

Koronarne arterijske kolaterale

Collaterals of the coronary arteries

Rado Starc*

Deskriptorji:
koronarne arterije kolaterale
ishemična bolezen srca

Descriptors:
coronary arteries collaterals
ischemic heart disease

Izvleček. Avtor v članku obravnava funkcionalno anatomijo, fiziologijo, patofiziologijo, koronarografijo in klinični pomen koronarnih arterijskih kolateral pri bolnikih z ishemično boleznijo srca. Koronarne arterijske kolaterale omogočajo prekrvitev področja srčne mišice, ki ga oskrbuje pomembno zožena ali zaprta koronarna arterija. Kolateralna cirkulacija lahko zmanjša obseg in stopnjo ishemije srčne mišice. Prav tako lahko tudi zmanjša obseg srčnega infarkta ali pa celo prepreči njegov razvoj.

Abstract. The main features of functional anatomy, physiology, pathophysiology and coronary angiography are presented and the clinical importance of coronary artery collaterals in patients with ischemic heart disease is discussed. Coronary artery collaterals can provide perfusion of the regions compromised by the significantly narrowed or occluded coronary arteries. The collaterals appear to reduce the extent and the degree of myocardial ischemia, as well as the size of myocardial infarction. The presence of collaterals occasionally can even prevent the development of myocardial infarction.

Uvod

Kolaterale koronarnih arterij (KA) so arterijske anastomoze, ki poleg kapilar povezujejo koronarne arterije med seboj (interarterijske koronarne anastomoze). V žargonu jim pravimo kolaterale. Po teh pomožnih ali stranskih žilah poteka kolateralni krvni obtok, ki koronarnim bolnikom pogosto rešuje življenje, preprečuje razvoj srčnih infarktov in dviguje kakovost življenja. V članku opisujem vlogo in klinični pomen kolateral.

Kolaterale v fizioloških pogojih

Za razliko od venskih anastomoz, ki so številne in velike, pogosto z notranjim premerom 1–2 mm, so arterijske anastomoze v zdravem človeškem srcu v notranjem premeru široke okrog 40 mikronov (1). V predhodnih raziskavah je bilo ugotovljeno, da so fiziološke kolaterale lahko široke tudi 100 mikronov ali več (2). V fizioloških pogojih kri zaradi odsotnosti tlačnih razlik med KA ne teče, tako da kolaterale v teh pogojih nimajo praktičnega pomena. Zato jih imenujemo tudi speče kolaterale.

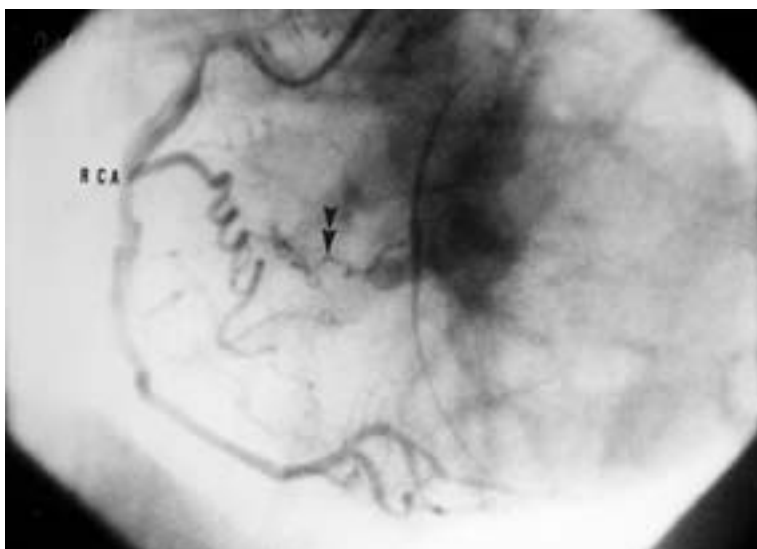
Živalske vrste se po številu in razporeditvi spečih kolateral med seboj razlikujejo. Tudi med ljudmi obstajajo v fizioloških pogojih velike razlike v številu in razporeditvi kolateral. Posebej številne so kolaterale na sprednji in zadnji površini prekatov, na konici in križu srca (crux cordis), pa tudi na področju preddvorov in medprekatnega pretina. Med najbolj pomembne spadajo epikardijske kolaterale, ki potekajo po površini obeh prekatov in povezujejo vse tri velike koronarne arterije.

*Doc. dr. sc. Rado Starc, dr. med., Center za bolezn srca in ožilja, Klinični center, Zaloška 7, 61000 Ljubljana.

Kolaterale v bolezenskih pogojih

Kolaterale so v glavnem pridobljene (npr. pri ishemični bolezni srca), le izjemoma so prisotne že ob rojstvu (npr. nepravilno izstopišče KA iz pljučne arterije).

Ob bolezenskih pogojih se speče kolaterale razširijo. Nastanejo pa tudi nove kolaterale, ki se od spečih kolateral bistveno ločijo tudi po morfoloških značilnostih in ne samo po premeru. Speče kolaterale so ravne oz. rahlo zvijugane ne glede na premer, medtem ko so kolaterale, ki povezujejo visokotlačno odprto KA in zoženo (zaprto) nizkotlačno KA, povečane, podaljšane in zelo zvijugane oz. skodrane (slika 1). Zdi se, da je zvijuganost kolateral posledica visokega tlaka in utripajočega pretoka krvi. Prepoznamo jih tudi pri obdukciji (2).



Slika 1. Zvijugana Kuglova kolateralna (puščica) iz desne koronarne arterije (RCA) k zaprti levi sprednji descedentni koronarni arteriji. Koronarografski posnetek RCA v levi sprednji polstranski projekciji.

Patofiziologija nastanka kolateral

Kolaterale v bolezenskih pogojih nastanejo, ko v večji KA zaradi pomembne zožitve ali zapore tlak za oviro (poststenotični tlak) pomembno pade. Zaradi nizkega poststenotičnega tlaka v bolni KA nastane v spečih kolateralah, ki povezujejo normalno in bolno KA, tlačna razlika. Tlačna razlika poganja kri od visokotlačne normalne KA preko spečih kolateral k nizkotlačni pomembno zoženi ali zaprti KA. Žilni stres in vazodilatatorji, ki se sproščajo ob ishemiji srčne mišice, spodbujajo širjenje obstoječih in nastanek novih žil. Posledica tega je, da se področje srčne mišice, ki ga oskrbuje zožena KA oz. ki naj bi ga oskrbovala zaprta KA (slika 2), oskrbuje preko kolateral (slika 1, slika 3 in slika 4). Pretočna sposobnost kolateral ni velika. Ocenjujejo, da dobro razvite kolaterale



Slika 2. Zaprta (puščica) leva sprednja descendenta koronarna arterija (LAD) pri bolnici brez prebolelega srčnega infarkta. Koronarografski posnetek leve koronarne arterije v lateralni projekciji.

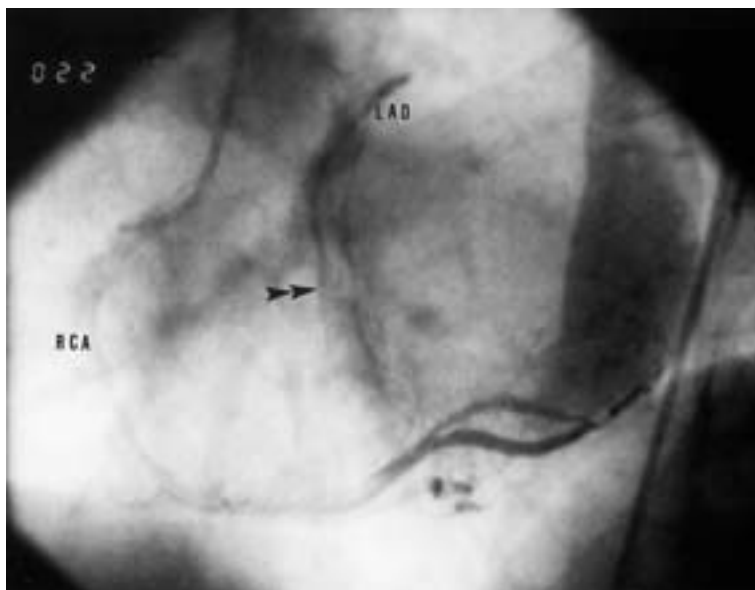
pri zaprti KA dajejo tak pretok, kot ga anterogradno daje 90 % zožitev premera svetline KA (3). Kljub navidezni majhni pretočni sposobnosti imajo kolaterale velik klinični pomen.

Nenadna zavora koronarne arterije

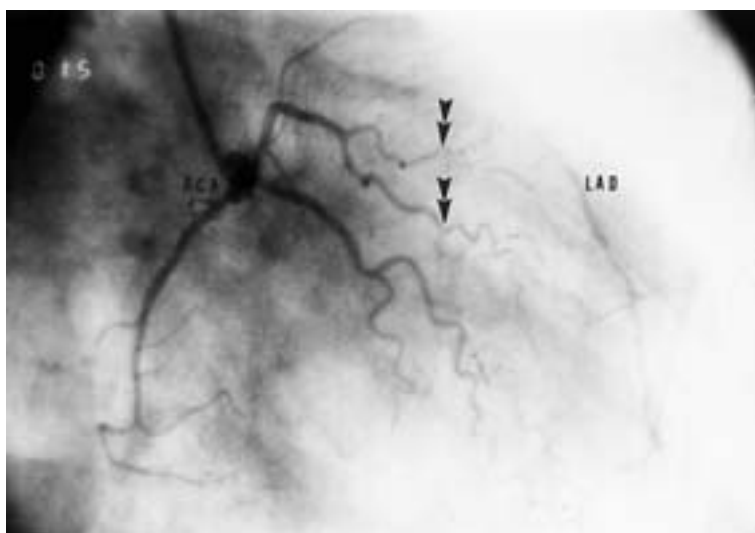
Za razvoj kolateral je bolje, če se KA zožuje postopno kot če se zapre nenadno. Pri nenadni zavori KA (kot se zgodi na primer pri nenadnem srčnem infarktu) kolaterale niso razvite. V tem primeru prične kri teči po kolateralah k ogroženi srčni mišici šele 5–10 minut po nenadni zavori KA, kolateralni pretok v naslednjih 24 urah narašča. Večji kolateralni pretok je posledica postopnega razvoja (rekrutacije) novih kolateral. Vendar je povečevanje kolateralnega pretoka količinsko neustrezno in hkrati prepozno, saj v manj kot dveh urah odmre večina neprekrvljene srčne mišice. Če pride do nenadne zapore KA ob dobro razvitih kolateralah, je obseg srčnega infarkta manjši ali pa ga dobro razvite kolaterale celo preprečijo.

Kolateralni pretok

Pri nekaterih bolnikih z zavoro KA kljub angiografsko dokazanim »močnim« kolateralam ne pride do ustreznega kolateralnega krvnega obtoka (2). To pomeni, da oblikovne značilnosti kolateral še ne opredeljujejo pretočne sposobnosti kolateral.



Slika 3. Prikaz desne koronarne arterije (RCA) in vzratna polnitev leve sprednje descendentne koronarne arterije (LAD) preko septalnih kolateral do mesta zapore pri bolnici na sliki 2. Koronarografski posnetek RCA in LAD v levi sprednji polstranski projekciji.



Slika 4. Konusne kolaterale (puščica) iz desne koronarne arterije (RCA) proti zaprti levi sprednji descendentni koronarni arteriji (LAD). Koronarografski posnetek v desni polstranski projekciji.

Neustrezni kolateralni pretok razlagamo z individualnimi razlikami, s hitrostjo nastajanja zapore KA, z mestom zapore KA (proksimalno oz. distalno), s prisotnostjo ali odsotnostjo zapore v sosednjih KA in drugimi nepojasnjenimi dejavniki. Mednje sodi tudi vzdrževanje ustreznega arterijskega tlaka, ki zagotavlja zadostno tlačno razliko, ki preko kolateral omogoča pretok krvi iz odprte KA k ogroženi srčni mišici. Razen omenjenih obstajajo še nekateri drugi razlogi, do katerih smo se dokopali s koronarno angioplastiko (4). Ta intervencijska kardiološka metoda, med katero z balonom prehodno zapremo KA in anterogradni koronarni pretok in med katero lahko hkrati preko žice v KA zabeležimo elektrokardiogram s površine prizadete srčne mišice, nakazuje, da je nastop ishemije odvisen tudi od (preostale) mase žive srčne mišice, ki jo prekrvlja zožena KA. Zato nekateri bolniki med koronarno angioplastiko razvijejo stenokardijo s sliko transmuralne ishemije v elektrokardiogramu kljub dobrim kolateralam, medtem ko drugi bolniki med istim posegom navkljub odsotnosti vidnih kolateral nimajo stenokardij ali omenjenih elektrokardiografskih sprememb.

Postopno zoževanje koronarne arterije

Pri postopnem zoževanju KA nastajajo kolaterale večjega premera z večjo pretočno sposobnostjo, hkrati pa lahko srčna mišica svoje delo prilagodi nižji ravni koronarnega pretoka (5–7). Zato neredko naletimo na zaprto KA brez prebolelega srčnega infarkta. To razlagamo z dobrim kolateralnim pretokom, ki je take stopnje, da se infarkt ni razvil, lahko pa se razvijejo neke oblike kronične ishemije srčne mišice, kot je npr. uspavana srčna mišica (5–7). Značilno za bolnike z zaprto KA in dobro kolateralizacijo je, da imajo stenokardije z nižjim pragom, vendar z majhno verjetnostjo za srčni infarkt (1).

Za razliko od bolnikov z zaporo KA je stanje pri bolnikih, s pomembno zoženo veliko KA z dobro kolateralizacijo, nekoliko drugačno. Področje zožene KA prejema tedaj kri iz dveh virov: skozi zoženo KA in po kolateralah. Pri teh bolnikih se obdobja ishemije srčne mišice oz. stenokardij pojavljajo ob različnem pragu, tako v mirovanju kot tudi ob naporu. Pri bolnikih se lahko razvijejo tudi srčni infarkt in druge klinične oblike ishemične bolezni srca.

Ob tem naj omenim primer bolnika, ki je imel angino pektoris z nizkim pragom, vendar infarkta ni prebolel. Bolnik je shujšal, telesno je postal aktiven, opustil je kajenje. Tudi pri večjih naporih ni več imel napadov angine pektoris. Pri koronarografiji smo bili presenečeni ob odkritju zapore velike KA z zelo dobro kolateralizacijo. Po vbrizgu nitroglicerina v KA se je zapore sprostil, ostala je le nepomembna zožitev. Zapora je bila torej posledica kombinacije lehe hemodinamsko nepomembne stopnje in žilnega spazma. Po prenehanju žilnega spazma, ko se je vzpostavil dober anterogradni pretok, so kolaterale izginile. Podobno se dogaja pri koronarni angioplastiki, le da v tem primeru zoženo žilo razširimo mehanično in ne z zdravili. Izginotje kolateral pomeni uspešno razširitev zoženega mesta KA, kar vodi v zmanjšanje ali odpravo tlačne razlike med normalno in prej zoženo koronarno arterijo in s tem zaporo kolateral.

Ocenjevanje kolateral

Kolaterale lahko pri bolnikih prikažemo z invazivno metodo selektivne koronarografije (8). Tudi s to metodo ne moremo prikazati vseh kolateral, ampak prikažemo le trenutno de-

lujoče kolaterale, medtem ko se druge, t. i. razpoložljive kolaterale (rekrutabilne kolaterale), prikažejo le ob večjem naporu ali če se subtotalno zožena KA zapre (9).

Prisotnost razpoložljivih kolateral lahko dokažemo le s koronarografijo med koronarno angioplastiko in sicer na dva načina: s koronarografskim prikazom kolateral in določanjem koronarnega zagozditvenega tlaka. Razpoložljive kolaterale prikažemo tako, da med koronarno angioplastiko vbrizgamo rentgensko kontrastno barvilo v nasprotno KA. Ker KA na mestu pomembne zožitve z balonom prehodno zapremo, pride do padca post-okluzijskega tlaka. Zaradi povečane razlike v tlakih med zdravo in zaprto žilo steče kolateralni krvni obtok od zdrave k zaprti žili, kar dokažemo z vbrizganjem barvila v zdravo žilo.

O »pretočni sposobnosti« kolateralne mreže lahko sklepamo tudi z določanjem koronarnega zagozditvenega ali post-okluzivnega tlaka. Pri koronarni angioplastiki uvedemo balonski kateter v KA. Za določanje zagozditvenega koronarnega tlaka napihnemo balon na 1–2 atm. Pri tem prekinemo anterogradni pretok in izmerimo tlak v zaprti žili distalno od zapore. Višji je postokluzijski tlak, bolj je razvit kolateralni krvni obtok. Zagozditveni koronarni tlak 30 mm Hg in več je zelo občutljiv in zanesljiv pokazatelj prisotnosti kolateral (10). Ob dobrem kolateralnem krvnem obtoku bo tudi tveganje koronarne angioplastike manjše.

Koronarografsko vidne kolaterale s slabo pretočno sposobnostjo se kažejo kot številne nežne nitke, ki z večjim časovnim zamikom povezujejo višjetlačno KA z zoženo ali zaprto KA (slika 3). Časovni zamik je čas med angiografskim prikazom KA in pojavom kolateral, ki iz te KA izhajajo. Za kolaterale z večjo pretočno sposobnostjo je značilno, da so široke, zvijugane in da je časovni zamik kratek. Med večjimi kolateralami omenjamo npr. Kuglovo kolateralo (slika 1) in konusne kolaterale (slika 4), preko katerih se prekrvitveno področje zaprte leve sprednje descendente KA polni iz desne koronarne arterije.

Spodbujanje razvoja kolateral

V fizioloških pogojih so speče kolaterale brez funkcionalnega pomena. Telesna aktivnost, huda slabokrvnost in predvsem postopno ožjenje KA v poskusih na živalih spodbujajo razvoj kolateralnih žil (1). Vendar je zanimivo, da treniranost živali pri nenadni popolni zaporu KA ne vpliva na preživetje. Sodimo, da sta za razvoj kolateral najbolj pomembna trajanje in ponavljanje ishemije srčne mišice (1). Zdravila in telesni trening nimajo velikega vpliva na razvoj kolateral (11). Telesni trening koronarnega bolnika do praga ishemije srčne mišice ima ugoden učinek predvsem na boljšo izrabo koronarne rezerve (ekonomizacija srčnega dela) (11).

Klinični pomen kolateral

Kolaterale imajo velik klinični pomen in ugodno vplivajo na vse klinične oblike ishemične bolezni srca. Kolaterale lahko povsem preprečijo razvoj srčnega infarkta ali zmanjšajo njegov obseg pri zaporu KA, kar ima na obolevnost in umrljivost ugoden učinek. Tu-

di za ustalitev nestabilne angine pectoris ali za zvišanje praga za stenokardije pri bolnikih s stabilno angino pectoris so odgovorne kolaterale. To potrjujejo tudi naše izkušnje s koronarnimi bolniki s hudo zožitvijo ali zamašitvijo KA, ki so najranljivejše obdobje preživel »na lastno pobudo« doma. Pri vseh teh bolnikih smo ustalitev težav v glavnem pripisali razvoju kolateral. Za razvoj kolateral z večjo pretočno sposobnostjo pa so žal potrebni tedni, meseci ali včasih celo leta.

Zaključek

Kolaterale imajo pomembno in neredko tudi odločilno vlogo pri vseh kliničnih oblikah ishemične srčne bolezni. Vplivajo tako na klinično sliko, potek bolezni, zaplete, način zdravljenja in s tem tudi na prognozo bolezni in bolnika. Število in razporeditev kolateral lahko prikazemo le s koronarografijo.

Literatura

1. Braunwald E, Sobel BE. Coronary blood flow and myocardial ischemia. In: Braunwald E, ed. *Heart disease. A textbook of cardiovascular medicine*. Philadelphia: WB Saunders, 1992: 1161–99.
2. James TN. Anatomy of arteries and veins. In: Hurst JW, Logue RB, Schlant RC, Wenger NK, eds. *The Heart, arteries and veins*. New York: McGraw-Hill, 1978: 32–47.
3. Verani MS. The functional significance of coronary collateral vessels: anecdote confronts science. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1983; 9: 333–7.
4. Starc R. Zožitev koronarnih arterij v luči fiziologije, patofiziologije in koronarne angioplastike. *Med Razgl* 1994; 33: Suppl 1: 179–89.
5. Rahimtoola SH. A perspective on the three large multicenter randomized clinical trials of coronary bypass surgery for chronic stable angina. *Circulation* 1985; 72: Suppl 5: 123–35.
6. Rahimtoola SH. The hibernating myocardium. *Am H J* 1989; 17: 211–21.
7. Starc R. Uspavana srčna mišica. *Med Razgl* 1991; 30: 259–62.
8. Starc R, Cijan A. Kdo so kandidati za selektivno koronarno angiografijo? *Med Razgl* 1991; 30: 407–14.
9. Meier B. *Coronary angioplasty*. Orlando: Grune, 1987: 74–6.
10. Meier B, Luethy P. Coronary wedge pressure as predictor of recruitable collateral arteries. *Circulation* 1984; 70: II–266.
11. Kaltenbach M. *Kardiologie-Informationen*. Darmstadt: Steinkopff Verlag, 1988: 38–9.

Prispelo 15.12.1994

