

# Organizace preventivních sportovních prohlídek a screening kardiovaskulárních onemocnění u sportovců – preparticipační screening

(Organization of preparticipation screening of athletes in the Czech Republic)

Kryštof Slabý<sup>a</sup>, Vladimír Tuka<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha*

<sup>b</sup> *Centrum sportovní kardiologie, II. interní klinika kardiologie a angiologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze*

## INFORMACE O ČLÁNKU

### Historie článku:

Vložen do systému: 9. 6. 2020

Přijat: 9. 6. 2020

Dostupný online: 1. 9. 2020

### Klíčová slova:

Náhlá srdeční smrt

Sportovní prohlídka

## SOUHRN

Celková mortalita je zřejmě u mladých sportujících nižší než u vrstevníků nebo v celkové populaci, nicméně podíl náhlé srdeční smrti je naopak relativně větší než u vrstevníků. Je pravděpodobné, že k tomu přispívá větší expozice fyzické zátěži v kontextu predispozice nebo klinicky němé patologie. Absolutní riziko (incidence) náhlé srdeční smrti je u mladých sportovců velmi nízké (do 2/100 000 osob ročně). Nefatální poškození pohybového aparátu, ale i dalších orgánových systémů včetně cirkulace jsou naopak u sportující populace velmi časté. Účelem preventivního vyšetření sportovce je odhalení patologií s potenciálem ke zvýšení rizika náhlé kardiální i nekardiální smrti a k prevenci nefatálních poškození dalším pokračováním ve výkonnostním sportu. Provádění preventivní péče o sportovce má v České republice jednoznačný právní rámec. Dle aktuálních, byť stále ne zcela konkluzivních dat je racionální zahrnout do preventivního vyšetření asymptomatického sportovce podrobnou anamnézu, fyzikální vyšetření, klidový 12svodový elektrokardiogram hodnocený dle speciálních kritérií. Ostatní diagnostické metody nejsou pro plošné využití vhodné. V budoucnu bude třeba zorganizovat velké prospektivní studie ke zhodnocení efektu preparticipačního screeningu.

© 2020, ČKS.

## ABSTRACT

Mortality of competitive athletes is lower compared to general population but the relative contribution of sudden cardiac death may be higher. Prolonged exposition to physical exertion may contribute especially in predisposed persons or in concealed conditions. Incidence of sudden cardiac death is low (generally below 2/100,000 person years). Non-fatal injury to musculoskeletal and other organ systems is, on the other hand, frequent. The purpose of preparticipation examination is diagnostics of conditions with potential of sudden cardiac and non-cardiac death and prevention of non-fatal conditions caused by physical activity. There is clear legal regulation of preparticipation screening in the Czech Republic. It seems reasonable to include history, physical examination, and resting 12-lead electrocardiogram evaluated using special criteria in a standard examination. Other diagnostic methods are more suitable for preselected cases. There is an urgent need for large-scale studies on performance of preparticipation screening strategies.

### Keywords:

Preparticipation screening

Sudden cardiac death

**Adresa pro korespondenci:** MUDr. Kryštof Slabý, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, V Úvalu 84, 150 06 Praha 5, e-mail: krystof.slaby@lfmotol.cuni.cz

**DOI:** 10.33678/cor.2020.062

## Úvod

Celková mortalita je zřejmě u mladých výkonnostních sportovců nižší než u celkové populace odpovídajícího věku, nicméně tento rozdíl je způsoben vyšší nekardiovaskulární mortalitou v celkové populaci. Mortalita z kardiovaskulárních (KV) příčin spolu s náhlým úmrtím z neznámé příčiny (sudden unexplained death) se naopak zdá být vyšší u výkonnostních sportovců než u celkové populace, přinejmenším u mužů.<sup>1–3</sup> Výsledky jednotlivých studií jsou bohužel často rozporuplné z důvodu rozdílů ve sledované populaci, metodologii a odhadu počtu osob v riziku.

Preventivní vyšetření fyzicky aktivních osob se ale nemezuje jen na prevenci náhlého úmrtí, nebo dokonce pouze na úmrtí z kardiovaskulárních příčin, byť kardiovaskulární příčiny jsou zodpovědné za 50 % netraumatických úmrtí u sportovců.<sup>1,2</sup> Za fyzicky aktivní osoby jsou považováni nejen výkonnostní a vrcholoví sportovci, ale také významně nadprůměrně aktivní nevykonnostní (rekreační) sportovci, zaměstnanci vykonávající fyzicky náročné profese a někteří příslušníci záchranných a silových složek (hasiči, důlní a vodní záchranáři, horská služba, záahové složky, vojáci a další).

Účelem preventivních vyšetření je identifikovat rizikové osoby a následně pomocí řady opatření předcházet zhoršení jejich zdravotního stavu. Cílem preventivního vyšetření není a nemůže u konkrétní osoby být dosažení absolutní jistoty o nulovém budoucím, či dokonce nulovém doživotním riziku. Účelem preparticipačního vyšetření (sportovní prohlídka) je prevence náhlého úmrtí, prevence rozvoje některých specifických patologických stavů (syndrom nedostatečného energetického příjmu – REDS, syndrom přetrénování, poruchy růstu ad.), prevence zhoršení již diagnostikovaných onemocnění, prevence poškození z přetížení („overuse injury“) jak pohybového aparátu, tak i všech ostatních orgánových systémů, prevence vzniku muskuloskeletálních obtíží, prevence škodlivého užívání zakázaných látek a případně další.

## Incidence

Většina studií uvádí celkovou mortalitu nebo mortalitu na kardiovaskulární onemocnění pro celou populaci, a ne pro populaci sportujících. Náhlá srdeční smrt nastává 1,5–4krát častěji v souvislosti s fyzickou aktivitou, ale nikoliv nutně v souvislosti s výkonnostním sportem.<sup>4,5</sup> Náhlou kardiovaskulární smrtí jsou ohroženi více muži, a to až 30násobně.<sup>6</sup> Odhad incidence náhlé netraumatické smrti pro děti a mladé dospělé je 0,3–2,6/100 000 osob a rok.<sup>4,7</sup> Naproti tomu například vážný úraz ischiokrurálních svalů (léčba trvající víc než čtyři týdny) má u velkých týmových sportů incidence kolem 4/100 osob a rok, tedy až desettisíckrát vyšší.<sup>8</sup> Celková mortalita může být u mladých výkonnostních sportovců nižší než v celkové populaci.<sup>9</sup> Na druhé straně absence pravidelné fyzické aktivity je také spojena se zdravotními riziky a s nižší očekávanou dobou dožití.<sup>10</sup> Vzhledem k absenci randomizovaných prospektivních studií nelze jednoduše odhadnout, jaké relativní riziko náhlé smrti představuje zařazení osoby do výkonnostního sportu. Nicméně zařazení do výkonnostního sportu není náhodný jev, a tak je podstatnější otázka, jestli je u výkonnostních sportovců možné

snížit incidenci poškození zdraví včetně náhlé smrti z KV příčiny. Existuje malý počet nerandomizovaných studií, jejichž metodika bývá často kritizována, které přímo dokládají účinnost plošného preparticipačního vyšetření na snížení incidence náhlé smrti z KV příčiny.<sup>11</sup> Naproti tomu existuje celá řada randomizovaných studií dokládajících účinnost preventivních opatření u nefatálních stavů, např. na snížení rizika úrazu hamstringů až o 50 %.<sup>12</sup> Autoři aktuálních celosvětových konsenzuálních dokumentů jsou proto zdrženliví v jednoznačném doporučení provádění plošného preparticipačního screeningu v prevenci náhlé smrti z KV příčiny, a to i s ohledem na zásadní rozdíly při jeho implementaci v jednotlivých státech.<sup>13–16</sup> Autoři se nicméně shodují v tom, že odborně správně prováděný, dobře definovaný preventivní program je na základě aktuálních znalostí možný a je vhodné jej provádět zejména u vybraných rizikovějších skupin sportovců. Aktuálně se pozornost přesouvá ke dvěma zásadním otázkám – které diagnostické modalities jsou vhodné pro plošné preparticipační vyšetření a jaká je nákladová efektivita („cost-benefit, cost of life years saved“). Vzhledem k nedostatečně přesně definovaným vstupním parametrům a velmi rozdílným nákladům na vyšetření v jednotlivých státech je velmi obtížné určit nákladovou efektivitu. Vzhledem k poměrně nízké incidenci náhlé smrti z KV příčin je její prevence v řadě studií velmi nákladná, nicméně nedávný odhad z Itálie uvádí celkové kalkulované náklady na jednoho sportovce ve výši 80 eur.<sup>17</sup> Na druhou stranu prevence muskuloskeletálních obtíží je v řadě sportů u profesionálních sportovců nákladově efektivní (náklady na prevenci jsou podstatně nižší než ztráta způsobená absencí v utkání). Prevence náhlé smrti je prováděna spolu s prevencí nefatálního poškození, a celkové náklady se tak snižují. Náklady se také významně snižují tak, jak postupně klesá četnost falešně pozitivních výsledků plošných vyšetření, a proto je již výpovědní hodnota některých starších studií kalkulujících nákladovou efektivitu omezená.

## Organizace preventivní péče

Preventivní péče o sportovce se částečně překrývá s posudkovou péčí, která je v České republice regulovaná zákonem o specifických zdravotních službách (373/2011 Sb.), jenž spolu s prováděcími předpisy stanoví administrativní a minimální odborné náležitosti posudkové péče. K provádění preventivních vyšetření sportovců existují stanoviska odborné společnosti (České společnosti tělovýchovného lékařství).<sup>18</sup> Preventivní i posudková péče je regulovaná zdravotnickou činností, jsou k ní oprávněna jasně specifikovaná zdravotnická zařízení a musí o ní být veden záznam ve zdravotnické dokumentaci pacienta v souladu s platnou legislativou. Tu část preventivní péče o sportovce, která není péčí posudkovou, je oprávněn provádět praktický i odborný lékař, a to v rozsahu své odbornosti a znalostí. V praxi to zahrnuje zejména sekundární prevenci a základní režimová opatření v primární prevenci. Naopak posudkovou péčí je oprávněn poskytovat pouze tělovýchovný lékař a registrující praktický lékař; vrcholové sportovce a žáky/studenty sportovních škol posuzuje pouze tělovýchovný lékař. Za vrcholové sportovce jsou považováni sportovci zařazení do státní sportovní

reprezentace, resortních sportovních center, sportovních center mládeže a obdobných zařízení. Za vrcholové sportovce se ve velkých sportech považují i sportovci účastníci se mezinárodních soutěží, kteří nejsou zařazeni do reprezentace. Sportovce v organizovaném sportu lze podle jejich výkonnosti rozdělit do kategorie vrcholového sportu (viz výše), výkonnostního sportu (sportovní činnost je zaměřena primárně na dosahování výsledků v soutěži), přípravy na výkonnostní sport (nevylučuje nesystematickou účast v soutěžích) a tzv. sportu pro všechny (zahrnuje i neorganizovaný rekreační sport). Toto rozdělení z praktických důvodů používáme i pro neorganizované sportovce. Péče o ostatní fyzicky aktivní osoby (zaměstnání, záchranné složky, estetické aktivity jako tanec a další) je v mnoha ohledech podobná, ale řídí se jinými právními předpisy.

Kromě výkonnosti je důležitým faktorem věk (dětský – prepubertální, adolescentní, dospělý a kategorie Masters, která možná překvapivě běžně začíná v 35–40 letech věku) a to, jestli se pacient nachází ve vulnérabilním vývojovém období (začátek školní docházky, růstový spurt, těhotenství, návrat ke sportu po delší pauze, kategorie Masters). Dalším důležitým faktorem je převažující typ zátěže (dynamická vytrvalostní, silová, jejich kombinace, zátěž na pohybový aparát a koordinaci).

## Obsah vyšetření

Stejně jako neexistuje konsenzus ohledně plošného vyšetřování sportovců, neexistuje ani konsenzus ohledně univerzálního obsahu preventivního vyšetření sportovce. Není to překvapující s ohledem na významné odlišnosti v organizaci, dostupnosti, ceně a dalších parametrech zdravotní péče, stejně jako v pohledu na míru autonomie jedince, ve společenské poptávce a v legislativním rámci. Naopak shoda panuje, zdá se, na kaskádovitě organizaci preventivních programů – u jasně definované populace (typicky výkonnostní a vrcholoví sportovci) se provede prvostupňové vyšetření, které má co nejnižší počet falešně pozitivních výsledků při zachování maximální senzitivity, a další výběrová vyšetření se provádějí pouze u sportovců s pozitivním výsledkem prvostupňového vyšetření, ideálně také kaskádovitě od dostupnějších, levnějších a méně invazivních k vyšetřením více zatěžujícím.<sup>13,14,19</sup> Důraz u těchto výběrových vyšetření má být kladen na správnou indikaci a maximální negativní prediktivní hodnotu vyšetření v dané indikaci. Z důvodu přirozeného vývoje řady nálezů spojených se zvýšeným rizikem náhlého úmrtí při fyzické aktivitě a suboptimální negativní prediktivitě testů je často nezbytné vyšetření v individuálně stanovených intervalech (často po jednom až dvou letech) opakovat.<sup>14</sup>

Panuje naprostá shoda odborných společností na tom, že preventivní vyšetření je etické provádět pouze u osob, které byly vhodnou formou poučeny o tom, že použité diagnostické metody nemají (ani nemohou mít) absolutní přesnost, že výsledek vyšetření nemá časově neomezenou platnost a jaké jsou možné důsledky falešně pozitivního (další vyšetřování, možné přechodné omezení sportovní aktivity, obavy) i falešně negativního (falešná jistota) výsledku.<sup>13,14</sup> Konkrétní provedení poučení se může v různých situacích značně lišit.

Součástí prvostupňového vyšetření je prakticky ve všech preventivních programech anamnéza a fyzikální vyšetření. Rodinná anamnéza má být zaměřena zejména na náhlá úmrtí v širším příbuzenstvu, na výskyt onemocnění s potenciálem náhlé smrti u prvo- a druhostupňových příbuzných a další onemocnění s potenciálem zhoršení fyzickou aktivitou. Osobní anamnéza se kromě běžných údajů zaměřuje na tatáž onemocnění jako rodinná anamnéza a dále na onemocnění a poškození pohybového aparátu. Anamnestické údaje o alergiích jsou v běžném rozsahu, alergie na fyzickou aktivitu je raritní.<sup>20</sup> Kromě běžné sociální a pracovní anamnézy jsou důležité údaje o provozované sportovní aktivitě (sport, výkonnostní úroveň, ambice, objem tréninků a soutěží, fáze sportovní přípravy – tréninkového cyklu, lateralita). Kromě běžné farmakologické anamnézy, kde také zvažujeme konflikt s antidopingovými pravidly, je důležitá informace o užívaných suplementech. S tím souvisí i anamnéza používání ochranných pomůcek, adjuvantik, tapingu apod. Anamnézu abúzu rozšiřujeme o dopingové látky a rizikové chování ve vztahu k příjmu potravy, tělesnému schématu a vyhodnocení nebezpečí (risk-taking) – na straně pacienta i ze strany jeho okolí. Samozřejmostí je dotaz na subjektivní obtíže. Jako základ mohou sloužit anamnestické dotazníky.<sup>21</sup>

Ve fyzikálním vyšetření někteří autoři doporučují zaměřit se kromě základního vyšetření detailněji na auskultaci srdce a rutinně vyšetřovat i na boku a v předklonu (chlopenní vady), dále doplnit palpaci pulsu na a. femoralis a v periferii (koarktace aorty) a zaměřit se na známky Marfanova syndromu.<sup>22</sup> Samozřejmostí je podrobné vyšetření pohybového aparátu, základní neurologické vyšetření, antropometrie a u dětí a adolescentů také základní auxologické vyšetření.

Anamnéza a fyzikální vyšetření mají nezastupitelnou úlohu, ale jejich výtěžnost v prevenci náhlé kardiovaskulární smrti není optimální (senzitivita jen kolem 20 %, falešná pozitivita 5–30 % dle zkušeností vyšetřujícího).<sup>23</sup> U anamnézy také existuje riziko záměrného zkrácení údajů sportovcem.

Přidání standardního 12svodového elektrokardiogramu (EKG) k anamnéze a fyzikálnímu vyšetření významně zvyšuje senzitivitu. Z důvodu fyziologické adaptace na zátěž má hodnocení EKG u sportovců řadu odlišností od běžného klinického hodnocení EKG u pacientů.<sup>24,25</sup> Při použití nedávných kritérií pro interpretaci klidového EKG u sportovců – International criteria 2017 – se dosahuje podstatně nižšího počtu falešně pozitivních nálezů (v bělošské populaci kolem 2,5 %, nebo dokonce pod 2 %), než tomu bylo v minulosti, senzitivita se pohybuje kolem 85 % a pozitivní prediktivita je kolem 17 % při prevalenci screenovaných onemocnění 0,4 %, přitom shoda mezi hodnotiteli je velmi dobrá.<sup>19,26–29</sup> Uvedené parametry platí pouze pro International criteria 2017, předchozí sady kritérií pro hodnocení EKG vykazovaly vysokou míru falešné positivity (až 25 %) a nízkou senzitivitu.<sup>26,27,30</sup> Při interpretaci klidového EKG u sportovců mladších 35 let konzistentně platí, že přesnější je interpretace EKG u bělošské rasy, a přestože u afrokaribských sportovců mají některá kritéria volnější definici, je u těchto sportovců nižší senzitivita i specifita. Důležité je zdůraznit, že tato kritéria se týkají zcela asymptomatického sportovce v rámci prevence.

Další diagnostické modalita patří mezi výběrová vyšetření, pro jejichž použití bychom měli mít poměrně nízký práh, ale nelze je z různých důvodů doporučit pro plošné prvostupňové vyšetření. Dostupná data ukazují, že přidání transtorakální echokardiografie (TTE) k anamnéze, fyzikálnímu vyšetření a klidovému EKG nezvyšuje významně senzitivitu k detekci onemocnění s potenciálem náhlé smrti z kardiovaskulárních příčin.<sup>31</sup> Lze samozřejmě argumentovat, že TTE může detekovat řadu nefatálních abnormalit, které mají potenciál progresu při sportu. Autorům není známa žádná studie věrohodně dokládající senzitivitu a falešnou pozitivitu tohoto přístupu. Již samotná definice falešné positivity je v tomto případě problematická. Některé práce obhajují použití limitovaného protokolu TTE výběrově na základě prvostupňového vyšetření, ale provedení v indikovaných případech společně s prvostupňovým vyšetřením, a to z důvodu omezení prodlevy do definitivního výsledku vyšetření, omezení odesílání na specializovaná vyšetření o 40–60 %, zkrácení výpadku tréninku a snížení nákladů.<sup>32</sup> Existuje omezená evidence podporující zařazení maximálního zátěžového testu, ale data jsou relevantní hlavně pro kategorie Masters, a dále lze spekulovat o efektivitě v případě vzácných onemocnění, jako je katecholaminergní polymorfni komorová tachykardie.<sup>33</sup> Maximální zátěžový test nepatří mezi povinná prvostupňová vyšetření, stejně jako 24hodinové EKG holterovské monitorování.

TTE, maximální zátěžový test a 24hodinové EKG holterovské monitorování lze označit za druhostupňová vyšetření, protože jsou doporučena prakticky ve všech případech, kdy je prvostupňové vyšetření pozitivní.

Mezi další výběrové modalita patří zejména zobrazovací metody (magnetická rezonance / výpočetní tomografie [CT], perfuzní jednofotonová pozitronová emisní výpočetní tomografie / pozitronová emisní tomografie [SPECT/PET]), invazivní vyšetření (koronarografie, elektrofyziologické vyšetření) nebo konzultace specialisty (arytmolog, kardiogenetik ad.).

Z našich dat vyplývá, že pro suspektní nálezy na EKG (tj. nálezy potenciálně spojené s rizikem náhlé smrti, pro hodnocení použita International criteria 2017) bylo z jednoho pracoviště odesláno k dovyšetření 2,7 % souboru, ale pro pozitivní anamnézu a odchylky při fyzikálním vyšetření (dominantně zvýšený krevní tlak a abnormální poslechový nález) bylo odesláno 5 % souboru.<sup>34</sup> Ostatní interní abnormality vedly k dovyšetření v 2 % a patologie pohybového aparátu (bez funkčních poruch) v dalších 10 %. Výsledky mohou být do určité míry zkreslené, protože pro nefatální patologie neexistují striktní kritéria pro odeslání k druhostupňovému vyšetření.

## Diskuse

Zdá se, že moderní kritéria pro hodnocení klidového EKG u sportovců s dostatečně vysokou senzitivitou a současně dostatečně nízkou falešnou pozitivitou detekují v populaci sportovců poměrně vzácná kardiovaskulární onemocnění s potenciálem náhlé srdeční smrti. Přestože většina těchto sportovců je asymptomatických, zůstávají anamnéza a fyzikální vyšetření důležitou součástí preventivního vyšetření – mohou odhalit nefatální onemocnění,

kteřá mohou vést k dočasnému nebo trvalému omezení sportovní aktivity, jsou základem vyšetřování pohybového aparátu a poskytují důležité údaje pro hodnocení klidového EKG (např. očekávanou míru vyjádření adaptace, odlišení nově vzniklých od starších abnormalit).

Ostatní vyšetřovací modalita jsou velmi užitečné při dovyšetřování abnormalit detekovaných plošným prvostupňovým vyšetřením, ale z různých důvodů není vhodné je provádět plošně. V dobře definovaných malých subpopulacích může být jejich zařazení akceptovatelné, přestože nejsou k dispozici dostatečně robustní data. Realitou je přesto požadavek mnoha mezinárodních sportovních organizací na provedení TTE u části vrcholových sportovců, bohužel bez dalšího upřesnění požadavků na vyšetření.<sup>13</sup> Omezená data existují pro výtěžnost maximálního zátěžového testu v prevenci náhlé smrti z kardiovaskulárních příčin, nicméně ve vybraných situacích je maximální zátěžový test užitečný v diagnostice nefatálních abnormalit.

## Závěr

Prevence náhlé smrti z kardiovaskulárních příčin je jedním z účelů preventivního vyšetření sportovců. Organizace preventivní péče o sportovce na různých výkonnostních úrovních není čistě zdravotnické téma a vyžaduje širší společenskou diskusi. Preventivní péče o sportovce má poměrně jasný legislativní rámec. Existuje dostatek důkazů podporujících zařazení anamnézy, fyzikálního vyšetření a klidového EKG hodnoceního pomocí adekvátních kritérií (aktuálně International criteria 2017) mezi základní metody pro screening náhlé smrti u sportovců. Následné kaskádové vyšetřování sportovců s abnormálním nálezem zahrnuje transtorakální echokardiografii, maximální zátěžový test, ambulantní 24hodinové EKG holterovské monitorování a případně další zobrazovací či invazivní diagnostické metody.

## Literatura

1. Maron BJ, Haas TS, Murphy CJ, et al. Incidence and causes of sudden death in U.S. college athletes. *J Am Coll Cardiol* 2014;63:1636–1643.
2. Harmon KG, Asif IM, Maleszewski JJ, et al. Incidence, Cause, and Comparative Frequency of Sudden Cardiac Death in National Collegiate Athletic Association Athletes: A Decade in Review. *Circulation* 2015;132:10–19.
3. Heron M, Hoyert DL, Murphy SL, et al. Deaths: final data for 2006. *Natl Vital Stat Rep* 2009;57:1–134.
4. Marijon E, Tafflet M, Celermajer DS, et al. Sports-related sudden death in the general population. *Circulation* 2011;124:672–681.
5. Lawless CE. Minnesota High School Athletes 1993–2012. *J Am Coll Cardiol* 2013;62:1302–1303.
6. Marijon E, Bougouin W, Celermajer DS, et al. Characteristics and outcomes of sudden cardiac arrest during sports in women. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2013;6:1185–1191.
7. Berdowski J, de Beus MF, Blom M, et al. Exercise-related out-of-hospital cardiac arrest in the general population: incidence and prognosis. *Eur Heart J* 2013;34:3616–3623.
8. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med* 2011;45:553–558.
9. Harmon KG, Asif IM, Klossner D, Drezner J. Incidence of sudden cardiac death in National Collegiate Athletic Association athletes. *Circulation* 2011;123:1594–1600.



10. Franklin BA, Thompson PD, Al-Zaiti SS, et al. Exercise-Related Acute Cardiovascular Events and Potential Deleterious Adaptations Following Long-Term Exercise Training: Placing the Risks Into Perspective – An Update: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2020;141:e705–e736.
11. Corrado D, Basso C, Pavei A, et al. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA* 2006;296:1593–1601.
12. Arnason A, Andersen TE, Holme I, et al. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 2007;18:40–48.
13. Mont L, Pelliccia A, Sharma S, et al. Pre-participation cardiovascular evaluation for athletic participants to prevent sudden death: Position paper from the EHRA and the EACPR, branches of the ESC. Endorsed by APhRS, HRS, and SOLAECE. *Europace* 2016;euw243.
14. Drezner JA, O'Connor FG, Harmon KG, et al. AMSSM Position Statement on Cardiovascular Preparticipation Screening in Athletes: Current evidence, knowledge gaps, recommendations and future directions. *Br J Sports Med* 2017;51:153–167.
15. Mahle WT, Sable C, Matherne PG, et al. Key concepts in the evaluation of screening approaches for heart disease in children and adolescents: A science advisory from the American Heart Association. *Circulation* 2012;125:2796–2801.
16. Maron BJ, Friedman RA, Kligfield P, et al. Assessment of the 12-Lead ECG as a Screening Test for Detection of Cardiovascular Disease in Healthy General Populations of Young People (12–25 Years of Age): A Scientific Statement From the American Heart Association and the American College of Cardiology. *Circulation* 2014;130:1303–1334.
17. Vessella T, Zorzi A, Merlo L, et al. The Italian preparticipation evaluation programme: diagnostic yield, rate of disqualification and cost analysis. *Br J Sports Med* 2020;54:231–237.
18. Stanovisko České společnosti tělovýchovného lékařství k preventivním vyšetřením tělovýchovným lékařem (sportovním prohlídkám), 23. 2. 2017 <http://www.cstl.cz/file/2017/03/Stanovisko-2017-k-prohlidkam.pdf>
19. Drezner JA, Sharma S, Baggish A, et al. International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes. *Br J Sports Med* 2017;51:704–731.
20. Manabe T, Oku N, Aihara Y. Food-dependent exercise-induced anaphylaxis among junior high school students: A 14-year epidemiological comparison. *Allergol Int* 2015;64:285–286.
21. Bille K, Figueiras D, Schamasch P, et al. Sudden cardiac death in athletes: the Lausanne Recommendations. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2006;13:859–875.
22. Borjesson M, Urhausen A, Koudi E, et al. Cardiovascular evaluation of middle-aged/senior individuals engaged in leisure-time sport activities: position stand from the sections of exercise physiology and sports cardiology of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011;18:446–458.
23. Harmon KG, Zigman M, Drezner JA. The effectiveness of screening history, physical exam, and ECG to detect potentially lethal cardiac disorders in athletes: a systematic review/meta-analysis. *J Electrocardiol* 2015;48:329–338.
24. Illinger V, Tuka V, Slabý K, Radvanský J. Atletické srdce: souhrn literatury. *Med Sport Boh Slov* 2018;27:2–18.
25. Brown B, Somauroo J, Green DJ, et al. The complex phenotype of the athlete's heart: Implications for preparticipation screening. *Exerc Sport Sci Rev* 2017;45:96–104.
26. Sheikh N, Papadakis M, Ghani S, et al. Comparison of electrocardiographic criteria for the detection of cardiac abnormalities in elite black and white athletes. *Circulation* 2014;129:1637–1649.
27. Malhotra A, Dhutia H, Yeo T-J, et al. Accuracy of the 2017 international recommendations for clinicians who interpret adolescent athletes' ECGs: a cohort study of 11 168 British white and black soccer players. *Br J Sports Med* 2020;54:739–745.
28. Williams EA, Pelto HF, Toresdahl BG, et al. Performance of the American Heart Association (AHA) 14-Point Evaluation Versus Electrocardiography for the Cardiovascular Screening of High School Athletes: A Prospective Study. *J Am Heart Assoc* 2019;8:e012235.
29. Schneiter S, Trachsel LD, Perrin T, et al. Inter-observer agreement in athletes ECG interpretation using the recent international recommendations for ECG interpretation in athletes among observers with different levels of expertise. *PLoS One* 2018;13:e0206072.
30. Riding NR, Sheikh N, Adamuz C, et al. Comparison of three current sets of electrocardiographic interpretation criteria for use in screening athletes. *Heart* 2015;101:384–390.
31. Riding NR, Sharma S, Salah O, et al. Systematic echocardiography is not efficacious when screening an ethnically diverse cohort of athletes in West Asia. *Eur J Prev Cardiol* 2015;22:263–270.
32. Anderson JB, Grenier M, Edwards NM, et al. Usefulness of combined history, physical examination, electrocardiogram, and limited echocardiogram in screening adolescent athletes for risk for sudden cardiac death. *Am J Cardiol* 2014;114:1763–1767.
33. Bonikowske AR, Lopez-Jimenez F, Barillas-Lara MI, et al. Added value of exercise test findings beyond traditional risk factors for cardiovascular risk stratification. *Int J Cardiol* 2019;292:212–217.
34. Slabý K, Pokorný J. Následná vyšetření na základě preparticipačního screeningu sportovců. *Med Sport Boh Slov* 2018;27:125–126.