

Voxel-gråtonefordeling og patientbevægelse i forbindelse med Cone Beam CT-scanning

Disse faktorer kan have betydning for billedkvaliteten og dermed for den diagnostiske information, der opnås gennem Cone Beam CT-undersøgelse.

Rubens Spin-Neto, adjunkt, ph.d., Sektion for Oral Radiologi, Institut for Odontologi, Aarhus Universitet



Cone Beam Computer-Tomografi (CBCT) anvendes til diagnostik i det dento-maxillo-faciale område, når konventionel to-dimensionel røntgenundersøgelse ikke er tilstrækkelig. Tilstedeværelsen af artefakter i de endelige, rekonstruerede billeder er dog en ulempe ved metoden. Inden for CBCT-billeddiagnostikken er et artefakt defineret som "en synlig struktur i de rekonstruerede data, som ikke er til stede i det objekt, der undersøges". Artefakter i CBCT-billeder har forskellig oprindelse: De kan være relateret til unitten, det undersøgte objekt, eller relateret til patientbevægelse. Specielt "støj" relateret til unitten og bevægelsesartefakter er interessante og endnu relativt uudforskede områder. Ph.d.-afhandlingen er baseret på fem undersøgelser med det formål at

vurdere voxel-gråtonefordelingen i forventeligt ens CBCT-datasæt og opståen, genkendelse og effekt af patientbevægelse.

Undersøgelse I

Formålet var at vurdere variationen i fordelingen af voxel-værdier i de volumetriske datasæt fra seks CBCT-apparater (Cranex 3D/CRAN; Scanora 3D/SCAN; NewTom 5G/NEWT; Promax Dimax 3 Digital/PROM; i-CAT/ICAT; 3D Accuitomo/ACCU). For alle CBCT-apparater sås der variationer i voxel-værdierne. Der sås en ensartet variation ("fingeraftryk") i gråtonefordelingen for CRAN, SCAN, og NEWT. Dette skal tages i betragtning i undersøgelser, der vurderer små ændringer i fx densiteten af knogle i CBCT-billeder.

Undersøgelse II

Formålet var at foreslå en standardiseret metode til at vurdere variationen i fordelingen af voxel-værdier i patientsimulerede CBCT-datasæt fra seks CBCT-apparater (Cranex 3D/CRAN; Scanora 3D/SCAN; NewTom 5G/NEW5; i-CAT/ICAT; 3D Accuitomo/ACCU; NewTom VG/NEWV) samt effekten af tid mellem eksponeringerne. Der blev fundet relativt store forskelle i voxel-værdifordelingen mellem datasæt fra den initiale eksponering i starten af dagen og de efterfølgende eksponeringer. Tid mellem eksponeringerne havde ingen direkte effekt på variationen i voxel-værdierne.

ning i starten af dagen og de efterfølgende eksponeringer. Tid mellem eksponeringerne havde ingen direkte effekt på variationen i voxel-værdierne.

Undersøgelse III

Formålet var at vurdere artefakter og CBCT-billedkvalitet baseret på patientsimulerede bevægelser af et kranie fastsat i en robot. 10 forskellige bevægelsesmønstre blev udført under en CBCT-undersøgelse af et humant kranie. Billedkvaliteten blev vurderet som langt dårligere, når der forelå bevægelse under optagelsen i aksiale billedsnit sammenlignet med referencebillederne. Billedkvaliteten var lavere i foramen-mentale-regionen end i underkæbens tredjemolar-region for alle typer bevægelse undtagen for hovedrygstelse.

Undersøgelse IV

Formålet var at vurdere røntgenobservatørers evne til at opdage patientbevægelser under en CBCT-undersøgelse og at beslutte, om man vil stoppe undersøgelsen i den tidlige fase inden bestråling. 100 patienter blev video-optaget under en CBCT-undersøgelse. Patientens video blev klippet, så den passede med de aktive 20 sekunder, som undersøgelsen varede (20-sek), og så den indeholdt de

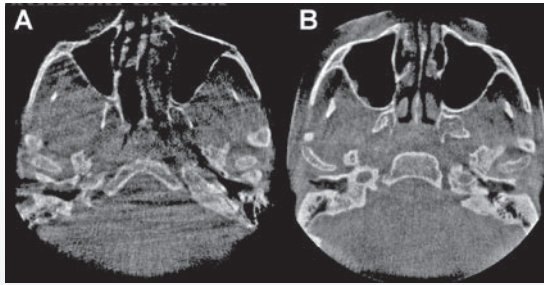


Fig. 1 Aksiale CBCT-snit af kæbeledsregionerne hos to patienter: (A) en patient, som har bevæget sig under undersøgelsen, og (B) en patient, som ikke har bevæget sig under undersøgelsen. Der ses uskarphed og lette stribeartefakter i (A).

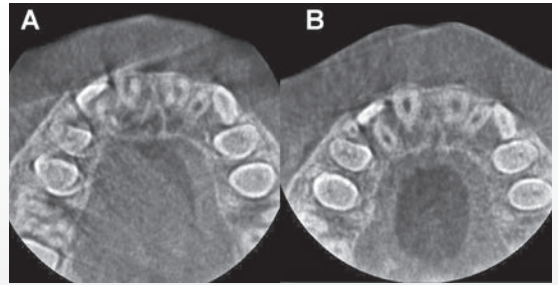


Fig. 2 Aksiale CBCT-snit af overkæbefrontregionen hos en patient med henblik på vurdering af retinerede hjørnetænder. Patienten har bevæget sig (A), og omtagning var nødvendig (B). Der ses uskarphed, dobbeltkontur og stribeartefakter i (A).

initiale, ikke-strålegivende første tre sekunder (3-sek) af undersøgelsen. Patientbevægelse blev genkendt på 20-sek-videoerne med en høj specificitet og medium-høj sensitivitet. Allerede på

3-sek-videoerne observeredes bevægelse hos størsteparten af de patienter, som bevægede sig i løbet af undersøgelsen.

Afhandling og delarbejder

Afhandlingen med titlen "Voxel value variation and patient movement in Cone Beam CT" omfatter 107 sider og bygger på følgende fem artikler:

- I. Spin-Neto R, Gotfredsen E, Wenzel A. Variation in voxel value distribution and effect of time between exposures in six CBCT units. *Dentomaxillofac Radiol* 2014;43:20130376.
- II. Spin-Neto R, Gotfredsen E, Wenzel A. Standardized method to quantify the variation in voxel value distribution in patient-simulated CBCT data sets. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44:20140223.
- III. Spin-Neto R, Mudrak J, Matzen LH et al. Cone beam CT image artefacts related to head motion simulated by a robot skull: visual characteristics and impact on image quality. *Dentomaxillofac Radiol* 2013;42:32310645.
- IV. Spin-Neto R, Matzen LH, Schropp L et al. Radiographic observers' ability to recognize patient movement during cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2014;43:20130449.
- V. Spin-Neto R, Matzen LH, Schropp L et al. Factors affecting patient movement and re-exposure in CBCT examination. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2015;119:572-8.

Undersøgelse V

Formålet var at vurdere operator-, undersøgelses-, og patientrelaterede faktorer med indflydelse på patientbevægelse og omtagning i CBCT-undersøgelse. Der indgik 248 CBCT-undersøgelser, der blev video-optaget. En indsat vatrulle, når håret rørte ved CBCT-armen under eksponering, og patientalder ≤ 15 år var alle faktorer, der var relateret til bevægelse i de initiale analyser. Alder ≤ 15 år havde en højsignifikant indflydelse på bevægelse. Alder ≤ 15 år, en indsat vatrulle og FOV (field of view) var variable relaterede til omtagning. Anvendelsen af et stort FOV havde signifikant indflydelse på omtagning.

Forsvar

Den afsluttende forelæsning "Voxel value variation and patient movement in Cone Beam CT" fandt sted d. 16.4.2015 på Institut for Odontologi, Aarhus Universitet. Bedømmelsesudvalget bestod af: professor, ph.d. Ralf Schulze, Universitätsmedizin Mainz; lektor, ph.d. Ruben Pauwels, Institute for Odontology, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand og lektor, ph.d. Paolo Cattaneo, Institut for Odontologi, Aarhus Universitet (formand). Hovedvejleder var professor, dr. et lic.odont. Ann Wenzel, Sektion for Oral Radiologi, Institut for Odontologi, Aarhus Universitet. Undersøgelserne var økonomisk støttet af Colgate. Et eksemplar af afhandlingen kan rekvireres ved henvendelse til forfatteren. E-mail: rsn@odont.au.dk