

Současný pohled na indikace CTO PCI

Vojtěch Novotný

Kardiologické centrum Agel, a. s., Pardubice

Předkládaný článek rozebírá indikační část revaskularizace chronických totálních uzávěrů (CTO) koronárních tepen. V úvodní části je krátce shrnuta historie a rozvoj CTO PCI. Hlavní obsah práce je rozdělen do tří oddílů: v prvním jsou shrnuty aktuální doporučené postupy Americké a Evropské kardiologické společnosti týkající se CTO PCI, druhý přináší zamyšlení nad nejdůležitějšími aspekty indikačního procesu z nejaktuálnějšího konsenzu expertů a ve třetím je zmíněna osobní zkušenost autora s indikováním pacientů k rekanalizaci CTO. Součástí práce je přehled randomizovaných studií CTO PCI.

Klíčová slova: CTO, chronický totální uzávěr, PCI, komplexní PCI, indikace, chronické koronární syndromy.

Current perspective on CTO PCI indications

The present article deals with the indications for revascularization of chronic total occlusions (CTO) of the coronary arteries. The introduction section briefly summarizes the history and development of CTO PCI. The main content of the paper is divided into three sections: the first one summarizes the current American and European societies of cardiology guidelines on CTO PCI; the second one provides a reflection on the most important aspects of the indication process from the most recent expert consensus; and the third one conveys the author's personal experience with indicating patients for CTO recanalization. The paper also includes an overview of randomized trials on CTO PCI.

Key words: CTO, chronic total occlusion, PCI, complex PCI, indications, chronic coronary syndromes.

Úvod

Chronické totální uzávěry („Chronic Total Occlusion“, dále jen CTO) představují již od dob prvních balónkových angioplastik jednu z největších výzev v intervenční kardiologii. Ve 45leté historii tohoto oboru se naši předchůdci a učitelé s tímto nálezem utkávali od samého počátku. První CTO rekanalizace byly provedeny Martinem Kaltenbachem ve Frankfurtu již v roce 1978 (1–4), tedy krátce po první koronární angioplastice a dlouho před začátkem éry stentů.

Jako CTO se označují uzávěry koronárních tepen s TIMI průtokem 0, které mají typické angiografické charakteristiky včetně vyvrážděných kolaterál a o kterých lze předpokládat, že trvají alespoň 3 měsíce (5). CTO nejsou vzácným nálezem, vyskytují se u téměř 20 % pacientů s an-

giograficky dokumentovanou ICHS, v populaci pacientů po CABG až v 50 % případů (6), intervenovány však bývají daleko méně často než neokluzivní stenózy koronárních tepen – v citované prospektivní práci z roku 2012 byla téměř polovina pacientů CTO léčena konzervativně, 25 % podstoupilo chirurgickou revaskularizaci a pouze v 10 % byl učiněn pokus o CTO PCI, který byl úspěšný pak v 70 % případů.

Velký pokrok v oblasti CTO PCI nelze upřít inovativním japonským operatérům, kteří ve spolupráci s lokálními výrobci navrhli a začali používat dedikované koronární vodiče a mikrokatétry. První retrogradní rekanalizace CTO přes žilní štěpy popsal v roce 1990 Japonec Katoh (7) a stál u zrodu techniky, při které se významně rozšířily možnosti reka-

DECLARATIONS:

Ethical principles compliance:

The authors attest that their study was approved by the local Ethical Committee and is in compliance with human studies and animal welfare regulations of the authors' institutions as well as with the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 18th WMA General Assembly in Helsinki, Finland, in June 1964, with subsequent amendments, as well as with the ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated in December 2018, including patient consent where appropriate.

Conflict of interest and financial disclosures:

None.

Funding/Support:

None.

Cit. zkr: Interv Akut Kardiolog. 2023;22(4):166-172

<https://doi.org/10.36290/kar.2023.032>

Článek přijat redakcí: 29. 11. 2022

Článek přijat po přepracování: 19. 11. 2023

Článek přijat k tisku: 21. 11. 2023

MUDr. Vojtěch Novotný, Ph.D.

vojtech.novotny@kca.agel.cz

nalizací za využití septálních a epikardiálních kolaterál. Další inovace materiálů i technik následovaly a zahrnovaly cílený pohyb vodičů v disekci a techniky více či méně řízeného návratu (reentry) zpět do lumina tepny (8–10). V USA byl skupinou operátorů vytvořen první tzv. hybridní algoritmus CTO PCI (11), který na základě nálezů z duální angiografie navrhl preferenční strategie a zdůraznil nutnost rychlé změny techniky a opuštění neefektivního postupu v případě, že tento nefunguje.

Záslouhou zlepšení materiálního vybavení a rozvoji speciálních intervenčních technik a ucelených algoritmů se úspěšnost CTO PCI zvýšila z oblasti mezi 60–70 % (12, 13) až k hranici 90%, která je nyní úspěšně atakována ve většině registrů zahrnující expertní centra pro CTO PCI. V České republice lze v posledních letech pozorovat vzrůstající zájem (nejen intervenčně) kardiologické komunity o problematiku CTO PCI a v souvislosti s tím i stoupající expertizu CTO operátorů. Stále více center již provozuje fungující dedikovaný program CTO PCI, každoročně aktualizovaný neoficiální seznam katetrizačních výkonů v ČR a SR ukazuje v posledních letech navzdory omezením provozů v souvislosti s pandemií covidu-19 pro ČR počty CTO PCI mezi 700–800 za rok, v souhrnu se Slovenskem jde o cca 1000 výkonů ročně.

Navzdory vzrůstajícím počtům CTO PCI a zkušenostem s nimi je stále problematická jejich pozice v rámci současné medicíny postavené na důkazech. Předkládaný přehledný článek se zaměřuje na dosavadní poznatky z randomizovaných studií a registrů se zaměřením na indikace a klinické výsledky těchto velmi komplexních výkonů. Vychází z aktuálních doporučených postupů pro koronární revaskularizaci Americké (ACC) a Evropské (ESC) a kardiologické společnosti (14, 15), publikací vyjadřujících konsenzus expertů na problematiku CTO PCI (16), jednotlivých randomizovaných i observačních studií a do určité míry i z vlastní klinické zkušenosti autora.

Doporučené postupy

Nejaktuálnější vzhled do problematiky CTO z hlediska medicíny založené na důkazech nabízí doporučené postupy pro revaskularizaci myokardu Americké kardiologické společnosti (ACC) z roku 2021 (14). V synopsi rekapituluje výše uvedené údaje o výskytu

CTO a stoupající míře úspěšnosti (6, 17, 18). Proti tomu staví data z registru OPEN-CTO z roku 2017, kde je uváděna 30denní mortalita po CTO PCI v 1,3 % a výskyt perforací ve 4,8 % případů (19). Proti retrospektivním údajům naznačujícím lepší klinické výsledky u pacientů s úspěšnou rekanalizací CTO pomocí PCI oproti neúspěšně léčeným (20) staví výsledky randomizovaných kontrolovaných studií, které neprokázaly zlepšení funkce levé komory (21, 22) a nejednoznačnost výsledků, pokud jde o symptomy (23, 24). V podporném textu je tato kontroverze rozebrána podrobněji. Studie EXPLORE (21) a REVASC (22) neprokázaly žádné zlepšení funkce levé komory po CTO PCI ve srovnání s optimální medikamentózní terapií. Ačkoli studie EURO CTO prokázala větší snížení frekvence anginy pectoris a zlepšení kvality života po provedení CTO PCI než při optimální medikamentózní terapii (24), rozsáhlejší studie DECISION-CTO neprokázala žádný rozdíl v symptomech nebo klinických výsledcích u CTO PCI (23). Z tohoto důvodu doporučené postupy navrhuji, aby k revaskularizaci pacientů s reziduálním CTO nálezem, kteří mají refrakterní anginu pectoris navzdory doporučenými postupy vedené léčbě (farmakologické i nefarmakologické) bylo přistupováno vždy po pečlivé diskusi s pacientem o potenciálních přínosech stejně jako o limitacích léčby těchto lézí. V závěru oddílu o CTO PCI autoři připouštějí, že probíhající studie s určitěji definovanými cílovými ukazateli mohou změnit současnou situaci (25–27).

Shrnutím amerických doporučených postupů týkajících se léčby CTO lézí je následující stanovisko

U pacientů s vhodnou anatomií, kteří mají refrakterní anginu pectoris na optimální medikamentózní terapii a po léčbě non-CTO lézí, je přínos CTO PCI ke zlepšení symptomů nejistý (21, 23, 24, 28). Třída 2 b, úroveň důkazů B-R.

Doporučené postupy Evropské kardiologické společnosti (ESC) pro léčbu chronických koronárních syndromů z r. 2019 (29) se problematice CTO specificky nevěnují. Jak se k problematice CTO PCI staví ještě o rok dříve vydané, nicméně dosud aktuální doporučené postupy ESC pro revaskularizaci myokardu (15)?

V obecné rovině konstatují, že nedávný vývoj v technologii katétrů a drátů a rostoucí zkušenost operátorů s antegrádním i retrográdním přístupem, stejně jako techniky eskalace vodičů a disekce/re-entry, se promítly do rostoucí míry úspěšnosti CTO PCI s nízkou mírou MACE (30–32). Míra úspěšnosti silně závisí na dovednostech operátora v závislosti na zkušenostech se specifickými procedurálními technikami a dostupností dedikovaného vybavení a pohybuje se od 60–70 % do > 90 % (30–32).

V části zaměřené na dostupná randomizovaná data shrnuji, že počet specializovaných kontrolovaných studií zkoumajících výsledky pacientů s CTO randomizovaných k PCI revaskularizaci nebo konzervativní léčbě je nízký. Studie EXPLORE randomizovala pacienty se STEMI a CTO v non-culprit tepně k CTO PCI vs. konzervativní terapii a nezjistila žádný rozdíl v primárním cílovém ukazateli zahrnujícím ejekční frakci a enddiastolický objem levé komory po 4 měsících (21). Prospektivní randomizovaná studie EURO CTO prokázala symptomatické zlepšení pomocí PCI CTO (24). Tato studie zahrnovala 396 pacientů, kteří byli náhodně přiřazeni do větve PCI CTO s optimální farmakologickou léčbou nebo se samotnou optimální léčbou. Během 12měsíčního sledování primárního cíle (změna zdravotního stavu hodnocená pomocí Seattle Angina Questionnaire) bylo prokázáno významné zlepšení frekvence anginy pectoris a kvality života u skupiny s CTO PCI ve srovnání s optimální medikamentózní léčbou samotnou. Přesto byly MACE mezi těmito dvěma skupinami srovnatelné. Mimo oblast randomizovaných studií uvádějí i systematické srovnání 25 observačních studií, které ukázalo, že při mediánu sledování 3 roky byla úspěšná CTO PCI spojena se zlepšenými klinickými výsledky ve srovnání se neúspěšnou revaskularizací, a to včetně celkového přežití, zatížení anginou pectoris a nutnosti chirurgické revaskularizace (33). Obecně shrnuji, že léčbu CTO lze považovat za analogickou k léčbě lézí bez CTO. V případech regionálních abnormalit kinetiky v oblasti myokardu zásobeném tepnou s CTO zdůrazňují potřebu hledat objektivní důkazy viability. Rozhodnutí pokusit se o CTO PCI by mělo být zváženo s ohledem na riziko většího objemu kontrastní látky, delšího

Tab. 1. Přehled randomizovaných studií CTO PCI

Studie	Pacientů/ center	Primární cílový ukazatel	Výsledky	Ostatní nálezy
IMPACTOR-CTO (29)	94/1	Změna v % myokardiální ischemie po 12 měsících (zátěžová CMR s adenosinem)	Snížení ischemie ($P < 0,01$)	Zlepšení kvality života (dle SF-36) a 6minutového testu chůze po 12 měsících; bez rozdílu ve výskytu MACE
REVASC (23)	205/1	Změna v segmentálním ztlušťování stěny v oblasti CTO po 6 měsících (CMR)	Bez rozdílu ($P = 0,57$) Zlepšení v případě izolovaného CTO	Nižší výskyt MACE po 1 roce (vedeno nižším výskytem revaskularizací)
EXPLORE (22)	304/14	LVEF a LVEDV po 4 měsících (CMR)	Bez rozdílu v obou cílových ukazatelích ($P = 0,6$ a $0,7$) LVEF zlepšena u CTO RIA	Bez rozdílu ve výskytu MACE po 4 měsících
EURO CTO (25)	396/14	Změna ve zdravotním stavu dle SAQ po 12 měsících	Zlepšení ve frekvenci anginy pectoris a kvality života dle SAQ ($P < 0,01$) Nevýznamný rozdíl pro fyzickou limitaci, stabilitu anginy pectoris a spokojenosti s léčbou	Bez rozdílu ve výskytu MACE po 12 měsících
DECISION CTO (24)	834/19	Dlouhodobý výskyt MACE (medián sledování 4 roky)	Bez rozdílu ($P = 0,86$)	Bez rozdílu v kvalitě života (dle SAQ a EQ5D)
COMET-CTO (45)	100/1	Kvalita života dle SAQ	Významné zlepšení ve všech 5 oddílech SAQ u skupiny CTO PCI	Bez rozdílu v celkové mortalitě a MACE

SAQ: Seattle Angina Questionnaire, EQ-5D: hodnocení kvality života dle EuroQoL Group, SF-36: 36-item Short Form Health Survey, CMR: magnetická rezonance srdce

skioskopického času a vyšších četností MACE ve srovnání s pacienty bez CTO PCI (30). Ad hoc PCI u CTO obecně nedoporučují, i když může být nutné v selektovaných případech (např. selhání bypassového štěpu, které není přístupné k rekanalizaci bypassového štěpu).

Oproti americkým doporučením postupům tedy výsledné doporučení pro CTO PCI zní optimističtější:

Perkutánní revaskularizaci CTO je třeba zvážit u pacientů s anginou pectoris rezistentní vůči farmakologické léčbě nebo při velké oblasti dokumentované ischemie v povodí uzavřené tepny (24, 34–38). Třída IIa, úroveň důkazů B.

Je možné očekávat, že ve světle nových dat týkajících se PCI revaskularizace obecně (49) se příští evropská doporučení pro CTO PCI přiblíží těm americkým.

Pohled expertů na indikace CTO PCI

CTO PCI je velmi komplexní procedura, při které hraje roli velké množství faktorů

a dramatický vliv na klinické výsledky pacientů má především správná indikace a zkušenost operátora. Doporučené postupy pro CTO PCI tedy nelze číst zcela srovnatelně jako například doporučení pro farmakologickou léčbu. Validním příspěvkem do celkové diskuse o tématu jsou zcela jistě i dokumenty, které přinášejí konsenzus expertů na CTO. Právě takový dokument ze září 2022 (16) je nejaktuálnějším příspěvkem k diskutovanému tématu a je pod ním podepsán kolektiv autorů z řad členů Euro CTO klubu, tedy profesní skupiny specialistů na CTO PCI. Klub má 16letou historii, zázemí robustního registru aktuálně čítající necelých 7 000 procedur a historii publikační aktivity včetně jedné z nejcitovanějších tematických randomizovaných studií (24).

Není jisté překvapivé, že tato práce přináší i podrobný pohled na studie, které se tématu CTO PCI věnovaly a vztahuje je ke kontextu platných doporučených postupů. Z oblasti akutních koronárních syndromů máme důkazy o snížení mortality při časné PCI, randomizované studie však nedokázaly

takový výsledek reprodukovat pro pacienty s chronickými koronárními syndromy. U CTO vzbuzovalo naděje na mortalitní benefit konzistentně kontrolovanými registry prokazované zlepšené přežití pacientů s úspěšnou CTO PCI oproti pacientům s neúspěšnou rekanalizací CTO (34, 36, 39–42). Tato hypotéza ovšem nebyla potvrzena na souboru 1892 pacientů zařazených do celkem 6 randomizovaných kontrolovaných studií (21–24, 28, 44, viz tabulka 1), ve kterých nebyl prokázán žádný přínos CTO PCI z hlediska mortality oproti optimální medikamentózní léčbě.

Žádná z dostupných randomizovaných CTO studií nebyla navržena tak, aby odpovídala na tuto otázku. Primárními cílovými ukazateli byly zástupné parametry (kvalita života, úleva od anginy pectoris, zlepšení regionální funkce levé komory) nebo šlo o cílové ukazatele kombinované (včetně infarktu myokardu a nutnosti urgentní revaskularizace). Důvodem byl omezený počet pacientů, které se podařilo do studií zařadit. Neutrální výsledky největší z nich, studie DECISION-CTO (23), lze částečně vysvětlit značným „cross-overem“ mezi skupinami a léčbou všech významných neokluzivních lézí ostatních tepen až po randomizaci (45).

Podobně jako většina intervenčních studií s PCI ve srovnání s medikamentózní léčbou, trpěly i všechny CTO studie zkreslením výběru pacientů s dobrou funkcí levé komory a vyloučením vysoce symptomatických pacientů. Na rozdíl od randomizovaných studií EXPLORE (21) a REVASC (22) několik větších registrů prokázalo zlepšení regionální kinetiky a ejekční frakce levé komory po rekanalizaci CTO s největším zlepšením u pacientů s horší funkcí LK (46, 47).

Velmi recentní nizozemská studie využívající zobrazení pomocí pozitronové emisní tomografie také prokázala zlepšení absolutní perfuze ve vzdálených oblastech myokardu, což odráží nárůst průtoku v oblasti CTO a potvrzuje možnost příznivého účinku rekanalizace CTO i na myokard obsažený dárcovskou tepnou (48).

Výše zmíněný „bias“ při zařazování pacientů, finanční nákladnost studií a praktické problémy s použitím tzv. „sham“ procedury v kontrolní větvi k vyloučení placebo efektu budou i do budoucna činit randomizované studie náročnými na proveditelnost.

Práce dále komentuje výše zmíněný „downgrade“ CTO PCI z indikace IIa na IIb v nejnovějších amerických doporučených postupech (14), které odráží neuspokojivé výsledky randomizovaných kontrolovaných studií.

Tyto doporučené postupy také obecně omezily indikaci PCI u chronických koronárních syndromů a větší důraz položily na optimální medikamentózní léčbu pro kontrolu anginy pectoris. Nedávno publikovaná studie ISCHEMIA (49) ukázala, že pacienti s prokázanou ischemií randomizovaní k revaskularizaci pomocí PCI nebo CABG měli proti skupině s medikamentózní léčbou po 3,7 letech podobný výskyt nežádoucích příhod včetně úmrtí. Roli na tomto neuspokojivém výsledku mohl hrát i nedostatek kompletní revaskularizace v přítomnosti CTO. Podstudie ISCHEMIA CTO, prezentovaná na kongresu American Heart Association v roce 2020, ale dosud nepublikovaná, ukázala, že 1 470 pacientů (47,2 %) mělo na základě CT koronarografie alespoň 1 CTO (celkový počet CTO lézí 1797, průměrný počet CTO na pacienta 1,22). Procedurální úspěch CTO PCI ve studii nebyl konkrétně popsán, ale pacienti s CTO randomizovaní k invazivní strategii podstupovali CABG častěji než PCI ve srovnání se skupinou bez CTO. Pacienti s CTO v rameni s konzervativní strategií dostávali více antianginózních léků. Po 4 letech měli pacienti s CTO vyšší výskyt kardiovaskulárních úmrtí než pacienti bez CTO (5,2 % vs. 2,6 %; $p = 0,003$). Stejně jako v hlavní studii byla invazivní strategie ve srovnání s konzervativní u pacientů s CTO spojena s více procedurálními IM (3,1 % vs. 1,2 %), zato však méně spontánními IM (4,8 % vs. 8,6 %). Kvalita života, frekvence anginy pectoris a souhrnné skóre Seattle Angina Questionnaire (SAQ)-7 byly v invazivní strategii zlepšeny bez ohledu na přítomnost CTO (16).

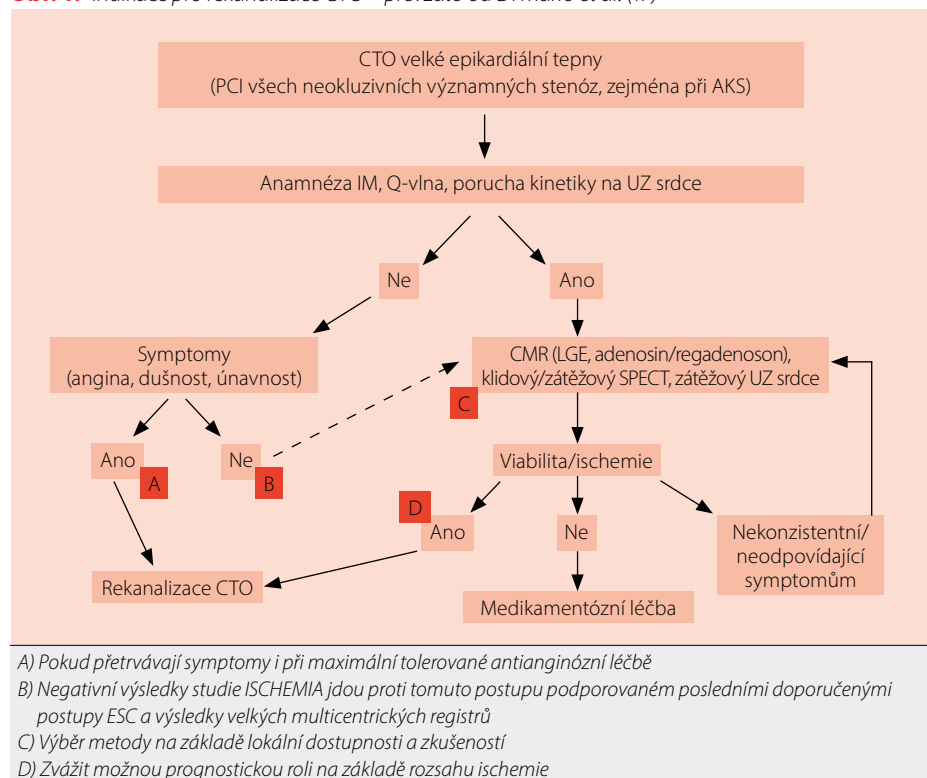
Svou roli může podle autorů hrát i relativně krátká doba sledování, která může ovlivnit neutrální účinek rekanalizace CTO na mortalitu (50–52). Podobně jako studie STICH byla pro svůj primární cíl negativní po 5 letech (53), ale prokázala statisticky významný přínos revaskularizace pomocí CABG u pacientů s onemocněním více tepen a sníženou ejekční

frakcí levé komory při desetiletém sledování (54). Park et al. podobně prokázali důležitost dlouhodobého sledování u CTO PCI. Zatímco po 3 letech u pacientů s úspěšnou CTO PCI ve srovnání s kontrolní skupinou medikamentózně léčených pacientů přiřazených pomocí metody propensity score matching nebyl pozorován rozdíl v úmrtí ze všech příčin, výskytu srdeční smrti, akutního IM nebo jakékoli revaskularizace, po 10 letech bylo ve skupině s CTO pozorováno významné zlepšení v těchto ukazatelích (43). Pozdní mortalitní benefit rekanalizace CTO lze vysvětlit progresí onemocnění a akutním uzávěrem dárčové tepny, která zhorší kolaterální průtok do CTO tepny a ohrožuje tak větší oblast myokardu. Jde o tzv. fenomén dvojitého ohrožení neboli „double jeopardy“, který se může podílet i na skutečnosti, že, v rámci analýzy dat studie Prague-OHCA, byla u mimonemocniční zástavy oběhu u pacientů s ICHS alespoň jedna CTO léze přítomna ve 32 % případů (55, 56).

Potenciální přínos pozorovaný v registrech se však nepromítl do příznivého trendu mortality v randomizovaných CTO studiích, ve studii ISCHEMIA nebo v jiných randomizovaných studiích PCI vs. optimální medikamentózní léčba. Antman a Braunwald ve svém úvodníku pro The New England Journal of Medicine o studii ISCHEMIA došli k závěru, že „pacienti se stabilní ischemickou chorobou srdeční, kteří odpovídají profilu pacientů v citované studii a nemají nepříjemné úrovně anginy pectoris, mohou být zpočátku léčeni konzervativně. Invazivní strategie, která účinněji zmírňuje symptomy anginy pectoris, je však rozumným přístupem v jakémkoli okamžiku pro symptomatickou úlevu“ (57). Symptomy jsou tedy hlavním důvodem a motivací pro rekanalizaci CTO a je důležité si uvědomit, že u pacientů s CTO jsou často netypické. Mnoho pacientů s CTO přichází k vyšetření kvůli akutnímu koronárnímu syndromu s culprit lézí na jiné tepně nebo kvůli náhodným nálezům, jako jsou klinické němé abnormality na elektrokardiografickém či echokardiografickém rutinním vyšetření. Pacienti s CTO často symptomy zcela popírají, jsou na svou výkonnost a míru námahové dušnosti a únavnosti dlouhodobě adaptováni a je třeba se podrobněji

zaměřit na činnosti, které dříve bez limitací vykonávali a nyní se jim vyhýbali. Zhoršení bývá ze strany pacientů přisuzováno stáří nebo nedostatku tréninku, v poslední době i zhoršení výkonnosti po onemocnění covid-19, případně po omezení aktivity při opakovaných „lockdownech“. Příznaky pacienti popisují jako typické anginózní stenokardie v méně než 1/3 případů, zatímco častěji uvádí jako důvod k ukončení zátěže diskomfort na hrudi, dušnost nebo celkovou únavu (58). Mnoho studií prokázalo objektivní změny zátěžové kapacity potvrzené kardiorespiračními testy (59, 60). Dušnost, přítomná u 30–50 % pacientů s CTO, se po úspěšné rekanalizaci CTO v kontrolovaném registru OPEN CTO zlepšila u 70 % a vymizela u 42 % pacientů (61). Výsledky studie ISCHEMIA také vyvolávají skepticismus ohledně užitečnosti zátěžových zobrazovacích testů k průkazu ischemie. Přesto by při absenci nekrotických změn (Q-vlny nebo lépe > 50 % subendokardiální pozdní syčení gadolinem (LGE) při magnetické rezonanci srdce (CMR) mělo být testování se zátěžovými zobrazovacími testy (zátěžový echokardiogram, CMR nebo myokardiální SPECT) zváženo u pacientů s omezenou tolerancí zátěže, která není vysvětlena jinými komorbiditami (plicní onemocnění, artróza atd.). V zásadě platí, že s mírou úspěšnosti nad 80 % i u nejsložitějších CTO a snížením výskytu komplikací by tato možnost terapie měla být nabídnuta pacientům s pevnými indikacemi k rekanalizaci. Na Obrázku 2 jsou navržena obecná pravidla pro screening pacientů na rekanalizaci CTO. Mezi předběžnými zobrazovacími testy je kladen velký důraz na CMR jako zlatý standard k detekci myokardiální fibrózy. Přítomnost plně tloušťky (> 50 %) LGE není absolutní kontraindikací rekanalizace CTO, pokud je rozšíření jizvy zjevně menší než zásobovaná oblast (62–67). Pomoci může tzv. superponovaná ischemie, tj. defekt perfuze pozorovaný pouze po injekci adenosinu/regadenosonu zahrnující segmenty bez aviabilní tkáně dle LGE. Interpretace však zůstává subjektivní. „Heart týmy“ by u takových pacientů měly dát doporučení pro chirurgickou nebo PCI revaskularizaci. Zatímco komplexita onemocnění v jiných oblastech by měla být vždy brána v úvahu, rozhodnutí by podle

Obr. 1. Indikace pro rekanalizace CTO – převzato od Di Mario et al. (17)



CTO expertů nemělo být ovlivněno pouze SYNTAX skóre, které je u totálně uzavřených segmentů neproporcionálně (2–3×) vyšší oproti srovnatelnému koronárnímu úseku bez totálního uzávěru (68–70).

Osobní pohled autora

CTO představuje pouze konkrétní typ postižení věnčitých tepen a jedním ze zásadních a obecných pravidel léčby koronární nemoci je, že fyziologie určuje indikaci revaskularizace, zatímco anatomie nám nabízí vhodnou techniku. S ohledem na stávající absenci „tvrdých dat“ ohledně prospěšnosti PCI revaskularizace u chronických koronárních syndromů je hlavním hybatelem indikace invazivního přístupu přítomnost symptomů. Ty bývají u CTO lézí, jak je již výše uvedeno, často vzhledem k dlouhodobosti atypické, případně pacientem podceňované a akceptované jako nový standard.

Pro intervenčního kardiologa je tedy neméně důležitou úlohou než samotné provedení CTO PCI předchozí zhodnocení:

- aktuálního stavu pacienta, jeho očekávání a vůle podstoupit komplexní zákrok,
- obtížnosti a rizikovosti nálezu (tedy šance na úspěšnou rekanalizaci a naopak pravděpodobnost výskytu komplikací – zde mohou pomoci skórovací systémy),
- možnosti alternativního řešení ať už ve smyslu chirurgické revaskularizace nebo naopak konzervativního postupu.

Typickými skupinami nemocných, u kterých je dle osobních zkušeností autora symptomatický efekt výrazný, jsou pacienti v aktivním věku s CTO dominantní ACD nebo RC s velkým povodím a zachovalou kinetikou LK, v případě poruchy kinetiky se zachovalou viabilitou dle CMR (LGE pod 50 % tloušťky stěny) nebo SPECT. Totéž samozřejmě platí i pro CTO RIA, které je ovšem specifické nabízející se možností arteriální chirurgické revaskularizace LIMA-RIA. Druhou velkou skupinou výrazně symptomaticky profitující z úspěšné rekanalizace jsou pacienti po již provedené chirurgické revaskularizaci v minulosti.

Zde jde o nálezy často velmi komplexní se vzrůstajícím rizikem výkonu, nicméně při limitujících (mnohdy až invalidizujících) symptomech jde často o jedinou reálnou možnost revaskularizace.

Naopak CTO na bočních větvích s nevelkým povodím v případě nepřítomnosti symptomů mohou s klidným svědomím zůstat zavřené, aniž bychom pacientům zhoršovali prognózu.

Aktuální práce neřeší technické aspekty provedení samotné intervence, ale je důležité zmínit, že jakýkoli pozitivní efekt CTO PCI se týká výhradně úspěšných výkonů, a proto je na místě realistické zhodnocení vlastních schopností a zkušeností s tímto typem PCI a případné přizvání proktora nebo referování pacienta do centra s většími zkušenostmi a širším portfoliem technik CTO PCI. Zkušenosti z takto komplexních výkonů pak dávají větší jistotu a schopnost improvizovat v neočekávaných situacích i při non-CTO PCI.

Závěr

CTO PCI je velmi dynamickou oblastí, která posouvá hranice intervenční kardiologie. S náležitou expertizou a materiálním vybavením je možné naprostou většinu nálezů úspěšně revaskularizovat. Prezentovaná práce se zabývá fází před samotným výkonem, která je pro dobrý klinický výsledek extrémně důležitá, tedy fází indikace. Výsledky randomizovaných studií jsou rozporuplné a nedávají jasný schématický návod, jak se v jednotlivých situacích rozhodovat. V nově vzniklých doporučených postupech je patrný spíše konzervativnější přístup k indikacím CTO PCI. Počet pacientů CTO PCI a jejich vůle zbavit se nepříjemných a často limitujících obtíží se však navzdory těmto datům nesnižuje a hlavní tíže rozhodování tedy bude nadále ležet na bedrech intervenčního kardiologa. Budeme revaskularizovat pouze pacienty, u kterých to umíme, nebo umět revaskularizovat pacienty, kteří to potřebují?

LITERATURA

1. Kober G, Hopf R, Reinemer H, Kaltenbach M. Langzeitergebnisse der transluminalen koronären Angioplastie von chronischen Herzkranzgefäßverschlüssen [Longterm results of transluminal coronary angioplasty of chronic coronary artery

- occlusions]. Z Kardiol. 1985;74:309-16.
2. Sievert H, Köhler KP, Kober G, Kaltenbach M. Eröffnung chronischer Koronararterienverschlüsse mit einem Rekanaliskationskatheter [Opening of chronic coronary artery oc-

- clusions with a recanalization catheter]. Dtsch Med Wochenschr. 1988;113:1703-7.
3. Stone GW, Rutherford BD, McConahay DR, Johnson WL, Giorgi LV, Ligon RW, Hartzler GO. Procedural outcome of an-

- gioplasty for total coronary artery occlusion: an analysis of 971 lesions in 905 patients. *J Am Coll Cardiol.* 1990;15:849-56.
4. Suero JA, Marso SP, Jones PG, et al. Procedural outcomes and long-term survival among patients undergoing percutaneous coronary intervention of a chronic total occlusion in native coronary arteries: a 20-year experience. *J Am Coll Cardiol.* 2001;38:409-14.
 5. Ybarra LF, Rinfret S, Brilakis ES, et al. Chronic Total Occlusion Academic Research Consortium. Definitions and Clinical Trial Design Principles for Coronary Artery Chronic Total Occlusion Therapies: CTO-ARC Consensus Recommendations. *Circulation.* 2021 Feb 2;143(5):479-500.
 6. Fefer P, Knudtson ML, Cheema AN, et al. Current perspectives on coronary chronic total occlusions: the Canadian Multicenter Chronic Total Occlusions Registry. *J Am Coll Cardiol.* 2012;59:991-7.
 7. Surmely JF, Katoh O, Tsuchikane E, Nasu K, Suzuki T. Coronary septal collaterals as an access for the retrograde approach in the percutaneous treatment of coronary chronic total occlusions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2007;69:826-32.
 8. Colombo A, Mikhail GW, Michev I, et al. Treating chronic total occlusions using subintimal tracking and re-entry: the STAR technique. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2005;64:407-11.
 9. Lombardi WL. Retrograde PCI: what will they think of next. *J Invasive Cardiol.* 2009;21:543.
 10. Werner GS, Schofer J, Sievert H, Kugler C, Reifart NJ. Multicentre experience with the BridgePoint devices to facilitate recanalisation of chronic total coronary occlusions through controlled subintimal re-entry. *EuroIntervention.* 2011;7:192-200.
 11. Christopoulos G, Karpaliotis D, Alaswad K, et al. Application and outcomes of a hybrid approach to chronic total occlusion percutaneous coronary intervention in a contemporary multicenter US registry. *Int J Cardiol.* 2015;198:222-8.
 12. Råmunddal T, Hoebbers LP, Henriques JPS, et al. Prognostic Impact of Chronic Total Occlusions: A Report From SCAR (Swedish Coronary Angiography and Angioplasty Registry). *JACC Cardiovasc Interv.* 2016;9:1535-44.
 13. Banning AP, Serruys P, De Maria GL, et al. Five-year outcomes after state-of-the-art percutaneous coronary revascularization in patients with de novo three-vessel disease: final results of the SYNTAX II study. *Eur Heart J.* 2022;43:1307-16.
 14. Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2022 Jan 18;145(3):e4-e17.
 15. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al.; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J.* 2019 Jan 7;40(2):87-165.
 16. Di Mario C, Mashayekhi KA, Garbo R, et al. Recanalisation of coronary chronic total occlusions. *EuroIntervention.* 2022 Sep 20;18(7):535-561.
 17. Tsai TT, Stanislawski MA, Shunk KA, et al. Contemporary Incidence, Management, and Long-Term Outcomes of Percutaneous Coronary Interventions for Chronic Coronary Artery Total Occlusions: Insights From the VA CART Program. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017 May 8;10(9):866-875.
 18. Tajti P, Burke MN, Karpaliotis D, et al. Prevalence and Outcomes of Percutaneous Coronary Interventions for Ostial Chronic Total Occlusions: Insights From a Multicenter Chronic Total Occlusion Registry. *Can J Cardiol.* 2018 Oct;34(10):1264-1274.
 19. Sapontis J, Salisbury AC, Yeh RW, et al. Early Procedural and Health Status Outcomes After Chronic Total Occlusion Angioplasty: A Report From the OPEN-CTO Registry (Outcomes, Patient Health Status, and Efficiency in Chronic Total Occlusion Hybrid Procedures). *JACC Cardiovasc Interv.* 2017 Aug 14;10(15):1523-1534.
 20. Stone GW, Reifart NJ, Moussa I, et al. Percutaneous recanalization of chronically occluded coronary arteries: a consensus document: part II. *Circulation.* 2005 Oct 18;112(16):2530-7.
 21. Henriques JP, Hoebbers LP, Råmunddal T, et al. EXPLORE Trial Investigators. Percutaneous Intervention for Concurrent Chronic Total Occlusions in Patients With STEMI: The EXPLORE Trial. *J Am Coll Cardiol.* 2016 Oct 11;68(15):1622-1632.
 22. Mashayekhi K, Nührenberg TG, Toma A, et al. A Randomized Trial to Assess Regional Left Ventricular Function After Stent Implantation in Chronic Total Occlusion: The REVASC Trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018 Oct 8;11(19):1982-1991.
 23. Lee SW, Lee PH, Ahn JM, et al. Randomized Trial Evaluating Percutaneous Coronary Intervention for the Treatment of Chronic Total Occlusion. *Circulation.* 2019 Apr 2;139(14):1674-1683.
 24. Werner GS, Martin-Yuste V, Hildick-Smith D, et al.; EURO-CTO trial investigators. A randomized multicentre trial to compare revascularization with optimal medical therapy for the treatment of chronic total coronary occlusions. *Eur Heart J.* 2018 Jul 7;39(26):2484-2493.
 25. Christiansen E. ISCHEMIA-CTO Trial - Revascularisation or Optimal Medical Therapy of CTO (ISCHEMIA-CTO). 2018. Available from: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03563417>.
 26. Minneapolis Heart Institute Foundation. The SHINE-CTO Trial (SHINE-CTO). 2016. Available from: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02784418>.
 27. The NORDic-Baltic Randomized Registry Study for Evaluation of PCI in Chronic Total Coronary Occlusion (NOBLE-CTO). 2018. Available from: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03392415>.
 28. Obedinskiy AA, Kretov EI, Boukhris M, et al. The IMPACTOR-CTO Trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018 Jul 9;11(13):1309-1311.
 29. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al. ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J.* 2020 Jan 14;41(3):407-477.
 30. Brilakis ES, Banerjee S, Karpaliotis D, et al. Procedural outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: A report from the NCDR (National Cardiovascular Data Registry). *JACC Cardiovasc Interv.* 2015;8:245-253.
 31. Maeremans J, Walsh S, Knaepen P, et al. The hybrid algorithm for treating chronic total occlusions in Europe: The RECHARGE registry. *J Am Coll Cardiol.* 2016;68:1958-1970.
 32. Galassi AR, Sianos G, Werner GS, et al. Euro CTO Club. Retrograde recanalization of chronic total occlusions in Europe: Procedural, in-hospital, and long-term outcomes from the multicenter ERCTO registry. *J Am Coll Cardiol.* 2015;65:2388-400.
 33. Christakopoulos GE, Christopoulos G, Carlino M, et al. Meta-analysis of clinical outcomes of patients who underwent percutaneous coronary interventions for chronic total occlusions. *Am J Cardiol.* 2015;115:1367-1375.
 34. Mehran R, Claessen BE, Godino C, et al. Multinational Chronic Total Occlusion Registry. Long-term outcome of percutaneous coronary intervention for chronic total occlusions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2011;4:952-961.
 35. Claessen BE, Dangas GD, Godino C, et al. Multinational Cto Registry. Long-term clinical outcomes of percutaneous coronary intervention for chronic total occlusions in patients with versus without diabetes mellitus. *Am J Cardiol.* 2011;108:924-931.
 36. Jones DA, Weerackody R, Rathod K, et al. Successful recanalization of chronic total occlusions is associated with improved long-term survival. *JACC Cardiovasc Interv.* 2012;5:380-388.
 37. Grantham JA, Jones PG, Cannon L, et al. Quantifying the early health status benefits of successful chronic total occlusion recanalization: Results from the FlowCardia's Approach to Chronic Total Occlusion Recanalization (FACTOR) Trial. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2010;3:284-290.
 38. Joyal D, Afilalo J, Rinfret S. Effectiveness of recanalization of chronic total occlusions: A systematic review and meta-analysis. *Am Heart J.* 2010;160:179-187.
 39. Borgia F, Viceconte N, Ali O, et al. Improved cardiac survival, freedom from MACE and angina-related quality of life after successful percutaneous recanalization of coronary artery chronic total occlusions. *Int J Cardiol.* 2012;161:31-8.
 40. George S, Cockburn J, Clayton TC, et al.; British Cardiovascular Intervention Society; National Institute for Cardiovascular Outcomes Research. Long-term follow-up of elective chronic total coronary occlusion angioplasty: analysis from the U.K. Central Cardiac Audit Database. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64:235-43.
 41. Goel PK, Khanna R, Pandey C, Ashfaq F. Long-term outcomes post chronic total occlusion intervention-implications of completeness of revascularization. *J Interv Cardiol.* 2018;31:293-301.
 42. Tomasello SD, Boukhris M, Giubilato S, et al. Management strategies in patients affected by chronic total occlusions: results from the Italian Registry of Chronic Total Occlusions. *Eur Heart J.* 2015;36:3189-98.
 43. Park TK, Lee SH, Choi KH, et al. Late Survival Benefit of Percutaneous Coronary Intervention Compared With Medical Therapy in Patients With Coronary Chronic Total Occlusion: A 10-Year Follow-Up Study. *J Am Heart Assoc.* 2021;10:e019022.
 44. Juricic SA, Tesic MB, Galassi AR, et al. Randomized Controlled Comparison of Optimal Medical Therapy with Percutaneous Recanalization of Chronic Total Occlusion (COMET-CTO). *Int Heart J.* 2021;62:16-22.
 45. Brilakis ES, Mashayekhi K, Burke MN. How DECISION-CTO Can Help Guide the Decision to Perform Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention. *Circulation.* 2019 Apr 2;139(14):1684-1687.
 46. Galassi AR, Boukhris M, Toma A, et al. Percutaneous Coronary Intervention of Chronic Total Occlusions in Patients With Low Left Ventricular Ejection Fraction. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10:2158-70.
 47. Werner GS, Surber R, Kueth F, et al. Collaterals and the recovery of left ventricular function after recanalization of a chronic total coronary occlusion. *Am Heart J.* 2005;149:129-37.
 48. de Winter RW, Schumacher SP, van Diemen PA, et al. Impact of percutaneous coronary intervention of chronic total occlusions on absolute perfusion in remote myocardium. *EuroIntervention.* 2022;18:e314-23.
 49. Maron DJ, Hochman JS, Reynolds HR, et al. ISCHEMIA Research Group. Initial Invasive or Conservative Strategy for Stable Coronary Disease. *N Engl J Med.* 2020;382:1395-407.
 50. Navarese EP, Lansky AJ, Kereiakes DJ, et al. Cardiac mortality in patients randomised to elective coronary revascularisation plus medical therapy or medical therapy alone: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J.* 2021;42:4638-51.
 51. Al-Lamee R, Jacobs AK. ISCHEMIA Trial: Was It Worth the Wait? *Circulation.* 2020;142:517-9.
 52. King SB 3rd. The ISCHEMIA Trial: "Stable Angina Cured". *Cardiovasc Revasc Med.* 2020;21:254-55.
 53. Velazquez EJ, Lee KL, Deja MA, et al. STICH Investigators. Coronary-artery bypass surgery in patients with left ventricular dysfunction. *N Engl J Med.* 2011;364:1607-16.
 54. Velazquez EJ, Lee KL, Jones RH, et al. STICHES Investigators. Coronary-Artery Bypass Surgery in Patients with Ischemic Cardiomyopathy. *N Engl J Med.* 2016;374:1511-20.
 55. Fujii T, Sakai K, Nakano M, et al. Impact of the origin of the collateral feeding donor artery on short-term mortality in ST-elevation myocardial infarction with comorbid chronic total occlusion. *Int J Cardiol.* 2016;218:158-63.
 56. Kral A, Belohlavek J, Rob D, Smalcova J. Abstract 13434: Chronic Total Occlusions in Refractory Cardiac Arrest Patients. Available from: https://doi.org/10.1161/circ.144.suppl_2.13434.
 57. Antman EM, Braunwald E. Managing Stable Ischemic Heart Disease. *N Engl J Med.* 2020;382:1468-70.
 58. Schumacher SP, Stuijzand WJ, Opolski MP, et al. Per-

cutaneous Coronary Intervention of Chronic Total Occlusions: When and How to Treat. *Cardiovasc Revasc Med.* 2019;20:513-22.

59. Abdullah SM, Hastings JL, Amsavelu S, et al. Percutaneous Coronary Intervention of Coronary Chronic Total Occlusions Improves Peak Oxygen Uptake during Cardiopulmonary Exercise Testing. *J Invasive Cardiol.* 2017;29:83-91.

60. Mashayekhi K, Neuser H, Kraus A, et al. Successful Percutaneous Coronary Intervention Improves Cardiopulmonary Exercise Capacity in Patients With Chronic Total Occlusions. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69:1095-6.

61. Qintar M, Grantham JA, Sapontis J, et al. Dyspnea Among Patients With Chronic Total Occlusions Undergoing Percutaneous Coronary Intervention: Prevalence and Predictors of Improvement. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2017; 10:e003665.

62. Rösner A, Avenarius D, Malm S, et al. Severe regional myocardial dysfunction by stress echocardiography does not predict the presence of transmural scarring in chronic coronary arte-

ry disease. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2015;16:1074-81.

63. Bucciarelli-Ducci C, Auger D, Di Mario C, et al. CMR Guidance for Recanalization of Coronary Chronic Total Occlusion. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2016;9:547-56.

64. Megaly M, Brilakis ES, Abdelsalam M, et al. Impact of Chronic Total Occlusion Revascularization on Left Ventricular Function Assessed by Cardiac Magnetic Resonance. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2021;14:1076-8.

65. Allahwala UK, Brilakis ES, Kiat H, et al. The indications and utility of adjunctive imaging modalities for chronic total occlusion (CTO) intervention. *J Nucl Cardiol.* 2021;28:2597-608.

66. Schumacher SP, Everaars H, Stuijzand WJ, et al. Viability and functional recovery after chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2021;98:E668-76.

67. Schumacher SP, Everaars H, Stuijzand WJ, et al. Coro-

nary collaterals and myocardial viability in patients with chronic total occlusions. *EuroIntervention.* 2020;16:e453-61.

68. Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, et al.; SYNTAX Investigators. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med.* 2009;360:961-72.

69. Mohr FW, Morice MC, Kappetein AP, et al. Coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomised, clinical SYNTAX trial. *Lancet.* 2013;381:629-38.

70. Thuijs DFJM, Kappetein AP, Serruys PW, et al.; SYNTAX Extended Survival Investigators. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with threevessel or left main coronary artery disease: 10-year follow-up of the multicentre randomised controlled SYNTAX trial. *Lancet.* 2019;394:1325-34.