

---

# CO<sub>2</sub> NEGATIVNO KONTRASTNO SREDSTVO IN ANGIOFLUSH SET III MANAGEMENT SYSTEM

## CO<sub>2</sub> CONTRAST MEDIA AND ANGIOFLUSH SET III MANAGEMENT SYSTEM

Blaž Korbun, dipl. inž. rad., Klinični inštitut za radiologijo, Zaloška 7, Ljubljana

### **IZVLEČEK**

Ogljikov dioksid se uporablja kot nadomestno kontrastno sredstvo namesto ionskih kontrastnih sredstev. Zaradi nizke specifične teže spada med negativna kontrastna sredstva. Po aplikaciji v ožilje ogljikov dioksid nadomesti kri, zato se lahko ožilje radiografsko prikaže. Ker je ogljikov dioksid plin, je potrebno upoštevati nekatera varnostna načela, da se prepreči kontaminacija, eksplozivna aplikacija in kopičenje plina v žilah. Ogljikov dioksid ima pred ionskimi kontrastnimi sredstvi nekaj pomembnih prednosti: je naravni produkt, zato ne povzroča preobčutljivostnih reakcij, ni škodljiv za ledvica in jetra, uporabimo lahko neomejene količine plina.

### **ABSTRACT**

The gas produces a negative contrast because of its low density. When injected into a blood vessel, carbon dioxide bubbles displace blood, allowing for vascular imaging. Because carbon dioxide is a gas, some safety precautions should be taken to avoid contamination, explosive delivery and gas trapping in vessels. There are several significant advantages of carbon dioxide over iodinated contrast media: carbon dioxide is a natural byproduct and has no chance for hypersensitivity reaction, there is no renal and hepatic toxicity, unlimited amount can be used for vascular imaging.

# 1 UVOD

Razvoj kontrastnih sredstev na področju diagnostične medicine je iz leta v leto večji. Odpirajo se vedno nova področja njihove uporabe.

Zaradi dobrega sodelovanja z inženirjem medicinske radiologije E. Železnikom (Kantonspital Spital AG; Frauenfeld, Švica), je prim. dr. J. Klančar aprila 2002 prvi uveljavil to diagnostično metodo v slovenskem prostoru in jo nadgradil z interventnimi posegi.

Nezaželeni učinek, ki se lahko pojavi pri invazivnih posegih je reakcija na kontrastna sredstva (KS). Uporaba novih KS je zmanjšala tveganje hujših reakcij na manj kot en primer na 80.000 preiskav. Nevarnost pri preiskavi je tudi poškodba ožilja na mestu vboda z angiografsko iglo ali kjerkoli po poteku žile. V zadnjih nekaj letih so se angiografske tehnike tako izpopolnile, da ne omogočajo več samo diagnostičnih preiskav, ampak tudi določene vrste zdravljenj. Zaradi tega v nekaterih primerih ni več potrebno kirurško posredovanje.

## 2 OGLJIKOV DIOKSID KOT KONTRASTNO SREDSTVO

Ogljikov dioksid je plin, ki je v telesu tudi sicer prisoten in ni alergen. Spada med negativna kontrastna sredstva. To so plini, kateri zaradi majhne atomske in specifične teže slabše absorbirajo rentgenske žarke kot sosednja tkiva in tako tvorijo velik radiografski kontrast. Ta

kontrastna sredstva so manj nevarna od drugih kontrastnih sredstev (pozitivnih).

Ogljikov dioksid kemično vezan in fizikalno raztopljen potuje v krvi po telesu in ga izdihujemo skozi pljuča.

Plin  $\text{CO}_2$ , ki ga intravaskularno vbrizgamo v telo, pri določeni količini kri najprej izpodrine. Ravno ta faza se uporablja za pridobivanje slik ožilja. S tem se poveča razlika v gostoti med ožiljem, ki je napolnjeno s plinom in med mehкими tkivi, ki ga obdajajo.

Vir ogljikovega dioksida je jeklenka z visoko očiščenim  $\text{CO}_2$  plinom, medicinske kakovosti.

### 2.1 Indikacije za uporabo $\text{CO}_2$

$\text{CO}_2$  se uporablja kot kontrastno sredstvo pri pacientih s srčnim popuščanjem, odpovedjo ledvic, z alergijami na jod v anamnezi in pri zahtevnejših intervencijskih posegih (postavitve stent grafta in izključitev zatekanja krvi mimo stent grafta, krvavitev iz prebavil z morebitno embolizacije le-te, pri embolizaciji tumorjev parenhimskih organov, za prikaz trombembolije ali tromboze arterij spodnjih ekstremitet s trombektomijo).

### 2.2 Kontraindikacije za uporabo $\text{CO}_2$

$\text{CO}_2$  se ne uporablja za slikanje organov nad trebušno prepono, ker v tem primeru obstaja možnost embolije koronarnih in možganskih arterij. Odsvetovana je tudi

---

uporaba CO<sub>2</sub> pri bolnikih z desno-levim šantom, zaradi možnosti paradoksalne plinske embolije.

### 2.3 Fizikalne lastnosti CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> je plin brez barve in vonja. Ker ga navidezno ne moremo ločiti od zraka, je pri nepravilni aplikaciji CO<sub>2</sub> možna kontaminacija sistema za vbrizg plina z zrakom. Zrak je mnogo slabše topen v krvi kot CO<sub>2</sub>, zato lahko pride do resnih zapletov. Za varno in učinkovito uporabo CO<sub>2</sub> pri angiografiji je potrebno poznati nekatere tipične značilnosti CO<sub>2</sub>:

- **Topnost:** CO<sub>2</sub> je približno dvajsetkrat bolj topen v krvi kot kisiku. Po aplikaciji v žilo se mehurčki CO<sub>2</sub> popolnoma raztopijo v času 2 - 3 minute. Če je plin ujet, na primer v večji abdominalni anevrizmi, lahko pride do izmenjave plinov med CO<sub>2</sub> in dušikom v krvi. Posledica je lahko okluzija spodnje mezenterične arterije in ishemija debelega črevesja. Vbrizgi CO<sub>2</sub> si morajo slediti v presledku 2 - 3 minute, da ne pride do lokalnega kopičenja mehurčkov plina, kar lahko privede do klinično pomembne plinske embolije, posebno v pljučni arteriji.
- **Vzgon plina:** CO<sub>2</sub> se ne meša s krvjo, tako kot ostala kontrastna sredstva. Je lažji kot krvna plazma, zato plava nad krvjo. Ko vbrizgamo CO<sub>2</sub> v velike žile (aorta ali zgornja vena kava), je večja količina plina na anteriorni strani žile, posteriorni del pa s CO<sub>2</sub> ni popolnoma zapolnjen. Premer žile na sliki je tako

lahko navidezno manjši kot je v resnici. Ta fizikalna lastnost CO<sub>2</sub> se pri angiografiji izkaže kot slabost. To lahko kompenziramo z večjo količino CO<sub>2</sub> in s tem, da je pacient nameščen v ustrezen položaj (izkoriščamo vzgon). Zaradi vzgona plina mora biti področje, ki ga preiskujemo, višje od ostalih struktur.

Pri prikazovanju žil spodnjih ekstremitet podložimo pacientove noge za 15° do 20°. Večji pretok plina in boljše polnjenje arterij spodnjih ekstremitet izboljša tudi istočasna intraarterijska aplikacija 100 - 200 mg nitroglicerina.

Boljše polnjenje ledvičnih arterij se doseže, če pacienta obrnemo za 30°. Če se ledvične arterije ne napolnijo dovolj, je potrebna kateterizacija in selektivna napolnitev arterije z CO<sub>2</sub>.

Vzgon plina ne predstavlja problema pri prikazovanju manjših žil (premer < 10mm), kjer plin nadomesti več kot 80% volumna krvi.

- **Stisljivost:** CO<sub>2</sub> je stisljiv plin. V injektorju je pod pritiskom. Po vbrizgu v žilo se plin hitro razteza. Pred vbrizgom je potrebno kateter sprati z nekaj ml CO<sub>2</sub>, da se zmanjša eksplozivnost vbrizga. Možnost, da bi eksplozivna aplikacija povzročila poškodbe ožilja je zelo majhna, povzroča pa neprijeten občutek med vbrizgom kontrastnega sredstva. Nizka viskoznost in stisljivost CO<sub>2</sub> sta v nekaterih primerih (ugotavljanje izvora

krvavitve) pomembna faktorja za večjo učinkovitost CO<sub>2</sub> v primerjavi z ionskimi kontrastnimi sredstvi.

- **Viskoznost:** CO<sub>2</sub> ima približno štiristokrat nižjo viskoznost kot ionska kontrastna sredstva. Nizka viskoznost omogoča prikazovanje žilja s katetri zelo majhnih premerov. S tem se zmanjša premer mesta punkcije, zato je manjše tveganje naknadne krvavitve, skrajša pa se tudi čas opazovanja pacienta po preiskavi.

## 2.4 Kontaminacija z zrakom

Ker je CO<sub>2</sub> neviden plin, je pri njegovi uporabi prisotna nevarnost kontaminacije sistema za vbrizg plina z zrakom. Zrak je mnogo slabše topen v krvi kot CO<sub>2</sub> in lahko povzroči zaporo ožilja. Če pride do kontaminacije, je zaradi lastnosti plinov navidezno ne moremo zaznati. Za angiografije je potrebno uporabiti čisti vir CO<sub>2</sub>, medicinske kakovosti. Možnost kontaminacije z zrakom zmanjšuje uporaba zaprtega sistema za doziranje. Vsi konektorji in ventili morajo biti brezhibni in zrakotesni. Zaklopke so običajno enosmerne, da preprečujejo vstop zraka v sistem.

Po vbrizgu CO<sub>2</sub> v vene, se plin v pljučni arteriji raztopi v 10 - 30 sekundah. Če plin ostane dalj časa viden, moramo upoštevati tudi možnost kontaminacije z zrakom.

## 3 CO<sub>2</sub> ANGIO-SET

Naprava za odmerjanje in vbrizg plina (Angioflush III Fluid management System): set vsebuje posebno navojno brizgalko 50ml, plastično vrečko (volumna 1500 cm<sup>3</sup>) za shrambo CO<sub>2</sub> in tri sistemski ventil z vrtljivim jedrom. Ta ventil omogoča tri različne načine povezave :

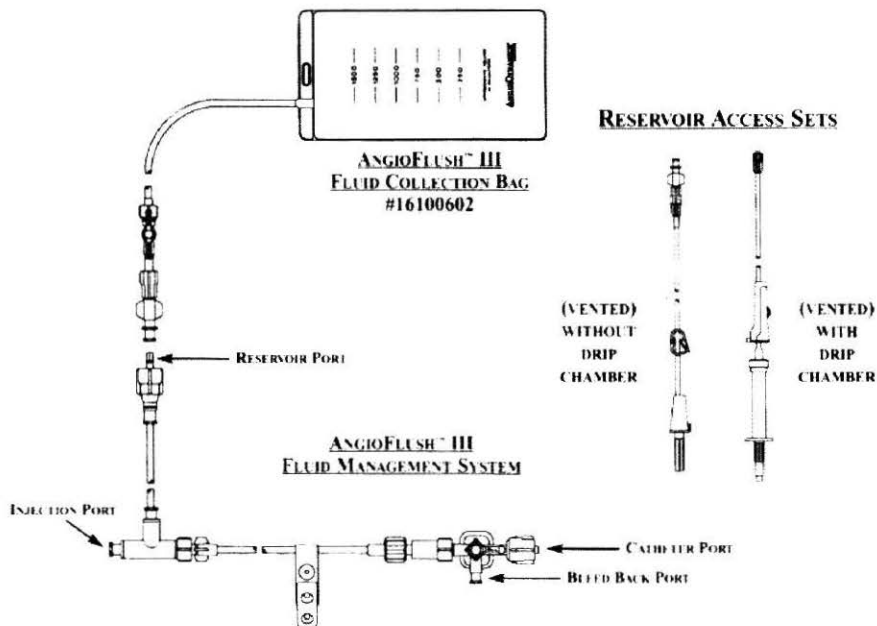
- povezavo brizgalke in dovoda (plastične vrečke napolnjene s CO<sub>2</sub>),
- povezavo brizgalke z odvodom (angio kateter),
- povezavo z infuzijskim sistemom.

### 3.1 Priprava seta pred posegom

Pred uporabo seta je potrebno plastično vrečko večkrat napolniti s CO<sub>2</sub> in izprazniti. S tem postopkom izločimo prisotnost zraka v plastični vrečki. Tako pripravljeno vrečko zopet napolnimo s CO<sub>2</sub> in jo priključimo na sistem, ki ga prav tako tako speremo z nekaj ml CO<sub>2</sub>. Zelo pomembno pri pripravi seta je, da so vsi priključki in ventili popolnoma zaprti. S tem izločimo kontaminacijo sistema z zrakom.

## 4 PRIPRAVA BOLNIKA PRED POSEGOM

Pred posegom radiolog, ki izvaja preiskavo, razloži bolniku potek preiskave in možne zaplete med njo ter postopke za njihovo reševanje.



Slika 1: Set ANGIOFLUSH III

Zaradi preprečitve morebitnih komplikacij (nausea, kolike, diareje), pacientu damo kisikovo masko (pretok 8ml/s) ali nazalno sondo (pretok 3ml/s).

Pred apliciranjem CO<sub>2</sub> mora radiološki inženir namestiti pacienta v primeren položaj, tako da je preiskovani organ dvignjen, da plin (zaradi vzgona) lahko zapolni žilje preiskovanega organa.

## 5 PRIMER UPORABE CO<sub>2</sub> KOT KONTRASTNEGA SREDSTVA: AORTOGRAFIJA

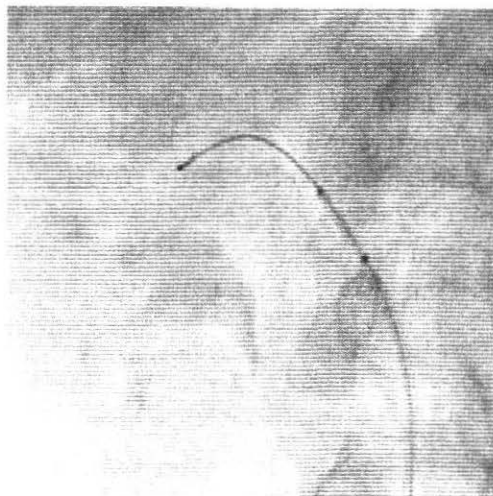
Za prikazovanje aorte je običajni odmerek 50 ml CO<sub>2</sub>, ki ga apliciramo v polovici sekunde.



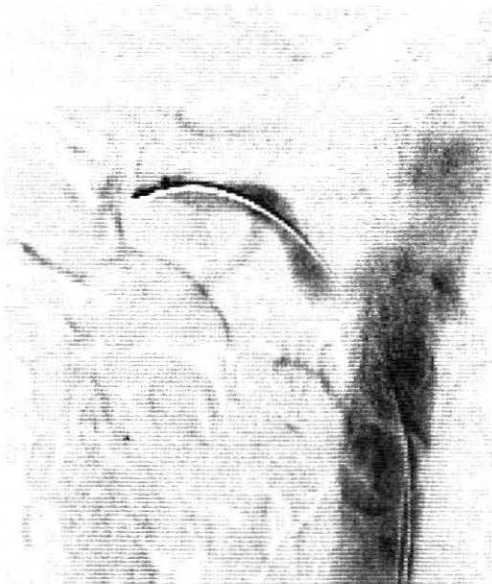
Slika 2: Aortografija, desna stran pacienta je nekoliko privzdignjena (KIR 2002, prim. dr. J. Klančar)



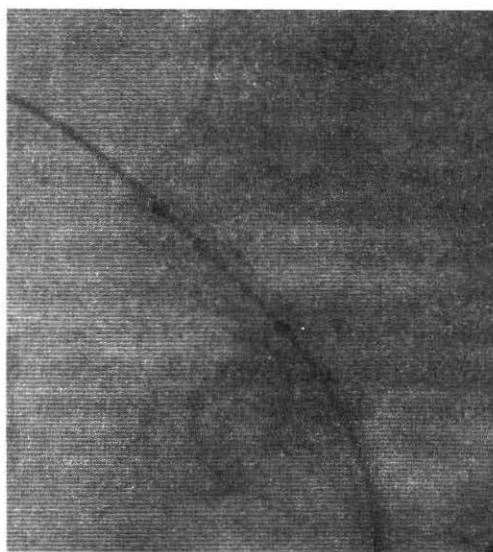
Slika 3: Selektivna renalna angiografija, prikaz stenoze na deblu a. renalis dex. (KIR 2002, prim. dr. J. Klančar)



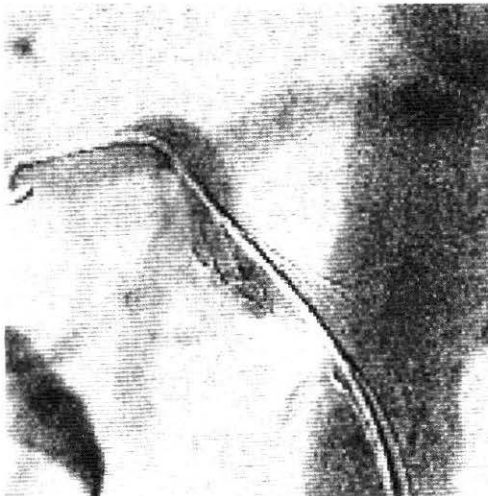
Slika 5: Kontrola pozicije stenta s CO<sub>2</sub> po vodilnem katetru (KIR 2002, prim. dr. J. Klančar)



Slika 4: Stenoza na desni renalni arteriji kljub dilataciji le delno popusti, zato je indiciran kratek stent (KIR 2002, prim. dr. J. Klančar)



Slika 6: Dilatacija stenta (KIR 2002, prim. dr. J. Klančar)



Slika 7: Kontrolna aortografija po stentiranju (KIR 2002, prim. dr. J. Klančar)

## 6 ZAKLJUČEK

Ugotovimo lahko, da je CO<sub>2</sub> uporabno (negativno) kontrastno sredstvo pri interventnih in diagnostičnih posegih in je strogo indicirano pri bolnikih z renalno insuficienco (kreatinin nad 180 mmol/l) in dokazani alergiji na jodna kontrastna sredstva.

Za učinkovito in varno uporabo CO<sub>2</sub> je potrebno poznati vse njegove fizikalne lastnosti. Možnost kontaminacije sistema za vbrizg CO<sub>2</sub> z zrakom je velika, če ne upoštevamo vseh varnostnih predpisov.

Izkazalo se je, da da CO<sub>2</sub> zaradi svojih lastnosti več informacij kot ostala kontrastna sredstva, zlasti pri krvavitvah iz prebavil, ledvičnih tumorjih in kolateralnih cirkulacijah. Bolj uporaben je za prikaz žilja distalnih segmentov spodnjih okončin ter pri medeničnih žilnih okluzijah. Prav tako se je CO<sub>2</sub>

izkazal kot odlično negativno kontrastno sredstvo za retrogradni prikaz vene porte (preko okluzijskega katetra v desni veni hepatici), pri TIPS-u.

Pri pacientih, ki so preobčutljivi na ionska kontrastna sredstva, CO<sub>2</sub> predstavlja edino možnost za izvedbo diagnostične preiskave in interventnega posega.

Z razvojem tehnologije, ki gre predvsem v smeri izboljšanja načina aplikacije in v smeri izboljšanja kvalitete slike, bo CO<sub>2</sub> verjetno v večji meri nadomestil ionska kontrastna sredstva, ki povzročajo več negativnih odzivov organizma.

---

## LITERATURA

1. Curry TS, Dowdey JE, Murry RC. Christensen's physics of diagnostic radiology. 4th ed., Lea & Febiger, London, 1990; 392 – 431.
2. Tabor L, Jevtič V, Pavčnik V. Radiologija. Ljubljana: Medicinski razgledi, 1996: 43 -50, 137 – 138.
3. Caridi J, Hawkins D. Carbon dioxide digital subtraction angiography. Midwest Institute for Interventional Therapy Presentations, 2002. Dostopno na internetu: [http://www.miiit.com/2002/abst/caridi\\_CO2.pdf](http://www.miiit.com/2002/abst/caridi_CO2.pdf) , 8.10.2002
4. Sos TA, Trost D. Peripheral angiography: Contrast saving strategies in the digital age. Medicamundi 1997; 41: 7. Dostopno na internetu: [http://www.medical.philips.com/news/publications/assets/documents/mm\\_vol41\\_no2/Art05.pdf](http://www.medical.philips.com/news/publications/assets/documents/mm_vol41_no2/Art05.pdf) , 8.10.2002
5. Caridi J. CO<sub>2</sub> digital subtraction angiography. Society of Cardiovascular & Interventional Radiology, 1999. Dostopno na internetu:
6. [http://www.scvir.org/members/slideset/slides/CO<sub>2</sub> text.doc](http://www.scvir.org/members/slideset/slides/CO2_text.doc), 15.12.2002
7. Kyung JC, Hawkins I. Carbon dioxide angiography. eMedicine Journal 2002 Feb; 3(2) Dostopno na internetu: <http://www.emedicine.com/radio/topic870.htm> , 8.10.2002.
8. Lancaster J. Advanced diagnostic imaging, Chapter 10. The Research Imaging Center, University of Texas. Dostopno na internetu: <http://ric.uthtscsa.edu/personalpages/lancaste/DI-IIChapters/DIchap10.doc>, 8.10.2002
9. Rentgenogrami: Klinični center Ljubljana, Klinični inštitut za radiologijo, 2002, prim. dr. J. Klančar