

Dagrun Angvik Haug, Ida Kjeseth, Torgils Læg Reid og Marit Øilo

Virtuelle virkelighetssimulatorene som pedagogisk hjelpemiddel i odontologisk utdanning

Kravene til manuelle ferdigheter, nøyaktighet, taktilitet og romforståelse er fremdeles essensielle for tannlegestudenter, men læringsmetodene og de tekniske hjelpemidlene er i stadig endring. Digitale læringsmidler, som for eksempel virtuelle virkelighetssimulatorene (VRS), er svært aktuelle. Hvordan en best skal implementere ny teknologi, holdninger og forventninger blant instruktører og studenter, har man per i dag begrenset kjennskap til. Det samme gjelder læringsmidlenes pedagogiske effekt. Hensikten med studien var å evaluere VRS (Moog Simodont® Dental Trainer) som et pedagogisk verktøy i odontologisk undervisningssammenheng.

Trettien frivillige deltakere bestående av odontologistudenter på henholdsvis tredje og femte studieår, samt en kontrollgruppe med ikke-tannleger, gjennomførte tre ulike tester på simulatorene. De fylte deretter ut et skjema om opplevelsen av testen. Studentene med tidligere erfaring med VRS var mer presise enn de andre gruppene, spesielt ved arbeid i speil. De var også mest positive til den pedagogiske effekten.

Virtuelle virkelighetssimulatorene fremstår som et nyttig hjelpemiddel og et godt supplement til eksisterende undervisning. Trolig er det hensiktsmessig å innføre simulatorene så tidlig som mulig i studieløpet, gjerne allerede første studieår slik at det ikke oppleves som en ekstrabyrde i de allerede tette kursene i de siste tre studieårene. Dette vil utvikle studentenes manuelle ferdigheter før oppstart av de tradisjonelle ferdighetskursene.

Restorativ odontologi innebærer å skape presise små tredimensjonale former, med begrenset arbeidsrom og innsyn (1–3). Manuelle fingerferdigheter, taktilitet, romforståelse og persepsjon er derfor essensielle komponenter i odontologisk undervisning. Det kan tenkes at studenter i dagens digitale samfunn har et annerledes forhold til fingerferdigheter og taktilitet enn tidligere, da praktiske fag som sløyd, kunst- og håndverk var viet større oppmerksomhet både i skole og på fritid.

Preklinisk undervisning tar sikte på å forberede studenter på en trygg og effektiv klinisk pasientbehandling. De trenger grunnleggende kunnskaper om begrepsapparat, restaureringsprinsipper, håndtering av materialer, instrumenter og prepareringsteknikker (3, 4). Kursene er tid- og ressurskrevende, både i form av kostbart utstyr og spesialtilpassede laboratorier og undervisningsrom, samt behov for instruktører (3). Flere odontologiske undervisningsinstitusjoner ønsker å effektivisere og forbedre prekliniske læringsmiljøer for studentene (1, 4, 5).

Simulatorundervisning

En simulator er et øvingsverktøy som skal etterligne og fungere som alternativ til reelt klinisk arbeid for å trene opp manuelle ferdigheter (2, 6). Ulike former for simuleringer har vært brukt i odontologi siden fagets begynnelse. Allerede i 1840 da det første College of Dental Surgery ble grunnlagt i Baltimore, Ohio, USA, ble det benyttet ekstraherte tenner til øving. Et stort problem på denne tiden var mangel på ekstra-

Forfattere

Dagrun Angvik Haug, Institutt for klinisk odontologi, Det medisinske fakultet, Universitetet i Bergen

Ida Kjeseth, Institutt for klinisk odontologi, Det medisinske fakultet, Universitetet i Bergen

Torgils Læg Reid, Institutt for klinisk odontologi, Det medisinske fakultet, Universitetet i Bergen

Marit Øilo, Institutt for klinisk odontologi, Det medisinske fakultet, Universitetet i Bergen

Artikkelen er basert på en integrert masteroppgave i odontologi

Hovedbudskap

- Virtuelle virkelighetssimulatorene (VRS) er godt egnet som læringsverktøy.
- Tidlig introduksjon er viktig for å gi godt pedagogisk utbytte.
- Oppgavene oppleves som pedagogiske og virkelighetsnære.
- VRS i odontologisk undervisning kan gi økt pasientsikkerhet og enklere overgang fra preklinisk til klinisk praksis.



Figur 1. A. Ferdighetssenteret ved Institutt for klinisk odontologi ved Universitet i Bergen. B. Moderne fantomhoder med realistisk oppsett med kjever i okklusjon og plathud. Uniten er utstyrt med topp moderne teknisk utstyr som turbin med vannkjøling, avsug, herdelampe og operasjonslampe, slik at overgangen til pasientbehandling skal bli så liten som mulig.

herte tenner, da disse var svært ettertraktet for bruk i proteser (7). De aller første fantomhodene ble tatt i bruk i 1894. Oswald Ferguson' oppfinnelse «Dental Phantom» bestod av 3 deler; en metallpinne og to kjever i messing (8). Fantomhoder er fremdeles en fundamental komponent i tannhelseutdanningen verden over (figur 1) (9).

Dagens simuleringslaboratorier har vannkjøling på roterende instrumenter, fantomhoder med stor fleksibilitet og har mulighet for bruk av vakuumsug, operasjonslamper og herdelamper. Ulempene er fortsatt støy- og støvforurensning og behov for et relativt stort antall instruktører per student, gjerne en lærer per 8–10 studenter. Undervisningsmetoden er avhengig av den enkelte instruktørs tilbakemelding og subjektive tolkning. Dette kan skape frustrasjon blant studentene som opplever å få varierende og til tider motstridende tilbakemeldinger (2). Videre er det vanskelig å få studentene til å forstå det terapeutiske aspektet bak de ulike behandlingsprosedyrene, for eksempel karies- eller kroneterapi, når tennene er feilfrie. Plasttennene har en annen hardhet enn naturlige tenner, og det føles uvant å bore på dentin og emalje etter bare å ha trent på plast. Overgangen til behandling av pasienter med karies og destruerte tenner oppleves som stor, og kan gjøre studentene usikre ved oppstart i klinikk.

E-læring

E-læring er betegnelsen på anvendelse av digitale medier i undervisningssammenheng (10, 11). Såkalte Virtual Environments (VE), eller Virtual Reality (VR), refererer til en kunstig, datagenerert virkelighet, som etterligner virkelige scener, for perseptuelle eller motoriske oppgaver. Ved hjelp av ulike enheter, som hjelmer, briller, hansker, spaker eller håndtak, kombinert med lydefekter, settes man mentalt inn i virtuelle omgivelser. Ideelt sett skal brukerinteraksjonene stimulere alle de fem sansene. Ved å involvere det haptiske system oppnås en overbevisende etterlikning av den virkelige verden, som gjør at brukeren kan interagere og oppfatte effekt av egne handlinger (12, 13).

Haptisk teknologi

Ordet haptisk kommer fra det greske verbet *ἅπτεσθαι* (haptesthai) som betyr «å komme i kontakt med» eller «å berøre» (14). Haptisk persepsjon er oppfattelsen av gjenstander gjennom fysisk kontakt – berøring, beføling og håndtering. Begrepet «haptisk» omfatter alle aspekter av informasjonstillegning og objektmanipulering gjennom berøring av mennesker, maskiner, eller en kombinasjon av de to (12).

Haptisk teknologi inkluderer multiple fagdisipliner som biomekanikk og nevrovitenskap, robotdesign og programvareingeniørkunst, samt matematisk modellering og simulering. Det kan være hensiktsmessig å dele inn feltet i tre undergrupper.

1. *Menneskelig haptikk* omfatter menneskets sensibilitet og manipulering via berøring. Menneskehånden består av en intrikat sammensetning av bein, ledd, sener, bløtvev og hud. Det sensoriske systemet kan aktiveres av mekaniske, termiske eller kjemiske stimuli. Sensorisk informasjon som overføres til hjernen fra hånden kan deles inn i to grupper. Den ene er taktil informasjon, som involverer lavterskel-mekanoreseptorer som innerverer huden i og omkring kontaktområdet. Dette reflekterer selve kontakten med objektet. Den andre er kinetisk informasjon, som dreier seg om posisjon og forflytning av lemmene, sett sammen med de assosierte kreftene (12, 13).

2. *Maskinell haptikk* innebærer design og konstruksjon av maskiner og enheter («hardware») som skal brukes for å erstatte eller etterligne menneskelig berøring. Haptiske enheter kan klassifiseres på ulike måter, for eksempel i «Degrees of Freedom» (DOF), som betyr antall dimensjoner som karakteriserer mulige kraft- og bevegelsesinteraksjoner mellom bruker og enhet. Antall DOF har betydning for hvor realistisk simuleringen virker (13). Reaksjonskreftene skal på best mulig måte etterligne kontaktkrefter som normalt oppstår ved berøring av virkelige objekter (15).

3. *Computer haptikk* inkluderer algoritmer og programvare («software») for å føle virtuelle objekter, samt for å gjengi passende stimuli til brukeren (12), (13). Denne såkalte «haptiske loop» av kraftdeteksjon og -respons, må foregå 1000 ganger per sekund for at overflater ikke skal føles for myke, eller for å unngå at bruker kun føler vibrasjon fra den haptiske enheten (12). De haptiske interaksjoner må synkroniseres med det visuelle for å interagere med menneskekroppen i sanntid (12).

Haptiske simulatorer ble opprinnelig utviklet som flysimulatorer, men ulike virtuelle virkelighetsimulatorer (Virtual Reality Simulators, VRS) er videreutviklet og tatt i bruk innen flere felt hvor manuelle ferdigheter er avgjørende (3, 16, 17). Suturering, palpering, endoskopi, lapraskopi, ortopedisk kirurgi og odontologi er noen av områdene der haptisk teknologi er tatt i bruk (18). Digital simuleringsteknologi i odontologisk grunnutdanning er etter hvert utbredt i flere vestlige land som USA, Tyskland, Australia og Storbritannia. University of Pennsylvania, School of Dental Medicine (UPSDM), inkorporerte teknologien i læreplanen allerede i 1998 (19). VR kan være et verktøy for å redusere gapet mellom den praktiske ferdighetstreningen og starten på pasientbehandling. VR-Simulatoren Simodont® Dental Trainer er et



Figur 2. A. Tannlegesimulatorer som ble benyttet i studien. B. Oppgavene sees i skjerm med 3D-briller, instrumentene gir haptisk tilbakemelding til brukeren, slik at man opplever det som å bore i en tann selv om instrumentet er «i løse luften». Man kjenner bl.a. motstand om man trykker for hardt og at rosenboret rister.

resultat av mange års samarbeid mellom MOOG og og Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA). De ble tatt i bruk i undervisning ved Universitetet i Bergen, som første universitet i Norden, fra mars 2015, i fagområdene kariologi og protetik.

Hensikten med studien

Implementering av ny teknologi og nye læringsverktøy i odontologisk undervisning, avhenger av aksept både fra ansatte og studenter, noe som er kjent for å være en lang og gradvis prosess (2). Hensikten med studien var å undersøke i hvor stor grad VRS-enhetene (Moog Simodont® Dental Trainer) oppleves som et nyttig pedagogisk verktøy i odontologisk undervisning.

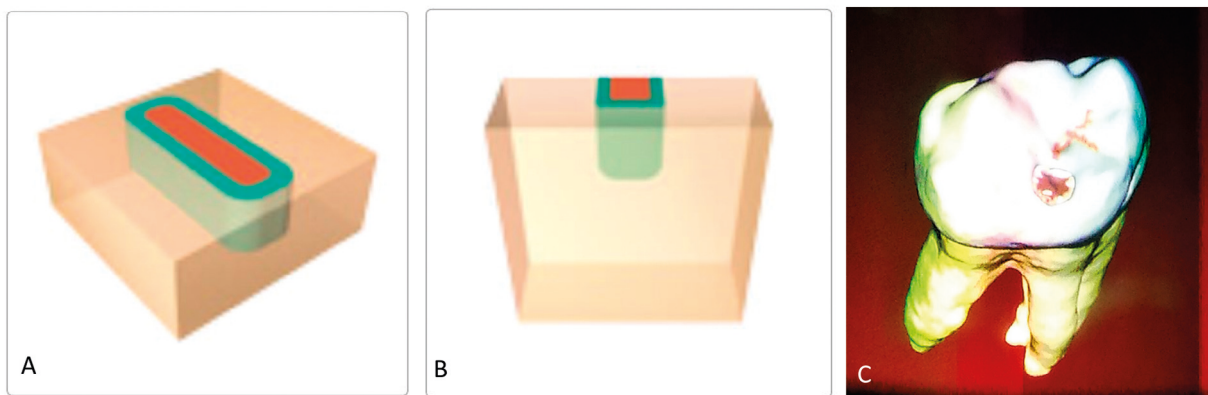
Material og metode

Fire haptiske VRS-enheter (Moog Simodont® Dental Trainer, figur 2) ble benyttet til forsøket (20). Studiegruppen bestod av 31 frivillige deltakere delt inn i tre undergrupper basert på erfaring

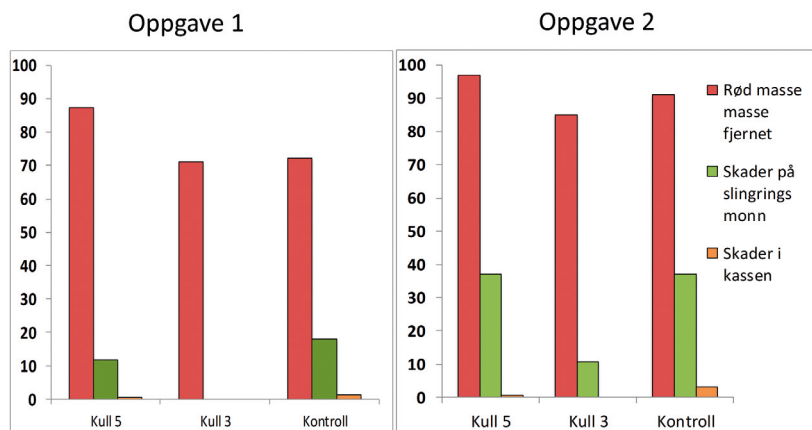
med odontologi: tredjeårstudenter (n=11) med erfaring fra simulator trening i prekliniske ferdighetskurs ved UiB, sisteårsstudenter (n=10) uten simulatorerfaring og en kontrollgruppe med personer uten relasjon til odontologi (n=10) i samme aldersgruppe som de to andre testgruppene.

Deltakerne gjennomførte tre ulike oppgaver på maksimumstid på henholdsvis tre og fem minutter (figur 3). Første oppgave var å bore ut mest mulig av et 10 mm langt spor markert med rødt. Dette var 2 mm dypt og 2 mm bredt. Rundt dette var det en 1 mm bred sikkerhetssone markert med grønt som igjen omsluttet av selve den lysebrune klossen. Deltakerne fikk beskjed om å fjerne så mye som mulig av det røde sporet uten å fjerne noe av sikkerhetssonen. Resultatene ble målt i prosent avvikning på alle tre delene. Andre oppgave var tilsvarende, men der kunne man bare se deler av kassen med direkte innsyn. Deltakerne måtte benytte et virtuelt speil som styres av den andre hånden. Kassen var mindre og sikkerhetssonen kun 0,5 mm. Tredje oppgaven var en tann hvor en okklusal karieslesjonen var farget rød. Oppgaven besto i å fjerne alt kariøst vev samt så lite friskt vev som mulig. Denne oppgaven ble vurdert og gradert visuelt. Deltakerne kunne be om hjelp underveis til å bytte utstyr. Det ble ikke ytt hjelp utover dette. Dersom deltakerne var ferdige før tiden, ble ikke dette notert, de ble derimot stoppet når maksimaltid var oppnådd. Resultatene ble avlest og lagret anonymt i Moog Simodont® Dental Trainer programmet.

Deltakerne fikk etter praktisk gjennomføring av de tre ulike testene utlevert et spørreskjema der de ble bedt om å evaluere simulatoren. Evalueringen gikk på vanskelighetsgrad, klinisk relevans og pedagogisk effekt skalert fra 1–5. I tillegg ble respondentene spurt om tidligere erfaring med simulatorene, erfaring/interesse for håndarbeid og erfaring med 3D dataspill/konsoller. Til slutt var det et åpent kommentarfelt der deltakerne fritt kunne kommentere. Resultatene ble analysert i en statistisk programvare (IBM SPSS versjon 23). Forskjeller mellom grup-



Figur 3. De ulike oppgavene som ble gjennomført. A. Oppgave 1. I en virtuell kloss (lysebrun) er det innfelt et 2 mm dypt og 2mm bredt spor (rød) som er omgitt av lysegrønn sikkerhetssone. Oppgaven besto i å fjerne det røde området uten å skade omkringliggende områder. B. Oppgave 2. Klossen er vendt slik at sporet som skal bores ut, kun er delvis synlig. For å se hele sporet må man benytte et virtuelt speil. C. Oppgave 3. En virtuell tann med en okklusal karieslesjon. Kariøst vev er markert med rødbrun farge og har annen konsistens enn friskt dentin og emalje. Borer man for dypt, perforeres pulpakavum som har en frisk rødfarge.



Figur 4. Søylediagram over avvikning i prosent fra oppgave 1 (venstre) og oppgave 2 (høyre). Tredjeårsstudentene var statistisk signifikant flinkere enn de andre gruppene til å unngå boring utenfor angitt område ($p < 0.05$ ANOVA).

pene ble evaluert med Anova og Tukeys post hoc analyser. Korrelasjonsberegninger ble gjort med Spearman's rho. Signifikansnivået ble satt til ($p < 0,05$).

Resultater

Det var statistisk signifikante forskjeller mellom gruppene i presisjonsnivå ($p < 0,05$, figur 4). Det var statistisk signifikant korrelasjon mellom prestasjoner på oppgave 2 med boring av liten kasse i speil og tidligere simulatorerfaring (Spearman's $r = -0,478$ $p = 0,006$). Det var ingen korrelasjon mellom prestasjonsnivå og kjønn, alder, tidligere erfaring med håndarbeid eller tidligere erfaring med dataspill/3D-spill. Tredjeårsstudenter var generelt mest presise og unngikk å bore utenfor angitt område. Kull fem var generelt mest skeptisk til klinisk relevans og den pedagogiske effekten (figur 5). Den fysiske begrensningen flest studenter ga tilbakemelding om, var at det manglet et fast fikseringspunkt i arbeidet på simulatorene, og at det også blir mer realistisk med nabotenner, for eksempel ved approksimale prepareringer.

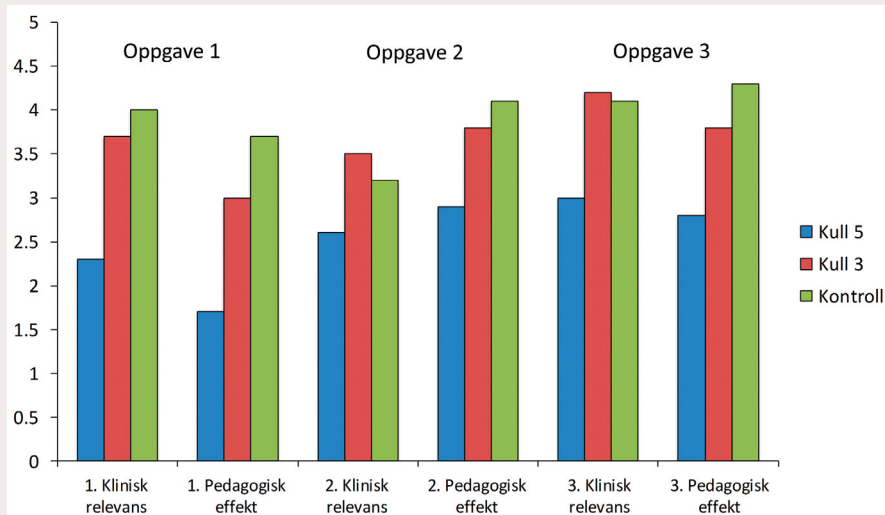
Av visuelle tilbakemeldinger mente enkelte at det var problematisk å se skikkelig i 3D-brillene med kontaktlinser og noen meldte om hodepine ved 3D-jobbing. I tillegg opplevdes det uvant å ikke se sine egne hender i arbeidet på simulatorene. Enkelte respondenter hevdet at fri bevegelse av instrumentene ikke var noe problem, mens flere antydte at det var tyngre å manøvrere og problematisk å orientere vinkelstykket i simulatoren sammenlignet med klinisk praksis. De hadde vansker med å få god følelse med vinkelstykket og at det var lettere å skade tannen og boksene. Kariesekskaverin-

gen og sondering med håndinstrumenter følt lite reelt, mens arbeid med rosenbor ble nevnt som mer virkelighetsnært. Slike tilbakemeldinger kom, naturlig nok, utelukkende fra odontologistudenter, som alle hadde mer eller mindre erfaring med dentale hjelpemidler i klinisk praksis. Kontrollgruppen anså arbeidet som spennende, gøy eller interessant å prøve, men flere antydte at det var vanskelig å vurdere klinisk relevans og pedagogisk effekt, siden de ikke har kjennskap til faget for øvrig. I tillegg meldte noen av respondentene om at rosenboret ristet, hoppet og «levde sitt eget liv», samt at boret hengte seg opp langt inne i tannen. Enkelte opplevde også at speilet plutselig kom

foran boret mens man arbeidet.

Diskusjon

Resultatene viser at tredjeårsstudentene, som hadde hatt opplæring i bruken av VRS i undervisningssammenheng, hadde større grad av presisjon enn de andre gruppene. Sisteårsstudentene var generelt mest skeptisk til den kliniske relevansen, og mer negative til den pedagogiske effekten. At sisteårsstudentene mente utbyttet var lavt kan også sees i sammenheng med at de er godt vant til klinisk arbeid, og at forskjellene mellom teknologien og realiteten kjennes tydeligere enn for studentene på tredjeåret med mindre klinisk erfaring. Funnet av statistisk signifikant korrelasjon mellom prestasjoner på oppgaven med speil og tidligere erfaring med simulatoren kan kanskje indikere at bruk av speil i denne øvelsen krever mer trening. Man kunne forventet at stu-



Figur 5. Respondentenes vurdering av den pedagogiske effekten og den kliniske relevansen for de tre ulike oppgavene (5: veldig god effekt og 0: ingen effekt). Sisteårsstudenter var statistisk signifikant mer skeptiske både til klinisk relevans og pedagogisk effekt enn de andre gruppene ($p < 0.05$ ANOVA).

denter i siste studieår ville utført denne oppgaven med best resultat ettersom de har mest boretning. Studenter jobber imidlertid ofte med direkte innsyn da de som regel jobber uten assistent og må holde vakuumsuget selv. Det er derfor tvilsomt om studentene opparbeider seg god arbeidsteknikk med speilbruk i studietiden da direkte innsyn ofte medfører svært ugunstig arbeidsstilling. Studenten tvinges til å benytte speilet i enkelte oppgaver på simulatoren, noe som vil være gunstig med tanke på ergonomisk arbeidsstilling videre.

Bruk av simulatorer i preklinisk undervisning har vist seg å kunne bidra til effektiv og relevant læring (2, 21, 22), redusert antall øvingstimer (21, 23), samt til å identifisere studenter med dårlig progresjon på et tidlig tidspunkt, slik at de kan få tilpasset undervisning (24). Oppgavene kan tilrettelegges ferdighetsnivået til den enkelte student (25, 26). Det gir mulighet for egentrening, uten instruktør eller oppsatt undervisningstid, og dermed komplette vanlig undervisning (2). Dette kan være særlig aktuelt for studenter med ekstra oppfølgingsbehov (23). Det gir etiske fordeler med tanke på pasientsikkerhet (27), så vel som objektiv og standardisert evaluering og tilbakemelding gjennom hele arbeidsprosessen, ikke bare av sluttresultatet. Oppgavene kan gjentas flere ganger, og arbeidsprogresjonen kan loggføres og sammenlignes (2). Videre kan man benytte de objektive målene på presisjonsboring til å vurdere effekt av ulike pedagogiske grep og progresjon gjennom studiet. Vi arbeider med å implementere dette i vurderinger av studentens ferdighet og kvalitet på undervisningen generelt.

Øving på simulatorer kan gi mindre støv og støy. Simulatorer kan legge til rette for oppstart av preklinisk ferdighetstrening på et tidligere tidspunkt i utdanningsløpet, samt tilby øvingsmulighet på kliniske problemstillinger som på grunn av begrenset pasientgrunnlag ikke er tilgjengelig i klinikken. I fremtiden kan det bli aktuelt å ha virtuell pasienteksamen på simulatoren. Studentene får tilgang på anamnesticke opplysninger, røntgenbilder og annen nødvendig informasjon for å løse en oppgave.

Simulatorenes betydelige investeringskostnader kan være en barriere som forhindrer innkjøp (2). I tillegg har studier indikert at simulatorjobbing føles urealistisk sammenlignet med klinisk virkelighet, at håndgrepet ikke føles likt, og at et fast fikseringspunkt for hånden mangler (3). Noen av tilbakemeldingene på tekniske problemer i denne studien er trolig knyttet til en teknisk svikt i den ene maskinen mens studien pågikk. Denne svikten kan også være årsak til at noen av respondentene følte de måtte bruke mye kraft for å manøvrere vinkelstykket. Risiko for teknisk svikt er en ulempe ved å implementere høyteknologiske hjelpemidler i undervisningssammenheng. Den siste oppdateringen åpner for flere mulige oppgaver innen pedodonti og endodonti, samt at brukergrensesnittet er vesentlig forenklet og datakapasiteten økt. Videreutvikling av tannlegesimulatorer bør inkludere bløtvevsrespons, som blødning ved pulpapapforasjon og skader på gingiva for å gi ytterligere tilnærming til klinisk virkelighet.

Globale trender og framtidssutsikter

Tverrfaglig samarbeid på tvers av landegrenser for å fremme innovativ kunnskap og samarbeid har gitt resultater i form av gode VR-løsninger for høyere utdanning (28). Fremtiden vil trolig gi økt global migrasjon av studenter, flere kryss-kontinentale samarbeid, økte krav i forhold til utdanning fra interessenter og hurtige teknologiske fremskritt (7, 29, 30). Det er noen spørsmål som melder seg med tanke på implementering og bruk av simuleringsteknologi og E-læring for odontologistudenter nå – og i fremtiden. Hva er fordelene og ulempene ved at studenter tilegner seg ferdigheter gjennom bruk av teknologi? Hvem skal være ansvarlige for innholdsbestemmelser i online-basert materiale for utdanning, og overvåke kvaliteten på disse produktene (31)? De fleste norske utdanningsinstitusjoner vegrer seg for å akseptere programmer styrt av eksterne aktører da dette øker risikoen for datavirus og andre dataangrep samt at det er vanskeligere å ha kontroll med hvilken informasjon studentene mottar eller gir fra seg. De krever som regel derfor at eksternstyrte programmer er begrenset til maskiner som ikke koples til resten av intranettet. Dette kompliserer og fordyrer vedlikehold og drift, samt at det begrenser bruken til enkelte maskiner.

I tillegg til spørsmålene stilt i avsnittet over, må en ha tenkt gjennom de didaktiske og pedagogiske aspektene ved nye digitale læringsformer (hva, hvordan og hvorfor i undervisning) (32). Digital didaktikk utfordrer den tradisjonelle undervisningsformen med forelesninger og planlagte oppgaver og endrer de fysiske rammene for undervisning og underviserens rolle (33). I vår studie kom det tilbakemeldinger fra de ulike gruppene som gikk på det pedagogiske aspektet. Trolig vil en del av disse tilbakemeldingene kunne tolkes som uttrykk for mangelfull implementering i studieplan, men også som opplevelser av for lite, eller for dårlig, opplæring og kunnskap blant instruktører. Det at vi ikke fikk noen av instruktørtannlegene ved IKO med på prosjektet kan indikere skepsis til digitale simulatorer. Bruken av simulatorene kan oppleves som tilleggsbelastning. Det er vesentlig at studentene kan løse autentiske oppgaver, med reelle problemstillinger i samarbeid med motiverte og kompetente instruktører og medstudenter, for at VR-simulatorer skal bidra til kunnskapstilegnelse (34).

Mange studenter er positive til digitale hjelpemidler og E-læringsplattformer i undervisningssammenheng (11). Kanskje kan dette skyldes nyhetseffekten, et psykologisk fenomen som gjør at individer ofte er positive til ny teknologi (35). Digital simuleringsteknologi har et klart potensiale for odontologisk utdanning, men mer forskning om emnet er nødvendig. Virtuelle simulatorer innen pasientkontakt, var i en kinesisk studie det digitale hjelpemiddelet studentene var mest positive til, sammenlignet med digitale røntgenbilder, mikroskop og virtuelle patologibilder (11). De nye hjelpemidlene kan bidra til å gjøre abstrakt innhold mer levende og visualisert, og undervisningen kan legges opp mer problem- eller kasuscentrert. Metodene kan også gi rom for bedre egevaluering. Digitale metoder øker også muligheten for deling og kommunikasjon av undervisningsmaterie, både mellom studenter og kursansvarlige. utfordringer og

ulemper er blant annet høy kostnad, både i investering og drift, begrensninger i selve teknologien, samt behov for assistanse av IT-profesjoner.

Konklusjon

Vår studie indikerer at VRS kan være et nyttig hjelpemiddel og et godt supplement til eksisterende preklinisk undervisning innen fagområdene protetik og kariologi. Dersom teknologien og maskinvaren utvikles tilstrekkelig, vil simulatorene trolig også være interessante å implementere i undervisning innen andre fagområder. Innføring og anvendelse i studieløpet bør revideres slik at bruken av simulatorene ikke oppleves som en ekstrabelastning, hverken for studenter eller instruktører. Trolig er det hensiktsmessig å innføre simulatorene så tidlig som mulig i studieløpet, gjerne allerede første studieår, da dette kan forbedre studentenes manuelle ferdigheter, før de prekliniske ferdighetskursene på fantomhoder.

English summary

Haug DA, Kjeseth I, Lægroid T, Øilo M.

Virtual reality simulators as a dental educational tool

Nor Tannlegeforen Tid. 2018; 128: 252–8

Requirements regarding manual dexterity, precision, tactility and visual-spatial abilities are essential in dentistry. Digital learning agents such as virtual reality simulators (VRS) are highly relevant in this regard. The pedagogical effect of the new technological teaching aids is not yet fully evaluated. The aim of this study was to evaluate VRS units (Moog Simodont® Dental Trainer) as a dental educational tool. Thirty-one volunteers were divided into three equal groups from third and fifth year dental students, and a control group of individuals with no dental education. The participants conducted three different tests on the VRS unit, and subsequently filled out a questionnaire. The students with previous experience with the VRS had better drilling precision than the other groups, especially when drilling via mirror vision. These students were also most positive with regard to the pedagogical effect. VRS might be a good supplement to existing tuition, if the implementation of the simulators is improved to avoid an additional workload in an already densely packed curriculum. Introduction and use should start at the first year of dental school. This will augment the students' progression in manual dexterity prior to the conventional phantom head courses

Referanser

1. Ben-Gal G, Weiss EI, Gafni N, Ziv A. Testing manual dexterity using a virtual reality simulator: reliability and validity. *Eur J Dent Educ.* 2013; 17: 138–42.
2. Gal GB, Weiss EI, Gafni N, Ziv A. Preliminary assessment of faculty and student perception of a haptic virtual reality simulator for training dental manual dexterity. *J Dent Educ.* 2011; 75: 496–504.
3. Eve EJ, Koo S, Alshihri AA, Cormier J, Kozhenikov M, Donoff RB, et al. Performance of dental students versus prosthodontics residents on a 3D immersive haptic simulator. *J Dent Educ.* 2014; 78: 630–7.

4. Luck O, Reitemeier B, Scheuch K. Testing of fine motor skills in dental students. *Eur J Dent Educ.* 2000; 4: 10–4.
5. Gal GB, Weiss EI, Gafni N, Ziv A. Preliminary Assessment of Faculty and Student Perception of a Haptic Virtual Reality Simulator for Training Dental Manual Dexterity. *J Dent Educ.* 2011; 75: 496–504.
6. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-Based Medical Education: An Ethical Imperative. *Acad Med.* 2003; 78: 783–8.
7. Perry S, Bridges SM, Burrow MF. A Review of the Use of Simulation in Dental Education. *Simul Healthc.* 2015; 10: 31–7.
8. Fugill M. Defining the purpose of phantom head. *Eur J Dent Educ.* 2013; 17: e1–e4.
9. Sir Mason D. Oswald Fergus, a pioneer of simulated dental clinical practice 2006 [Available from: http://www.historyofdentistry.group/index_html_files/2006May2.pdf].
10. Paechter M, Maier B, Macher D. Students' expectations of, and experiences in e-learning: Their relation to learning achievements and course satisfaction. *Comput Educ.* 2010; 54: 222–9.
11. Ren Q, Wang Y, Zheng Q, Ye L, Zhou XD, Zhang LL. Survey of student attitudes towards digital simulation technologies at a dental school in China. *Eur J Dent Educ.* 2017; 21: 180–6
12. Srinivasan MA. What is Haptics? Geomagic: Geomagic; 2017 [updated 01.17. Available from: http://www.geomagic.com/files/7713/4857/8044/what_is_haptics.pdf].
13. Salisbury K, Conti F, Barbagli F. Haptic rendering: introductory concepts. *Computer Graphics and Applications, IEEE.* 2004; 24: 24–32.
14. English Oxford Living Dictionary – Haptic: Oxford Dictionary; 2016 [Available from: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/haptic>].
15. Sarokin D. What is a Mechanistic Model 2017 [Available from: <http://smallbusiness.chron.com/mechanistic-model-12706.html>].
16. Haque S, Srinivasan S. A meta-analysis of the training effectiveness of virtual reality surgical simulators. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 2006; 10: 51–8.
17. Kneebone R. Simulation in surgical training: educational issues and practical implications. *Med Educ.* 2003; 37(3): 267–77.
18. Escobar-Castillejos D, Noguez J, Neri L, Magana A, Benes B. A Review of Simulators with Haptic Devices for Medical Training. *J Med Syst.* 2016; 40: 104.
19. Buchanan JA. Experience with Virtual Reality-Based Technology in Teaching Restorative Dental Procedures. *J Dent Educ.* 2004; 68: 1258–65.
20. Moog. Simodont Dental Trainer: Moog; 2017 [cited 2017. Available from: http://www.moog.com/content/dam/moog/literature/ICD/datasheet_moog_simodont_dental_trainer.pdf].
21. Maggio M, Buchanan J, Berthold P, Gottlieb R. Curriculum changes in preclinical laboratory education with virtual reality-based technology training. *J Dent Educ.* 2005; 69: 160.
22. LeBlanc VR, Urbankova A, Hadavi F, Lichtenthal RM. A preliminary study in using virtual reality to train dental students. *J Dent Educ.* 2004; 68: 378–83.
23. Jasinevicius TR, Landers M, Nelson S, Urbankova A. An evaluation of two dental simulation systems: virtual reality versus contemporary non-computer-assisted. *J Dent Educ.* 2004; 68: 1151–62.
24. Imber S, Shapira G, Gordon M, Judes H, Metzger Z. A virtual reality dental simulator predicts performance in an operative dentistry manikin course. *Eur J Dent Educ.* 2003; 7: 160–3.
25. Pohlentz P, Gröbe A, Petersik A, Von Sternberg N, Pflesser B, Pommert A, et al. Virtual dental surgery as a new educational tool in dental school. *J Craniomaxillofac Surg.* 2010; 38: 560–4.
26. Thomas G, Johnson L, Dow S, Stanford C. The design and testing of a force feedback dental simulator. *Comput Methods Programs Biomed.* 2001; 64: 53–64.

27. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Simul Healthc.* 2006; 1: 252–6.
28. LABSTER. Empowering the Next Generation of Scientists to Change the World: labster.com; 2017 [cited 2016 13.11.2015]. Available from: <https://www.labster.com/about/>.
29. OECD. CERI. Trends shaping Education 2013 2013 [cited 2016 13.11.2016]. Available from: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oeed/education/trends-shaping-education-2013_trends_edu-2013-en#.WCiuH7SGjGI.
30. OECD. Higher Education To 2030, Volume 2, Globalisation 2009 [13.11.16]. Available from: https://cyber.harvard.edu/communia2010/sites/communia2010/images/OECD_2009_Higher_Education_to_2030_Volume_2_Globalisation.pdf.
31. OECD. CERI. Trends shaping education 2016 2016 [cited 2016 13.11.2016]. Available from: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oeed/education/trends-shaping-education-2016_trends_edu-2016-en#page107.
32. Imsen G, Eriksson G. Elevens verden: innføring i pedagogisk psykologi. [Oslo]: TANØ; 1991. 362 s. ill. p.
33. Larsen CS. Hvorfor digital didaktikk? Bærum Kommune; 2017 [Available from: <http://digitaldidaktikk.no/refleksjon/detalj/hvorfor>.]
34. Mølster T, Rydgren T, Gunnerud B, Amundrud I. Simuleringsteknologi i utdanning – et bidrag til aktiv læring? Høgskolen i Hedmark: 12.05.2016.
35. Bourne JR, Moore JC. Elements of quality online education: into the mainstream: Olin College-Sloan-C; 2004.

Korresponderende forfatter: Marit Øilo. Årstadveien 19, 5009 Bergen. E-post: marit.oilo@uib.no.

Artikkelen har gjennomgått eksternt faglig vurdering.

*Haug DA, Kjeseth I, Lægreid T, Øilo M. Virtuelle virkelighetssimulatorer som pedagogisk hjelpemiddel i odontologisk utdanning. *Nor Tannlegeforen Tid.* 2018; 128: 252–8.*