

Gode erfaringer med interaktiv ørekirurgisk simulator

Steven A.W. Andersen¹, Peter Trier Mikkelsen², Karsten Østergaard Noe² & Mads Sølvsten Sørensen¹

UDVIKLINGS-ARTIKEL

1) Øre-næse-halskirurgisk Klinik, Rigshospitalet
2) Alexandra Institutet, Aarhus

Ugeskr Læger
2014;176:V01130066

Boreøvelser på tindingeben er den vigtigste introduktion til ørekirurgi. Tidligere kunne man på enhver øre-næse-hals-afdeling tilbyde sine yngre læger instruktion i kirurgisk anatomi, navigation og boreteknik med udgangspunkt i klassisk mastoidektomi på sektionmateriale, men både tindingeben og tid til instruktion og supervision er nu en svindende resurse.

De seneste ti år er der udviklet en række pc-baserede virtuelle simulatorer til interaktiv kirurgisk træning. Med simulatorerne kan man tilbyde et risikofrit miljø, hvor den uddannelsessøgende kan opnå basale kompetencer. Hidtil har tindingebenssimulatorerne været baseret på CT-billeder, og den tredimensionelle repræsentation af tindingebenet er derfor kunstigt farvelagt og opløsningen beskedet [1-3]. Desuden er prisen høj (ca. 250.000 kr.) [1] eller tilgængeligheden begrænset og eventuelt betinget af projektdeltagelse hos udbyderen [2, 3]. Vi har udviklet en pc-baseret interaktiv ørekirurgisk simulator, Visible Ear Simulator (VES), som kan downloades gratis <http://ves.cg.alexandra.dk> [4, 5]. Den seneste VES version 1.2 udkommer på flere sprog og indeholder en ny type tutorfunktion til integreret egeninstruktion, som kan lette vejen fra lærebogens akademiske tekst og illustration til operatørens fornemmelse for kirurgisk navigation.

MATERIALE OG METODER

VES version 1.2 simulatoren er baseret på det digitale billedbibliotek The Visible Ear, som er offentligt tilgængeligt efter tidligere publikation [6]. Materialet omfatter horisontale seriesnit med 50-100 mikrometers afstand gennem et frisk frosset normalt tindingeben. Fra hele den opskårne blok udvalgte 464 snit med en konstant indbyrdes afstand på 100 mikrometer. Billederne blev beskåret og segmenteret med Adobe Photoshop, idet 28 forskellige anatomiske strukturer blev markeret i hvert eneste snitbillede og gemt som separate lag i hver enkelt billedfil.

Ud fra disse segmenter blev en solid, rumlig (såkaldt voxel-) model opbygget. Modellen indeholder dermed både det knoglesegment, som skal udbores, og de øvrige strukturer såsom n. facialis, det indre øre, dura m.m., der udgør navigationspunkter og angiver anatomiske grænser for mastoidektomi.

Den virtuelle model består dels af en grafisk repræsentation, som beregnes ved hjælp af *raycasting* teknik i et Open GL-format og afvikles på grafikortets GeForce GTX-processor, og dels af en korrespon-

derende model til taktile repræsentation, som afvikles på pc'ens CPU. Den taktile model præsenteres ved hjælp af den berøringsfølsomme Phantom Omni 3-D-manipulator – simulatorens virtuelle bor [4, 5] – der giver brugeren en virkelighedstro fornemmelse af at bore. De valgte teknologier er oprindeligt udviklet til brug i kommercielle computerspil og gør det muligt at opnå høj ydelse på en almindelig pc-plattform. Ved at integrere Nokias Qt Lingvist software i VES er al fri tekst fra programmets brugerflade gjort tilgængelig for redigering og oversættelse i et simpelt tekstbehandlingsprogram.

RESULTATER

VES version 1.2 og den tilhørende pdf-manual kan ligesom VES downloades gratis fra vores hjemmeside. Hjemmesiden indeholder oplysninger om hardwarekrav, installation af programmet, links til producenter og forhandlere af hardware og hjælp til problemløsning. Manualen indeholder udførlig anvisning på installation og brug af VES version 1.2 samt en komplet borevejledning med både todimensionale og – tredimensionale stereoskopiske illustrationer, som kan ses på skærmen med rød/blå briller eller efter udprintning i farve. Genveje i teksten åbner YouTube-videoer, som demonstrerer de enkelte trin i en »anatomisk« mastoidektomi.

VES version 1.2 kan installeres på enhver pc med et NVIDIA GeForce GTX-grafikkort. For fuld funktion med berøringsfølsomhed (*force-feedback*) og intuitiv bevægelse i dybden (z-planet) kræves et Phantom Omni *haptic device* (pris ca. 2.000 euro), som forbindes via pc'ens FireWire-port. Der er mulighed for at teste den virtuelle model i VES version 1.2 med en almindelig pc-mus, selvom man kommer til at mangle berøringsfølsomheden og den naturlige interaktion.

Modellen har en hidtil uset høj opløsning på 125 voxels/mm³, og alle strukturer har naturlige farver, som kan modificeres af brugeren ved brug af omfarvning og variabel tranparenens. Modellen kan roteres, zoomes og vises i forskellige snitplaner med musen, og alle funktioner kan selv ved højeste skærmpopløsning afvikles i realtid uden forsinkelse.

Det er enkelt at vælge forskellige typer bor (skabt eller diamant) med forskellig størrelse (½-7 mm). Under boringen kan en udført handling »spoles tilbage« i trin på ét sekund ad gangen ved tryk på en »undo-knap«.

VES version 1.2 indeholder som noget nyt i forhold til tidligere versioner en integreret tutor-/censorfunktion, som både giver trinvis instruktion i mastoidektomi ved hjælp af billeder og tekst på skærmen (som en klassisk »akademisk« borevejledning) og mulighed for en supplerende og intuitiv instruktion, hvor simulatoren i modellen kan farvemarkere det knoglevolumen, som skal bores væk i det pågældende trin (Figur 1). Censorfunktionen kan aktiveres, så der efter hvert gennemført trin gives oplysninger om opboringens omfang, tidsforbrug og kollisioner med omgivende strukturer som dura, n. facialis m.m.

En påbegyndt opboring kan når som helst gemmes og senere hentes og genoptages. Censorfunktionens evalueringer kan også gemmes med henblik på registrering af aktuelt niveau og monitorering af udvikling.

DISKUSSION

Resurser til boreøvelser på humane tindingeben bliver stadig færre både mht. adgang til tindingeben og laboratoriefaciliteter samt mulighed for og tid til kollegial instruktion og supervision. Samtidig er der stigende forventninger til sikring af ensartede generelle ørekirurgiske kompetencer. Disse forhold stiller til sammen store krav til både de uddannelsessøgende, undervisere og curriculum i forbindelse med de ofte ret få mulige boreøvelser.

For en novice er den første introduktion til ørekirurgi svær, fordi både kompleks anatomi og ny kirurgisk teknik skal tilegnes og straks kombineres ved kirurgisk navigation inden for mastoidets anatomiske grænser og med et minimum af fejl. Dette kan medføre en for stor *cognitive load*, idet den uddannelsessøgende kan have svært ved at rumme de overvældende mængder af mere eller mindre relevante informationer og opgaver, samle og sortere denne viden i en ny mental model og samtidigt opnå den ønskede kirurgiske kompetence [7, 8].

Gentagne procedurer i den virtuelle simulators risikofrie miljø med instruktion og feedback på brugerens eget sprog kan gradvist gøre begynderen fortrolig med mange af ørekirurgiens elementer. Ved at reducere *cognitive load* og gradvist øge kompleksiteten, når de basale færdigheder er erhvervede, kan simulatorer øge den uddannelsessøgendes udbytte af de efterfølgende boreøvelser på rigtige tindingeben [9].

Hidtil har den primære instruktion ved både reel og virtuel kirurgi bestået i billeder, tekst og evt. video, mens indbyggede digitale målepunkter, der definerer og registrerer borearbejdets kvalitet og omfang, kun er blevet anvendt til retrospektiv bedømmelse af en boreøvelse [2, 3, 9, 10].

Tutorfunktionen i VES version 1.2 kan præsen-

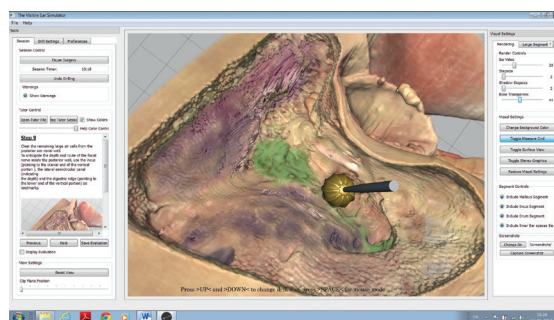
tere både trinvis instruktion med tekst og billeder, mens boreøvelsen udføres og samtidig udnyttes turorens rumlige data til at vise en supplerende, intuitiv, ikkesproglig repræsentation af den ønskede boreopgave ved hjælp af simpel farvekodning af det knoglevæv, som skal fjernes. De samme data anvendes efterfølgende af censorfunktionen til en simpel evaluering. Når brugeren opnår større rutine, kan farvekodningen dæmpes eller slukkes helt, så kun censorfunktionen er aktiv og evt. blot som en samlet evaluering til slut. Med VES version 1.2 kan der dermed tilbydes helt nye aspekter af ørekirurgisk træning.

Selvom den første ørekirurgiske simulator faktisk blev udviklet i Tyskland [1], har alle simulatorer hidtil haft engelsksproget brugerflade [1-5, 9, 10]. Brugerfladens tekst findes ofte spredt i programmets kode, men ved at integrere Qt Linguist-funktionen i VES kan denne tekst præsenteres i et separat tekstbehandlingsmiljø for redigering og oversættelse, og VES er allerede oversat til kinesisk, portugisisk og tysk. Oversættelser til spansk, fransk og russisk er undervejs.

Kommercielle simulatorer har på grund af deres høje pris kun opnået meget begrænset udbredelse på verdensplan. VES er udviklet i universitetsregi med fondsstøtte til publikation som *freeware*. Af samme grund er mulige elementer som f.eks. blødning, borestøv og sug til deres fjernelse undladt, fordi det ville tvinge brugeren til at anskaffe ikke ét, men to Phantom *devices*, ligesom det fra en pædagogisk synsvinkel ville øge *cognitive load* for den uddannelsessøgende bruger. Der er foretaget en lang række andre teknologiske valg og fravalg for at give maksimal realisme og pædagogisk potentiale med minimalt resurserforbrug. VES er til gengæld downloadet af mere

FIGUR 1

Skærbillede med kirurgisk instruks i tekst og billeder til venstre og grønfarvning af det knoglevolumen, som skal fjernes, i simulatorens centrale arbejdsfelt. Over boret ses nervus facialis' tredje stykke gennem den udtyndede knogle, og bagved anes sinus sigmoideus. Mod antrum foran laterale buegang er incus og caput mallei fremhævede med gul farvetoning.



end 1.000 brugere verden over og anvendes på flere kursussteder i faste opstillinger med mange simulatorer.

En version 2.0 af VES, som er under udarbejdelse, vil inkludere de bløde strukturer som hud, trommehinde, dura, nervus facialis m.m. Disse deformerbare elementer vil kunne skæres og strækkes og kan desuden forbedre simulatorens mulighed for at skelne mellem en ufarlig blotning af f.eks. dura og en egentlig deformation og læsion og vil dermed kunne forbedre både trænings- og bedømmelsespotentialet. Med simulatoren vil man også kunne præsentere kolesteatomer, som er af varierende størrelse og udbredelse, og som kan bores fri og håndteres på en realistisk måde. VES rummer således et stort potentiale ikke kun for uddannelsessøgende, men også for mere erfarne ørekirurger. For at etablere VES-træning som et evidensbaseret læringsværktøj skal der udføres valideringsstudier, ligesom der fortsat ligger et udviklingsarbejde i at udvikle tutor-/censorfunktionen til forbedret integreret egeninstruktion og bedømmelse.

KORRESPONDANCE: Steven Andersen, Øre-næse-halskirurgisk Klinik, Rigshospitalet, Blegdamsvej 9, 2100 København Ø. E-mail: stevenarild@gmail.com

PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK: 17. juni 2013

INTERESSEKONFLIKTER: Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

TAKSIGELSE: Vi takker Oticon Fonden for økonomisk støtte.

LITTERATUR

1. Leuwer R, Pflesser B, Urban M. Die stereoskopische Simulation ohrenchirurgischer Eingriffe an einem neuartigen 3D-Computermode. *Laryngo-rhino-otologie* 2001;80:298-302.
2. Wiet GJ, Stredney D, Sessanna D et al. Virtual temporal bone dissection: An interactive surgical simulator. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;127:79-83.
3. Morris D, Blevins NH. Visuo-haptic simulation of bone surgery for training and evaluation. *IEEE Comput Graph Appl* 2006;26:48-57.
4. Trier P, Noe KØ, Sørensen MS et al. The visible ear surgery simulator. *Stud Health Technol Inform* 2008;132:523-5.
5. Sørensen MS, Mosegaard J, Trier P. The Visible Ear Simulator: A public PC application for GPU-accelerated haptic 3D simulation of ear surgery based on the Visible Ear data. *Otol Neurotol* 2009;30:484-7.
6. Sørensen MS, Dobrzeniecki AB, Larsen P et al. The visible ear: a digital image library of the temporal bone. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2002;64:378-81.
7. Sweller J. Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive Science* 1988;12:257-285.
8. Scott BM, Schwartz NH. Navigational spatial displays: the role of metacognition as cognitive load. *Learning and Instruction* 2007;17:89-105.
9. Zhao YC, Kennedy G, Yukawa K et al. Improving temporal bone dissection using self-directed virtual reality simulation: results of a randomized blinded control trial. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2011;144:357-64.
10. Francis HW, Malik MU, Diaz Voss Varela DA et al. Technical skills improve after practice on virtual-reality temporal bone simulator. *Laryngoscope* 2012;122:1385-91.

Urininkontinens hos ældre

Julie S.W. Barkou¹ & Steen Walter²



STATUSARTIKEL

1) Geriatrik Afdeling, Odense Universitetshospital, Svendborg Sygehus

2) Urologisk Afdeling, Odense Universitetshospital

Den geriatriske indsats er sammenhængende over for ældre patienter med kompleks sygdom. Geriatrien kan tilbyde bred tværfaglig udredning og behandling samt indlede rehabilitering til grupper af befolkningen, der ikke har en oplagt organspecifik sygdom [1, 2]. Urininkontinens er et symptomkompleks, der ikke er specifikt for et specielt organ, men som kan være en komplikation i forbindelse med mange sygdomme og give ledsagende dårlig livskvalitet, færdighedstab og/eller stort medicinbehov. Behandling af hjerteinsufficiens med ødemer kan resultere i svære vandladningsgener. Patienten med neurologisk sygdom får måske overaktiv neurogen blæredysfunktion som første symptom med urininkontinens til følge.

Urininkontinens defineres som ufrivillig urinlækage [3] og er et hyppigt forekommende symptom hos ældre. I en spørgeskemaundersøgelse fra Øststrig i 2010, hvor man inkluderede 85-årige mænd og kvinder, fandt man, at 24% af mændene og 35% af kvin-

derne havde oplevet urininkontinenssymptomer inden for en fireugersperiode [4]. Andre undersøgelser tyder på, at ca. en tredjedel af de raske ældre lider af urininkontinens, og af de ældre på plejehjem gælder det for over 50% [5]. I en spørgeskemaundersøgelse påviste Kontinensforeningen i 2009, at kun 49% af personer, der var over 60 år og havde urininkontinenssymptomer, havde talt med deres læge om det [6], og i en europæisk undersøgelse har man fundet lignende forhold [7]. Mange kan hjælpes eller helbredes med konservativ behandling; således har man påvist, at op til 70% kan hjælpes i almen praksis [8]. Det samme princip kan benyttes ved vurdering af geriatriske patienter, der har en komplicerende urinvejsproblematik.

DEFINITIONER

Akut urininkontinens

Akut urininkontinens i relation til sygdom eller behandling kan ses hos ældre, der i forvejen har nedsat