utilsigtede hændelser og forbilledlige forløb skal identificeres og bruges til at øge patientsikkerheden.

Operationsstuen er et højrisikomiljø, til tider med et højt stressniveau, hvor organisatoriske, tekniske og menneskelige parametre spiller sammen på en kompleks måde. Det er dog ikke bare et højrisikomiljø – det er også et lukket miljø. En flere timer lang operation kan blive beskrevet i et ganske kort notat, hvor vigtige hændelser kan blive glemt eller helt udeladt. Det betyder, at vi ved hver eneste indgreb går glip af store mængder information. I andre højrisikoindustrier, såsom flyindustrien og inden for atomkraft, har man længe

arbejdet systematisk med at optage og indsamle data for at undersøge mønstre, der kan øge sikkerheden og forebygge ulykker. Lignende platforme findes til brug på operationsstuerne, og data kan bruges til at tilrettelægge det præ-, peri- og postoperative forløb. Målet er tidligere at kunne opspore og undgå komplikationer. Indsamlingen af data danner ligeledes grundlag for et stort læringspotentiale for alle faggrupper, som er til stede på operationsstuen. Kirurger kan gense indgreb mhp. struktureret feedback, sygeplejersker kan få indsigt i ergonomi og instrumentforbrug, og portører kan modtage feedback i forhold til forflytning. Vigtigst måske af alt: Hele teamet kan få information vedrørende samarbejdet og det komplekse samspil, der foregår på stuen.

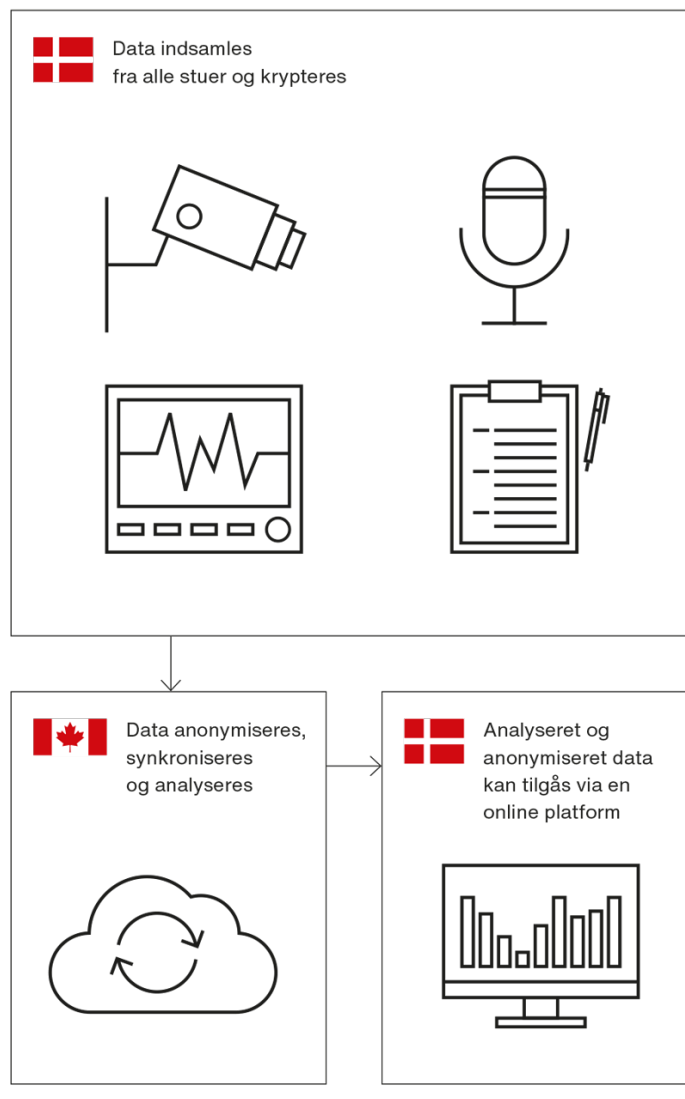
I Danmark bliver det udført mere end 1,9 mio. operationer hvert år [1]. Efter omkring 15% af alle kirurgiske indgreb opstår der en komplikation [2, 3], og ved visse højrisikoprocédurer er komplikationsraten helt oppe på 60% [4]. Mange af disse komplikationer er direkte korreleret til det operative indgreb, og en del af dem ville kunne forhindres, hvis vi havde haft en bedre forståelse for, hvad der var sket [5]. Yderligere sker der mange hændelser og »nærhændelser«, som ikke i netop det konkrete tilfælde fører til en komplikation. Grundet manglende rapportering er der et stort mørketal i statistikken [6], og ved at kunne identificere disse hændelser vil komplikationer kunne forhindres.

Operating Room (OR) Black Box (Surgical Safety Technologies, Toronto, Canada) er en teknologisk platform, der indsamler tidstro data fra operationsstuen via kameraer og mikrofoner, videoer fra laparoskopi- eller robotsøjlen (eller fra et kamera monteret i operationslampen ved åben kirurgi) samt patientfysiologiske data (Figur 1). Konceptet er inspireret af flyindustriens sorte boks. Dataene bliver anonymiseret og synkroniseret og kan efterfølgende bruges til en semiautomatiseret analyse af indgrebet ved hjælp af kunstig intelligens (AI)-modeller (Figur 2). Videoer fra en bestemt operation (hvad end det drejer sig om en utilsigtet hændelse eller en god kommunikation) og strukturerede data fra stuen kan efterfølgende tilgås online i en anonymiseret udgave. Intet er personhenførbart, hverken på patient- eller medarbejderniveau, da anonymiteten er en vigtig forudsætning for, at sådan et system kan fungere.

FIGUR 1 Operationsstue med Operating Room Black Box installeret. **A.** Oversigt fra optagelse fra operationsstuen og installation på selve stuen. **B.** Videodata fra stuen er blevet anonymiseret, samtidig med at stemmerne er blevet forvrænget. **C.** Mikrofoner og et vidvinkelkamera, der optager på stuen, er installeret i loftet.



FIGUR 2 Håndtering og udveksling af data. Data fra både selve indgrebet og operationsstuen samt patientens vitale parametre indsamles fra alle stuer, hvor Operating Room Black Box er installeret. Data krypteres og sendes til Surgical Safety Technologies, Toronto, Canada, hvor data anonymiseres, synkroniseres og analyseres, delvist ved hjælp af kunstig intelligens-modeller. Ansigter og kroppe bliver slørede, og stemmer bliver forvrænget, både for patienten og alle medarbejdere. Analyserede, anonymiserede data kan tilgås i Danmark via en onlineplatform. Video- og lydindsamlinger slettes efter 30 dage.



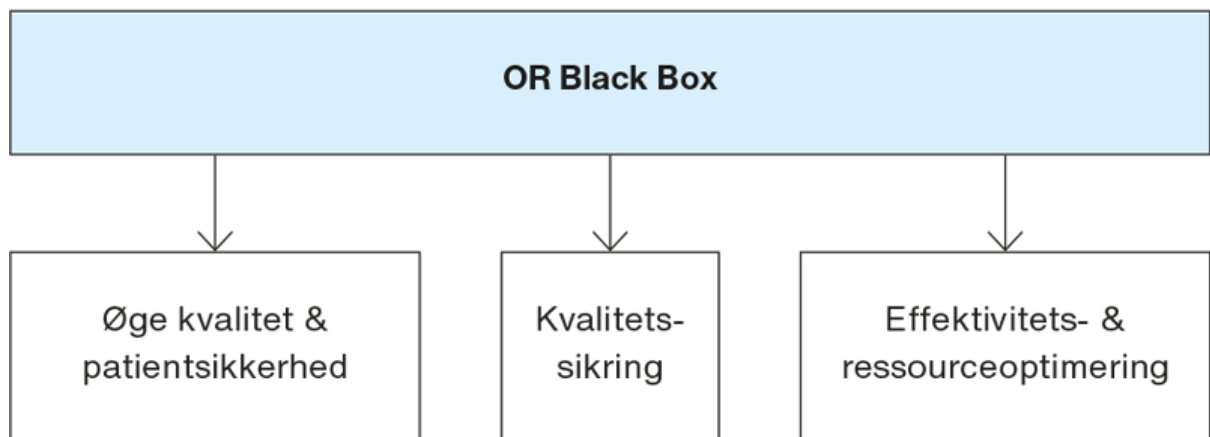
Fordelene ved denne type platform er, at det ikke er afhængigt af personalets hukommelse eller en observatørs tilstedeværelse på stuen, om og hvordan hændelser bliver rapporteret. Det er også muligt at indsamle mange datapunkter simultant og synkronisere disse. Alle på operationsstuen kan markere en bestemt begivenhed, f.eks. hvis der er udstyr, der ikke fungerer [7], eller en hændelse, når tonen på stuen ikke er hensigtsmæssig, og dette vil kunne erstatte den nuværende indberetning af intraoperative utilsigtede hændelser, som i mange tilfælde er mangelfuld [8]. Hvis disse hændelser bliver fanget og håndteret korrekt af de involverede parter, kan det på sigt ikke bare forhindre komplikationer, men også forbedre teamsamarbejdet og øge medarbejdertrivslen. Tidlig indsats med at identificere og forhindre en kædereaktion af utilsigtede hændelser kræver, at en kultur med fri meningsudveksling hyldes. Denne kulturændring skal starte i ledelsen, men kræver viden om, hvad der

sker på gulvet. Ydermere kan hvert speciale indsamle data og identificere egne udfordringer og på den måde målrette forbedringer ud fra disse. I 2023 er »one size fits all-modellen« nok ved at være forældet både på et patientplan og på det organisatoriske plan, og tiden er inde til at arbejde med skræddersyede løsninger baseret på egne, solide data.

EVIDENSEN INDEN FOR OMRÅDET

Brugen af data fra OR Black Box kan inddeles i tre hjørneste: 1) øge kvalitet og patientsikkerhed, 2) sikre kvalitet og 3) optimere effektiviteten og ressourcerne (**Figur 3**). Ved hjælp af højkvalitetsdata og tidstro data er det muligt at optimere inden for alle tre områder og dermed fremme patientbehandlingen og -sikkerheden. Ved brug af OR Black Box har man vist, at der under en operation i gennemsnit er en lydforstyrrelse (telefon, der ringer, alarm etc.) hver 40. sekund, at døren til operationsstuen åbner 89 gange, og at der er manglende eller defekt udstyr på stuen i op til 48% af indgrebene [7, 9]. Man har yderligere kunnet korrelere lydforstyrrelserne med en øget hyppighed af intraoperative hændelser under kritiske faser [10]. Det er således nærliggende at antage, at disse distraktioner er en trussel over for patientsikkerheden. Flere studier har også vist, at der sker et stort antal intraoperative »nærhændelser« ved hver indgreb [9, 11], men at disse ikke direkte fører til en komplikation. I disse tilfælde bliver hændelsen håndteret og korrigeret af personalet, men bliver nødvendigvis hverken husket eller nævnt i operationsbeskrivelsen [12, 13]. Herved går man glip af vigtig læring i forhold til, hvordan et dygtigt team agerer for at forhindre komplikationer [14]. Det er også vist, at kirurgens tekniske færdigheder har direkte indflydelse på patientoutcome, både mht. komplikationer [15-18] og langtidsoverlevelse [19]. I et lille randomiseret studie kunne man vise, at videoanalyse og struktureret feedback medførte en signifikant forbedring i tekniske færdigheder sammenlignet med traditionel træning [20].

FIGUR 3 Brug af data fra Operating Room (OR) Black Box kan inddeles i tre hjørnesteen. Kvalitet og patientsikkerhed kan optimeres ved at øge udbyttet af »morbidity & mortality«-konferencer, ved at bruge videoanalyse til supervision og læring samt ved systematisk at indsamle og drage læring af utilsigtede hændelser. Inden for kvalitetssikring giver systemet information om overholdelse af kliniske retningslinjer, f.eks. korrekt patientidentifikation eller brug af antibiotika. Til sidst kan der sikres, at ressourcer, både personale og udstyr/instrumenter, bliver brugt mest hensigtsmæssigt, samt at operationerne bookes på en effektiv måde. Alt dette er med til fremme patientbehandlingen og -sikkerheden.



I en tid, hvor operationer bliver aflyst på stribe pga. personalemangel, og de klassiske »uddannelsesindgreb« i langt større grad bliver foretaget i den private sektor, kunne videoanalyse bruges som et uddannelsesværktøj. For at kunne bibeholde et højt uddannelsesniveau og sikre kompetencer hos kommende kirurger bliver en anderledes tilgang til uddannelse således nødvendig. Måske kan man acceptere færre indgreb pr. uddannelseslæge (i en begrænset periode), hvis man til gengæld kan optimere uddannelseselementet ved hver eneste indgreb. Sportsudøvere har i årevis videoanalyseret egen træning, og korte videoklip fra operationen kunne bruges på en lignende måde til struktureret feedback. Hvis det skal implementeres i større udstrækning i hospitalsvæsenet, kræver det dog tid og omstrukturering i den travle, kliniske hverdag. Data kan også bruges til at øge udbyttet af »morbidity & mortality«-konferencer ved at mindske risikoen for informations-/misklassifikationsbias [12].

IMPLEMENTERING AF SYSTEMET I DET DANSKE HOSPITALSVÆSEN

Siden 2020 har Juliane Marie Centret på Rigshospitalet haft OR Black Box tilgængeligt og indsamlet data fra over 700 operationer. Systemet er aktuelt implementeret på hospitaler i USA, Canada og Europa, og i løbet af 2023 bliver systemet installeret på yderligere operationsstuer på Rigshospitalet på tværs af specialer. I flere studier

[21-23] bliver det gennemgået, hvordan man har arbejdet for at implementere systemet, men også hvilke udfordringer man er løbet ind i. Data fra Rigshospitalet viste, at det var muligt at implementere teknologien i en dansk kontekst, men også at kompleksiteten af projektet var stor, særligt pga. den store berøringsflade med mange involverede faggrupper. Overordnet var der stor interesse og høj accept blandt alle interessenter: 100% af ledelsen, 100% af lægerne, 88% af sygeplejerskerne og 98% af patienterne bakkede op om systemet og accepterede, at der blev optaget på stuen.

I implementeringsperioden (fra september 2020 til maj 2021) blev 80% af indgrebene optaget, og systemet blev installeret uden at forstyrre den daglige drift [21]. Implementering af denne type af system, hvor man – som nogle af de første i verden – både optager indgreb og analyserer ved hjælp af AI-algoritmer samt muliggør sammenligning af data med udenlandske hospitaler, rejser mange spørgsmål inden for både jura og etik. Det kan f.eks. være spørgsmål om anonymitet, aktindsigt eller ejerskab af data. Det skal håndteres, og det skal respekteres, at implementeringsprocessen er både ressource- og tidskrævende [24], da en vellykket implementering kræver, at alle interessenter føler sig velinformede og inddrages i diskussionen [25, 26]. Endvidere skal det tydeligt fremgå, hvad formålet med optagelserne er, hvad data skal bruges til, men måske lige så vigtigt, også hvad data ikke skal bruges til. I april 2023 blev det på Rigshospitalet afholdt det første event kaldet »Black Box Moments«, hvor alle personalegrupper fra operationsgangen var inviteret, og hvor en case optaget med OR Black Box blev diskuteret.

MULIG FREMTIDIG BRUG AF SYSTEMET

På sigt er visionen skræddersyede, individuelle patientforløb, hvilket kræver, at data kan tilgås i realtid. Aktuelt arbejdes der på at udvikle AI-modeller, som kan hjælpe kirurgen med intraoperativ beslutningstagning. Systemet ville f.eks. kunne advare om kort afstand til kritiske strukturer såsom dybe galdegange, ureter eller nerver eller kortlægge områder med risiko for iskæmi. Herudover kunne bevægelser registreres og analyseres, og systemet kunne advisere om det hensigtsmæssige i at tilkalde en mere erfaren kollega, ligesom fly automatisk tilråder, at man retter op, når man er på kollisionskurs med andre fly. Ved operationens afslutning skal man kunne få en opsummering af indgrebet, en risikoscore for komplikationer, et forslag til en postoperativ plan og en automatisk genereret scoring af kirurgens tekniske færdigheder [27]. Desuden ville viden om ikke-tekniske færdigheder såsom teamledelse og kommunikation kunne bruges til feedback.

Det er ikke kun på en operationsstue, at et system som dette er anvendeligt. I alle komplekse hospitalsmiljøer er det værdifuldt at kunne indsamle tidstro data. En lignende platform er installeret i traumemodtagelser [28] andre steder i verden og kan besvare spørgsmål såsom »tid til blod på stuen«, eller hvorvidt de relevante specialer bliver kaldt til de rigtige traumer. Gennemgang af videoer kan også hjælpe med at analysere det komplekse samarbejde, som modtagelse og håndtering af en svært tilskadekommet patient kræver, være med til at analysere kvaliteten af tekniske færdigheder samt optimere udbyttet af traumeøvelser [29, 30]. Desuden vil platformen kunne bruges i hospitalsmiljøer såsom intensivafdelingen eller opvågningsafsnittet. Allerede i dag afprøves et andet avanceret AI-baseret værktøj, wireless assessment of respiratory and circulatory distress (WARD), til kontinuerlig monitorering af postoperative patienter med høj risiko for at udvikle komplikationer. Målet er vha. tidlige ændringer i patientens vitale parameter kunne opspore og forebygge komplikationer. Radiological Artificial Intelligence Test Center er yderligere et initiativ, der udspringer fra flere radiologiske afdelinger i Region Hovedstaden, og som arbejder med at udvikle, validere og implementere forskellige AI-projekter inden for radiologien.

KONKLUSION

»If you can't measure it, you can't improve it« er et verdenskendt udtryk inden for markedsføring og ledelse og er i den grad også gældende inden for sundhedsvæsenet. En platform af typen OR Black Box eller lignende muliggør, at vi systematisk kan indsamle og analysere store mængder data fra de mest avancerede højteknologiske procedurer, der bliver foretaget på et hospital. Dataene skal hjælpe os til at forbedre arbejdsmiljøet og optimere læringspotentialer ved hver eneste operation, både når alt går godt, og når det ikke gør. Dette vil føre til færre utilsigtede hændelser og forbedret sikkerhed, ligesom lignende systemer har gjort inden for flyindustrien siden 1960'erne.

Korrespondance Charlotte Egeland. E-mail: charlotte.egeland@gmail.com

Antaget 16. august 2023

Publiceret på ugeskriftet.dk 2. oktober 2023

Interessekonflikter Der er anført potentielle interessekonflikter. Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på [ugeskriftet.dk](https://www.ugeskriftet.dk)

Referencer findes i artiklen publiceret på [ugeskriftet.dk](https://www.ugeskriftet.dk)

Artikelreference Ugeskr Læger 2023;185:V03230157

SUMMARY

New technology for data-driven improvement of effectiveness, quality, and safety in the operating room

Charlotte Egeland, Kjestine Møller, Jeanett Strandbygaard, Teodor Grantcharov & Michael Patrick Achiam

Ugeskr Læger 2023;185:V03230157

With a synchronised data capture and analysis platform, comprehensive data can be collected from the operating room (OR), like in most high-risk industries. This review summarises the various benefits from capturing data from every procedure in the OR. From every surgery there are millions of data which, when synchronised and analysed, can help us to identify, understand and mitigate safety threats. Data can be used to increase efficiency, to identify and predict adverse events, and to increase the quality of teaching in the OR. The rapid advances in modern technology and the introduction of high-reliability culture in healthcare will result in more data-driven, precise, and safer surgical care.

REFERENCER

1. Landspatientregisteret. Avanceret udtræk. <https://www.esundhed.dk/Emner/Operationer-og-diagnoser/Landspatientregisteret-Avanceret-udtraek> (1. mar 2023).
2. Dencker EE, Bonde A, Troelsen A et al. Postoperative complications: an observational study of trends in the United States from 2012 to 2018. *BMC Surg.* 2021;21(1):393. doi: 10.1186/s12893-021-01392-z.
3. Tevis SE, Cobian AG, Truong HP et al. Implications of multiple complications on the postoperative recovery of general surgery patients. *Ann Surg.* 2016;263(6):1213-1218. doi: 10.1097/SLA.0000000000001390.
4. Low DE, Kuppusamy MK, Alderson D et al. Benchmarking complications associated with esophagectomy. *Ann Surg.* 2019;269(2):291-298. doi: 10.1097/sla.0000000000002611.
5. Zegers M, de Bruijne MC, de Keizer B et al. The incidence, root-causes, and outcomes of adverse events in surgical units: implication for potential prevention strategies. *Patient Saf Surg.* 2011;5:13. doi: 10.1186/1754-9493-5-13.
6. Makary MA, Daniel M. Medical error – the third leading cause of death in the US. *BMJ.* 2016;353:i2139-i2139. doi: 10.1136/bmj.i2139.
7. Nensi A, Palter V, Reed C et al. Utilizing the operating room black box to characterize intraoperative delays, distractions, and

- threats in the gynecology operating room: a pilot study. *Cureus*. 2021;13(7):e16218-e16218. doi: 10.7759/cureus.16218.
8. Morrison M, Cope V, Murray M. The underreporting of medication errors: a retrospective and comparative root cause analysis in an acute mental health unit over a 3-year period. *Int J Ment Health Nurs*. 2018;27(6):1719-1728. doi: 10.1111/inm.12475.
 9. Jung JJ, Jüni P, Lebovic G et al. First-year analysis of the operating room black box study. *Ann Surg*. 2020;271(1):122-127. doi: 10.1097/sla.0000000000002863.
 10. Ayas S, Gordon L, Donmez B et al. The effect of intraoperative distractions on severe technical events in laparoscopic bariatric surgery. *Surg Endosc*. 2021;35(8):4569-4580. doi: 10.1007/s00464-020-07878-w.
 11. Adams-McGavin RC, Jung JJ, van Dalen A et al. System factors affecting patient safety in the or: an analysis of safety threats and resiliency. *Ann Surg*. 2021;274(1):114-119. doi: 10.1097/sla.0000000000003616.
 12. Alsubaie H, Goldenberg M, Grantcharov T. Quantifying recall bias in surgical safety: a need for a modern approach to morbidity and mortality reviews. *Can J Surg*. 2019;62(1):39-43. doi: 10.1503/cjs.017317.
 13. Jung JJ, Adams-McGavin RC, Grantcharov TP. Underreporting of veress needle injuries: comparing direct observation and chart review methods. *J Surg Res*. 2019;236:266-270. doi: 10.1016/j.jss.2018.11.039.
 14. Armstrong BA, Dutescu IA, Tung A et al. Cognitive biases in surgery: systematic review. *Br J Surg*. 2023;110(6):645-654. doi: 10.1093/bjs/znad004.
 15. Addison P, Bitner D, Carsky K et al. Outcome prediction in bariatric surgery through video-based assessment. *Surg Endosc*. 2023;37(4):3113-3118. doi: 10.1007/s00464-022-09480-8.
 16. Birkmeyer JD, Finks JF, O'Reilly A et al. Surgical skill and complication rates after bariatric surgery. *N Engl J Med*. 2013;369(15):1434-42. doi: 10.1056/NEJMsa1300625.
 17. Stulberg JJ, Huang R, Kreutzer L et al. Association between surgeon technical skills and patient outcomes. *JAMA Surg*. 2020;155(10):960-968. doi: 10.1001/jamasurg.2020.3007.
 18. Curtis NJ, Foster JD, Miskovic D et al. Association of surgical skill assessment with clinical outcomes in cancer surgery. *JAMA Surg*. 2020;155(7):590-598. doi: 10.1001/jamasurg.2020.1004.
 19. Brajcich BC, Stulberg JJ, Palis BE et al. Association between surgical technical skill and long-term survival for colon cancer. *JAMA Oncol*. 2021;7(1):127-129. doi: 10.1001/jamaoncol.2020.5462.
 20. Bonrath EM, Dedy NJ, Gordon LE et al. Comprehensive surgical coaching enhances surgical skill in the operating room: a randomized controlled trial. *Ann Surg*. 2015;262(2):205-12. doi: 10.1097/sla.0000000000001214.
 21. Møller KE, Sørensen JL, Topperzer MK et al. Implementation of an innovative technology called the or black box: a feasibility study. *Surg Innov*. 2023;30(1):64-72. doi: 10.1177/15533506221106258.
 22. Boet S, Etherington N, Lam S et al. Implementation of the operating room black box research program at the ottawa hospital through patient, clinical, and organizational engagement: case study. *J Medi Internet Res*. 2021;23(3):e15443-e15443. doi: 10.2196/15443.
 23. Strandbygaard J, Dose N, Moeller KE et al. Healthcare professionals' perception of safety culture and the Operating Room (OR) Black Box technology before clinical implementation: a cross-sectional survey. *BMJ Open Qual*. 2022;11(4):e001819. doi: 10.1136/bmjopen-2022-001819.
 24. Skivington K, Matthews L, Simpson SA et al. A new framework for developing and evaluating complex interventions: update of Medical Research Council guidance. *BMJ*. 2021;374:n2061. doi:10.1136/bmj.n2061.
 25. Cresswell KM, Bates DW, Sheikh A. Ten key considerations for the successful implementation and adoption of large-scale health information technology. *J Am Med Inform Assoc*. 2013;20(e1):e9-e13. doi: 10.1136/amiajnl-2013-001684.
 26. Smith TG, Norasi H, Herbst KM et al. Creating a practical transformational change management model for novel artificial intelligence – enabled technology implementation in the operating room. *Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes*. 2022;6(6):584-596.
 27. Khalid S, Goldenberg M, Grantcharov T et al. Evaluation of deep learning models for identifying surgical actions and measuring performance. *JAMA Netw Open*. 2020;3(3):e201664. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.1664
 28. Nolan B, Hicks CM, Petrosioniak A et al. Pushing boundaries of video review in trauma: using comprehensive data to improve the safety of trauma care. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2020;5(1):e000510. doi: 10.1136/tsaco-2020-000510.
 29. Marinica AL, Nagaraj MB, Elson M et al. Evaluating emergency department tube thoracostomy: a single-center use of trauma

- video review to assess efficiency and technique. *Surgery*. 2023;173(4):1086-1092. doi: 10.1016/j.surg.2022.12.028.
30. Dumas RP, Cook C, Holena DN et al. Roll the tape: implementing and harnessing the power of trauma video review. *J Surg Educ*. 2022;79(6):e248-e256. doi: 10.1016/j.jsurg.2022.08.010.