

Computertomografiangiografi af hjernens og halsens kar

Annika Reynberg Langkilde, Trine Stavngaard, Marie Cortsen & Aase Wagner

Med *multislice*-computertomografi (MDCT) er det muligt at skanne med høj temporal og spatial opløsning og dermed fremstille hjernens og halsens kar med en minimalt invasiv teknik. CT-angiografien (CTA) kan rekonstrueres i alle planer med dedikerede softwareprogrammer. CTA anvendes klinisk ved diagnostik og opfølgingsundersøgelser af patologiske tilstande i cerebrale kar og halskar. I denne statusartikel gennemgås de kliniske indikationer for CTA, og der gives forslag til et teknisk skanningsprogram.

COMPUTERTOMOGRAFIANGIOGRAFI

Billeddannelse af de cerebrale kar kræver hurtig fremstilling af et repræsentativt volumen (høj temporal opløsning) og billeder med en opløsning ned til 0,5 mm (høj spatial opløsning). Med MDCT er det muligt at danne flere billedskiver simultant. Skannere fra 16 *slice* op til 320 *slice* er tilgængelige [1], markedsstandarden er i dag 64 *slice*-MDCT, disse har en spatial opløsning på 0,5 mm og en temporal opløsning på ca. 175 ms [2].

Skanning

For at opnå optimal billedkvalitet skal kontrasten gives som en bolus og have højt jodindhold. Kontrasten

injiceres med en motorsprøjte i en 18 G-venflon, der er anlagt i en central vene, bedst i en kubital vene, med efterfølgende injektion af saltvand. Timing af kontrastinjektion er vigtig og kan foretages på flere måder. Skanningen kan begyndes, når kontrasten er synlig i arteria carotis på et monitoreringsnit, der er lagt på halsen under tænderne og over skuldrene. Alternativt kan man anvende automatisk skanningsstart ved en vis *Hounsfield unit* (HU)-værdi, en fast forsinkelse eller beregning af cirkulationstiden ved hjælp af testbolusinjektion [3]. Hos børn anvendes der kontrastmængde efter barnets vægt (f.eks. 1,5 ml pr. kg). Ofte er det kun muligt at anlægge en 20 G-venflon, og hastigheden af injektionen sættes ned til ca. 3,5 ml/s.

Skanningsparametrene bør vælges, så man opnår en skanning af tilfredsstillende kvalitet med mindst mulig bestråling af patienten [2]. I **Tabel 1** er vist et forslag til indstilling af skanningsparametre, kontrastdosis og -hastighed samt skanningsområde ved CTA af halsens og hjernens kar.

Billedbehandling

Selve volumenet, *source-images*, skal altid vurderes, men herudover anvendes der forskellige billedbehandlingsmetoder. Der er flere teknikker til to- og

STATUSARTIKEL

Radiologisk Klinik,
Neuroradiologisk Sektor
XN3023, Rigshospitalet



TABEL 1

Indikationer for computertomografiangiografi med *multislice*-computertomografi af halsen og cerebrum. Forslag til skanningsparametre (Toshiba 64 *slice* MDCT skanner), skanningsområde og kontrastdosis. Stråledosis for voksne er angivet [4].

| | Indikation | Skanningsområde | Kontrast | Skanningsparametre | Stråledosis |
|-------------------------|---|---|---|--|-------------|
| Cerebral CTA | SAH Intrakranielt hæmorrhagi Cerebrale vasospasmer Kontrol af ikkebehandlede aneurismer Kontrol af klipsede aneurismer Udredning og kontrol af AVM | Fra underkanten af C2 til corpus callosum Fra underkanten af C2 til vertex | 70 ml kontrast 350 mg jod/ml 5 ml/s Flush 40 ml NaCl 5 ml/s | Kollimering = 64 × 0,5 Pitch = 53/64 Tykkelse = 0,5 mm Increment = 0,33 mm Rotationstid = 0,4 s Spænding = 120 kV FOV = 220 mm | 2,5 mSv |
| Halskar og cerebral CTA | Carotis/vertebralisstenoser og -okklusioner Akut kraniocervikalt traume Akut iskæmisk apopleksidissektion | Fra arcus aortae til corpus callosum | 70 ml jodholdig kontrast 350 mg jod/ml 5 ml/s Flush 40 ml NaCl 5 ml/s | Kollimering = 64 × 0,5 Pitch = 75/64 Tykkelse = 0,5 mm Increment = 0,3 mm Rotationstid = 0,4 s Spænding = 120 kV FOV = 200 mm | 9,6 mSv |

AVM = arteriovenøse malformationer; CTA = computertomografiangiografi; FOV = field of view; kV = kilovolt; mSv = millisievert; SAH = subaraknoidalblødning.

tredimensionel (D) fremstilling af de cerebrale kar, og radiologer benytter en kombination af disse. *Maximum intensity projection* (MIP) er en 2D-rekonstruktion, hvor kun den højeste attenuationsværdi i et snit fremstilles. Dybdeinformationen går tabt, men MIP er velegnet til at få et overblik over karrenes anatomi (Figur 1 A og B).

Surface rendering og *volume rendering* er 3D-metoder, hvor man fremstiller karrene enten ved at sætte en fast grænse for HU eller ved at separere forskellige typer væv, idet der appliceres funktioner, der koder de forskellige intensiteter til farver og fortætninger (Figur 1 C og D). 3D giver dybdeinformation og viser strukturer i flere planer [5].

Flere analyseprogrammer giver mulighed for at fjerne knoglevæv fra billedet [6], men komplet adskillelse mellem de to typer væv er ofte suboptimal. Specielt ved basis cranii kan der være problemer med at adskille kontrastfyldte kar fra knogler. Falsk positive CTA kan skyldes patientfaktorer (bevægelse, pulsationsartefakter, metalartefakter og artereosklerotisk luminal-forsnævring) og tekniske faktorer (suboptimal kontrastinjektion og suboptimal bolustiming).

ANDRE METODER TIL HJERNE- OG HALSANGIOGRAFI

Digital subtraktionsangiografi (DSA) betragtes fortsat som guldstandard. Sammenlignet med DSA har

CTA fordel ved at være hurtigere og minimalt invasiv og kan ofte foretages med mindre kontrastmængde. DSA har dog højere opløsning, og med den kan man påvise patologi i mindre kar [7], og den bidrager desuden med den dynamiske information. Endelig er der med brug af DSA mulighed for intervention (*coiling*, stentning, ballondilatation, trombektomi og spasmodolyse). Selvom komplikationsraten er lav, er diagnostisk DSA en invasiv metode, der indebærer en risiko på ca. 0,4% for persisterende, neurologiske komplikationer [8].

Magnetisk resonans-arteriografi (MRA) er også velegnet til vurdering af halskar og hjernens kar, og der er fundet sammenlignelige sensitiviteter og specificiteter mellem MRA og CTA [9, 10]. MRA er langsommere, og mindre tilgængelig, men fordelene ved den er, at undersøgelsen kan foretages uden kontrastmiddel, og at patienten ikke udsættes for ioniserende stråling. På halsen er brug af Doppler-ultralyd (UL) et godt alternativ til CTA.

INDIKATIONSOMRÅDER

Aneurismer

Diagnostik af aneurismer er indiceret ved ikke-traumatisk subaraknoidal blødning (SAH), ved intrakranielt hæmatom (ICH) beliggende nær de store cerebrale kar og hos patienter, hvor man har mistanke om SAH (pludselig opstået hovedpine og indhold af bilirubin i lumbalpunktur taget tidligst 12 timer efter ictus) trods normale fund ved CT af cerebrum. Ved fund af et aneurisme skal beliggenheden og størrelsen af aneurismet samt bredden af aneurismets hals vurderes. Det er påvist, at CTA sammenlignet med DSA har en sensitivitet på 92% og en specificitet på 100% for påvisning af aneurismer [11]. Således kan CTA anvendes i den primære aneurismediagnostik med høj diagnostisk sikkerhed og endda overflødig gøre DSA i tilfælde af resultater, der indikerer kirurgisk aneurismebehandling. Med CTA er der dog tendens til at overestimere bredden af aneurismets hals [10].

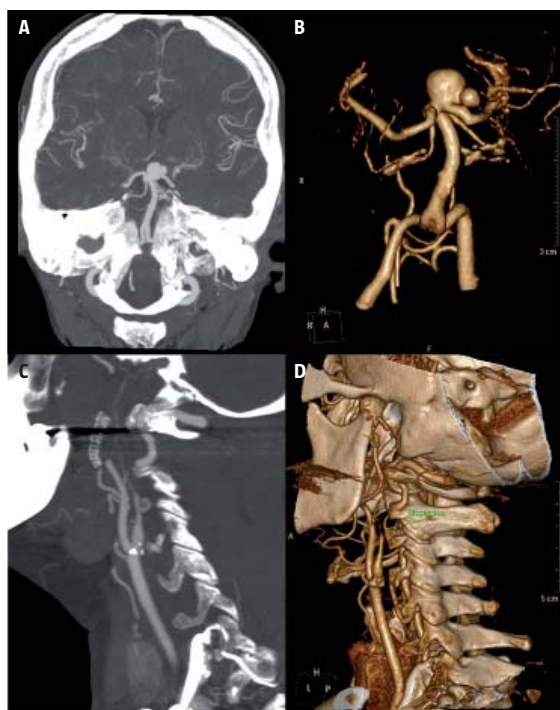
Ved negativt resultat af CTA og stærk klinisk mistanke om aneurisme anbefales det at udføre DSA. Ved kontrol af *coil*'ede eller klipsede aneurismer er CTA suboptimal, da materialet, specielt *coils*, medfører artefakter [12]. Klipsede aneurismer kan dog vurderes med CTA, klips af titanium giver færre artefakter end koboltklips [13]. *Coil*'ede aneurismer kan kun kontrolleres med MRA eller DSA [14].

Vasospasmer

Som komplikation i forbindelse med SAH ses hos ca. en tredjedel af patienterne kliniske vasospasmer, der medfører infarkt/død hos halvdelen af dem. Billed-

FIGUR 1

A. *Maximum intensity projection* (MIP) todimensionel koronal rekonstruktion af et puklet basilaristopaneurisme. **B.** Samme patient som A, tredimensionel rekonstruktion. **C.** MIP todimensionel saggittal rekonstruktion, carotidisdissektion af a. carotis interna ca. 2 cm kranielt for carotisbifurkaturen. **D.** Tredimensionel rekonstruktion af samme patient som C.



diagnostisk ses der vasospasmer hos 60-70% af patienterne. CTA kan benyttes til at påvise de kontrahe-rede og kalibervekslende kar. Sammenlignet med ved brug af DSA er der fundet 98% henholdsvis sensitivi-tet og specificitet for vasospasmer med CTA [15], og ved negativt resultat af CTA er efterfølgende DSA ikke indiceret [16].

Arteriovenøse malformationer

Større arteriovenøse malformationer (AVM) kan diagnosticeres med CTA, som fremstiller patologien bestående af tætpakkede, malformerede kar med cen-tral nidus. Mindre AVM kan ikke altid påvises. CTA kan således benyttes i udredning af ICH på baggrund af AVM [5]. Selve vurderingen af AVM kræver dog fortsat DSA, ofte i kombination med MRA, til beskri-velse af arkitekturen og dynamikken i AVM (nidus, fi-stel, intranidale aneurismer og tidlig venøs fyldning) [17]. Ved ICH kan hæmatomet komprimere en min-dre AVM, så denne ikke er synlig. Efter evakuering el-ler resorption af hæmatomet bør der foretages DSA.

Apopleksi

Hos patienter med transitorisk cerebral iskæmi eller apopleksi kan både anatomisk placering og længden af eventuelle intrakranielle stenoser og tromboser be-dømmes [18]. Både halskar og cerebrale kar bør fremstilles, så embolikilder kan påvises, og adgang-vejen ved mulig intervention kan belyses. Som oven-for nævnt er det en udfordring at vurdere kar i caro-tissiffonen pga. problemer med at adskille kontraststof i karret fra knoglevæv og arteriosklerotiske plaques. De intradurale kar er bedre fremstillet, men der diag-nosticeres færre okklusioner af de helt distale kar med CTA end med DSA [18]. DSA er kun indiceret med henblik på trombektomi eller intraarteriel trom-bolyse. CTA kan suppleres med CT-perfusion hos apo-plekspatienter, hvorved udbredelsen af iskæmi eller infarkt kan vurderes.

Halskardissektion

Dissektion af halskar kan forekomme i forbindelse med et kraniocervikalt traume eller opstå spontant. De spontane opstår hyppigst få cm fra carotisbifurka-turen i a. vertebralis i C1-C2-niveau [9, 19]. Disse-ktionen viser sig som volumenreduktion af karret, der evt. helt kan lukke. Intimalflap- og pseudoaneurisme-dannelse kan være indikationer på dissektion.

CTA er velegnet til udredning af dissektion. Ved sammenligning med DSA er der fundet en sensitivitet på 51-100% og en specificitet på 67-100% [9]. MRA er et godt supplement og/eller alternativ til CTA. Ved påvisning af dissektion, der ikke kræver neuroradio-logisk intervention, er DSA ikke indiceret.



FAKTABOKS

Computertomografiangiografi (CTA) er en lettilgængelig, hurtig metode til fremstilling af halskar og cerebrale kar.

Med to- og tredimensionelle billedbehandlingsmetoder visualiseres patologiske tilstande i halsen og de cerebrale kar med høj sensitivitet og specificitet sammenlignet med ved digital subtraktions-angiografi (DSA), der fortsat betragtes som guldstandard.

De hyppigste indikationer for CTA er aneurismer, vasospasmer, arteriovenøse malformationer, apo-pleksi, dissektion og stenose.

Ulemper er, at undersøgelsen ikke kan gennemføres hos patienter med kontrastallergi og risiko for kontrastinduceret nefrotoksicitet, og at patienten udsættes for ioniserende stråling.

Alternative metoder er DSA, magnetisk resonans-arteriografi (hals og cerebrum) og Doppler-ultra-lyd-undersøgelse (hals).

Ekstrakranielle carotisstenoser

Doppler-UL er fortsat førstevalg til udredning af hæ-modynamisk betydende carotisstenoser. Ved svære stenoser $\geq 70\%$ finder man sensitivitet og specificitet på henholdsvis 98% og 88% sammenlignet med ved brug af DSA. Hvis der er tvivl om Doppler-UL-undersøgelsen, kan der foretages CTA, hvormed der er fun-det sensitivitet på 70-90% for svære stenoser og spe-cificitet på 90-97%. Der kan være problemer med artefakter fra kalkificerede plaques [20]. CTA kan endvidere benyttes i forbindelse med stentudmåling før endovaskulær behandling af stenoser.

FORDELE OG ULEMPER VED COMPUTERTOMOGRAFIANGIOGRAFI

CTA er en lettilgængelig, hurtig undersøgelse med høj temporal og spatial opløsning. Dette er især en fordel hos urolige, konfuse patienter, børn og ved un-dersøgelser i generel anæstesi. Udført teknisk korrekt har CTA en høj diagnostisk sensitivitet og specificitet sammenlignet med DSA. CTA er kontraindiceret ved kontrastallergi, og hos visse patientkategorier (for ek-sempel patienter med nyreinsufficiens og/eller diabe-tes mellitus, der behandles med metforminpræpara-ter) er der risiko for kontrastinduceret nefrotoksicitet. Desuden udsættes patienterne for ioniserende strå-ling [4].

CTA kræver som nævnt dedikerede arbejdssta-tioner til billedbehandling.

KONKLUSION

CTA er en hurtig, lettilgængelig metode til vurdering af patologiske tilstande i de cerebrale kar og halskar.

KORRESPONDANCE: Annika Reynberg Langkilde, Radiologisk Klinik, Neuroradiolo-gisk Sektor XN3023, Rigshospitalet, Blegdamsvej 9, 2100 København Ø.
E-mail: annikal@dadlnet.dk

ANTAGET: 11. januar 2012

FØRST PÅ NETTET: 20. februar 2012

INTERESSEKONFLIKTER: ingen

LITTERATUR

1. Siebert E, Bohner G, Dewey M et al. 320-slice CT neuroimaging: initial clinical experience and image quality evaluation. *Br J Radiol* 2009;82:561-70.
2. Kumamaru KK, Hoppel BE, Mather RT et al. CT angiography: current technology and clinical use. *Radiol Clin North Am* 2010;48:213-35.
3. Jessen KA, Shrimpton PC, Geleijns J et al. Dosimetry for optimisation of patient protection in computed tomography. *Appl Radiat Isot* 1999;50:165-72.
4. Goddard AJ, Tan G, Becker J. Computed tomography angiography for the detection and characterization of intra-cranial aneurysms: current status. *Clin Radiol* 2005;60:1221-36.
5. Lell MM, Anders K, Uder M et al. New techniques in CT angiography. *Radiographics* 2006;26(suppl 1):S45-S62.
6. Lell MM, Ruehm SG, Kramer M et al. Cranial computed tomography angiography with automated bone subtraction: a feasibility study. *Invest Radiol* 2009;44:38-43.
7. Klingebiel R, Kentenich M, Bauknecht HC et al. Comparative evaluation of 64-slice CT angiography and digital subtraction angiography in assessing the cervicocranial vasculature. *Vasc Health Risk Manag* 2008;4:901-7.
8. Leffers AM, Wagner A. Neurologic complications of cerebral angiography. *Acta Radiol* 2000;41:204-10.
9. Provenzale JM, Sarikaya B. Comparison of test performance characteristics of MRI, MR angiography, and CT angiography in the diagnosis of carotid and vertebral artery dissection: a review of the medical literature. *AJR Am J Roentgenol* 2009;193:1167-74.
10. Takao H, Murayama Y, Ishibashi T et al. Comparing accuracy of cerebral aneurysm size measurements from three routine investigations: computed tomography, magnetic resonance imaging, and digital subtraction angiography. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2010;50:893-9.
11. Pozzi-Mucelli F, Bruni S, Doddi M et al. Detection of intracranial aneurysms with 64 channel multidetector row computed tomography: comparison with digital subtraction angiography. *Eur J Radiol* 2007;64:15-26.
12. Wallace RC, Karis JP, Partovi S et al. Noninvasive imaging of treated cerebral aneurysms. Part II: CT angiographic follow-up of surgically clipped aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007;28:1207-12.
13. van der Schaaf IC, Velthuis BK, Wermer MJ et al. Multislice computed tomography angiography screening for new aneurysms in patients with previously clip-treated intracranial aneurysms: feasibility, positive predictive value, and interobserver agreement. *J Neurosurg* 2006;105:682-8.
14. Wallace RC, Karis JP, Partovi S et al. Noninvasive imaging of treated cerebral aneurysms. Part I. MR angiographic follow-up of coiled aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007;28:1001-8.
15. Yoon DY, Choi CS, Kim KH et al. Multidetector-row CT angiography of cerebral vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: comparison of volume-rendered images and digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006;27:370-7.
16. Otawara Y, Ogasawara K, Ogawa A et al. Evaluation of vasospasm after subarachnoid hemorrhage by use of multislice computed tomographic angiography. *Neurosurg* 2002;51:939-42.
17. Geibprasert S, Pongpech S, Jiarakongmun P et al. Radiologic assessment of brain arteriovenous malformations: what clinicians need to know. *Radiographics* 2010;30:483-501.
18. Romero JM. CT angiography source image evaluation for stroke. *Semin Ultrasound CT MR* 2005;26:387-93.
19. Provenzale JM, Sarikaya B, Hacein-Bey L et al. Causes of misinterpretation of cross-sectional imaging studies for dissection of the craniocervical arteries. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:45-52.
20. Lanzino G, Tallarita T, Rabinstein AA. Internal carotid artery stenosis: natural history and management. *Semin Neurol* 2010;30:518-27.

Anvendelse af fokusgruppeinterview inden for sundhedsvidenskab

Anne Kjærgaard Danielsen¹ & Lene Spanager²



STATUSARTIKEL

1) Center for Perioperativ Optimering, Gastroenheden, Herlev Hospital
2) Dansk Institut for Medicinsk Simulation, Herlev Hospital

Fokusgruppeinterview er en kvalitativ forskningsmetode, hvor interviewer lægger specifikke spørgsmål om et emne eller et problem ud til drøftelse i en gruppe af informanter (som deltagerne kaldes). Oprindeligt er fokusgruppeinterview opstået inden for samfundsvidenskaberne og blev i 1920'erne indført som en metode til markedsundersøgelser af forbrugerpræferencer. Fokusgrupper giver, i modsætning til individuelle interview, mulighed for at udnytte samspillet mellem informanterne. Fokusgruppeinterview anvendes ofte til at opnå viden, som vanskeligt kan opnås i individuelle interview. Det kan dels skyldes forhold ved deltagerne, som f.eks. kan være sårbare [1-4], dels emnernes karakter, f.eks. rygestop [5] og rygmerter [6]. Der er en tendens til, at informanternes forståelse udvikles gennem gruppeinteraktionen, og derfor er fokusgruppeinterview ofte kendetegnet ved en dynamisk og ideudviklende dialog informanterne imellem [7]. Inden for medicinsk forskning er fokusgrupper velegnede til afdækning og belysning af

subjektive og individuelle forståelser af sundheds- og sygdomsbegreber.

Kvalitativ forskning er oprindeligt opstået som et alternativ til den kvantitative forskning, idet forskningen retter sig mod menneskelige erfaringer, oplevelser og holdninger [8]. Det kvalitative paradigme har igennem de seneste år fået større opmærksomhed, som er karakteriseret ved at have konstruktivistiske eller fortolkende tilgange [9]. Frem for at se på kvalitative og kvantitative spørgsmål og strategier som uforenelige er udfordringen nu at se kvalitative undersøgelser som komplementære til kvantitative undersøgelser [10].

Efterhånden som kvalitative undersøgelsesmetoder vinder frem, har man også inden for medicinsk forskning fundet behov for at få besvaret spørgsmål, som inddrager subjektive og nuancerede perspektiver hos patienter, borgere eller klinikere. Metoderne benyttes dog ikke særlig meget i den medicinske sundhedsvidenskabelige forskning. Formålet med denne