

Traumatic coronary artery dissection in sports: Use of FFRCT and literature review

Traumatická disekcia koronárnej artérie v športe: Využitie FFRCT a prehľad literatúry

Nehaj F^{1,2,3,4}, Connolly DL^{3,4}

¹Oddelenie arytmiológie a kardiostimulácie, Národný ústav srdcových a cievnych chorôb, a. s., Bratislava, Slovenská republika

Nehaj F, Connolly DL. Traumatic coronary artery dissection in sports: Use of FFRCT and literature review. Cardiology Lett. 2023;32(1):54–61

Abstract. Traumatic coronary artery dissection (TCAD) is a rare form of cardiac injury. Nonpenetrating chest trauma causing dissection may however be unrecognized and under-reported. The role of cardiac computed tomography (CCT) has become increasingly important not only in the diagnosis of spontaneous coronary artery dissection (SCAD), but also in the diagnosis of TCAD. However, the role of non-invasive CT fractional flow reserve (FFRCT) in this field is less clear. FFRCT was performed as a novel means of evaluating if dissection was flow limiting. In addition, this work provides a literature review dealing with coronary artery dissections in the context of sports. Fig. 5, Tab. 1, Ref. 52, on-line full text (Free, PDF) www.cardiologyletters.sk

Key words: traumatic coronary artery dissection – sport – computed tomography fractional flow reserve

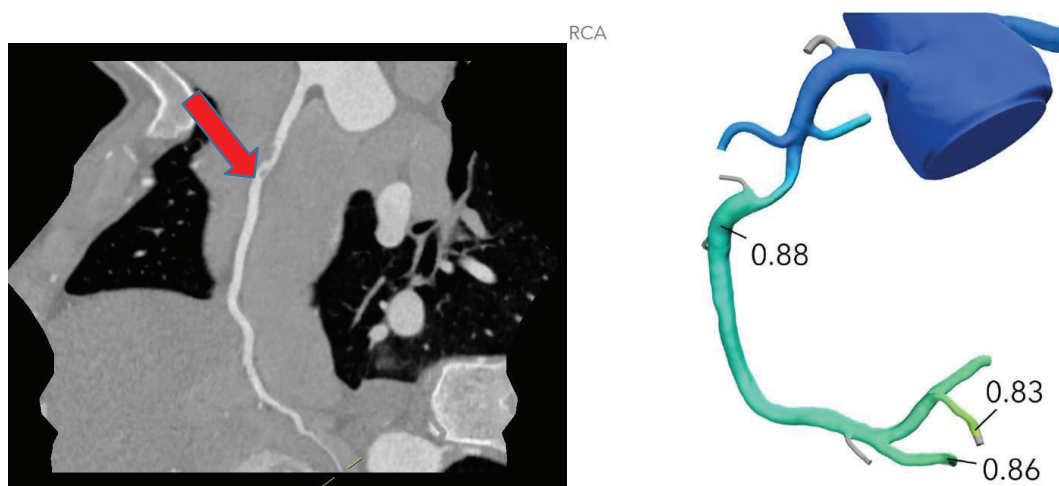
Nehaj F, Connolly DL. Traumatická disekcia koronárnej artérie v športe: Využitie FFRCT a prehľad literatúry. Cardiology Lett. 2023;32(1):54–61

Abstrakt. Traumatická disekcia koronárnej artérie (TCAD) je zriedkavá forma poškodenia srdca. Nepenetrujúca trauma hrudníka spôsobujúca disekciu však môže byť nerozpoznaná a podhodnotená. Úloha počítačovej tomografie srdca (CCT) sa stáva čoraz dôležitejšou nielen v diagnostike spontánnej disekcie koronárnej artérie (SCAD), ale aj v diagnostike TCAD. Úloha neinvazívnej CT frakčnej prietokovej rezervy (FFRCT) v tejto oblasti je však menej jasná. FFRCT možno využiť ako nový spôsob hodnotenia, či disekcia obmedzuje prietok. V tejto práci je kazuistika a prehľad literatúry zaoberajúci sa disekciami koronárnych artérií v kontexte športu. Obr. 5, Tab. 1, Lit. 52, on-line full text (Free, PDF) www.cardiologyletters.sk

Kľúčové slová: traumatická disekcia koronárnej artérie – šport – počítačová tomografia – frakčná prietoková rezerva

Z ¹Oddelenia arytmiológie a kardiostimulácie, Národný ústav srdcových a cievnych chorôb, a. s., Bratislava, Slovenská republika, ²Kliniky kardiológie a angiológie, Slovenská zdravotnícka univerzita, Bratislava, Slovenská republika, ³University of Birmingham, Institute of Cardiovascular Sciences, Birmingham, UK and ⁴Sandwell and West Birmingham Hospitals NHS Service Trust, Birmingham, UK

Do redakcie došlo dňa 10. novembra 2022; prijaté 3. januára 2023
Adresa pre korešpondenciu: MUDr. František Nehaj, PhD., Oddelenie arytmiológie a kardiostimulácie, Národný ústav srdcových a cievnych chorôb, a. s., Pod Krásnou hôrkou 1, 833 48 Bratislava 37, Slovenská republika, e-mail: frantisek.nehaj@nusch.sk



Obrázok 1 CCTA – disekcia RCA a FFRCT

Disekcia koronárnych artérií spôsobená tupým poranéním hrudníka je potenciálne život ohrozujúci stav, ktorý si vyžaduje rýchlu diagnostiku a liečbu, aby sa predišlo fatálnym komplikáciám. Existuje široká škála možných srdcových poranení, ktoré sa môžu vyskytnúť po traume, ktoré zahŕňajú pomliaždenie myokardu, ruptúru komory, narušenie chlopne alebo septa alebo koronárnu disekciu. Podozrenie na traumatické poškodenie srdca by malo byť u pacientov s významným poranéním hrudníka a súvisiacimi príznakmi vrátane bolesti na hrudníku, palpitácií, arytmií, nového srdcového šelestu alebo príznakov šoku (1, 2).

Elektrokardiografia (EKG) môže odhaliť zmeny segmentu ST, ktoré korelujú s ischemiou myokardu. Srdcové biomarkery, ako je troponín a CK-MB, sú užitočné ako skriningový nástroj na potenciálne poškodenie myokardu. Echokardiografia je ďalším dôležitým vyšetrením používaným na posúdenie abnormalít v srdcovej štruktúre a funkcii. CCT je veľmi užitočná zobrazovacia metóda, ktorú majú lekári k dispozícii u pacientov s potenciálnym poškodením srdca. Táto práca ilustruje, ako CCT a FFRCT pomáhajú pri stanovení diagnózy a ako táto zobrazovacia metóda by mohla odstrániť potrebu invazívnej angiografie v individuálnych prípadoch.

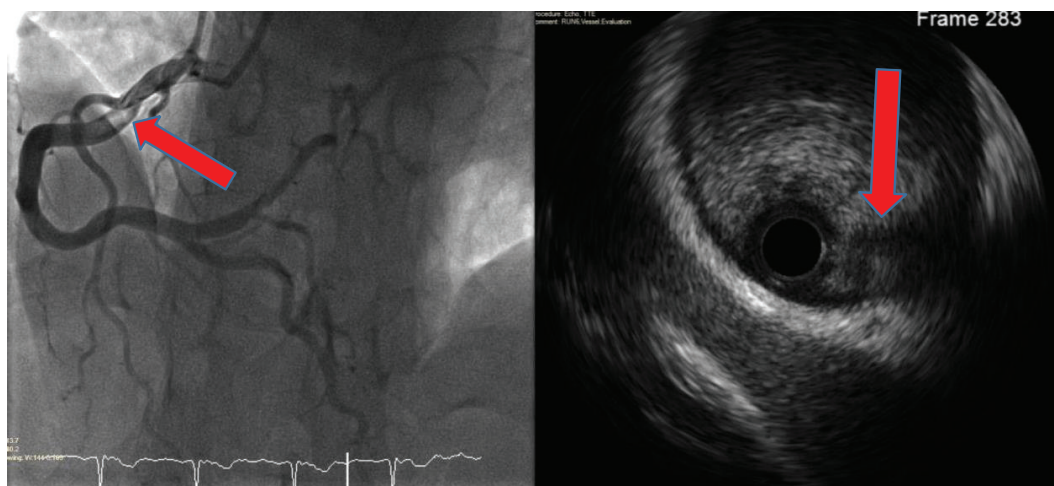
Popis prípadu

30-ročný muž bol prijatý do nemocnice s náhle vzniknutou tlakovou bolesťou na hrudníku. Bolesť bola

spojená s potením a dýchavičnosťou. Tento pacient nemal žiadne kardiovaskulárne rizikové faktory, anamnesticky udával karate úder do hrudníka v priebehu posledných 24 hodín pred vznikom bolesti. Vzhľadom na túto anamnézu nepenetrujúcej traumy hrudníka spojenú s abnormálnymi hodnotami troponínov sa zrealizovala urgentná CCT s FFRCT na vyhodnotenie hemodynamickej relevancie (obrázok 1). Na potvrdenie diagnózy sa použilo ďalšie vyšetrenie srdca, ako je invazívna koronárna angiografia a intravaskulárna ultrasonografia (IVUS).

Časová os

Čas	
1. deň	Karate úder do hrudníka
2. deň	Prijatý s bolesťami na hrudníku
3. deň	Hladina troponínu I s vysokou citlivosťou: abnormálna Elektrokardiogram: normálny nálež CCT: disekcia pravej koronárnej artérie FFRCT: lézia RCA s hodnotou 0,88 Invazívna koronarografia: disekcia proximálnej časti pravej koronárnej artérie (RCA) Intravaskulárna ultrasonografia: potvrdila diagnózu disekcie
4. deň	Prepustený z nemocnice
Po 2 mesiacoch	CCT: bez disekcie pravej koronárnej artérie FFRCT: RCA s hodnotou FFRCT 0,95
Po 3 mesiacoch	Kardiologická kontrola v ambulancii: asymptomatický



Obrázok 2 Invazívne koronarografické vyšetrenie – RCA disekcia a IVUS

Vyšetrenia

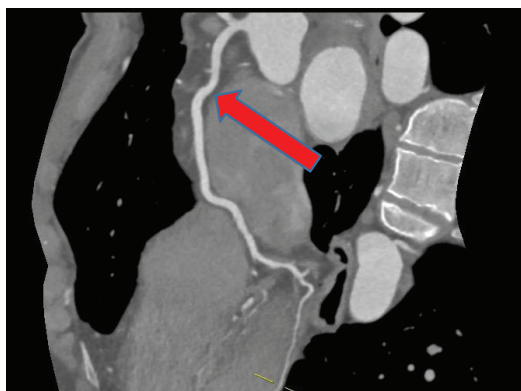
Krvné testy: hladina troponínu I s vysokou citlivosťou bola 99 ng/l (normálny rozsah menej ako 15 ng/l), následné opakované meranie po troch hodinách bolo 199 ng/l, celkový krvný obraz a testy funkcie obličiek v norme

CCT: špirálová disekcia v strednej časti RCA

FFRCT: žiadna významná obštrukcia prietoku lézie RCA s hodnotou FFRCT 0,88

Echokardiogram: normálna systolická a diastolická biventrikulárna funkcia, žiadne významné abnormality chlopne s normálnou anatómiou, bez regionálnych porúch kinetiky

12-zvodové EKG: Sínusový rytmus bez ischemických zmien



Obrázok 3 CCTA – kontrola po 8 týždňoch

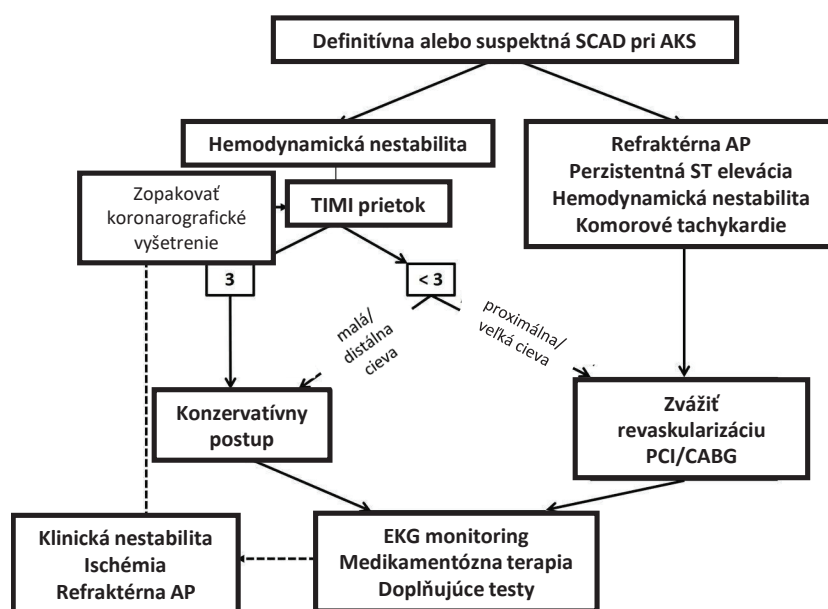
Liečba

Pacient podstúpil urgentnú invazívnu koronárnu angiografiu, ktorá potvrdila disekciu proximálnej RCA s prietokom TIMI 3 (Thrombolysis in Myocardial Infarction). Nepreukázalo sa ochorenie koronárnych artérií a žiadna iná disekcia (obrázok 2). Na potvrdenie diagnózy disekcie RCA bol použitý IVUS (obrázok 2). Zaujímavé je, že CCT preukázalo, že napriek skutočnosti, že lézia RCA sa vizuálne javila ako významná, FFRCT nepreukázala žiadnu významnú obštrukciu prietoku s hodnotou 0,88.

Prijalo sa rozhodnutie nepokračovať v revaskularizácii vzhľadom na skutočnosť, že pacient bol už bez bolesti na hrudníku, bez ischemických zmien na EKG a mal normálny epikardiálny perfúzný prietok distálne od lézie. Na základe výsledkov vykonaných vyšetrení bol pacient liečený konzervatívne. Následne o dva dni bol pacient prepustený na režime duálnej protidoštičkovej liečby – aspirín a klopidoogrel počas dvanástich mesiacov pre akútny koronárny syndróm (AKS). Pacient bol klinicky sledovaný bez ďalších recidív bolesti na hrudníku a kontrolné CCT sa realizovalo o osem týždňov. To preukázalo vyhojenie disekcie RCA (obrázok 3).

Diskusia

FFRCT sa používa na vyhodnotenie hemodynamického významu stenóz koronárnych artérií. Je definovaný



Obrázok 4 Diagnostický manažment SCAD (modifikované podľa 9)

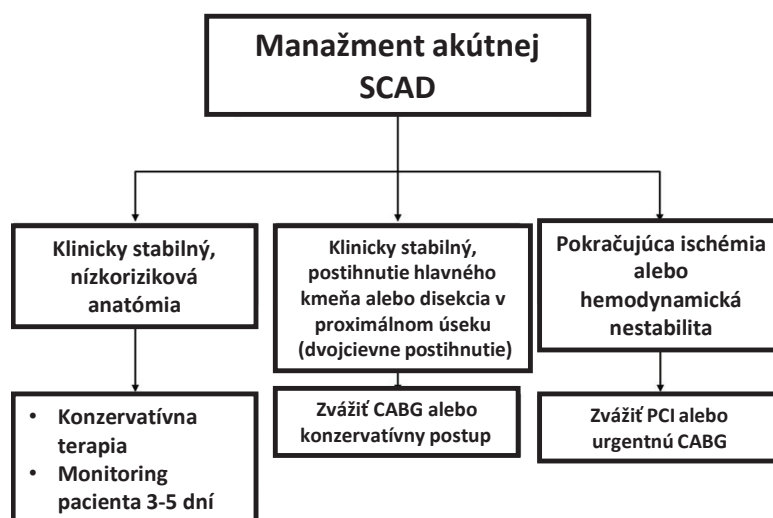
ako pomer maximálneho prietoku dosiahnuteľného v stenotickej koronárnej artérii k maximálnemu prietoku dosiahnuteľnému v tej istej koronárnej artérii v prípade, ak by bola bez stenózy (3, 4). Táto metóda umožňuje identifikáciu koronárnych lézií obmedzujúcich prietok, ktoré môžu spôsobiť ischémiu myokardu. FFRCT vyšetrenie u tohto pacienta preukázalo, že neinvazívna frakčná prietoková rezerva (FFR) RCA bola nad 0,8 a naznačilo, že táto disekcia nespôsobuje prietok obmedzujúcu obštrukciu (obrázok 1), čo je spoľahlivá hranica pre hemodynamicky relevantné stenózy (5, 6).

Prevažná časť literatúry o koronárnej disekcii sa týka predovšetkým diagnostiky a manažmentu SCAD, ktorá sa môže vyskytnúť v kontexte športu, t. j. bez traumy a ochorenia koronárnych artérií. Kým TCAD je odlišná diagnóza, princípy a manažment tohto stavu sú pre obe podobné. Tento typ disekcie je spôsobený tupým poranením hrudníka pri športe a je relatívne zriedkavý v porovnaní so SCAD počas tehotenstva (80 % pacientov so SCAD sú ženy, 20 – 25 % prípadov sa vyskytuje v peripartálnom období). Charakteristickým znakom SCAD je absencia aterosklerózy, traumy alebo iatrogénnych príčin (7). Usmernenia odporúčajú konzervatívny manažment SCAD, ale existuje niekoľko kazuistík demonštrujúcich použitie rezacích balónikov (cutting balloons) s malým priemerom pri určitých podmienkach (8). Pri podozrení

na SCAD alebo TCAD by sa mala čo najskôr vykonať invazívna koronárna angiografia, najmä ak EKG ukázalo elevácie ST segmentu (obrázok 4) (9).

Koronárna angiografia je široko dostupná a CCT zostáva jednou z diagnostických zobrazovacích metód prvej línie. Kľúčovým limitujúcim faktorom je, že ide o dvojrozmernú lumenografiu a nezobrazuje špecificky arteriálnu stenu (7, 9). Intrakoronárne zobrazovanie, ako je IVUS a optická koherentná tomografia (OCT), má ďalšie riziká a náklady, ale poskytuje podrobnú vizualizáciu arteriálnej steny, ktorá pomáha stanoviť diagnózu SCAD a TCAD.

Neexistujú žiadne prospektívne štúdie so SCAD, ale pozorovacie údaje ukázali angiografické hojenie lézií u väčšiny pacientov (70 % – 97 %) po konzervatívnej liečbe (10 – 15). Jedna takáto pozorovacia štúdia so 131 léziami SCAD preukázala, že opakovaná angiografia vykonaná po 35 dňoch preukázala hojenie a vymiznutie vo všetkých prípadoch. K úplnému spontánnemu vyliečeniu došlo v 88,5 % prípadov (16). Pri vysokorizikových pacientoch s pokračujúcou ischémiou, disekciou ľavej hlavnej koronárnej tepny alebo hemodynamickou nestabilitou je potrebné postup liečenia prediskutovať so súhlasom pracovnej skupiny alebo srdcového tímu, ak je potrebná urgentná intervencia perkutánnou koronárnou intervenciou (PCI) alebo by-passom koronárnej artérie (CABG) (obrázok 5) (9).



Obrázok 5 Algoritmus na usmernenie konzervatívneho verzus invazívneho manažmentu (modifikované podľa 9)

Medikamentózna terapia je založená na odborných názoroch odvodených z klinických skúseností. Antikoagulačná a protidoštičková liečba môže znížiť riziko vzniku trombu, ale v akútnych prípadoch existuje zvýšené riziko krvácania. Najmä teoreticky akýkoľvek intramurálny hematóm môže spôsobiť predĺženie disekcie alebo rozrušenie intimy (17). Usmernenia naznačujú, že pacientom so SCAD/TCAD, ktorí podstupujú PCI, by sa mali predpisovať protidoštičkové lieky. Okrem toho sa môže u pacientov, ktorí nepodstupujú PCI, zvážiť aj duálna antiagregačná terapia (DAPT), pretože môže zabrániť trombóze v lézii. Niektoré odporúčania uprednostňujú DAPT najmenej jeden rok alebo 1 – 3 mesiace spolu s dlhodobou liečbou aspirínom (18). Betablokátoři sa majú používať selektívne u pacientov s dysfunkciou ľavej komory (LK), arytmiami alebo pri liečbe hypertenzie. U pacientov s infarktomyokardu (IM) komplikovaným systolickou dysfunkciou LK je potrebné zvážiť inhibítory enzýmu konvertujúceho angiotenzín (ACEi) alebo blokátoři receptorov angiotenzínu (ARB) (19). Pacientov treba liečiť na súbežnú artériovú hypertenziu, ak je prítomná a ženy v plodnom veku si musia byť vedomé potenciálne teratogénnych účinkov liekov, ako je ACEi. Pokiaľ ide o statíny u 327 pacientov so SCAD, nezistila sa žiadna súvislosť medzi užívaním statínov a recidívou SCAD (20). Statíny sa preto neodporúčajú na rutinné používanie, ak neexistuje indikácia na primárnu alebo sekundárnu prevenciu (21).

Uskutočnili sme prieskum literatúry PubMed o disekcii koronárnej artérie spojenjej so športom (tabuľka 1). K dnešnému dňu bolo publikovaných najmenej 32 prípadov (vrátane tohto prípadu). Priemerný vek pacientov bol 32 rokov (maximálne 55, minimálne 14) a prevalencia pohlavia bola prevažne u mužov (25 mužov a 7 žien). Najčastejšie postihnutá koronárna artéria bola ramus interventricularis anterior/left anterior descending RIA/LAD (22 pacientov), RCA (8 prípadov), hlavný kmeň/left main HK/LM (5 prípadov) a circumflex-a CX (6 prípadov). Najtypickejšia kombinácia dvoch ciev TCAD/SCAD bola LAD/RCA (3 prípady) a LM/LAD (2 prípady). Bolest' na hrudníku sa pozorovala ako symptóm, ktorý sa vyskytol takmer vo všetkých prípadoch. PCI s implantáciou stentu bolo realizované u 15 pacientov, konzervatívna liečba u 8 pacientov, CABG u 4 pacientov, iba jeden prípad bol liečený trombolýzou a smrť nastala v 4 prípadoch. Osobitne dôležité je, že iba 18 pacientov malo tupé poranenie hrudníka, kým zvyšok bol SCAD v kontexte športu. Obmedzením retrospektívnej analýzy je, že nebolo možné dohľadať všetky prípady.

Záver

Správna diagnóza u pacientov s bolesťou na hrudníku po tupej traume hrudníka je kritická. Spočiatku je potrebné mať podozrenie na disekciu koronárnej

Tabuľka 1 Prehľad prípadov s disekciou koronárnej artérie spojenou so športom

Autor	Typ športu	Počet	Krajina	Vek	Koronárna artéria	Klinická prezentácia	Pohlavie	Liečba	Úmrtie
Weber N, et al., 2018 (22)	Cyklistika	1	USA	22	LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	Konzervatívna	Nie
Poyet R, et al., 2015 (23)	Rugby	2	Francúzsko	31,33	1.LAD, 2.RCA	1. zástava srdca, 2. nauza, vracanie, vertigo	Muž	PCI stent implantácia	Nie
Jehangir W, et al., 2015 (24)	Kriket	1	Indo-ázijský región	26	RCA, LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	PCI stent implantácia	Nie
Seven E, et al., 2015 (25)	Karate	1	Dánsko	38	LAD, CX	Bolesť na hrudníku	Muž	PCI stent implantácia	Nie
Barbesier M, et al., 2014 (26)	Kung Fu	1	Francúzsko	43	LAD	Synkopa	Muž	Úmrtie	Úmrtie
Diaz-Miron JL, et al., 2014 (27)	Bejzbal	1	USA	14	LM, LAD	Bolesť na hrudníku, synkopa, VF, defibrilovaný	Muž	PCI stent implantácia	Nie
Van Mieghem NM, et al., 2013 (28)	Futbal	1	Holandsko	33	RCA	Bolesť na hrudníku	Muž	PCI stent implantácia	Nie
Mahmod M, et al., 2013 (29)	Hokej	1	UK	NA	LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	Konzervatívna	Nie
Tehrani S, et al., 2011 (30)	Cyklistika	1	Južná Afrika	48	LAD	Bolesť na hrudníku	Žena	PCI stent implantácia	Nie
El-Sherief K, et al., 2011 (31)	Vzpieranie	1	USA	29	LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	PCI stent implantácia	Nie
Dworakowski R., et al., 2009 (32)	Lyžovanie	1	NA	48	LM, LAD, CX	Bolesť na hrudníku, dyspnoe	Žena	CABG	Nie
Lunebourg A, et al., 2008 (33)	Plávanie	1	Švajčiarsko	55	LM, LAD, CX, RCA	Bolesť na hrudníku, synkopa	Žena	Zástava srdca	Úmrtie
Aghasadeghi K, et al., 2008 (34)	Kulturstika	1	Irán	23	RCA	Bolesť na hrudníku, VF, neúspešná resuscitácia	Muž	Konzervatívna	Úmrtie
Kalaga RV, et al., 2007 (35)	Americký futbal	1	USA	17	LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	Konzervatívna	Nie
Taçoý G, et al., 2007 (36)	Wrestling	1	Turecko	42	LAD, RCA	Bolesť na hrudníku	Muž	CABG	Nie
Campbell CY, et al., 2006 (37)	Basketbal	1	USA	32	RCA	Bolesť na hrudníku	Muž	PCI stent implantácia	Nie
Vassanelli C, et al., 2006 (38)	Vzpieranie	1	Taliansko	25	LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	Systémová trombolýza	Nie
Hazeleger R, et al., 2001 (39)	Americký futbal	1	Holandsko	29	LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	PCI stent implantácia	Nie
Vale PR, et al., 1998 (40)	Cvičenie	1	NA	NA	CX	NA	Muž	PCI stent implantácia	Nie
Gunkel O, et al., 1998 (41)	Futbal	1	Nemecko	23	LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	Konzervatívna	Nie
Greenberg J, et al., 1998 (42)	Vodné lyžovanie	1	USA	35	CX	Bolesť na hrudníku	Žena	Úmrtie	Úmrtie
Sherrid MV, et al., 1994 (43)	Maratónsky beh	1	USA	41	LM, LAD	Bolesť na hrudníku, synkopa, resuscitácia	Muž	CABG	Nie
Marik PE, et al., 1990 (44)	Rugby	1	Južná Afrika	NA	LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	Konzervatívna	Nie
Thayer, J.O., et al., 1987 (45)	Beh	1	NA	39	LM	Bolesť na hrudníku	Žena	CABG	Nie
Subramanya, et al., 2020 (46)	Karate	1	UK	30	RCA	Bolesť na hrudníku	Muž	Konzervatívna	Nie
Oluwole, et al., 2020 (47)	Stacionárny bicykel	1	USA	26	CX	Bolesť na hrudníku	Žena	Konzervatívna	Nie
Torlasco, et al., 2019 (48)	Futbal	1	Taliansko	19	LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	PCI stent implantácia	Nie

Tabuľka 1 (pokračovanie)

Autor	Typ športu	Počet	Krajina	Vek	Koronárna artéria	Klinická prezentácia	Pohlavie	Liečba	Úmrtie
Linhart, et al., 2019 (49)	Karate	1	Španielsko	40	LAD	Bolesť na hrudníku	Muž	Konzervatívna	Nie
Haywood, et al., 2019 (50)	Jiu Jitsu	1	USA	NA	NA	NA	NA	PCI stent implantácia	Nie
Blevins, et al., 2022 (51)	Vodný šport	1	USA	38	LAD	Bolesť na hrudníku	Žena	PCI stent implantácia	Nie
Haber, et al., 2019 (52)	Futbal	1	Austrália	29	LAD	Synkopa	Muž	PCI stent implantácia	Nie

artérie. Pacienti so SCAD alebo TCAD sú vystavení vysokému riziku, že budú nesprávne diagnostikovaní a budú prepustení z pohotovostného oddelenia, pretože často nemajú klasické kardiovaskulárne rizikové faktory. K dispozícii sú odporúčania, ako zvládnuť SCAD a pacientov s traumatickými disekciami možno liečiť rovnakým spôsobom (7, 9). Spontánne uzdravenie sa vyskytuje u väčšiny pacientov a je to časovo závislý proces. Niektoré odporúčania by sa mali zväžiť pre PCI alebo CABG na základe konsenzu pracovnej skupiny. Tento prípad naznačuje, že CCT a FFRCT by sa mohlo použiť na diagnostiku koronárnej disekcie.

Literatúra

- James MM, Verhofste M, Franklin C, Beilman G, Goldman C. Dissection of the left main coronary artery after blunt thoracic trauma: Case report and literature review. *World J Emerg Surg.* 2010;5:21.
- Parmley LF, Manion WC, Mattingly TW. Nonpenetrating traumatic injury of the heart. *Circulation.* 1958;18:371-396.
- Strisciuglio T, Barbato E. The fractional flow reserve gray zone has never been so narrow. *J Thorac Dis.* 2016;8:E1537-E1539.
- Taylor CA, Fonte TA, Min JK. Computational fluid dynamics applied to cardiac computed tomography for noninvasive quantification of fractional flow reserve: scientific basis. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61:2233-2241.
- Tesche C, De Cecco CN, Albrecht MH, Duguay TM, Bayer RR, Litwin SE, et al. Coronary CT Angiography-derived Fractional Flow Reserve. *Radiology.* 2017;285:17-33.
- Tonino PA, De Bruyne B, Pijls NH, Siebert U, Ikeno F, van't Veer M, et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention. *N Engl J Med.* 2009;360:213-224.
- Hayes SN, Kim ESH, Saw J, Adlam D, Arslanian-Engoren C, Economy KE, et al. Spontaneous Coronary Artery Dissection: Current State of the Science: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2018;137:e523-e557.
- Sharma H, Vetrugno V, Khan SQ. Successful treatment of a spontaneous right coronary artery dissection with a 4-mm diameter cutting balloon: a case report. *Eur Heart J - Case Reports.* 2019;Dec.3:1-6.
- Macaya F, Salinas P, Gonzalo N, Fernández-Ortiz A, Macaya C, Escaned J. Spontaneous coronary artery dissection: contemporary aspects of diagnosis and patient management. *Open Heart.* 2018;5:e000884.
- Saw J. Coronary angiogram classification of spontaneous coronary artery dissection. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2014;84:1115-1122.
- Rashid HN, Wong DT, Wijesekera H, Gutman SJ, Shanmugam VB, Gulati R, et al. Incidence and characterisation of spontaneous coronary artery dissection as a cause of acute coronary syndrome--A single-centre Australian experience. *Int J Cardiol.* 2016;202:336-338.
- Tweet MS, Eleid MF, Best PJ, Lennon RJ, Lerman A, Rihal CS, et al. Spontaneous coronary artery dissection: revascularization versus conservative therapy. *Circ Cardiovasc Interv.* 2014;7:777-786.
- Tweet MS, Hayes SN, Pitta SR, Simari RD, Lerman A, Lennon RJ, et al. Clinical features, management, and prognosis of spontaneous coronary artery dissection. *Circulation.* 2012;126:579-588.
- Rogowski S, Maeder MT, Weilenmann D, Haager PK, Ammann P, Rohner F, et al. Spontaneous Coronary Artery Dissection: Angiographic Follow-Up and Long-Term Clinical Outcome in a Predominantly Medically Treated Population. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017;89:59-68.
- Alfonso F, Paulo M, Dutary J. Endovascular imaging of angiographically invisible spontaneous coronary artery dissection. *JACC Cardiovasc Interv.* 2012;5:452-453.
- Prakash R, Starovoytov A, Heydari M, Mancini GB, Saw J. Catheter-Induced Iatrogenic Coronary Artery Dissection in Patients With Spontaneous Coronary Artery Dissection. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016;9:1851-1853.
- Yip A, Saw J. Spontaneous coronary artery dissection-A review. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2015;5(1):37-48.
- Amsterdam EA, Wenger NK, Brindis RG, Casey DE, Ganiats TG, Holmes DR, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with non-ST-elevation acute coronary syndromes: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation.* 2014;130:2354-2394.

19. Jneid H, Anderson JL, Wright RS, Adams CD, Bridges CR, Casey DE, et al. 2012 ACCF/AHA focused update of the guideline for the management of patients with unstable angina/Non-ST-elevation myocardial infarction (updating the 2007 guideline and replacing the 2011 focused update): a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *Circulation*. 2012;126:875-910.
20. Saw J, Humphries K, Aymong E, Sedlak T, Prakash R, Starovoytov A, et al. Spontaneous Coronary Artery Dissection: Clinical Outcomes and Risk of Recurrence. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70:1148-1158.
21. Stone NJ, Robinson JG, Lichtenstein AH, Bairey Merz CN, Blum CB, Eckel RH, et al. 2013 ACC/AHA guideline on the treatment of blood cholesterol to reduce atherosclerotic cardiovascular risk in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2014;129(25 Suppl 2):S1-45.
22. Weber N, Weber A, Carbone P, Lawrence A, Bilbrey T, Schussler JM, et al. High-intensity, sport-specific cardiac rehabilitation training of a 22-year-old competitive cyclist after spontaneous coronary artery dissection. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*. 2018;31:207-209.
23. Poyet R, Capilla E, Kerebel S, Brocq FX, Pons F, Jeco C, et al. Acute myocardial infarction and coronary artery dissection following rugby-related blunt chest trauma in France. *J Emerg Trauma Shock*. 2015;8:110-111.
24. Jehangir W, Aly T, Bedran KH, Yousif A, Niemiera ML. Multivessel spontaneous coronary artery dissection in an unlikely patient. *Case Rep Cardiol*. 2015;2015:167243.
25. Seven E, Henningsen K, Abildgaard U. Coronary artery dissection following blunt chest trauma. *Ugeskr Laeger*. 2015;177:V10140572.
26. Barbesier M, Boval C, Desfeux J, Lebreton C, Léonetti G, Piercecchi MD. Acute fatal coronary artery dissection following exercise-related blunt chest trauma. *J Forensic Sci*. 2015;60:233-235.
27. Diaz-Miron JL, Dillon PA, Saini A, Balzer DT, Singh J, Kolovos NS, et al. Left main coronary artery dissection in pediatric sport-related chest trauma. *J Emerg Med*. 2014;47:150-154.
28. Van Mieghem NM, van Weenen S, Nollen G, Ligthart J, Regar E, van Geuns RJ. Traumatic coronary artery dissection: potential cause of sudden death in soccer. *Circulation*. 2013;127:e280-282.
29. Mahmod M, Wage R, Alpendurada F, Pennell DJ. Cardiovascular magnetic resonance of acute myocardial infarction following traumatic coronary artery dissection. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2013;14:669-672.
30. Tehrani S, Khawaja MZ, Redwood S. Successful treatment of a late presentation exercise-induced spontaneous left anterior descending artery dissection. *J Invasive Cardiol*. 2011;23:E260-262.
31. El-Sherief K, Rashidian A, Srikanth S. Spontaneous coronary artery dissection after intense weightlifting UCSF Fresno Department of Cardiology. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011;78:223-227.
32. Dworakowski R, Desai J, MacCarthy P. Spontaneous left main coronary artery dissection while skiing at altitude. *Eur Heart J*. 2009;30:868.
33. Lunebourg A, Letovanec I, Eggenberger P, Lehr HA. Images in cardiovascular medicine. Sudden cardiac death due to triple vessel coronary dissection. *Circulation*. 2008;117:2038-2040.
34. Aghasadeghi K, Aslani A. Spontaneous coronary artery dissection in a professional body builder. *Int J Cardiol*. 2008;130:e119-120.
35. Kalaga RV, Malik A, Thompson PD. Exercise-related spontaneous coronary artery dissection: case report and literature review. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:1218-1220.
36. Taçoý G, Sahinarslan A, Timurkaynak T. Spontaneous multivessel coronary artery dissection in a wrestler. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2007;7:193-195.
37. Campbell CY, Record JD, Kolandaivelu A, Ziegelstein RC. Chest pain in a young basketball player. *J Gen Intern Med*. 2006;21:C7-10.
38. Vassanelli C. Spontaneous coronary artery dissection: when spontaneous means unknown. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2006;7:71-73.
39. Hazeleger R, van der Wieken R, Slagboom T, Landsaat P. Coronary dissection and occlusion due to sports injury. *Circulation*. 2001;103:1174-1175.
40. Vale PR, Baron DW. Coronary artery stenting for spontaneous coronary artery dissection: a case report and review of the literature. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1998;45:280-286.
41. Gunkel O, Weigl C, Lauer B, Schuler G. [Myocardial infarct caused by dissection of the anterior interventricular ramus after blunt thoracic trauma--a case report]. *Z Kardiol*. 1998;87:300-307.
42. Greenberg J, Salinger M, Weschler F, Edelman B, Williams R. Circumflex coronary artery dissection following waterskiing. *Chest*. 1998;113:1138-1140.
43. Sherrid MV, Mieres J, Mogtader A, Menezes N, Steinberg G. Onset during exercise of spontaneous coronary artery dissection and sudden death. Occurrence in a trained athlete: case report and review of prior cases. *Chest*. 1995;108:284-287.
44. Marik PE. Coronary artery dissection after a rugby injury. A case report. *S Afr Med J*. 1990;77(1):586-587.
45. Thayer JO, Healy RW, Maggs PR. Spontaneous coronary artery dissection. *Ann Thorac Surg*. 1987;44:97-102.
46. Upadhyaya SG, Nensey R, Elhosieny A, Connolly DL. Traumatic coronary artery dissection diagnosed immediately with cardiac CT. Making the difference with Live Image Guidance. *Interventional Cardiology* 2020:39.
47. Oluwole AS, Virk HUH, Witzke C. Intense exercise may not be so benign: chest pain in a young athletic woman may be spontaneous coronary artery dissection (SCAD). *BMJ Case Reports CP*. 2020;13:e234560.
48. Torlasco C, Blengino S, Musmeci M, Fratianni G, Malfatto G, Parati G. Spontaneous left anterior descending coronary artery dissection in a teenager. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12:e49-51.
49. Linhart M, Bragagnini W, Regueiro A, Flores E, Mendieta G, Martínez-Rubio A. More Martial than Arts: Coronary Artery Dissection after Chest Kick. *The American Journal of Medicine*. 2019;132:e555-e556.
50. Haywood ST, Patel K, Gallo D, Silver K, Jouriles N. Throws of death: traumatic coronary artery dissection resulting from Jiu Jitsu training. *The Journal of Emergency Medicine*. 2020;58:63-66.
51. Blevins AJ, Repas SJ, Alexander BM, Siebenburgen C. Blunt traumatic coronary artery dissection: A case study. *Trauma Case Reports*. 2022;37:100594.
52. Haber R, Weisz GM. Contact sport-induced coronary artery dissection. *IMAJ* 2019;21:555-556.