

Problémy péče o nemocné se STEMI v době koronavirové pandemie

Stanislav Šimek

Fyziologický ústav a II. interní klinika kardiologie a angiologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

Infekce covid-19 a covidová pandemie představují problém pro péči o nemocné se STEMI.

Výskyt, průběh, léčbu a prognózu STEMI ovlivňuje covidová epidemie v několika aspektech:

- Část nemocných z obavy před covidovou nákazou v nemocnici oddaluje přivolání zdravotnické pomoci, nebo dokonce pomoc vůbec nezavolá.
- Příznaky STEMI a covid-19 se mohou překrývat a vzájemně napodobovat, navíc mohou koexistovat, nejistota při stanovení diagnózy může vést ke zpoždění léčby.
- Obava z covidové nákazy zdravotníků nebo nedostatek personálu katetizačních laboratoří může vést ke změně léčebných algoritmů.
- Přetížené zdravotní služby, omezení „necovidové“ péče, chybějící personál, nedostatek lůžek mohou mít za následek prodlevu v léčbě STEMI až nemožnost léčbu poskytnout.
- Použití ochranných prostředků proti šíření covid-19 může vést ke zpoždění léčby.
- Zánětlivý a protrombotický stav během covidové infekce zvyšuje riziko vzniku infarktu myokardu a zvyšuje riziko trombotických komplikací již probíhajícího STEMI.
- Hypoxie způsobená covidovým poškozením plic prohlubuje ischemii myokardu při AIM, může zvětšit rozsah infarktu a zvyšuje riziko srdečního selhání při AIM.
- Covidová myokarditida.

Závěr: STEMI u nemocného s covid-19 není stejná nemoc jako STEMI bez covid-19. Nemocní s covid-19 a STEMI mají častěji srdeční selhání a srdeční zástavu, rozsáhlejší intrakoronární trombózu, významně vyšší riziko akutní trombózy stentu, kardiogenního šoku po PCI a významně vyšší nemocniční kardiální i nekardiální mortalitu.

Je indikována agresivnější antitrombotická léčba. I v covidové době je nutná maximální snaha o co nejrychlejší zajištění reperfuze léčby a dodržení časových limitů pro její provedení. Velmi důležité jsou nácvik používání ochranných pomůcek proti šíření infekce a vakcinace.

Klíčová slova: STEMI, covid, léčba, prognóza.

Problems of care for STEMI patients in coronavirus pandemic

The covid-19 pandemic negatively affects time-dependent care and the course of STEMI in several aspects:

- Some patients delay seeking emergency care or even do not call it at all because of fear of contracting covid-19 at hospitals.
- The presentations of STEMI and covid-19 can overlap and mimic each other. Both conditions may coexist. Uncertainty regarding diagnosis may add to delays.
- Provider's concerns about the covid-19 infection or lack of cath lab staff may lead to changes in treatment algorithms.
- There may also be delay due to the infection-control measures employed by medical staff.
- Reduction in non-covid care, overwhelmed emergency medical services and hospitals, staff-absences, and lack of beds may all lead to treatment delay or even inability to provide it.
- Inflammatory and prothrombotic states in patients with covid-19 increase the risk of developing STEMI as well as that of STEMI complications.
- Hypoxia due to covid-19 lung disease deepens myocardial ischemia during STEMI and may extend the volume of STEMI and increase the risk of heart failure.
- Covid myocarditis.

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Stanislav Šimek, CSc., ssimek@lf1.cuni.cz

Fyziologický ústav a II. interní klinika kardiologie a angiologie, 1. LF UK, U Nemocnice 2, 128 08 Praha

Cit. zkr: Interv Akut Kardiolog 2021; 20(2): 93–97

Článek přijat redakcí: 7. 5. 2021

Conclusion: It is apparent that STEMI in covid-19 infected patients is not the same disease process as STEMI that without covid-19 infection. Patients with STEMI and covid-19 have a higher risk of heart failure, cardiac arrest, cardiogenic shock, greater intracoronary thrombosis and stent thrombosis, resulting in higher cardiac and non-cardiac mortality. Aggressive antithrombotic treatment is recommended. Even in the covid era it is essential to insist on timely treatment of STEMI. Training of cardiac catheterization personnel on how to use personal protective equipment as well as vaccination are crucial to limit the risk of acquiring infection.

Key words: STEMI, covid, treatment, prognosis.

Infekce covid-19 a covidová pandemie představují bezprecedentní problém pro péči o nemocné se STEMI. Vysoce náročná logistika včasné léčby STEMI se v době přetíženého zdravotního systému může snadno zhroutit. Obě choroby mohou koexistovat a komplikovat jedna druhou. Kombinace jejich významného mortalitního rizika může být pro nemocné katastrofální. Nemocniční mortalita takových pacientů v publikovaných souborech je v rozmezí 12 % až 70 % (1, 2, 3, 4).

V celonárodním španělském registru STEMI mělo během 6týdenního vrcholu epidemie prokázanou infekci covid-19 10 % z celkového počtu 1010 STEMI pacientů. Jejich hospitalizační mortalita byla 4× vyšší (23,1 % vs. 5,7 %; $p < 0,001$) než u nemocných bez covid-19. Významně vyšší byla jak mortalita nekardiální (9,9 % vs. 0,5 %, $p < 0,001$), tak mortalita kardiální (13,2 % vs. 5,1 %; $p = 0,002$). Po korekci na věk, pohlaví, třídu Killip a ischemický čas byla mortalita vyšší 4,8× (OR 4,85, 95 % CI: 2,04–11,51; $p < 0,001$) (5).

Výskyt, průběh, léčbu a prognózu STEMI ovlivňuje covidová epidemie v několika aspektech:

- Část nemocných z obavy před covidovou nákazou v nemocnici oddaluje přivolání zdravotnické pomoci, nebo dokonce pomoc vůbec nezavolá.
- Příznaky STEMI a covid-19 se mohou překrývat a vzájemně napodobovat. To ovlivňuje jednak rozhodování o přivolání lékařské pomoci, jednak rozhodování o indikaci k reperfuzní léčbě.
- Obava z covidové nákazy zdravotníků nebo nedostatek personálu katetizačních laboratoří může vést ke změně léčebných algoritmů.
- Omezení „necovidové“ péče při přetížení zdravotnických služeb může mít za následek prodlevu v léčbě STEMI až nemožnost léčbu poskytnout.

- Použití ochranných prostředků proti šíření covid-19 může vést ke zpoždění léčby.
- Zánětlivý a protrombotický stav během covidové infekce zvyšuje riziko vzniku infarktu myokardu a zvyšuje riziko trombotických komplikací již probíhajícího STEMI.
- Hypoxie způsobená covidovým postižením plic prohlubuje ischemii myokardu při AIM, může zvětšit rozsah infarktu a zvyšuje riziko srdečního selhání při AIM.
- Covidová myokarditida je častá, komplikuje stanovení diagnózy i průběh STEMI.

Část nemocných z obavy před covidovou nákazou v nemocnici oddaluje přivolání zdravotnické pomoci, nebo dokonce pomoc vůbec nezavolá

Řada autorů v Evropě i USA zjistila snížení počtu nemocných hospitalizovaných pro akutní infarkt myokardu (AIM) během vrcholů covidové epidemie o 30 % až 50 % proti referenčnímu období, přičemž pokles byl výraznější v případech NSTEMI než v případech STEMI (6–12). Současně byl zaznamenán pokles koronárních intervencí o 21 % u STEMI a o 37 % u NSTEMI, přičemž nejvýraznější byl pokles ve starších věkových skupinách (13). Navíc došlo u nemocných se STEMI k prodloužení času od vzniku symptomů do přijetí do nemocnice i času od přijetí do PCI v součtu o 30 až 60 minut (13, 14).

V některých částech světa takové trendy nezjistili (15), což svědčí o rozdílech v intenzitě a rozsahu epidemie i v robustnosti zdravotního systému (16).

Nemocní se STEMI, kteří se nedostanou do nemocnice včas, nemohou profitovat z reperfuzní i jiné léčby. Jako následek je možné předpokládat vyšší riziko komplikací infarktu včetně smrti a srdečního selhání. Například studie Treatment Times in ST-Elevation Myocardial Infarction (FITT-STEMI) prokázala, že každých

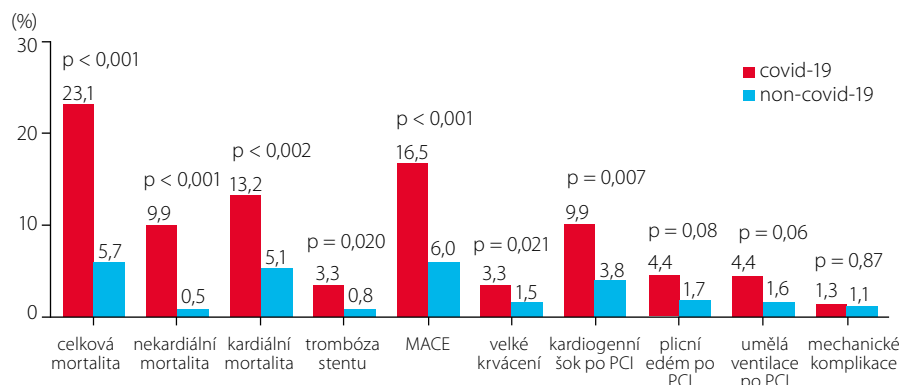
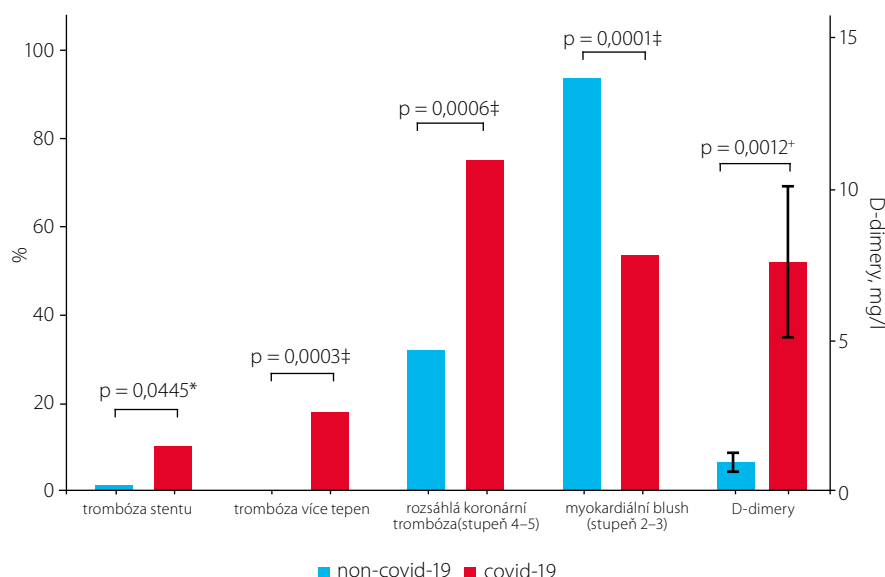
10 minut zpoždění reperfuzní léčby zvyšuje mortalitu se STEMI o 3,3 % (17).

Příznaky STEMI a covid-19 se mohou překrývat a vzájemně napodobovat

První příznaky STEMI a covid-19 se mohou překrývat a neexistuje žádný test, který by je spolehlivě rozlišil. Recidivující protražované bolesti za hrudní kosti jsou častým příznakem covidové infekce a spolehlivost testů na covid-19 je nízká, kolem 70 %. Tato skutečnost komplikuje rozhodování nemocných s bolestí na hrudi, zda přivolat zdravotnickou pomoc. Covidová myokarditis nebo covidová stresová takotsubo kardiomyopatie mohou simulovat obraz STEMI na EKG. To vše může vyvolávat nejistotu při stanovení diagnózy STEMI, komplikovat rozhodování o reperfuzní léčbě, vést k prodlevě léčby anebo naopak ke zbytečnému ohrožení personálu. Na jedné straně tak může být infarktová bolest na hrudi považována za projev covid-19 s následkem zpoždění nebo neposkytnutí reperfuzní léčby. Na straně druhé projevy infekce covid-19 mohou být považovány za STEMI s následkem zbytečného ohrožení personálu na katetizačním sále nákazou covid-19.

Přibližně 40 % pacientů s covid-19 a s obrazem STEMI na EKG má nevýznamný nález na koronárních tepnách. Podle jedné studie mělo z 18 pacientů katetrizovaných pro STEMI na EKG pouze 10 nález uzávěru infarktové tepny (2). V jiném souboru mělo z 28 nemocných se STEMI nález infarktové léze pouze 17 (61 %). Při normálním nálezu na koronárních tepnách je u covidových pacientů častá dysfunkce levé komory při myokarditidě nebo stresové kardiomyopatii a prognóza těchto pacientů je závažná (3).

K odlišení skutečného STEMI mohou být užitečné neinvazivní metody. Globální porucha kinetiky levé komory anebo porucha kinetiky, která nekoreluje s EKG obrazem, je

Obr. 1. Výskyt nemocničních kardiovaskulárních příhod ve španělském registru STEMI u pacientů s covid-19 a bez covid-19 (převzato z 5)**Obr. 2.** Trombotické komplikace STEMI pacientů bez covid-19 a s covid-19 (převzato z 1)

pravděpodobně způsobena covidovou myokarditidou spíše než STEMI. Lokalizovaná porucha kinetiky korelující s EKG by měla být indikací k rychlé reperfuzi.

Obava z covidové nákazy zdravotníků nebo nedostatek personálu katetrizačních laboratoří může vést ke změně léčebných algoritmů

Během covidové epidemie se zdravotnické služby i katetrizační pracoviště dostávají do problému s nedostatkem pracovníků vlivem jejich nákazy infekcí covid-19. Ochranné pomůcky riziko nákazy sice minimalizují, ale neodstraní ho zcela. V takovém případě je extrémně důležité, aby se nákazou covid-19 nenakazili ti zbývající. Vysoká nakažlivost, dlouhá inkubační doba a častý asymptomatický průběh onemocnění covid-19 výrazně komplikují opatření proti

šíření nákazy a nejednou vedly ke zdecimování celých katetrizačních týmů. Optimální léčebné postupy se tak v době epidemie mohou stát suboptimálními. Odborníci z pekinské univerzitní nemocnice proto například na vrcholu epidemie doporučili fibrinolýzu jako metodu první volby při léčbě STEMI. Koronární intervence byla doporučena až po vyloučení infekce covid-19, a to i v případě kontraindikací fibrinolýzy (18). Zdůvodněním byla obava, že riziko rozšíření covidové infekce může být větší než benefit z primární PCI.

Intervenční výbor Americké College of Cardiology v r. 2020 stanovil, že v USA může být z důvodu omezení expozice personálu na katetrizačních sálech u stabilních STEMI pacientů s aktivní infekcí covid-19 zvažována fibrinolytická léčba (19).

Evropské kardiologické společnosti ve směr nadále doporučují i v době covidové

epidemie primární PCI jako reperfuční strategii volby u všech pacientů (20).

Omezení „necovidové“ péče při přetížení zdravotnických služeb může mít za následek prodlevu v léčbě STEMI až nemožnost léčbu poskytnout

Přetížení záchranného systému covidovými pacienty může zpozdit péči o standardní nemoci včetně STEMI. Pro přivolání pomoci mohou být problémem obsazené telefonní linky i nedostatek sanitek. Péče o nemocného se STEMI je poměrně složitá a zahrnuje systém několika rychle na sebe navazujících stupňů zdravotní péče: záchrannou službu, event. urgentní příjmová oddělení, katetrizační sál, koronární jednotku. Tento vybudovaný systém může být epidemií snadno narušen.

Zkušenost ukazuje, že v regionech silně postižených epidemií dochází k prodloužení času od symptomů do reperfúze pomocí PCI o 30 až 60 minut. Zpoždění je patrné na úrovni času symptom–nemocnice i na úrovni času dveře–balon (13, 21).

Dalším problémem je přeměna koronárních jednotek na přeplněné covidové jednotky, na které není možné přijmout necovidového pacienta se STEMI.

Za okolností, kdy se zdravotnické systémy v centrech epidemie potýkají s nedostatkem zdravotnického personálu, ochranných pomůcek, vybavení i lůžek, by mohlo při léčbě STEMI přicházet v úvahu použití fibrinolýzy, jejíž aplikace je méně náročná a rychlejší než PCI. Mortalitní výhoda primární PCI může být ztracena, pokud čas dveře–balon přesáhne 1 hodinu. Včasnost reperfúze totiž může být důležitější než způsob jejího dosažení (22).

Na druhé straně ale fibrinolýza prodlužuje dobu pobytu na jednotkách intenzivní péče a může jejich přetížení zvýšit. Fibrinolýza také může zbytečně ohrozit závažným krvácením až 40 % nemocných se STEMI a covid-19, kteří mají normální nález na koronárních tepnách (19). Existuje shoda na tom, že o fibrinolýze bychom měli uvažovat, pokud by transportní čas přesáhl 120 min.

V zájmu snížení zatížení nemocnic a také v zájmu snížení expozice nemocných riziku

nákazy covid-19 se mění i některé další algoritmy léčby. V Británii například došlo na vrcholu epidemie ke zkrácení hospitalizační doby nemocných se STEMI ze 4 na 3 dny.

Během covidové epidemie se doporučuje provádět u STEMI kompletní revaskularizaci během primární PCI, pokud je to možné a bezpečné. Cílem je zkrátit úvodní hospitalizaci a omezit hospitalizace opakované.

Použití ochranných prostředků proti šíření covid-19 může vést ke zpoždění léčby

Na všech úrovních může docházet ke zkrácení algoritmu léčby STEMI aplikací ochranných prostředků a případně vylučování covidové nákazy u nemocného.

Při přijetí nemocného se STEMI na katetrizační sál často není znám jeho covid-19 status. K takovému nemocnému je nutno přistupovat, jako by byl covid-19 pozitivní. V případě periprocedurální resuscitace je totiž riziko nákazy obrovské. Používání ochranných prostředků, testování pacientů i důkladné čištění sálů po každém covid případě provoz významně komplikuje a zpomaluje.

Nesmírně důležitá je příprava katetrizačních laboratoře na nemocné s covid-19. Pro snížení rizika covidové nákazy se doporučuje několik kroků:

- kritický je výcvik pracovníků katetrizačních laboratoří, jak správně používat ochranné pomůcky (6 kroků při oblékání a 6 kroků při svlékání),
- vždy je nutné mít záložní tým, u jedné procedury by pokud možno neměli být dva intervenční lékaři,
- vyčlenit jeden sál pro covidové pacienty, pokud je to možné,
- hloubkové čištění sálu po každém pacientovi s covid-19,
- pokud je to možné, ošetřit covidové pacienty ve skupině,
- pokud je to možné, neintubovat nemocné na katetrizačním sále pro riziko aerosolu; v případě hraniční respirační sufficience raději intubovat před příjezdem na sál,
- každý pacient přijatý na katetrizační sál je považován za covid-19 pozitivního až do doby, kdy je infekce vyloučena.

Zánětlivý a protrombotický stav během covidové infekce zvyšuje riziko vzniku infarktu myokardu a zvyšuje riziko trombotických komplikací již probíhajícího STEMI

SARS-CoV-2 infekce způsobuje systémovou zánětlivou odpověď, která vede k dysfunkci endotelu a aktivaci hemostázy, krevních destiček i koagulačních faktorů (23).

Predisponuje tak nemocné k tromboembolismu v žilním i tepenném řečišti (24).

Nemocní s akutními respiračními infekcemi mají významně zvýšené riziko ruptury aterosklerotických plátů a následného AIM (25). STEMI tak v řadě případů může být vlastně komplikací infekce covid-19 (1). To podporuje i analýza španělského registru STEMI. Na vrcholu epidemie, kdy prevalence covid-19 v obecné populaci byla 0,5 %, mezi nemocnými se STEMI byla prevalence 9 % (5). Alespoň u hospitalizovaných pacientů je proto doporučována preventivní antikoagulační léčba. Zda skutečně zabráni vzniku AIM, však není známo.

V katetrizačních laboratořích u nemocných s AIM, kteří současně mají covid-19, opakovaně pozorujeme zvýšenou trombotickou nálož v infarktové tepně (26).

Angiografické analýzy souboru nemocných se STEMI z Londýna prokázaly, že nemocní s covid-19 mají kromě většího rozsahu intrakoronární trombózy také častější trombózu ve více koronárních tepnách (0 vs. 17,9 %; $p = 0,0003$) a horší myokardiální blush (prokrvení myokardu hodnocené podle rychlosti vymývání kontrastu z myokardu) po PCI. Hodnoty D-dimeru korelují s rozsahem trombózy. K dosažení terapeutických hodnot activated clotting time (ACT) byly nutné vyšší dávky heparinu. U nemocných s covid-19 byla častěji použita aspirační trombektomie (17,9 % vs. 1,3 %; $p = 0,0021$) a inhibitory glykoproteinu IIb/IIIa (59 % vs. 9,2 %; $p < 0,0001$). Nemocní s covid-19 měli častější akutní trombózu stentu (10,3 % vs. 1 %; $p = 0,044$) a numericky vyšší mortalitu (17,9 % vs. 6,5 %) (1).

Také analýzou španělského registru STEMI z vrcholu pandemie bylo zjištěno, že u nemocných s covid-19 je nutno častěji použít mechanickou trombektomii (44 % vs. 33,5 %;

$p = 0,046$) a inhibitory glykoproteinu IIb/IIIa (20,9 % vs. 11,2 %; $p = 0,007$). Tito nemocní měli 4× vyšší riziko akutní trombózy stentu (4,1 % vs. 0,8 %, $p = 0,015$), 2,6× vyšší výskyt postprocedurálního kariogenního šoku (9,9 % vs. 3,8 %; $p = 0,007$). Následná 4× vyšší hospitalizační mortalita byla již zmíněna výše (5). V souboru Hamadeho se trombóza stentu vyskytla dokonce u 21 % pacientů (4).

Vzhledem k výše uvedenému by antitrombotická léčba STEMI u nemocných s covid-19 měla být více agresivní, včetně účinné protidestičkové předléčby před PCI. Bylo prokázáno, že nové P_2Y_{12} inhibitory jako ticagrelor a prasugrel mají vyšší protidestičkovou aktivitu a nižší riziko trombózy stentu ve srovnání s clopidogrelem a měly by proto být v covidové době preferovány.

Kontrola účinnosti heparinu během PCI je u nemocných s covid-19 naprosto nezbytná. Podpůrná léčba, například pomocí intrakoronárního podání inhibitorů glykoproteinu IIb/IIIa, cangreloru nebo trombolitik, může být u vybraných pacientů přínosná (24). Při PCI nemocných s covid-19 je s ohledem na riziko trombózy nadměrně důležitá dokonalá apozice stentů k cévní stěně. V úvahu přichází použití fluoropolymerových stentů, které mají zvýšenou tromboresistenci.

Hypoxie způsobená covidovým postižením plic prohlubuje ischemii myokardu při AIM, může zvětšit rozsah infarktu a zvyšuje riziko srdečního selhání při AIM

Lze předpokládat, že systémová hypoxie při covidovém postižení plic prohlubuje ischemii myokardu vzniklou při uzavěru koronární tepny. Lze předpokládat, že infarkty covidových pacientů budou větší s větším rizikem selhání srdce jako pumpy.

Choudry ve své analýze zjistil u covidových pacientů se STEMI významně vyšší hladiny hs troponinu (1,221 ng/l vs. 369 ng/l, $p = 0,0028$) a nižší ejekční frakci levé komory (42,5 % vs. 45 %, $p = 0,019$) ve srovnání s pacienty bez covid-19 (1).

Systémová hypoxie navíc zvyšuje zátěž myokardu jednak kompenzatorním zvýšením minutového výdeje, jednak nedostatečným oxykčením zdravého neinfarktového myo-

kardu. Hemodynamická tolerance komplikací AIM se snižuje.

Nemocní se souběhem AIM a covid-19 mají vyšší riziko srdečního selhání při přijetí do nemocnice i po primární PCI. Ve španělském registru STEMI byl při přijetí do nemocnice u covidových pacientů vyšší výskyt srdečního selhání (30 % vs. 16 %, $p=0,011$) i kardiogenního šoku (13,6 % vs. 6,8 %, $p=0,011$). Až pětina nemocných vyžaduje umělou plicní ventilaci (4). Nemocní s covid-19 mají také vyšší riziko srdeční zástavy (28 % vs. 9 %, $p=0,0013$) (1, 27).

Covidová myokarditis

Kardiální postižení je u covidové infekce časté (28). Až 17% nemocných s covid-19 má akutní postižení myokardu (29). V řadě případů se myokarditis může projevit jako STEMI na EKG (30). Studie z New Yorku zjistila, že nemocní katetrizovaní pro suspektní STEMI, kteří mají nevýznamný nález na koronárních

tepních, mají vysokou mortalitu – 72 % (2). Je nepochybné, že pokud dojde k souběhu STEMI a myokarditidy, riziko smrti je obrovské, nezávisle na způsobu léčby.

Závěr

Covidová pandemie je obrovskou výzvou pro udržení adekvátní péče o nemocné se STEMI. Je jasné, že STEMI u nemocného s infekcí covid-19 je jiná choroba než STEMI bez covid-19. Nemocní s covid-19 a STEMI mají častěji srdeční selhání i srdeční zástavu, rozsáhlejší intrakoronární trombózu, významně vyšší riziko akutní trombózy stentu, kardiogenního šoku po PCI a významně vyšší nemocniční kardiální i nekardiální mortalitu.

Antitrombotická léčba by u těchto nemocných měla být více agresivní, aby zabránila trombóze stentu. Jako prevenci AIM u pacientů s covid-19 je nutno zvažovat antikoagulační

léčbu, která v případě zvýšení D-dimeru může zlepšit jejich prognózu (31).

V covidové době je ještě důležitější šířit povědomí o příznacích infarktu a nutnosti co nejrychlejšího kontaktu záchranné služby. I v covidové době je nutná maximální snaha o co nejrychlejší zajištění reperfuze léčby a dodržení časových limitů pro její provedení, „čas je myokard“. Domníváme se, že pokud je to možné, covidový pacient se STEMI by měl být transportován do zařízení provádějícího PCI. Při diagnostických pochybnostech a při selekci pacientů vhodných k PCI je kromě EKG indikováno bezprostřední echokardiografické vyšetření. U nemocných s těžkým průběhem covid-19, s komorbiditami a s kardiogenním šokem je na místě zvažovat, zda primární PCI není pouze marnou snahou o nemožné.

Zásadní je výcvik zdravotnických pracovníků, jak používat ochranné prostředky, a co nejvčasnější vakcinace.

LITERATURA

- Choudry FA, Hamsheer SM, Rathod KS, et al. High Thrombus Burden in Patients With covid-19 Presenting With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2020; 76(10): 1168–1176. doi: 10.1016/j.jacc.2020.07.022. Epub 2020 Jul 14. PMID: 32679155; PMCID: PMC7833185.
- Bangalore S, Sharma A, Slotwimer A, et al. ST-Segment Elevation In Patients With covid-19 – A Case Series. *N Engl J Med*. 2020; 382: 2478–2480.
- Stefanini GG, Montorfano M, Trabattini D, et al. ST-Elevation Myocardial Infarction in Patients With covid-19: Clinical and Angiographic Outcomes. *Circulation*. 2020; 141: 2113–2116.
- Hamadeh A, Aldujeli A, Briedis K, et al. Characteristics and Outcomes in Patients Presenting With covid-19 and ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *Am J Cardiol*. 2020; 131: 1–6. doi: 10.1016/j.amjcard.2020.06.063. Epub 2020 Jul 3. PMID: 32732010; PMCID: PMC7333635.
- Rodriguez-Leor O, Cid Alvarez AB, Pérez de Prado A, et al. In-hospital outcomes of covid-19 ST-elevation myocardial infarction patients. *EuroIntervention*. 2021; 16(17): 1426–1433. doi: 10.4244/EIJ-D-20–00935. PMID: 33164893.
- Garcia S, Albaghdadi MS, Meraj PM, et al. Reduction in ST-segment elevation cardiac catheterization laboratory activations in the United States during covid-19 Pandemic. *J Am Coll Cardiol*. 2020; 75(10): 1097–1107. doi: 10.1016/j.jacc.2020.06.063. Epub 2020 Jul 3. PMID: 32732010; PMCID: PMC7333635.
- De Filippo O, D'Ascenzo F, Angelini F, et al. Reduced rate of hospital admissions for ACS during covid-19 outbreak in northern Italy. *N Engl J Med*. 2020; 383: 88–89.
- De Rosa S, Spaccarotella C, Basso C, et al. Reduction of hospitalizations for myocardial infarction in Italy in the covid-19 era. *Eur Heart J*. 2020; 41: 2083–2088.
- Giamello JD, Abram S, Bernardi S, et al. The emergency department in the covid-19 era. Who are we missing? *Eur J Emerg Med*. 2020; 27: 305–306.
- Metzler B, Siostrzonek P, Binder RK, et al. Decline of acute coronary syndrome admissions in Austria since the outbreak of covid-19: the pandemic response causes cardiac collateral damage. *Eur Heart J*. 2020; 41: 1852–1853.
- Tan W, Parikh RV, Chester R, et al. Single center trends in acute coronary syndrome volume and outcomes during the covid-19 pandemic. *Cardiol Res*. 2020; 11: 256–259.

- Braiteh N, Rehman WU, Alom M, et al. Decrease in acute coronary syndrome presentations during the COVID-19 pandemic in upstate New York. *Am Heart J*. 2020; 226: 147–151. doi: 10.1016/j.ahj.2020.05.009. Epub 2020 May 23. PMID: 32569892; PMCID: PMC7244433.
- Kwok CS, Gale CP, Kinnaird T, et al. Impact of COVID-19 on percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. *Heart*. 2020; 106(23): 1805–1811. doi: 10.1136/heartjnl-2020-317650. Epub 2020 Aug 31. PMID: 32868280.
- Piccolo R, Esposito G, et al. Population trends in rates of percutaneous coronary revascularization for acute coronary syndromes associated with the covid-19 outbreak. *Circulation*. 2020; 141: 2035–2037.
- Lofti A. Assessment of ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Volume Trends During The covid-19 Pandemic. *Am J Cardiol*. 2020; 131: 127–140.
- Li YH, Huang WC, Hwang JJ; Taiwan Society of Cardiology. No Reduction of ST-segment Elevation Myocardial Infarction Admission in Taiwan During Coronavirus Pandemic. *Am J Cardiol*. 2020; 131: 133–134. doi: 10.1016/j.amjcard.2020.06.030.
- Scholz KH, Maier SKG, Maier LS, et al. Impact of treatment delay on mortality in ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) patients presenting with and without haemodynamic instability: results from the German prospective, multicentre FITT-STEMI trial. *Eur Heart J*. 2018; 39: 1065–1074.
- Jing ZC, Zhu HD, Yan XW, Chai WZ, Zhang S. Recommendations from the Pekin Union Medical College Hospital for the management of acute myocardial infarction during the covid-19 outbreak. *Eur Heart J*. 2020; 41: 1791–1794.
- Welt FGP, Shah PB, Aronow HD, et al. American College of Cardiology's Interventional Council and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. Catheterization Laboratory Considerations During the Coronavirus (covid-19) Pandemic: From ACC's Interventional Council and SCAI. *J Am Coll Cardiol*. 2020; 75: 2372–2375.
- Romaguera R, Cruz-Gonzalez I, Jurado-Roman A, et al. Considerations on the invasive management of ischemic and structural heart disease during the covid-19 coronavirus outbreak. Consensus statement of the Interventional Cardiology Association and the Ischemic Heart Disease and Acute Cardiac Care Association of the Spanish Society of Cardiology. *REC Interv Cardiol*. 2020; 2: 112–117.
- Tam C-CF, Cheung K-S, Lam S, et al. Impact of coronavirus disease 2019 (covid-19) outbreak on ST-segment-elevation myocardial infarction care in Hong Kong, China. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2020; 13.
- Nallamothu BK, Bates ER. Percutaneous coronary intervention versus fibrinolytic therapy in acute myocardial infarction: is timing (almost) everything? *Am J Cardiol*. 2003; 92: 824–826. doi: 10.1016/s0002-9149(03)00891-9.
- Bikdeli B, Madhavan MV, Jimenez D, et al. covid-19 and thrombotic or thromboembolic disease: implications for prevention, antithrombotic therapy, and follow-up. *J Am Coll Cardiol*. 2020; 75: 2950–2973.
- Levi M, Thachil J, Iba T, Levy JH. Coagulation abnormalities and thrombosis in patients with covid-19. *Lancet Haematol*. 2020; 7: e438–40.
- Kwong JC, Schwartz KL, Campitelli MA, et al. Acute myocardial infarction after laboratory-confirmed influenza infection. *N Engl J Med*. 2018; 378: 345–353.
- Harari R, Bangalore S, Chang E, Shah B. Covid-19 complicated by acute myocardial infarction with extensive thrombus burden and cardiogenic shock. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020 May 19.
- Jain N, Berkenbush M, Feldman DC, et al. Effect of covid-19 on prehospital pronouncements and ED visits for stroke and myocardial infarction. *Am J Emerg Med*. 2021; 43: 46–49. doi: 10.1016/j.ajem.2021.01.024. Epub 2021 Jan 15. PMID: 33503530; PMCID: PMC7836770.
- Inciardi RM, Lupi L, Zaccone G, Italia L, Raffo M, Tomasoni D, et al. Cardiac involvement in a patient with coronavirus disease 2019 (covid-19). *JAMA Cardiol*. 2020; 5: 819–824.
- Zhou F, Yu T, Du R, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with covid-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet*. 2020; 395: 1054–1062.
- Ang KP, Quek ZQ, Lee CY, Lu HT. Acute myocarditis mimicking ST-elevation myocardial infarction: a diagnostic challenge for frontline clinicians. *Med J Malaysia*. 2019; 74: 561–563.
- Yin S, Huang M, Li D, Tang N. Difference of coagulation features between severe pneumonia induced by SARS-CoV2 and non-SARSCoV2. *J Thromb Thrombolysis*. 2020; 1–4. doi: 10.1007/s11239-020-02105-8.