

INJICIRANJE KONTRASTNEGA SREDSTVA V DESNO ALI LEVO ROKO? VPLIV ARTEFAKTOV PRI CT ANGIOGRAFIJI KAROTIDNIH ARTERIJ

RIGHT OR LEFT ARM INJECTION OF CONTRAST AGENT? ARTEFACTS INFLUENCE IN COMPUTED TOMOGRAPHY OF CAROTID ARTERIES

Miha Kovačič¹, Dejan Hribar¹, Nina Djurić¹, Sabina Steržaj¹, Tine Holc¹, Aleksandra Janežič¹, Janez Žibert²

¹Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1000 Ljubljana

²Oddelek za radiološko tehnologijo, Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

Korespondenca / Correspondence: Miha Kovačič, dipl. inž. rad., Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1000 Ljubljana; tel: 041/870-488; E-mail: kovacicmiha@gmail.com

Prejeto/Received: 6.9.2013

Sprejeto/Accepted: 28.10.2013

POVZETEK

Uvod: Pri CT angiografiji se v področju nad aortnim lokom pogosto pojavljajo artefakti. Najpogosteje so črtasti, zaradi povečane gostote kontrastnega sredstva v vratnih venah.

Namen: Namen raziskave je bil oceniti ali sta prisotnost in obseg artefaktov na sliki odvisna od tega, v katero roko apliciramo kontrastno sredstvo.

Materiali in metode: V raziskavo je bilo vključenih 50 preiskovancev (28 moških, 22 žensk, povprečne starosti 67,6 ± 12,65 let), ki so imeli opravljeno CTA karotidnih arterij. Razdeljeni so bili v dve statistično podobni skupini po 25 preiskovancev. Pri prvi skupini je bilo kontrastno sredstvo vbrizgano v desno roko, pri drugi pa v levo. Vsi preiskovanci so bili slikani na 40-rezinskem računalniškem tomografu po protokolu za CTA karotidnih arterij (spiralno slikanje, 120 kV, tehnika avtomatskega prilagajanja toka cevi, debelina reza 0,75 mm, kavdo–kranialna smer skeniranja, količina kontrastnega sredstva 80 ml, pretok 4 ml/s). Na CT slikah, ki so bile rekonstruirane v MIP tehniki, smo retrospektivno ocenjevali prisotnost črtastih artefaktov v višini izstopišč vratnih arterij in pojav venskega refluksa v venah vratu.

Rezultati in razprava: Pri preiskovancih z levostranskim injiciranjem kontrastnega sredstva so bili črtasti artefakti v višini izstopišč vratnih arterij prisotni v 84%, pri 48% je bil diagnostični vpliv na sliko negativen. Pri preiskovancih z desnostranskim injiciranjem so bili artefakti prisotni v 40%, negativen diagnostični vpliv je bil pri 8%.

Zaključek: Podobno kot pri drugih tovrstnih raziskavah, tudi naši rezultati kažejo, da črtasti artefakti najpogosteje motijo kvaliteto slike in so pogostejši pri levostranski aplikaciji, zato se, če je le mogoče, odločimo za vstavev kanile v desno roko.

Ključne besede: črtasti artefakti, CT angiografija, karotidne arterije, kontrastno sredstvo

ABSTRACT

Introduction: Artefacts frequently appear in the area above aortic arch in CT angiography of carotid artery. The most common are streak artefacts due to larger density of contrast agent in the veins of the neck.

Purpose: The purpose of the study was to assess whether the side of application affects the presence and extent of artefacts in the image.

Methods and Materials: 50 patients were included in the study (28 male and 22 female subjects; average age: 67.6±12.65 years) who underwent carotid artery CT. They were divided in tow statistically similar groups of 25 subjects. The first group was injected contrast agent in the right arm, whereas the second group received it in the left arm. The 40-slice multidetector CT was used (spiral technique, 120kV, 150 eff. mAs, automatic exposer control, slice thickness 0.75 mm, reconstruction increment 0.4 mm). All patients received 80 mL of contrast agent followed by a 40-mL saline chaser bolus, both administered IV at 4 mL/sec. The contrast agent was injected either into the right arm (n=25) or the left arm (n=25). The relationship between the injection side and the intensity of perivenous streak artefacts and venous reflux was determined.

Results and discussion: Streak artefacts in the aortic arch and at the origin of the great vessels were demonstrated in 80% of patients with left arm injection (55% with no influence on diagnosis, 35% with possible influence). There were significantly less artefacts with patients with right arm injection (44% with no influence on diagnosis). The amount

of refluxed contrast agent was slightly greater with left-arm injection (40%) versus right arm injection (32%).

Conclusion: Similarly to other studies, our results also show that streak artefacts often disturb the image quality and are more numerous in cases of left-side application, so, if possible, choose the site on the right arm for insertion of the cannula.

Key words: streak artefacts, carotid computed tomography, carotid arteries, contrast agent

UVOD

CT angiografija (CTA) karotidnih arterij je pogosta preiskava za odkrivanje in ocenjevanje žilne patologije v tem anatomskem predelu. Je neinvazivna in precej dostopna preiskava, pri kateri je stopnja zapletov nizka. Uporablja se za diagnosticiranje stenoz in disekcij karotidnih arterij. Za natančno diagnostiko potrebujemo kakovostne slike. Preiskava poteka tako, da pridobivamo slike v točno določenem času po aplikaciji kontrastnega sredstva, in sicer takrat, ko so arterije z njim optimalno napolnjene. Tako dobimo dobro kontrastno razmerje med arterijami in okolnim tkivom. Kadar je atenuacija v okolnem tkivu večja ali enaka kot v arterijah, lahko nastanejo artefakti, ki zmanjšajo diagnostično uporabnost slik (Barrett in Keat, 2004).

V različnih študijah Demirpolat et al. (2010), Tseng et al. (2007) in Barmeir et al. (1998) navajajo različne načine izvedbe preiskave in različne tehnične izboljšave. Črtastim artefaktom se zaradi tršanja snopa sevanja ne moremo v celoti izogniti. To so artefakti, ki se pojavijo v obliki temnih prog za objektom, ki ima mnogo večjo atenuacijo, kot njegova okolica. Naštete študije govorijo v prid desnostranski aplikaciji kontrastnega sredstva.

Barmeir et al. (1998) navajajo, da povečana gostota kontrastnega sredstva v vratnih venah lahko privede do črtastih artefaktov.

Demirpolat et al. (2010) so v svoji študiji predstavili artefakte, ki zmanjšajo kvaliteto slike, pogostost njihovega pojavljanja je odvisna od strani aplikacije kontrastnega sredstva. Preiskovance so glede na stran aplikacije razvrstili v dve skupini. Pri pacientih z levostransko aplikacijo so na transverzalnih slikah izmerili najkrajšo razdaljo med prsnico in aornim lokom. Za oceno povezave glede na stran aplikacije in prisotnost refluksa v notranjo jugularno veno (v. jugularis interna – IJV) so ocenili dolžino refluksa v mm na sagitalnih in koronarnih slikah. Enak postopek merjenja so uporabili za desnostransko injiciranje kontrastnega sredstva. Dolžino refluksa so primerjali glede na stran aplikacije. Ocenjevali so tudi prisotnost refluksa v veni subklaviji, brahiocefalični veni in v nekaterih drugih. Ugotovili so, da je do refluksa v IJV prišlo pri 54,4% pacientov. Njegova pogostost in obsežnost sta bili statistično višji ($p=0,03$) pri levostranskem injiciranju. Do refluksa v druge veje vratnih ven je prišlo pri 25 pacientih od 90, pogosteje pri tistih, katerim so kontrast injicirali na levi strani, v 50%, pri desnostranski aplikaciji pa le v 4,5%. Vendar refluks v druge veje vratnih ven ni vplival na obsežnost artefaktov. Črtasti artefakti so bili številčnejši, kadar so za aplikacijo kontrastnega sredstva

uporabili levo roko, njihova pogostost pa je bila neodvisna od strani aplikacije ($p=0,22$), prisotnosti refluksa v vejah vratnih ven ($p=0,29$) in v IJV ($p=0,12$) ter od obsežnosti refluksa ($p=0,22$). Ugotovili so, da je bil pri pacientih z ožjim retrosternalnim prostorom refluks pogostejši, če so kontrast aplicirali v levo roko in da desnostranska aplikacija obvenskih črtastih artefaktov ne prepreči, zmanjša pa njihovo število.

Tseng et al. (2007) so v svojo študijo vključili 364 preiskovancev, ki so jim naredili CT angiografijo karotidnih arterij. 183 so injicirali kontrastno sredstvo v desno roko, 181 pa v levo. Izračunali so volumen refluksa kontrastnega sredstva in izmerili najkrajšo razdaljo med prsnico in aornim lokom oz. njegovimi vejami. Dolžina refluksa je bila večja pri levostranskem injiciranju kontrastnega sredstva ($p<0,001$). Ugotovili so, da normalna utesnitev leve brahiocefalične vene v retrosternalnem prostoru lahko privede do refluksa kontrastnega sredstva v vratne vene. Temu se lahko izognemo, če za aplikacijo kontrastnega sredstva uporabimo desno roko.

Barmeir et al. (1998) so opisali anatomske in hemodinamske vzroke za pojav artefaktov in ustrezne rešitve. Spreminjali so različne parametre slikanja: hitrost injiciranja (2,5–4,8 ml/s), čas zamika slikanja (6–30 s), širina rezine reza (2,7–3,2 mm), pitch (1; 1,5; 2) in količino kontrastnega sredstva (80–140 ml). Ugotovili so, da je bilo manj artefaktov na slikah pri tistih pacientih, ki so jim spremenili stran aplikacije kontrastnega sredstva iz leve na desno roko.

De Monyé et al. (2006) so primerjali smer skeniranja glede na obarvanost arterij in prisotnost artefaktov. V raziskavo so vključili 80 preiskovancev, ki so jih razdelili v dve enaki skupini. V prvi so opravili smer slikanja v kavdo–kranialni smeri, v drugi pa v kranio–kavdalni. Ostali parametri so bili za obe skupini isti. Črtasti artefakti nastanejo zaradi nerazredčenega kontrastnega sredstva, ki teče po veni subklaviji, brahiocefalični veni in zgornji veni kavi, saj se skeniranje začne, preden se aplikacija zaključi. Če izberemo smer slikanja kranio–kavdalno, se črtastim artefaktom lahko izognemo. S to metodo so sicer dobili nekoliko manjšo atenuacijo v karotidnih arterijah in veliko manjšo v zgornji veni kavi, lahko pa so bolje ocenili ascendentno aorto in izstopišča iz aortnega loka. Povprečno število artefaktov je bilo večje pri tisti skupini preiskovancev, pri katerih je bila smer skeniranja kranio–kavdalna ($p<0,001$).

NAMEN

Namen raziskave je oceniti kakovost slik pri CTA preiskavah vratnih arterij, na katero vplivajo črtasti artefakti in venski refluks. Primerjali smo ali obstajajo razlike v kakovosti med slikami preiskovancev, ki jim je bilo kontrastno sredstvo injicirano v levo roko in tistih, ki jim je bilo injicirano v desno.

MATERIALI IN METODE

Preiskovanci

V raziskavo je bilo vključenih 50 preiskovancev, ki so bili napoteni na CTA preiskavo vratnih arterij zaradi kliničnega suma na patologijo teh arterij. Naključno smo jih razdelili v dve

enako veliki skupini. V prvo skupino jih je bilo vključenih 25 (13 moških, 12 žensk, povprečna starost $67 \pm 14,23$ let, razpon starosti 37 do 85 let), njim smo kontrastno sredstvo injicirali v levo roko. Tudi v drugi skupini jih je bilo 25 (15 moških, 10 žensk, povprečna starost $69 \pm 10,76$ let, razpon starost od 38 do 86), njim pa smo kontrastno sredstvo injicirali v desno roko. Raziskava je bila retrospektivna. Ker so bili pacienti naključno izbrani in zaradi pridobivanja podatkov za raziskavo nismo vplivali na potek preiskav, za dovoljenje Komisije RS za medicinsko etiko nismo zaprosili. Pacientom so kontrastno sredstvo injicirali v levo roko le v primerih, ko vstavev kanile v desno roko ni bila mogoča.

CTA protokol

CTA preiskave karotidnih arterij so bile opravljene na aparatu Siemens Sensation Open 40. Slike smo pridobili s spiralno tehniko pri napetosti na cevi 120 kV in avtomatskim prilagajanjem toka v cevi (CareDose). Aktivna širina detektorjev je bila 40 x 0,6 mm, debelina reza 0,75 mm, rekonstrukcijski inkrement pa 0,4. Skeniranje je potekalo v kavdo–kranialni smeri. Uporabili smo neionsko jodovo kontrastno sredstvo s koncentracijo joda 400 mg/ml (Iomeron 400), za aplikacijo pa Medradovo avtomatsko brizgo in intravensko kanilo s prehodnostjo 18 G. Količina kontrastnega sredstva je bila pri vseh pacientih enaka, in sicer 80 ml, s pretokom 4 ml/s. Začetek skeniranja smo določili s pomočjo avtomatske zaznave koncentracije kontrastnega sredstva (bolus tracking technique), interesno področje v ascendentni aorti in prag 100 Hounsfieldovih enot (HU).

Pridobljene slike so bile rekonstruirane v tehniki prikaza največje intenzitete (MIP – maximum intensity projection) in sicer v koronarni in sagitalni ravnini. Debelina rezov je bila 3 mm, razmik med slikami pa 1 mm. Sagitalne slike so bile rekonstruirane glede na lego razcepišča skupne karotidne arterije na notranjo in zunanjo.

Analiza slik

Na CT slikah, ki so bile rekonstruirane v MIP tehniki, smo retrospektivno ocenjevali prisotnost črtastih artefaktov (zaradi kontrastnega sredstva v veni subklaviji in brahiocefalični veni) v višini izstopišč vratnih arterij in pojav venskega refluksa v njih.

Slike so neodvisno ocenjevali trije radiološki inženirji z večletnimi izkušnjami. Črtaste artefakte v višini izstopišč vratnih arterij so ocenjevali na transversalnih in koronarnih CT slikah, in sicer z lestvico od 0 do 2, kjer je 0 pomenilo, da artefaktov ni, 1 prisotnost artefaktov, ki nimajo diagnostičnega vpliva na ocenjevanje slik in 2 prisotnost artefaktov, ki imajo diagnostični vpliv na kakovost slik (artefakti, ki lahko simulirajo lažno pozitivne stenoze ali disekcije vratnih arterij). S statistično analizo smo nato ocenjevali pogostost artefaktov glede na to, v katero roko je bilo kontrastno sredstvo injicirano.

Dolžino refluksa v IJV smo v centimetrih izmerili na koronarnih ali sagitalnih CT slikah, rekonstruiranih v MIP tehniki. Nato smo primerjali dolžino refluksa glede na stran injiciranja kontrastnega sredstva in vpliv refluksa na diagnostično kakovost slik. Prav tako smo ocenjevali prisotnost refluksa v

drugih venah (paravertebralnih in mediastinalnih ter zunanji jugularni veni).

Statistična analiza

Pridobljeni rezultati so bili statistično obdelani z računalniškim programom SPSS.

Za ugotavljanje statističnih razlik med levo in desnostranskim injiciranjem kontrastnega sredstva glede na starost pacienta in dolžino IJV refluksa smo uporabili Hi2 test. Z istim testom smo ugotavljali tudi razlike v pojavnosti IJV refluksa in refluksa v druge vene ter prisotnost črtastih artefaktov v višini izstopišč vratnih arterij glede na stran injiciranja.

S t-testom primerjave povprečij pa smo proučevali razlike med levo in desnostranskim injiciranjem glede na spol.

REZULTATI

Najprej smo ocenjevali pogostost injiciranja kontrastnega sredstva na levi in desni strani glede na starost in spol in ugotavljali razlike v dolžini IJV refluksa glede na stran injiciranja. Pridobljeni rezultati so prikazani v tabeli 1.

Tabela 1: Levo in desnostransko injiciranje kontrastnega sredstva ter dolžina IJV refluksa glede na starost in spol

	leva roka (n=25)	desna roka (n=25)	p-vrednost
starost	67,00±14,23	69,80±10,76	0,437
spol (m/ž)	13/12	15/10	0,569
dolžina IJV refluksa	3,78±0,63	2,66±0,47	0,186

Ugotovili smo, da glede na povprečno starost in spol med preiskovanci, ki jim je bilo kontrastno sredstvo injicirano v levo in tistimi, ki jim je bilo injicirano v desno roko, ni bilo statistično značilnih razlik ($p > 0,05$) (tabela 1).

Dolžina IJV refluksa je bila nekoliko večja (v povprečju 1,12 cm) pri preiskovancih, ki so jim kontrastno sredstvo injicirali v levo roko. Toda med skupinama tudi v dolžini IJV refluksa ni bilo statistično značilne razlike ($p > 0,05$) (tabela 1).

Nato smo primerjali pojavnost IJV refluksa glede na stran injiciranja, rezultati so prikazani v tabeli 2.

Tabela 2: Razmerje med pojavnostjo IJV refluksa pri desno in levostranskem injiciranju kontrastnega sredstva

stran injiciranja	IJV refluks				p-vrednost
	ne		da		
	n	%	n	%	
desna roka	16	64,0	9	36,0	0,564
leva roka	14	56,0	11	44,0	

IJV refluks je bil prisoten pri 20 preiskovancih (40%), in sicer pri 9 (36%), ki so jim kontrastno sredstvo injicirano v desno ter pri 11 (44%), ki so jim ga injicirali v levo roko. Med skupinama ni bilo statistično značilne razlike v pojavnosti IJV refluksa ($p > 0,05$) (tabela 2).

Prav tako smo ocenjevali prisotnost refluxa v druge vene glede na desno oz. levo stran injiciranja. Rezultati so prikazani v tabeli 3.

Tabela 3: Razmerje med pojavnostjo refluxa v druge vene pri desno in levostranskem injiciranju kontrastnega sredstva

stran injiciranja	refluks v druge vene				p-vrednost
	ne		da		
	n	%	n	%	
desna roka	14	56,0	11	44,0	0,774
leva roka	10	40,0	15	60,0	

Pojavnost refluxa v druge vene je nekoliko večja pri preiskovancih, ki so jim kontrastno sredstvo injicirali v levo roko, vendar pa med skupinama ni statistično značilne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 4 prikazuje rezultate ocenjevanja črtastih artefaktov v višini izstopišč vratnih arterij pri obeh skupinah preiskovancev.

Tabela 4: Prisotnost in vpliv črtastih artefaktov v višini izstopišč vratnih arterij na kvaliteto slike glede na stran injiciranja kontrastnega sredstva

stran injiciranja	vpliv artefakta, ocena						p-vrednost
	0		1		2		
	n	%	n	%	n	%	
desna roka	15	60,0	8	32,0	2	8,0	0,001
leva roka	4	16,0	9	36,0	12	48,0	
IJV refleks							
da	7	35,0	7	35,0	6	30,0	0,934
ne	12	40,0	10	33,33	8	26,67	
refluks v druge vene							
da	8	30,77	10	38,46	8	30,77	0,546
ne	11	45,83	7	29,17	6	25,005	

Ugotovili smo, da so se črtasti artefakti v višini izstopišč vratnih arterij pojavili pri 40% preiskovancev, katerim je bilo kontrastno sredstvo injicirano v desno roko in pri 84% tistih, ki jim je bilo injicirano v levo, kar predstavlja statistično značilno razliko ($p < 0,05$) med skupinama. Predvsem je razlika opazna pri vplivu artefaktov na diagnostično kakovost slik. Pri levostranskem injiciranju kontrastnega sredstva je bil pri 48% preiskovancev vpliv artefakta diagnostično pomemben, pojavili so se artefakti, ki lahko simulirajo lažno pozitivne stenoze ali disekcije vratnih arterij. Na slikah preiskovancev, ki so jim kontrast injicirali v desno roko, so bili takšni artefakti prisotni le v 8% (tabela 4).

RAZPRAVA

Venski refleks, srčno popuščanje, anevrizme aorte, stenoze brahiocefalične vene in sindrom zgornje vene kave so pogosti razlogi za zastajanje kontrastnega sredstva v venah (Demirpolat et al., 2010). Predvsem je problematično zastajanje

kontrastnega sredstva v levi brahiocefalični veni, saj poteka tik nad aortnim lokom in na slikah pogosto povzroča pojav črtastih artefaktov na področju izstopišč vratnih arterij. Le ti so se v naši raziskavi pojavili pri 84% preiskovancev, katerim so kontrastno sredstvo injicirali v levo kubitarno veno, kar je za polovico več kot pri tistih, ki so jim ga injicirali v desno. Večjo pojavnost artefaktov pri levostranski aplikaciji kontrastnega sredstva pripisujejo daljšemu venskemu sistemu na levi strani. V primerjavi z raziskavo, ki so jo naredili Demirpolat et al. (2010) je bila pojavnost črtastih artefaktov v našem primeru večja, kar lahko pripišemo višji koncentraciji kontrastnega sredstva.

Pojavnost in dolžina IJV refluxa je bila nekoliko večja (v povprečju 1,12 cm) pri preiskovancih, katerim so kontrastno sredstvo injicirali v levo roko. S tem smo prišli do podobnih spoznanj kot v raziskavah, ki so jih naredili Demirpolat et al. (2010) in Barmeir et al. (1998).

ZAKLJUČEK

Naša raziskava je podobno kot druge, pokazala da so črtasti artefakti in refleks v notranjo jugularno veno pogostejši pri levostranski aplikaciji kontrastnega sredstva. Zato se, če je le možno, odločimo za vstavev kanile v desno roko. Zavedati pa se moramo, da se, ne glede na stran injiciranja kontrastnega sredstva, refleksu in črtastim artefaktom ne moremo izogniti.

Pojavnost artefaktov in IJV refluxa bi lahko zmanjšali z uporabo nižje koncentracije kontrastnega sredstva, vendar to ne bi bilo smiselno, saj za ocenjevanje žil potrebujemo pri CTA preiskavi čim bolj opacificirane žile, zato da dobimo dobro kontrastnost žil glede na okolno tkivo. Morda pa bi bila zanimiva primerjava pojavnosti artefaktov in IJV refluxa pri dveh različnih koncentracijah kontrastnega sredstva.

LITERATURA

Barrett J, Keat N (2004). Artifacts in CT: Recognition and Avoidance. *RadioGraphics* 24 (6): 1679–91.

Barmeir E, Tann M, Zur S, Braun J (1998). Improving CT angiography of the carotid artery using the »right« arm. *AJR* 170 (6): 1657–8.

Demirpolat G, Yüksel M, Kavukçu G, Tuncel D (2011). Carotid CT angiography: comparison of image quality for left versus right arm injections. *Diagn Interv Radiol* 17(3):195–8.

De Mony C, de Weert T, Zaalberg W et al. (2006). Optimization of CT angiography of the carotid artery with a 16-MDCT scanner: Craniocaudal scan direction reduces contrast media – related perivenous artifacts. *AJR* 186 (6):1737–45.

Tseng Y, Hsu H, Lee T, Chen C (2007). Venous reflux on carotid computed tomography angiography: Relationship with left – arm injection. *Journal of computed assisted tomography* 31 (3): 360–4.