

# Abnormální nálezy na elektrokardiogramu u sportovců. Konsenzuální prohlášení Evropské asociace preventivní kardiologie Evropské kardiologické společnosti.\* Překlad připravený sekci Sportovní kardiologie České asociace preventivní kardiologie ČKS

(Abnormal electrocardiogram findings in athletes. A consensus statement of the European Association of Preventive Cardiology of the European Society of Cardiology. Translation prepared by the Sports Cardiology Section of the Czech Association of Preventive Cardiology of CKS)

Eliška Sovová<sup>a</sup>, Libor Jelínek<sup>a</sup>, Jiří Pařenica<sup>b</sup>, Bogna Jiravská-Godula<sup>c</sup>,  
Otakar Jiravský<sup>c</sup>, Vladimír Tuka<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Centrum sportovní kardiologie, Klinika tělovýchovného lékařství a kardiovaskulární rehabilitace, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc, Česká republika

<sup>b</sup> Interní kardiologická klinika, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity v Brně a Fakultní nemocnice Brno, Brno, Česká republika

<sup>c</sup> Centrum sportovní kardiologie, Kardiocentrum, Nemocnice AGEL Třinec-Podlesí, Třinec, Česká republika

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

## INFORMACE O ČLÁNKU

### Historie článku:

Vložen do systému: 28. 12. 2025

Přiját: 30. 12. 2025

Dostupný online: 6. 5. 2026

\* Článek by přeložen a publikován

z článku Finocchiaro G, Zorzi

A, Abela M, et al. Abnormal

electrocardiogram findings in

athletes. Eur Heart J 2026;47:152-169,

na základě licence Creative

Commons Attribution License

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Literatura je dostupná v originálním článku.

### Klíčová slova:

Elektrokardiogram

Náhlá srdeční smrt

Sportovní kardiologie

## SOUHRN

Sportovci běžně vykazují řadu elektrofyziologických, strukturálních a funkčních změn, které mohou napodobovat srdeční patologii. V posledních dvou dekáдах došlo k výraznému pokroku v pochopení toho, co lze u sportovců považovat za benigní a co je naopak potenciálně patologické a vyžaduje další vyšetření. Přesto se však v kardiologickém hodnocení sportovců často setkáváme s diagnostickými nejasnostmi. Klinický význam některých nálezů na elektrokardiogramu (EKG) může být obestřen nejistotou. Ačkoliv jsou tyto nálezy vzácné a naznačují možné onemocnění srdce, mohou se vyskytnout i u zdravých sportovců, aniž by další vyšetření odhalila patologii, která by takový nálezu jednotně vysvětlila. Tato situace představuje značné dilema pro lékaře, kteří rozhodují o způsobilosti sportovců k závodění, a pro ty, kdo nesou odpovědnost za pomoc sportovcům v procesu rozhodování ohledně jejich další účasti ve vrcholovém sportu. Současné směrnice, doporučení a stanoviska sice poskytují návod pro diferenciální diagnostiku mezi „sportovním srdcem“ a srdečním onemocněním, avšak řešení nálezů na EKG s nejistým klinickým významem – zejména když úvodní diagnostické testy neodhalí žádnou patologii – bylo dosud věnováno relativně méně pozornosti. Především není zcela jasné, jaké kardiologické vyšetření zvolit, v jakém rozsahu je provést a zda je nutné další sledování. Tento dokument si klade za cíl poskytnout doporučení založená na publikovaných důkazech a stanoviscích odborníků, jež usnadní klinické rozhodování v případech nálezů na EKG, které jsou častým zdrojem nejistoty při péči o asymptomatické sportovce.

© 2026, ČKS.

**Adresa pro korespondenci:** Doc. MUDr. Vladimír Tuka, Ph.D., Centrum sportovní kardiologie, II. interní klinika kardiologie a angiologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, U Nemocnice 2, 128 08 Praha 2, e-mail: vladimir.tuka@vfn.cz

**DOI:** 10.33678/cor.2025.138

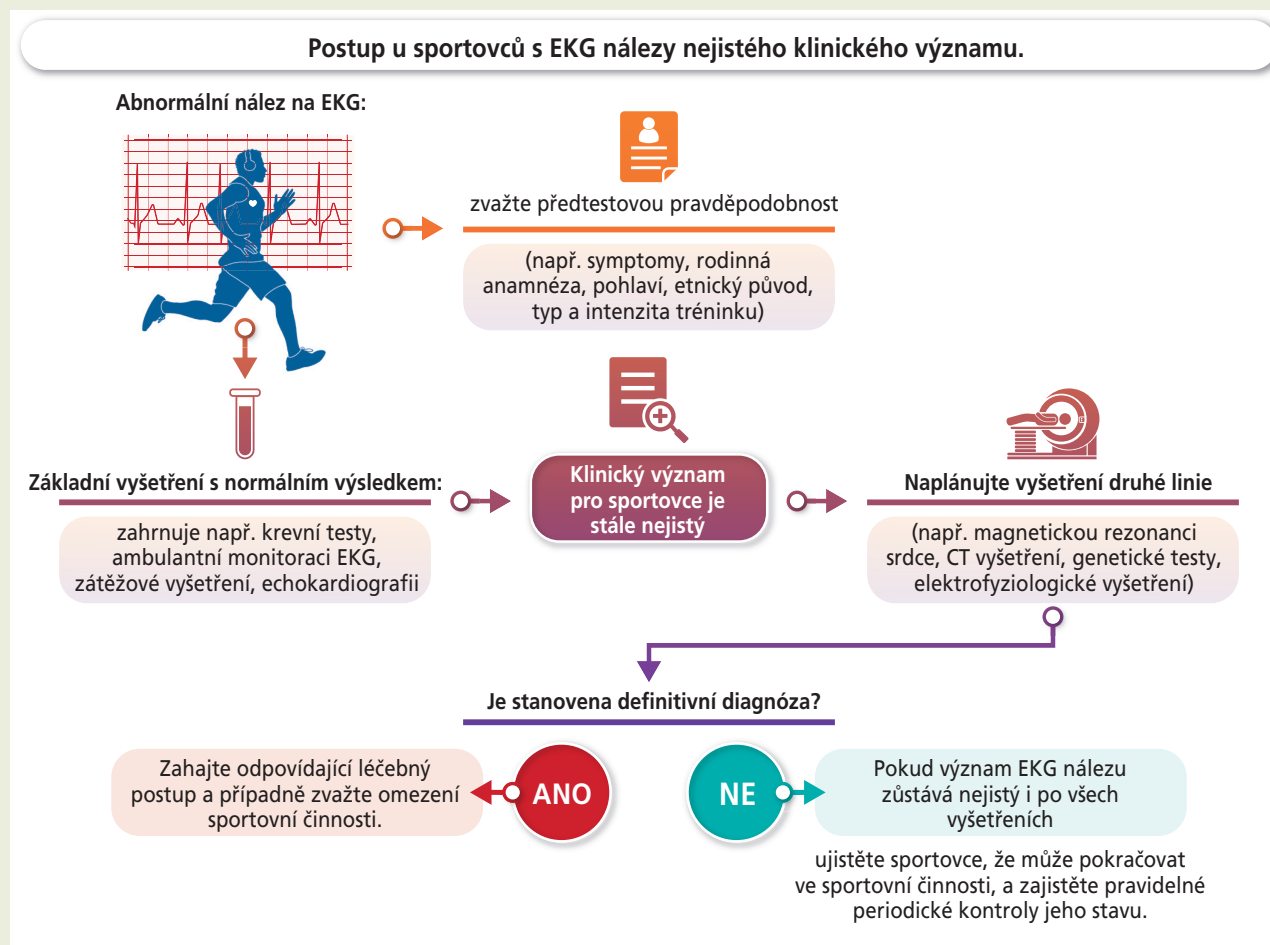
Tento článek prosím citujte takto: Sovová E, Jelínek L, Pařenica J, et al. Abnormální nálezy na elektrokardiogramu u sportovců. Konsenzuální prohlášení Evropské asociace preventivní kardiologie Evropské kardiologické společnosti. Překlad připravený sekci Sportovní kardiologie České asociace preventivní kardiologie ČKS. Cor Vasa 2026;68:224–238.

## ABSTRACT

Athletes commonly exhibit a series of electrical, structural, and functional physiological changes which may overlap with cardiac pathology. The last two decades have witnessed a progressive improvement in understanding what can be considered benign for athletes and what may be deemed as potentially pathological and require further investigations. However, diagnostic uncertainties in the cardiac assessment of athletes are often encountered. In particular, the clinical significance of some electrocardiogram (ECG) findings may be uncertain. While uncommon and suggestive of an underlying cardiac condition, they may be identified among healthy athletes without additional pathological findings to support a unifying clinical diagnosis. This creates significant dilemmas for clinicians charged with determining sports eligibility and those who have the responsibility to help athletes in the decision-making process regarding future competitive sports participation. Current guidelines, recommendations, and position papers provide a roadmap for the differential diagnosis between 'athlete's heart' and cardiac disease. However, managing ECG findings of uncertain clinical significance, especially when initial diagnostic evaluation reveals no supportive signs of pathology, has received comparatively less attention, in particular, the type of cardiac investigations, the extent of diagnostic work-up and the need for follow-up require clarification. This document aims to provide guidance based on published evidence and expert opinions to assist in the clinical decision-making regarding ECG anomalies that are common sources of uncertainty when managing asymptomatic athletes.

**Keywords:**

Electrocardiogram  
Sports cardiology  
Sudden cardiac death

**Grafický abstrakt**

Interpretace EKG u sportovců představuje řadu výzev vzhledem k fyziologickým adaptacím, které mohou napodobovat patologické nálezy. Pro zpřesnění předtestové pravděpodobnosti je nezbytný pravděpodobnostní přístup, který zohledňuje individuální rizikové faktory, jako je rodinná anamnéza, pohlaví a etnický původ. Pokud základní testy nedokážou objasnit význam abnormalit EKG, klíčovou roli hrají vyšetření druhé linie, jako je pokročilé zobrazovací vyšetření nebo funkční hodnocení. V některých případech může nejistota přetrvávat i po důkladné diagnostice. V takových případech může sportovec pokračovat v činnosti s pravidelným přehodnocením. Uvedená vyšetření jsou ilustrativní a nejsou povinná pro všechny případy.

## Úvod

Srdeční onemocnění spojená se zvýšeným rizikem náhlé srdeční smrti (NSS) se často projevují (nebo je lze odhalit) přítomností abnormalit na 12svodovém elektrokardiogramu (EKG).<sup>1-5</sup> Interpretace EKG u sportovců však může být obtížná, neboť sportovci vykazují celou řadu fyziologických, elektrických, strukturálních a funkčních adaptací, které se překrývají s projevy srdečních onemocnění. Ačkoli dnes lépe rozumíme spektru změn indukovaných sportovním tréninkem a jsme schopni přesněji odlišit benigní tréninkové změny na EKG od těch, které poukazují na skrytou patologii,<sup>6</sup> stále přetrvávají „šedé zóny“ provázené klinickou nejistotou. Zejména některé nálezy na EKG, které se typicky spojují s přítomností srdeční choroby, mohou být zaznamenány i u zdravých sportovců, aniž by byla dalším vyšetřením zjištěna jakákoli patologie, jež by umožnila stanovit jednoznačnou diagnózu. To představuje významnou výzvu pro lékaře pověřené posuzováním způsobilosti sportovců a spolurozhodováním o jejich další účasti ve vrcholovém sportu. Současné směrnice, doporučení a stanoviska – včetně Mezinárodních doporučení pro interpretaci EKG u sportovců – sice nabízejí vodítka, jak odlišit „sportovní srdce“ od srdečního onemocnění, avšak přístup k nálezům na EKG označeným za abnormální, pokud po komplexním vyšetření nejsou přítomny jiné známky patologie, nebyl dosud dostatečně vyřešen. Navíc některé nálezy na EKG nejsou v mezinárodních doporučeních dostatečně pokryty a je třeba upřesnit, jaké druhy a rozsah kardiologických vyšetření je v těchto případech namístě.

Tento dokument si klade za cíl poskytnout klinická doporučení založená na publikovaných důkazech a odborných názorech k podpoře rozhodování v praxi. Ačkoli k „šedým zónám“ může docházet u všech diagnostických testů u sportovců, tento dokument se zaměřuje výhradně na nejisté nálezy zaznamenané na 12svodovém EKG. Budeme se zabývat izolovanými elektrokardiografickými abnormalitami – termínem „izolované“ rozumíme takové nálezy naznačující možnou patologii, které nejsou provázeny osobní či rodinnou anamnézou nasvědčující srdečnímu onemocnění ani patologickými nálezy základních vyšetření. Pro účely tohoto dokumentu používáme termín „sportovec“ pro jedince, který se věnuje soutěžnímu sportu nebo intenzivní pravidelné fyzické aktivitě. Primárním cílem tohoto dokumentu je poskytnout vodítka ohledně nutnosti a druhu klinického vyšetření u izolovaných nálezů na EKG a nálezů na EKG nejistého klinického významu. Je důležité zdůraznit, že vždy je třeba provést další vyšetření, pokud jsou uvedené odchylky doprovázeny dalšími podezřelými údaji z anamnézy či klinickým nálezem. Cílem dokumentu je také snížit variabilitu péče a zároveň umožnit takové strategie léčby, které budou přizpůsobeny specifickým potřebám každého sportovce. Kromě toho chceme poskytnout klinickým lékařům praktický referenční rámec, jenž je povede v procesu rozhodování.

## Metody

Toto konsenzuální stanovisko bylo iniciováno výborem pro sportovní kardiologii při Evropské asociaci preventivní kardiologie (EAPC) a schváleno Vědeckým výborem EAPC a Výborem pro vědecké dokumenty Evropské kardiologické společnosti (ESC) v roce 2023. Současní členové Výboru pro sportovní kardiologii EAPC a další přední odborníci v této oblasti byli pozváni ke spolupráci jako spoluautoři. Ti, kteří souhlasili, byli nejprve pozváni k online jednání, na němž se diskutovaly cíle projektu a určila se konkrétní EKG schémata (nálezy), o kterých by měl dokument pojednat. Následně byl každému spoluautorovi přidělen kritický rozbor konkrétního tématu (nálezu na EKG) pod vedením předsedů. Druhé setkání se konalo během kongresu EAPC v Athénách v roce 2024, kde se projednával průběh prací. Po shromáždění prvních příspěvků byl rozeslán první návrh dokumentu spolu s elektronickým dotazníkem, ve kterém bylo možné hlasovat o navrhovaných doporučeních. Byly nabídnuty tři možnosti: souhlasím, souhlasím s úpravou formulace nebo nesouhlasím. Výsledky ankety byly prodiskutovány během druhé online schůzky, po níž byli autoři požádáni o potvrzení, zda souhlasí či nesouhlasí s upravenými doporučeními. V souladu s politikou ESC pro konsenzuální dokumenty byla míra podpory doporučení klasifikována do pěti kategorií v rozmezí 0 až 4 „stupňů“. Pokud bylo doporučení podloženo spolehlivými důkazy, obdrželo hodnocení stupně 4. Pokud doporučení vycházelo převážně z názoru odborníků, pak při jednomyslném souhlasu všech autorů získalo hodnocení stupně 3, zatímco v případě > 80% shody (ale nikoli 100%) bylo doporučení hodnoceno stupněm 1 nebo 2. Rozlišení mezi stupněm 1 a 2 vycházelo z existence určitých publikovaných důkazů nebo konsenzu odborníků. Pokud se ani po diskusi nepodařilo dosáhnout alespoň 80% shody mezi autory, obdrželo takové doporučení hodnocení prázdného (0) stupně. Po tomto procesu byl rozeslán druhý návrh dokumentu a autoři dostali možnost poskytnout další připomínky, které byly zpracovány předsedy. Dokument byl následně předložen Vědeckému výboru EAPC k internímu recenznímu řízení anonymní formou. Rukopis byl upraven v souladu s připomínkami recenzentů a nakonec byl v roce 2024 schválen Vědeckým výborem EAPC a Výborem pro vědecké dokumenty ESC.

## Bradykardie a poruchy atrioventrikulárního vedení

### Výrazná sinusová bradykardie (< 30 tepů/min)

Sinusová bradykardie se vyskytuje až u 80 % vrcholových sportovců.<sup>6</sup> Sportovci vytrvalostních disciplín mívají bradykardii častěji, obvykle v souvislosti s remodelací myokardu. Srdeční frekvence pod 35 tepů/min je vzácná v době bdění a typicky se vyskytuje pouze u extrémních vytrvalostních sportovců.<sup>7</sup> U bradykardických sportovců se až v 70 % setkáváme se sinusovou arytmií, junkčním rytmem, putujícím pacemakerem, sinusovými pauzami či atrioven-

trikulárním (AV) prodlouženým vedením.<sup>6</sup> Tyto benigní arytmie jsou častěji pozorovány během spánku, kdy může frekvence sinového rytmu klesnout pod 30 tepů/min.<sup>8</sup>

Vagová hypertonie je dlouhodobě zkoumána jako příčinný mechanismus výrazné sinusové bradykardie. Zajímavé je, že i po kompletní farmakologické blokádě autonomního nervového systému (atropinem a betablokátory) mají trénovaní sportovci stále nižší klidovou srdeční frekvenci než lidé se sedavým způsobem života.<sup>9</sup> Nedávná data naznačují, že v sinusovém uzlu dochází k intrinzickým změnám,<sup>10</sup> které mohou přetrvávat i po vysazení tréninku. Longitudinální studie u 157 bývalých elitních sportovců s bradykardií (klidová srdeční frekvence < 50 tepů/min v době vrcholné sportovní kariéry) ukázala, že po více než 5 letech bez tréninku a soutěží přetrvávala bradykardie u 65 % účastníků, přičemž 18 % jich mělo srdeční frekvenci < 50 tepů/min.<sup>11</sup>

V nepřítomnosti dalších klinických či elektrokardiografických známek dysfunkce sinoatriálního uzlu by sinusová bradykardie u asymptomatického sportovce neměla být klinicky znepokojivá. V souladu s Mezinárodními doporučeními pro interpretaci EKG u sportovců<sup>6</sup> lze klidovou srdeční frekvenci nad 30 tepů/min považovat u asymptomatických intenzivně trénujících jedinců za normální nález, který nevyžaduje další vyšetřování. Výjimkou by měli být sportovci, zejména starší 35 let, u nichž je reakce srdeční frekvence na zátěž abnormální.

U sportovců s klidovou srdeční frekvencí < 30 tepů/min na 12svodovém EKG, kteří ani po krátké intenzivní fyzické námaze či hyperventilaci nevykážou adekvátní vzestup frekvence, je zapotřebí provést další kardiologická vyšetření. Základní vyšetření by měla zahrnovat rutinní laboratorní testy (elektrolyty a funkci štítné žlázy), transtorakální echokardiografii (TTE) k vyloučení strukturálního onemocnění srdce, maximální zátěžový test (MZT) k posouzení chronotropní odpovědi a 24–48hodinové ambulantní monitorování EKG. Posledně jmenované by mělo zahrnovat i tréninkovou jednotku, aby byla prokázána normální reakce srdeční frekvence a chronotropní rezerva a aby bylo vyloučeno prohlubování sinusových pauz či AV blokad při zátěži. Je nutné poznamenat, že výraznou bradykardií mohou zhoršovat některé léky a často bývá spojena s těžkým relativním energetickým deficitem<sup>12</sup> (např. u sportovců s mentální anorexií).<sup>13,14</sup>

Genetické testování lze zvážit k vyloučení mutací genů *HCN4*, *SCN5A* a *ANK2* v případech, kdy výraznou bradykardií nelze vysvětlit intenzivním tréninkem, kdy se vyskytuje v rodinách nebo je spojena se strukturálním postižením srdce.<sup>1–18</sup> Přesto se rutinní genetické testování u izolovaných nálezů na EKG nedoporučuje a mělo by být zvažováno pouze v případě dalších klinických či rodinných ukazatelů. Invazivní elektrofyziologické vyšetření má v této situaci jen omezený přínos. Nicméně v pečlivě vybraných případech – například u výrazné sinusové bradykardie spojené s přetrvávající AV blokadou I. stupně nebo s raménkovou blokadou, u námahou neovlivnitelné AV blokady druhého stupně typu Mobitz I či u podezření na dysfunkci sinusového uzlu s nevyšvětlenými námahovými symptomy navzdory normálním neinvazivním výsledkům – lze zvážit elektrofyziologické vyšetření.<sup>19</sup>

Pokud nejsou přítomny symptomy ani podezřelá rodinná anamnéza, neměl by být sportovec s izolovanou výraznou sinusovou bradykardií a bez dalších abnormalit odrazován od účasti v intenzivních či objemných sportovních aktivitách. I u asymptomatických sportovců je však vhodné zvážit jejich sledování, zejména pokud je zjevný nepoměr mezi objemem či intenzitou tréninku a mírou bradykardie (viz **tabulku 1**).

Pokud je vysloveno podezření na dysfunkci sinoatriálního uzlu, může být nezbytné krátkodobě přerušit trénink, aby ji bylo možné odlišit od fyziologické bradykardie navozené zátěží. Předpokládá se, že k návratu srdeční frekvence k normálním hodnotám je nutná delší pauza od tréninku (více než 6 týdnů).<sup>11–20</sup>

### **AV blokáda I. stupně s výrazně prodlouženým intervalem PR (> 400 ms)**

Prvostupňová atrioventrikulární blokáda (AVB I) je považována za běžný EKG nález u vrcholových sportovců. Její prevalence roste s věkem (od 0,3 % u dětí po 7,5 % u elitních dospělých sportovců)<sup>6,21</sup> a prodloužení intervalu PR bývá obvykle mírné (< 250 ms). Adaptivní AVB I. stupně je typicky důsledkem zvýšené vagové aktivity a intrinzických změn AV uzlu.<sup>7</sup> Interval PR se obvykle zkracuje během zátěže a v období po vysazení tréninku. Naproti tomu výrazně prodloužený interval PR (definovaný hodnotami  $\geq 400$  ms u dospělých a  $\geq 300$  ms u dětí/dospívajících) je vzácný i u vrcholových sportovců a měl by vést k dalšímu vyšetření zaměřenému na vyloučení skrytého srdečního onemocnění, pokročilejší AV blokady či maligních arytmii.<sup>22</sup> To je obzvláště důležité, je-li zároveň přítomna raménková blokáda – ta by měla vzbudit podezření na infranodální (distální) blokádu.

U sportovců s výrazně prodlouženým intervalem PR, který přetrvává i po krátké intenzivní námaze nebo hyperventilaci, by úvodní vyšetření měla zahrnovat podrobnou rodinnou anamnézu, ambulantní monitorování EKG (včetně tréninkové jednotky), TTE a MZT.<sup>23</sup> Lze zvážit vyšetření autoimunitního stavu u mladého sportovce a jeho matky za účelem odhalení případné vrozené, pozdně progredující vrozené nebo získané autoimunitní AV blokady způsobené mateřskými protilátkami anti-Ro/SSA.<sup>24–26</sup> Je třeba poznamenat, že testování anti-Ro/SSA protilátek lze zvážit ve výjimečných případech nevysvětlené nebo progredující poruchy vedení, nikoli však rutinně u asymptomatické AV blokady I. stupně.

Vyšetření druhé linie je doporučováno k vyloučení strukturálního postižení srdce, infiltrativních chorob a lymeské boreliózy, zejména pokud je AV blokáda provázena raménkovou blokadou nebo echokardiografickými odchylkami. U sportovců s nevysvětleným výrazným prodloužením AV vedení, u nichž je podezření na potenciálně dědičnou poruchu, lze zvážit genetické testování mutací genů *SCN5A*, *TRPM4*, *lamin A/C* a *PRKAG2*<sup>13,27–28</sup> a screening EKG u prvostupňových příbuzných. U vybraných případů, kdy neinvazivní vyšetření neumožní definitivně objasnit původ poruchy vedení, je namíste zvážit elektrofyziologické vyšetření<sup>29</sup> (viz **tabulku 1**).

Ačkoli u asymptomatických jedinců s autoimunitní AV blokadou a negativní rodinnou anamnézou náhlé srdeční smrti (NSS) by sportovní aktivita neměla být omezována,

Tabulka 1 – Diagnostický postup u sportovců s výraznou sinusovou bradykardií/poruchami AV převodu a blokádou Tawarových ramének

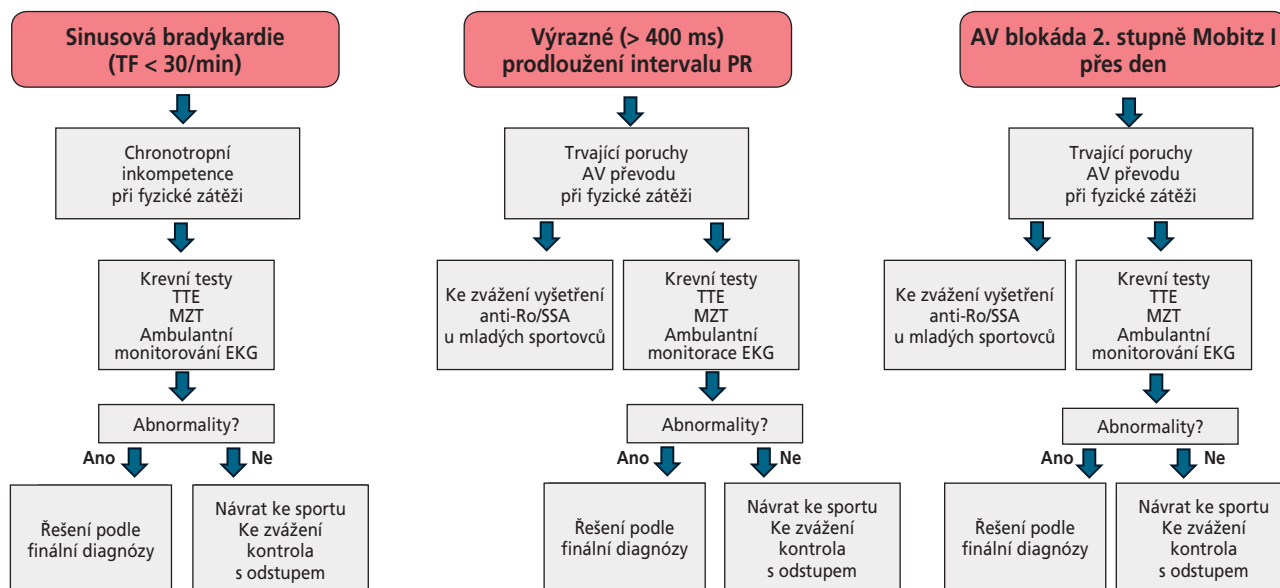
	Úroveň doporučení
<b>Výrazná sinusová bradykardie, AV blokáda a krátký interval PR</b>	
U sportovců s výraznou sinusovou bradykardií, AV blokádou prvního stupně s výrazným prodloužením intervalu PR (> 400 ms) nebo AV blokádou druhého stupně typu Mobitz I přes den, která přetrvává i přes intenzivní cvičení nebo hyperventilaci, je doporučeno provést klinická vyšetření, včetně základních krevních testů, TTE, MZT a ambulantního monitorování EKG, včetně tréninkové jednotky.	
U sportovců s výrazným prodloužením intervalu PR nebo AV blokádou druhého stupně typu Mobitz I přes den lze zvážit testování na anti-Ro/SSA u sportovce a matky (u mladých sportovců).	
U sportovců s AV blokádou prvního nebo druhého stupně spojenou s blokádou Tawarova raménka by mělo být zváženo komplexnější klinické vyšetření k vyloučení genetických, infiltrativních nebo zánětlivých onemocnění.	
U sportovců s AV blokádou a související blokádou Tawarova raménka a u symptomatických sportovců s krátkým intervalem PR a bez zjevné preexcitace může být vhodné provést elektrofyziologické vyšetření.	
Přerušení tréninku alespoň na 2 měsíce může u sportovců s normálními výsledky počátečních vyšetření pomoci odlišit zátěží navozené změny – např. výraznou AV blokádu I. stupně nebo AV blokádu Mobitz I přes den.	
<b>Blokády Tawarových ramének</b>	
U zdánlivě zdravých sportovců s blokádou levého Tawarova raménka (LBBB) je jako vyšetření první volby důrazně doporučeno provést TTE k odhalení případného strukturálního onemocnění srdce a posouzení systolické funkce.	
U sportovců s LBBB se doporučuje zvážit MZT a ambulantní monitoraci EKG (včetně záznamu během zátěže) k vyloučení poruch AV vedení.	
U sportovců s LBBB je doporučeno provést CMR jako vyšetření druhé linie i v případě normálního nálezu na TTE.	
Koronární CT angiografie (CTCA) je doporučena jako vyšetření druhé linie u sportovců s LBBB, kteří jsou symptomatictí nebo mají vysoce rizikový profil pro aterosklerózu koronárních tepen.	
Genetické testování může být vhodné u vybraných sportovců s LBBB, pokud je přítomno strukturální postižení, AV blokáda a/nebo fibrilace síní.	
U sportovců s blokádou pravého Tawarova raménka (RBBB) a šířkou QRS < 130 ms nejsou další vyšetření indikována, pokud chybí rodinná anamnéza předčasného úmrtí na srdeční chorobu nebo kardiomyopatii a nejsou přítomny jiné abnormality na EKG.	
U sportovců s RBBB a šířkou QRS ≥ 130 ms je vhodné zvážit provedení TTE.	
U sportovců s kompletní RBBB a současnými abnormalitami na EKG může být vhodné provést CMR, i když TTE neprokázala žádné odchylky.	
U sportovců s kompletní RBBB může záznam svodů V <sub>1</sub> a V <sub>2</sub> ve 2. a 3. mezižebří pomoci vyloučit EKG vzor syndromu Brugadových typu I.	

## DEFINICE

## SYMBOL

SÍLA DOPORUČENÍ	DEFINICE	SYMBOL
	Klinické doporučení založené na robustních publikovaných důkazech	
	Klinické doporučení založené na jednotném konsenzu autorské skupiny	
	Může být vhodné na základě publikovaných důkazů	
	Může být vhodné na základě konsenzu autorské skupiny	
	Oblast nejistoty	

AV – atrioventrikulární; CCTA – koronární CT angiografie; CMR – magnetická rezonance srdce; LBBB – blokáda levého Tawarova raménka; NSS – náhlá srdeční smrt; RBBB – blokáda pravého Tawarova raménka; Ro/SSA – protilátky anti-Ro/SSA (anti-Sjögrenův syndrom antigen A); TTE – transtorakální echokardiografie; ZT – zátěžový test.



Obr. 1 – Postup u sportovců s bradyarytmiemi. Je třeba poznamenat, že doporučení pro sportovce s extrémní bradykardií a výrazným prodloužením intervalu PR platí pro jedince, u nichž intenzivní cvičení nebo hyperventilace nevedou k rychlé úpravě tohoto nálezu. HR – srdeční frekvence; MZT – maximální zátěžový test; TTE – transtorakální echokardiografie.

je nezbytné jejich sledování s ohledem na možnou progresi AV blokády. Totéž platí pro sportovce s intervalem PR  $\geq 400$  ms v dospělosti či  $\geq 300$  ms v dětství/dospívání a bez dalších elektrických a/nebo strukturálních abnormalit srdce.

### Denní AV blokáda II. stupně typu Mobitz I

Fyziologická AV blokáda druhého stupně typu Mobitz I (Wenckebach) je běžně pozorována u sportovců s vysokým vagovým tonem. Noční Mobitz I a výrazná bradykardie jsou u zdravých sportovců časté a nevyžadují další vyšetření. Benigní AV blokáda u zdravých sportovců obvykle vymizí po mírné zátěži nebo i po forsírované hyperventilaci.<sup>22</sup>

Naproti tomu vyšší AV blokáda nebo přetrvávající Mobitz I během dne a při tréninku by měly vzbudit podezření na patologii. Ačkoli jsou popsány případy AV blokády druhého stupně Mobitz I způsobené infranodální blokádou, většina Wenckebachových AV blokády je důsledkem přechodné benigní poruchy vedení v AV uzlu. Mobitz I bývá jen zřídka způsoben strukturálními, infiltračními, infekčními či genetickými chorobami srdce (jako je například laminopatie, lymeská borelióza či srdeční sarkoidóza).<sup>27,30–33</sup> Ve vzácných případech mohou AV uzel přímo postihnout autoimunitní poruchy a manifestovat se jako Wenckebachův typ AV blokády.<sup>34</sup>

AV blokáda Mobitz I by měla být vyšetřena, pokud je prováděna kardiálními symptomy nebo pozitivní rodinnou anamnézou, přetrvává během fyzické aktivity včetně intenzivního cvičení, je doprovázena širokými komplexy QRS a/nebo jinými abnormalitami na EKG (zvětšení síní, odchylka osy, deprese úseku ST, inverze vln T, nízké voltáže QRS) či chronotropní inkompetencí při zátěži.<sup>6</sup>

U případů, kdy blokáda neustoupí ani po krátké intenzivní námaze či hyperventilaci, je zásadní provést MZT k posouzení chronotropní odpovědi a zachycení

případného zhoršení AV blokády při progresivní zátěži (viz obr. 1 níže). Kromě toho je velmi užitečné kontinuální ambulantní monitorování EKG včetně záznamu během tréninku, které umožní hodnotit AV vedení po celý den i noc. Strukturální srdeční onemocnění by mělo být nejprve vyloučeno pomocí TTE. V konkrétních situacích mohou pomoci sérologická a genetická vyšetření a magnetická rezonance srdce (CMR) – například při zvažování autoimunitních, infekčních či genetických etiologií, jak bylo popsáno v předchozí části u výrazné AV blokády I. stupně.<sup>26</sup> Pokud fenotyp není jasný (např. dochází ke zhoršení AV blokády při sympatické stimulaci nebo je přítomna raménková blokáda), je namístě zvážit elektrofyziologické vyšetření k vyloučení infranodálního postižení<sup>35</sup> (viz tabulku 1).

V neposlední řadě může cenné informace přinést dočasné vysazení tréninku, které ukáže vymizení denní AV blokády a jeho souvislost se symptomy.<sup>20</sup>

Asymptomatictí sportovci s denní AV blokádou Mobitz I, která se upraví po krátké fyzické námaze, by neměli být vylučováni ze sportovní činnosti.

### Krátký interval PR bez zjevné preexcitace (< 120 ms)

Krátký interval PR (<120 ms) může indikovat buď urychlené vedení přes AV uzel, nebo přítomnost akcesorní spojky (dráhy) vedoucí k ventrikulární preexcitaci (projevující se širokým komplexem QRS >120 ms s delta vlnou). Krátký interval PR bez zjevné preexcitace není u sportovců neobvyklý – pozoruje se u 0,6–15,1 % dětských a dospívajících sportovců<sup>36,37</sup> i u nespportující populace. Genetické faktory mohou hrát roli jak u sportovců, tak u nespportovců. Existuje hypotéza, že za krátkým intervalem PR bez preexcitace může stát perinodální přídatná dráha využívající tzv. Jamesův svazek, avšak její existence zůstává předmětem diskusí.<sup>38</sup>

U sportovců s krátkým intervalem PR, kteří uvádějí palpitace svědčící pro paroxysmální supraventrikulární

tachykardii, by mělo být zvaženo elektrofyziologické vyšetření. Asymptomatický sportovec s izolovaným krátkým intervalem PR bez zjevné delta vlny či jiných abnormalit na EKG nevyžaduje další vyšetření.<sup>6</sup>

Je však třeba poznamenat, že u sportovců s přídatnou dráhou závisí míra preexcitace (a tedy výraznost delta vlny na EKG) na objemu myokardu aktivovaného prostřednictvím této dráhy a AV uzlu. Zejména je-li přídatná dráha umístěna v oblasti mitrálního anulu daleko od sinusového uzlu, převod vzruchu probíhá přednostně přes AV uzel, a proto delta vlna na EKG nemusí být zřetelná.<sup>39</sup> Mezi subtilní EKG známky preexcitace patří vysoká vlna R ve svodu  $V_1$ , nepřítomnost vlny Q v laterálních prekordiálních svodech, osa doleva, abnormality vln T a deprese úseku ST během zátěže.<sup>40</sup> Zpomalí-li se vedení AV uzlem vlivem vagu (např. v noci nebo ve fázi zotavení po zátěži), může se preexcitace manifestovat. Pokud sportovec udává palpitace a panují-li pochybnosti, může být v této situaci přínosná provokační zkouška s podáním adenosinu.

## Depolarizační abnormality a komorové extrasystoly

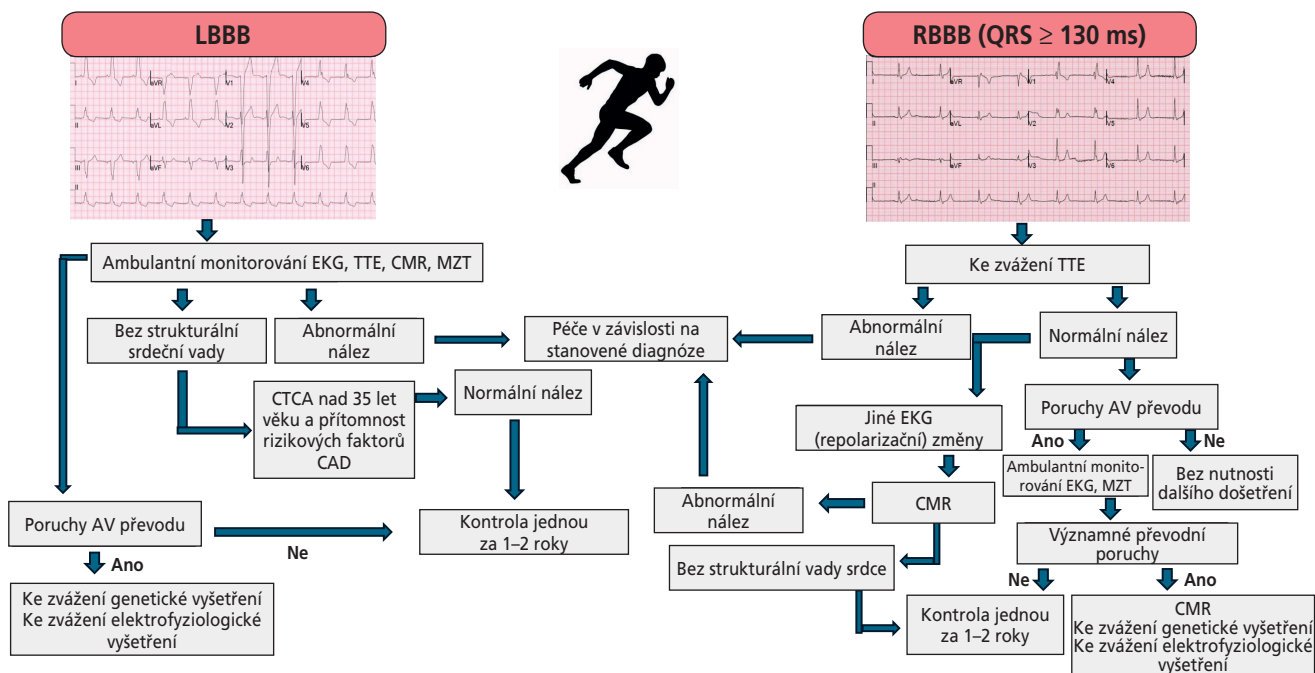
### Blokáda levého Tawarova raménka

Blokáda levého Tawarova raménka (LBBB) se u asymptomatických zdravých jedinců vyskytuje vzácně – její odhadovaná prevalence je mezi 0,1 % a 0,8 %.<sup>41</sup> Longitudinální data o výskytu LBBB u sportovců chybějí, avšak studie v obecné populaci ukazují, že LBBB je u asymptomatických osob spojena se zvýšenou kardiovaskulární morbiditou a mortalitou.<sup>42</sup> Pětiletá incidence náhlé srdeční smrti jako první manifestace srdečního onemocnění je u mužů s LBBB desetkrát vyšší než u těch bez LBBB.<sup>42</sup> LBBB tedy

není součástí fyziologické adaptace na zátěž a vždy by měla vést k dalšímu vyšetření. Konkrétní postup diagnostického postupu zatím není pevně stanoven a závisí na klinickém kontextu.

U zdánlivě zdravých sportovců s LBBB je jako vyšetření první linie doporučeno provést TTE k odhalení případného strukturálního srdečního onemocnění a k posouzení vlivu dyssynchronie na systolickou funkci myokardu.<sup>43</sup> Dále je vhodné zvážit zátěžový test a ambulantní monitorování EKG k vyloučení možnosti dynamicky se objevujících atrioventrikulární blokády. U asymptomatických sportovců s LBBB a normálním nálezem na TTE je jako vyšetření druhé linie doporučena CMR. Toto vyšetření může odhalit subklinické strukturální srdeční onemocnění u asymptomatických pacientů s LBBB navzdory normální TTE<sup>44</sup> (viz **obrázek 2** níže). Samotná přítomnost LBBB není nezávislým prediktorem ischemické choroby srdeční u pacientů s nízkým až středním rizikem; jako vyšetření druhé linie by však u těchto sportovců měla být zvažena CT koronarografie (CTCA) podle individuálního rizikového profilu, s ohledem na symptomy, demografické údaje (věk > 35 let a mužské pohlaví) a rizikové faktory aterosklerózy koronárních tepen.<sup>45</sup> Pokud je LBBB spojena s poruchami AV převodu nebo abnormalitami na výsledcích zobrazovacích metod srdce, je vhodné zvážit podrobnější vyšetření včetně genetického testování k vyloučení případných závažných dědičných stavů (jako jsou myotonická dystrofie, laminopatie či progredující poruchy vedení) – viz **tabulku 1**.

Pokud ani podrobné vyšetření nevede k jednoznačnému důvodu, je vhodné naplánovat pravidelné kontroly s echokardiografickým vyšetřením, například po 1–2 letech. Je-li LBBB provázena byť i jen mírnými strukturálními a/nebo funkčními odchylkami svědčícími pro přítom-



Obr. 2 – Postup u sportovců s LBBB a RBBB (QRS ≥ 130 ms).

AV – atrioventrikulární; CAD – onemocnění koronárních tepen; CMR – magnetická rezonance srdce; CTCA – koronární CT angiografie; HD – srdeční onemocnění; MZT – maximální zátěžový test; TF – tepová frekvence, TTE – transtorakální echokardiografie.

nost nějaké kardiomyopatie, mělo by následovat přísnější sledování a intervence podle zjištěné patologie.

### **Blokáda pravého Tawarova raménka (QRS $\geq$ 130 ms)**

Kompletní blokáda pravého Tawarova raménka (cRBBB) je definována konfigurací komplexu rSR' ve svodu V<sub>1</sub> s dobou trvání QRS  $\geq$  120 ms a vlnou S širší než R ve svodu V<sub>6</sub>. Tento náleze je v obecné populaci nezvyklý (udávaná prevalence kolem 0,1 %),<sup>46</sup> avšak u vrcholových sportovců je popisován u 0,2–3 % případů.<sup>47,48</sup> V kohortě 510 zdravých vrcholových sportovců bylo zjištěno, že izolovaná typická cRBBB (průměrná šířka QRS 125  $\pm$  5 ms) byla spojena s fyziologickým zvýšením hmoty levé komory a/nebo rozměrů pravé komory.<sup>49</sup> Pokud je cRBBB provázána dalšími EKG odchylkami, včetně hypertrofie síní či odchylky elektrické osy komplexu QRS, zvyšuje se pravděpodobnost přítomnosti srdečního onemocnění.<sup>48</sup>

U sportovců s cRBBB je třeba při klinickém zhodnocení brát v potaz celkovou šířku komplexu QRS. Nedávná studie zahrnující 104 369 mladých zdánlivě zdravých jedinců, kteří podstoupili screeningové vyšetření EKG a vyplnili anamnestický dotazník týkající se zdraví, ukázala, že srdeční onemocnění bylo častější u osob s neizolovanou cRBBB a šířkou QRS  $\geq$  130 ms.<sup>46</sup> V souladu s Mezinárodními doporučeními pro interpretaci EKG u sportovců se u sportovců s izolovanou cRBBB nedoporučuje žádné další vyšetřování.<sup>6</sup>

Domníváme se však, že u sportovců s cRBBB a šířkou QRS  $\geq$  130 ms je vhodné alespoň jednorázově provést TTE k vyloučení strukturálního onemocnění srdce (u sportovců s cRBBB provázenou dalšími abnormalitami EKG je toto doporučení ještě naléhavější, přestože výtěžnost TTE u izolovaného cRBBB je nízká)<sup>46</sup> (viz **tabulku 1** a **obrázek 1** výše). Důvodem pro toto zvážení je vyloučení strukturálního srdečního onemocnění, například defektu síňového septa, spíše než pátrání po stavech spojených se zvýšeným rizikem NSS.

Další vyšetření, jako je CMR, mohou být nutná i při negativním nálezu na TTE, pokud jsou přítomny jiné změny na EKG – včetně inverzí vln T v hrudních svodech zahrnujících spodní a/nebo laterální oblast a výrazné fragmentace komplexů QRS. Dále může být užitečný záznam svodů V<sub>1</sub> a V<sub>2</sub> ve druhém a třetím mezižebří k odlišení RBBB od z EKG křivky u syndromu Brugadových typu 1.<sup>50</sup>

Sportovci s RBBB a šířkou QRS  $\geq$  130 ms, u nichž nebylo zjištěno strukturální onemocnění ani významná porucha AV vedení, nemusejí být omezováni ve sportovní činnosti. Je však vhodné provádět opakované kontroly – po 1 až 2 letech – u sportovců, kteří mají souběžně další abnormální nebo hraniční nálezy na EKG.

### **Izolované nízké voltáže v končetinových a prekordiálních svodech**

Nízké voltáže QRS v končetinových svodech jsou definovány jako amplituda QRS (od vrcholu k nejhlubšímu bodu)  $<$  0,5 mV ve všech končetinových svodech.<sup>51</sup> Nízké voltáže QRS v prekordiálních svodech jsou definovány jako amplituda  $<$  1,0 mV ve všech hrudních svodech. Nízké voltáže QRS izolované jen na prekordiu nejsou v tomto dokumentu řešeny pro nedostatek klinických dat o jejich významu.<sup>51</sup> Prevalence nízkých voltáží QRS u zjevně zdravých sportovců se odhaduje mezi 1–2 %, <sup>52</sup>

tento EKG vzor je však nespecifický a může se vyskytnout u řady mimokardiálních (obezita, hypertrofie prsních svalů, emfyzém, augmentace prsou, hypotyreóza) i kardiálních (perikardiální výpotek, kardiomyopatie, infiltrační onemocnění, jizva myokardu)<sup>53,54</sup> stavů. Konkrétně jsou nízké voltáže QRS častěji přítomny u pacientů s arytmogenní kardiomyopatií (ACM) s postižením i bez postižení levé komory (LK) a s izolovanou neischemickou fibrózou myokardu (14–22 %) než u zdravých sportovců.<sup>55–58</sup> Ačkoli tato EKG charakteristika může poukazovat na skryté strukturální srdeční onemocnění, které predisponuje ke zvýšenému riziku NSS, její přítomnost ani význam nejsou zmíněny v současných Mezinárodních doporučeních pro interpretaci EKG u sportovců.

Sportovci s nízkými voltážemi QRS a negativní osobní i rodinnou anamnézou by měli podstoupit TTE, MZT a 12svodové ambulantní monitorování EKG včetně tréninkové jednotky (viz **tabulku 2** a **obrázek 3**). Poslední dvě zmíněná vyšetření mají za cíl odhalit předčasné komorové stahy (KES) se širokým komplexem typu RBBB (viz **tabulku 3**), které mohou naznačovat přítomnost neischemické fibrózy v myokardu levé komory.<sup>59</sup>

Pokud úvodní (prvotní) testy vyvolají podezření na kardiomyopatii, měla by být provedena CMR k potvrzení diagnózy. U sportovců s izolovaně nízkými voltážemi QRS a normálním nálezem na TTE, ambulantním monitorováním EKG a MZT existují jen omezené důkazy pro to, aby se postupovalo k provedení CMR. Toto vyšetření však lze zvážit, pokud klinické podezření přetrvává, jelikož – podle naší zkušenosti – může výjimečně odhalit neočekávané abnormality myokardu, které nebyly zjištěny jinými metodami. Asymptomatictí sportovci s normálním výsledkem vyšetření mohou pokračovat ve sportu bez omezení. Přesto je vhodné provádět u sportovců s nízkými voltážemi QRS každoroční kontrolní vyšetření, protože přirozený vývoj této abnormality není dosud zcela objasněn. Během následného sledování by měla být znovu zvážena základní vyšetření a nastaven nízký práh pro případné opakované provedení CMR s pozdní akumulací gadolinia (LGE) v případě, že se objeví progredující změny na EKG nebo neobvyklé či komplexní komorové extrasystoly během záťažového testu.

### **Předčasné komorové stahy (komorové extrasystoly)**

- Předčasné komorové stahy (KES, předčasné komorové stahy neboli extrasystoly) představují klinickou výzvu, protože jsou u sportovců relativně časté a často pramení ze zvýšené aktivity benigního ektopického ložiska,<sup>60</sup> zároveň však mohou signalizovat skryté srdeční onemocnění s potenciálem fatálních arytmii a NSS. U sportovců s KES zaznamenanými na EKG je nezbytné zvolit adekvátní diagnostický postup k vyloučení závažných srdečních onemocnění. To může být obzvláště složité, protože určité komorové arytmogenní substráty – jako arytmogenní kardiomyopatie (ACM), neischemická fibróza LK či katecholaminergní polymorfní komorová tachykardie (CPVT) – nemusejí být odhaleny základními vyšetřeními (např. TTE). Ke stanovení diagnózy bývají často zapotřebí komplexnější vyšetření, jako je CMR, záťažový test a genetické testy.<sup>56,61–62</sup>
- V minulosti bylo stratifikování rizika u KES založeno na konceptu „arytmické zátěže“ – předpokládalo se,

**Tabulka 2 – Doporučený diagnostický postup u sportovců s nízkými voltážemi QRS v končetinových svodech a předčasnými komorovými stahy (KES)**

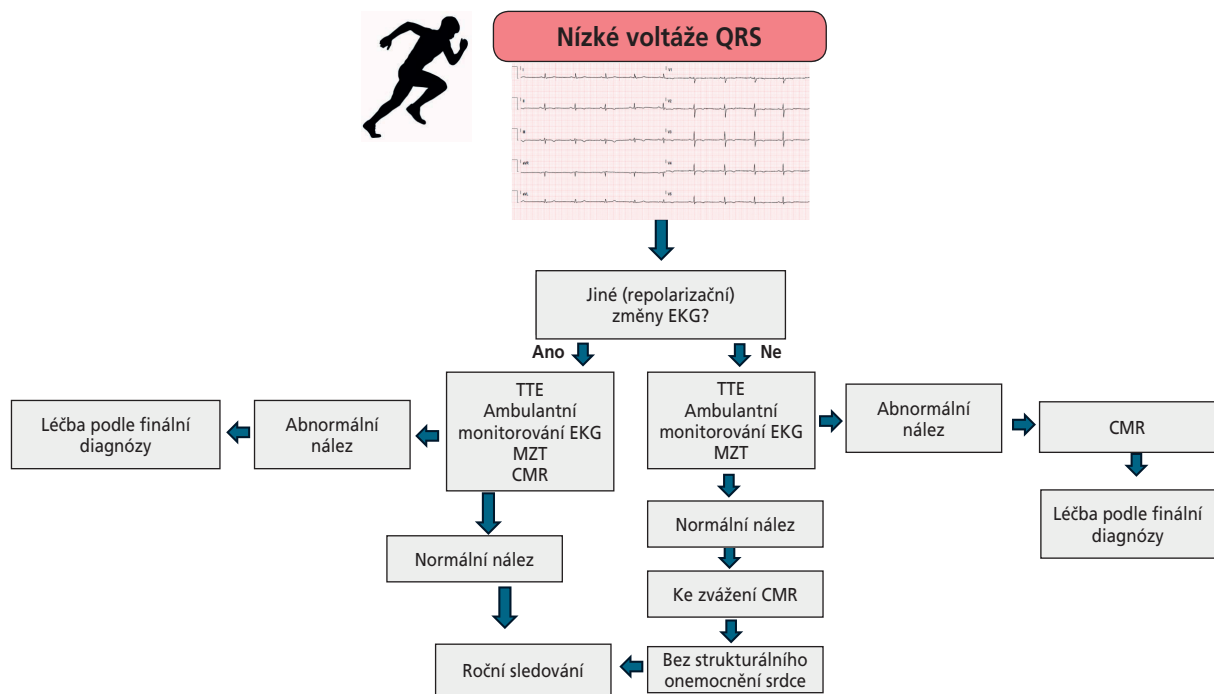
	Úroveň doporučení
• U sportovců s nevysvětlenými nízkými voltážemi QRS (LQRSV) v končetinových svodech se doporučuje provést další vyšetření, včetně TTE, maximálního zátěžového testu (MZT) a ambulantní monitorace EKG zahrnující záznam během zátěže.	●●●
• U sportovců s LQRSV a negativními vstupními vyšetřeními lze zvážit provedení CMR k vyloučení neischemické jizvy v myokardu levé komory.	●●●
• U sportovců s jednou nebo více komorovými extrasystolami (KES) na klidovém EKG – s výjimkou fascikulárních KES (s QRS <130 ms) – se doporučuje provést 24hodinovou ambulantní monitoraci EKG, nejlépe ve 12svodové konfiguraci a včetně zátěže.	●●●
• U sportovců s KES vykazujícími vysoce rizikové charakteristiky (viz <b>tabulka 3</b> ) a/nebo s četností extrasystol > 10 % a/nebo s přidruženými abnormalitami na EKG se doporučuje provést další vyšetření včetně laboratorních testů, <sup>1</sup> TTE, MZT a CMR.	●●●
• U sportovců bez vysoce rizikových KES ( <b>tabulka 3</b> ), bez dalších abnormalit EKG a s četností extrasystol < 10 % (avšak > 1 %) se doporučuje provést TTE; pokud je nález normální, je vhodné zvážit následné sledování.	●●●
• Genetické testování na CPVT je doporučeno u sportovců s námahou vyvolanými polymorfními extrasystolami, svědčícími pro CPVT (např. narůstající frekvence a komplexita při adrenergní stimulaci) v kontextu strukturálně normálního srdce.	●●●
• Invazivní vyšetření formou elektrofyziologické studie s programovanou stimulací komor a endokardiálním mapováním napětí může být vhodné ve vybraných případech – u sportovců s příznaky, vysokou ektopickou zátěží a komplexními komorovými extrasystolami.	●●●

CMR – magnetická rezonance srdce; CPVT – katecholaminergní polymorfní komorová tachykardie; LQRSV – nízké voltáže QRS; KES – předčasný komorový stah; MZT – maximální zátěžový test; TTE – transtorakální echokardiografie.

<sup>1</sup> Hemoglobin, funkce štítné žlázy a elektrolyty.

že vyšší počet KES značí vyšší pravděpodobnost podkladového srdečního onemocnění. Tento pohled vycházel především z observační studie publikované v roce 2002, která zjistila souvislost mezi počtem KES při 24hodino-

vé monitoraci EKG a výtěžností diagnostiky podkladového srdečního onemocnění.<sup>62</sup> Na základě tohoto konceptu navrhovala Mezinárodní doporučení z roku 2017 pro interpretaci EKG u sportovců provést další vyšetření



**Obr. 3 – Postup u sportovců s izolovanými nízkými voltážemi QRS (LQRSV).**

CMR – magnetická rezonance srdce; HD – srdeční onemocnění; MZT – maximální zátěžový test; TTE – transtorakální echokardiografie.

pouze tehdy, pokud jsou na jednom klidovém 12svodovém EKG přítomny dvě či více KES.<sup>6</sup> Nedávné studie však tento přístup zpochybnily a ukázaly, že posuzování primárně podle „arytmické zátěže“ nemusí být přesné pro detekci podkladového srdečního onemocnění, jelikož mu chybí jak senzitivita, tak i specifita.<sup>63,64</sup> Místo toho se zdá, že přesnější identifikaci podkladové srdeční patologie poskytuje posouzení morfologie, heterogeneity a komplexity komorových extrasystol, jejich vazby na srdeční cyklus (coupling intervaly) a vztahu k námaze<sup>59,60,65</sup> (viz **tabulku 3**).

Klíčová je analýza morfologie extrasystol pro odhad jejich možného místa vzniku. Ačkoli benigní extrasystoly mohou pocházet z různých srdečních struktur, nejčastějším zdrojem bývají fascikuly levého Tawarova raménka (typicky u dětí, projevující se QRS < 130 ms a obrazem inkompletní RBBB), dále výtokový trakt pravé komory, výtokový trakt levé komory/aortální cípy a anteromediální cíp mitrálního anulu. Extrasystoly z těchto ložisek jsou spojeny s nižší pravděpodobností strukturálního onemocnění srdce, zejména u asymptomatických sportovců s „izolovanými“ extrasystolami. Ačkoli většina nefascikulárních ektopií – například variant z výtokového traktu pravé komory (RVOT) – je benigní, i pokud jsou časté, některé charakteristiky (např. měnlivá morfologie, zhoršení při námaze nebo atypické charakteristiky komplexu QRS) mohou zvyšovat podezření na skrytou patologii a u vybraných případů odůvodňují další vyšetření. Naopak extrasystoly se širokým QRS obrazem RBBB a horní osou jsou u sportovců neobvyklé. Novější studie naznačují souvislost mezi tímto vzorem extrasystol a přítomností jizvy v myokardu LK. Dále, pokud se tyto extrasystoly netlumí při zátěži, jsou reprodukovatelné během zátěžového testu či na ambulantním monitorování EKG a/nebo vykazují

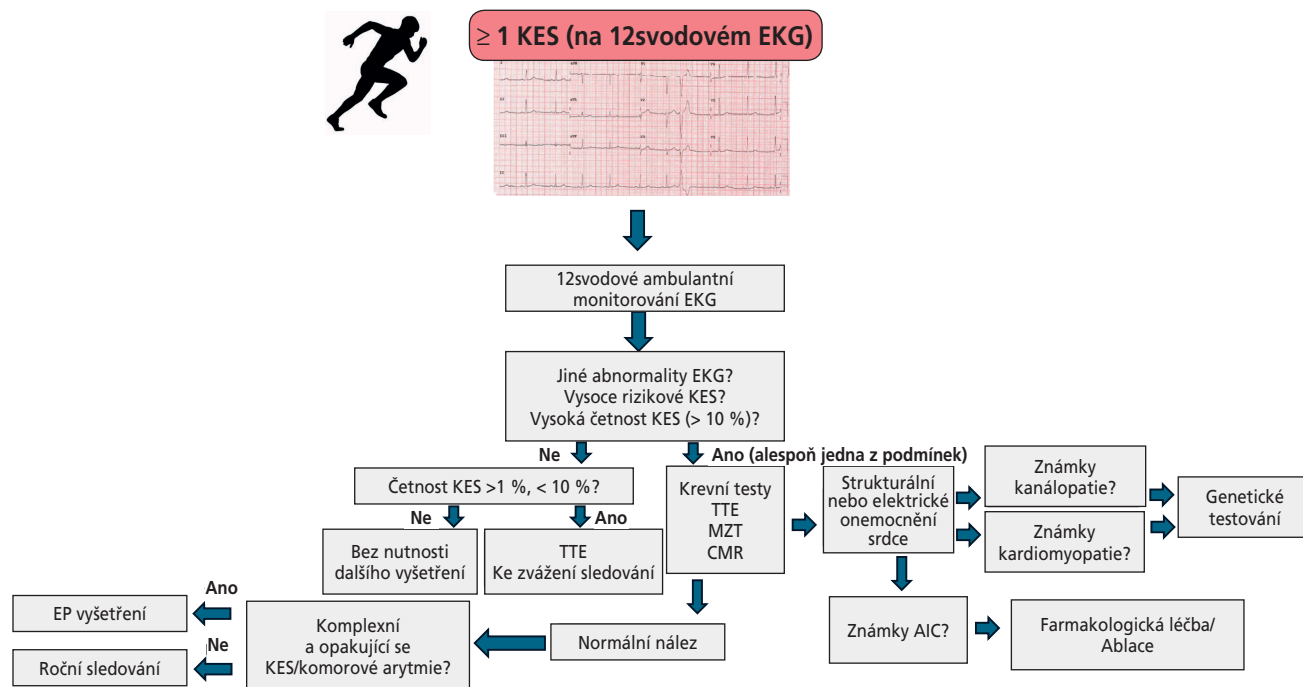
fenomén „R na T“, je pravděpodobnější, že jsou spojeny s jizvou v myokardu LK.<sup>60,66</sup>

Sportovci, u nichž je na klidovém EKG přítomna jedna či více KES (s výjimkou fascikulárních KES s QRS < 130 ms v obraze RBBB), by měli nejprve podstoupit 24–48hodinové ambulantní monitorování EKG, ideálně ve 12svodové konfiguraci a včetně záznamu během fyzické zátěže, aby bylo možné analyzovat četnost a morfologii extrasystol. Ti, u nichž jsou přítomny vysoce rizikové rysy extrasystol (viz **tabulku 3**), by měli podstoupit další vyšetření včetně TTE (s ohledem na možné anomálie odstupeu koronárních tepen), maximálního zátěžového testu a CMR (viz **obrázek 4**). Rutinní laboratorní vyšetření k posouzení koncentrace hemoglobinu, elektrolytů a funkce štítné žlázy a dále vyšetření struktury a funkce srdce pomocí TTE – případně doplněné o CMR – je také vhodné u sportovců s burden (četností) extrasystol > 10 %, bez ohledu na přítomnost vysoce rizikových rysů, aby se vyloučila tachyarytmií indukovaná dysfunkce LK.<sup>67</sup> CT angiografii koronárních tepen je vhodné zvážit pouze u sportovců s vysoce rizikovými extrasystolami a klinickým profilem nasvědčujícím koronární ateroskleróze (např. věk > 35 let, kardiovaskulární rizikové faktory nebo významné symptomy). Roční echokardiografické a zátěžové vyšetření je doporučeno u sportovců s vysokou zátěží extrasystol, kteří měli normální komplexní vstupní vyšetření, aby se včas zkontrolovala funkce komor a případný výskyt vysoce rizikových arytmií. Pokud jsou extrasystoly polymorfní a vykazují výraznou závislost na adrenergní stimulaci, což svědčí pro CPVT, a současně bylo vyloučeno strukturální onemocnění srdce, mělo by se zvážit genetické testování na přítomnost patogenních variant spojených s CPVT.<sup>68</sup> Klinický přínos invazivního elektrofyziologického vyšetření zahrnujícího programovanou stimulaci komor a endokardiální mapování napětí u sportovců s izolovanými, vysoce rizikovými extrasystolami či nesetřvalou komoro-

**Tabulka 3 – Stratifikace rizika u komorových extrasystol (KES) u sportovců**

Faktory	Nízkorizikové	Vysokorizikové
<b>Klinické varovné příznaky</b>		
Rodinná anamnéza předčasné náhlé srdeční smrti či kardiomyopatie	Ne	Ano
Podezřelé symptomy	Ne	Ano
Fyzikální vyšetření	Normální	Abnormální
Klidové EKG	Normální	Abnormální
Echokardiografie	Normální	Abnormální
<b>Charakteristiky KES</b>		
Morfologie, počet	Jednotlivé	Mnohočetné
Morfologie, typ	Fascikulární (RBBB s úzkým QRS), infundibulární (LBBB s dolní osou), RBBB s dolní osou (střední riziko)	RBBB se střední nebo horní osou; LBBB s horní osou
Reakce na zátěž	Ústup	Přetrvávání/nárůst
Fenomén R na T	Ne	Ano
NSVT	Ne	Ano

KES – předčasný komorový stah (extrasystola); LBBB – blokáda levého Tawarova raménka; NSVT – nesetřvalá komorová tachykardie; RBBB – blokáda pravého Tawarova raménka.



Obr. 4 – Postup u sportovců s komorovými extrasystolami (KES).

AIC – arytmii indukovaná kardiomyopatie; CMR – magnetická rezonance srdce; CTCA – koronární CT angiografie; D/C – propuštění; EP – elektrofyziologický; HD – srdeční onemocnění; MZT – maximální zátěžový test; TTE – transtorakální echokardiografie.

vou tachykardií (NSVT) zůstává nejasný. Tento postup lze zvážit pouze ve vysoce selektovaných případech s komplexními komorovými arytmiemi nebo pokud neinvazivní zobrazovací metody naznačují možnou kardiomyopatii<sup>69</sup> (viz tabulku 2).

Pokud komplexní diagnostický postup nepřinese žádné patologické výsledky, měl by být sportovec uklidněn, avšak – pokud jsou arytmie časté či komplexní – nadále sledován formou pravidelných kontrol.

## Repolarizační abnormality

### Inverze vlny T (TWI)

Za inverzi vlny T (T-wave inversion, TWI) považujeme negativní vlnu T o amplitudě  $\geq 1$  mm (0,1 mV) ve dvou či více sousedních svodech (s výjimkou svodů aVR, III a  $V_1$ ). Inverze vlny T je jedním z nejčastějších EKG projevů u pacientů s kardiomyopatiemi, včetně hypertrofické, dilatační a arytmogenní kardiomyopatie (HCM, DCM a ACM).<sup>55,70-71</sup>

Tento repolarizační nález však může v některých případech svědčit i pro fyziologickou adaptaci na zátěž – zejména pokud se vyskytuje v předních svodech a předchází mu elevace bodu J / klenutý (konvexní) úsek ST. Klinický význam inverzí vln T se liší podle jejich distribuce v EKG svodech: rozlišujeme přední ( $V_2$ – $V_4$ ), laterální ( $V_5$  a/nebo  $V_6$ , I a aVL) a spodní (II a aVF) svody. Někdy může být inverze vln T difuznější a zasahovat anterolaterální a/nebo inferolaterální svody.

### Inverze vln T nad přední stěnou

Inverze T vln v anteriorních svodech ( $V_1$ – $V_3$ , případně  $V_4$ ) je poměrně běžná u prepupertálních jedinců. S postupujícím

pubertálním vývojem však vlny T v těchto svodech obvykle mění svoji polaritu na pozitivní – v důsledku toho prevalence perzistující inverze vln T ve svodech  $V_1$ – $V_3$  klesá pod 1 % u sportovců starších 16 let.<sup>72-74</sup>

Podle Mezinárodních doporučení pro interpretaci EKG u sportovců se 16 let bere jako hraniční věk pro odlišení benigní („juvenilní“ a potenciálně patologické inverze vln T ve svodech  $V_1$ – $V_3$ ).<sup>6</sup> Ve věkové skupině 13–15 let však může být trvalá inverze T vln považována za potenciálně abnormální, pokud již došlo k ukončení pubertálního vývoje.<sup>72</sup> Pokud panují pochybnosti o klinickém významu inverzí T vln nad přední stěnou v období kolem puberty, může pomoci revize starších EKG záznamů (jsou-li k dispozici) – normální repolarizační nález v minulosti by svědčil proti benignímu charakteru přetrvávající „juvenilní“ inverze T vln. Není-li předchozí EKG k dispozici, může být vhodné provádět každoroční kontroly včetně EKG ke zjištění, zda nedojde k normalizaci vln T.

Inverze T vln ve svodu  $V_2$  (přesahující pouze do  $V_2$ ) je relativně běžná u bělošských sportovkyň – vyskytuje se přibližně ve 4 % případů.<sup>75</sup> Inverze vln T nad přední stěnou je rovněž častější u mužských i ženských sportovců vytrvalostních disciplín ve srovnání s bělošskými sportovci v jiných sportech.<sup>76</sup> Ačkoli údaje o prognóze jsou omezené, dosavadní zkušenosti naznačují, že izolovaná inverze vln T omezená na svody  $V_1$ – $V_2$  u sportovkyň nevyžaduje další vyšetření, pokud sportovkyně nemá srdeční příznaky, pozitivní rodinnou anamnézu a tento nález není doprovázen jinými odchylkami na EKG.

Anteriorní inverze vln T zasahující až do svodu  $V_4$  je pozorována až u 13 % černošských sportovců a 5,7 % sportovců smíšeného etnika, zatímco u bělošských sportovců pouze v 1,5 % případů.<sup>77</sup> V souladu s Mezinárod-

ními doporučeními pro interpretaci EKG u sportovců<sup>6</sup> lze inverzi vln T nad přední stěnou u sportovců afrického nebo afrokaribského původu (černošských sportovců) považovat za variantu časné repolarizace, pokud jí předchází elevace bodu J a konvexní (stoupající) úsek ST. Tento repolarizační vzor byl zaznamenán i u menší části bělošských sportovců.<sup>78</sup> Studie, která srovnávala výskyt inverze vln T nad přední stěnou u zdravých černošských a bělošských sportovců a u pacientů s HCM a ACM, ukázala, že u sportovců s inverzí vln T nad přední stěnou kombinace elevace bodu J  $\geq 1$  mm a inverze vln T omezené na svody  $V_1$ – $V_4$  vylučuje kardiomyopatii bez ohledu na etnický původ.<sup>79</sup>

Naopak anteriorní inverze vln T s minimální nebo chybějící elevací bodu J ( $< 1$  mm) může poukazovat na přítomnost kardiomyopatie. Podle této studie a současných doporučení<sup>6</sup> nevyžadují černošští sportovci s variantou časné repolarizace, sestávající z elevace bodu J / úseku ST a inverzí vln T omezených na svody  $V_1$ – $V_4$ , další vyšetření. Je však třeba poznamenat, že dlouhodobé údaje o prognóze tohoto nálezu jsou omezené, což zdůrazňuje potřebu dalšího výzkumu. Zároveň je důležité postupovat obezřetně při odlišování této varianty časné repolarizace od „zvlněného typu“ (typ 1) Brugada EKG typu, který se projevuje elevací úseku ST s počátkem v bodě J, následované descendentním průběhem segmentu ST (viz online doplňkové materiály, obrázky S1 a S2).<sup>80</sup> Je-li inverze vln T nad přední stěnou (byť omezená pouze na  $V_2$ ) provázena dalšími potenciálně patologickými EKG markery, jako je prodloužené trvání vlny S ( $\geq 55$  ms) ve svodech  $V_1$ – $V_2$ , nízké voltáže QRS či vysoce rizikové komorové extrasystoly (viz tabulku 3), je zapotřebí důkladnějšího vyšetření k vyloučení možné kardiomyopatie (jak je uvedeno výše) (viz tabulku 4).<sup>6,55</sup>

### **Inverze vlny T nad laterální stěnou – včetně anterolaterální a inferolaterální inverze vlny T**

Inverze vln T nad laterální stěnou je často zjištěna u jedinců s kardiomyopatií a je spojena s vysokou diagnostickou výtěžností pro přítomnost kardiomyopatie nebo jizvy myokardu. Je dobře známo, že sportovci s tímto repolarizačním vzorcem na EKG by měli být vyšetřeni pomocí CMR, zátěžového testu a dlouhodobé monitorace EKG.<sup>47,70,81</sup> Podle Mezinárodních doporučení pro interpretaci EKG u sportovců<sup>6</sup> – pokud nejsou prokázány zjevné strukturální změny ani stanovená diagnóza – se doporučuje každoroční echokardiografické sledování, zejména je-li sportovec mladší 35 let, a opakované vyšetření CMR každé 2–4 roky, protože inverze vln T nad laterální stěnou mohou předcházet plnému fenotypovému vyjádření kardiomyopatie o několik let (zejména HCM)<sup>70</sup> (viz tabulku 4). CMR je doporučena také v případě, že roční sledování odhalí změny na EKG či echokardiografii, jež nasvědčují rozvíjejícímu se fenotypu kardiomyopatie (například rozšíření rozsahu inverzí vln T, vznik či progresse deprese úseků ST, výskyt arytmií na EKG nebo zvětšení tloušťky stěn, diastolická dysfunkce či obstrukce výtokové části levé komory na TTE).

Je důležité zmínit, že daný repolarizační vzorec se vyskytuje výrazně častěji u černošských sportovců než u jejich bělošských protějšků – jeho frekvence je až desetkrát vyšší.<sup>82</sup> Pravděpodobnost diagnostikování kardiomyopa-

tie nebo jizvy myokardu je však u těchto sportovců třikrát nižší ve srovnání s bělošskými sportovci (19 % vs 56 %).<sup>82</sup> Navzdory opodstatněnosti vyšetření u všech sportovců s tímto repolarizačním nálezem tato data zdůrazňují potřebu dalšího výzkumu k určení specifických charakteristik inverzí vln T (např. jejich hloubky, rozsahu, průběhu či související fragmentace komplexů) a uzpůsobení vyšetřovací strategie k efektivnějšímu cílení v této konkrétní populaci.






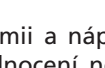
### **Inverze vlny T nad spodní stěnou**

Význam izolované inverze vln T v inferiorních svodech (II a aVF) není tak jednoznačný jako u inverzí vln T v laterálních svodech. Byla popsána u 6 % zdravých černošských sportovců a 1,5 % bělošských sportovců, ale také jako izolovaný nálezu u 1,9 % pacientů s HCM.<sup>74</sup> Studie u černošských sportovců odhalily nízkou diagnostickou výtěžnost nálezů u sportovců, kteří mají izolovanou inverzi vln T ve spodních svodech. Nicméně do doby, než rozsáhlejší multicentrické studie objasní přesný význam izolované inverze vln T nad spodní stěnou, je vhodné jako první vyšetření provést u každého takového sportovce TTE. CMR může být opodstatněná u asymptomatických sportovců s hlubokými invertovanými vlnami T ( $\geq 0,2$  mV) nebo doprovodnou depresí úseku ST v postižených svodech (viz tabulku 4).

**Obrázek 5** shrnuje diagnostický postup u sportovců s inverzí vln T. Přítomnost inverze vln T bez současných strukturálních abnormalit srdce není důvodem k nezpůsobilosti pro intenzivní fyzickou aktivitu či soutěžní sport. Doporučuje se však pravidelné sledování. U mladých sportovců s nevysvětlenou inverzí vln T by mělo být zváženo vyšetření prvostupňových příbuzných, protože exprese kardiomyopatií je závislá na věku a EKG odchylky mohou fenotypovému projevu předcházet o desítky let. Genetické testování se však u inverzí vln T nedoporučuje, pokud není přítomen specifický fenotyp nebo pozitivní rodinná anamnéza kardiomyopatie.<sup>82,83</sup>

### **Brugadovské EKG typu 2 a 3**

Syndrom Brugadových (BrS) je dědičná porucha iontových kanálů srdce, nejčastěji postihující sodíkové kanály, a vyznačuje se náchylností ke komorovým arytmiím a NSS.<sup>84</sup> Rozlišují se tři uznávané typy EKG Brugada (BrP), přičemž pouze typ 1 je považován za diagnostický a bez ohledu na přítomnost symptomů vyžaduje další vyšetření.<sup>85</sup> EKG Brugadova typu 2 a 3 (BrP typu 2 a 3) se vyznačují elevací bodu J ( $\geq 2$  mm, tj.  $\geq 0,2$  mV) a sedlovitou (konkávní) elevací ST různé výše ve svodech  $V_1$  a/nebo  $V_2$ . V těchto případech je vhodné zaznamenat EKG se svody umístěnými ve druhém a/nebo třetím mezižebří, aby se případně demaskoval EKG Brugada typu I<sup>86</sup> (viz tabulku 5). Pokud se tímto manévrem nepodaří prokázat EKG Brugada typu I, mělo by to asymptomatické sportovce uklidnit. Ve vybraných případech – pokud je u sportovce přítomen Brugada vzor typu 2 nebo 3 na výchozím EKG spolu se srdečními příznaky nebo pokud je v rodině anamnéza NSS v mladém věku – může pomoci prodloužené ambulantní monitorování EKG ve 12svodové konfiguraci s vysoko uloženými pravostrannými svody, které může odhalit diagnostický vzor typu I<sup>87–89</sup> (viz doplňkové materiály).

Tabulka 4 – Doporučení pro diagnostický postup u sportovců s izolovanou inverzí vln T (TWI)	Úroveň doporučení
<b>Dodatečná vyšetření obvykle nejsou nutná</b> u sportovců s izolovanou inverzí vln T v předních svodech, pokud platí následující: <ul style="list-style-type: none"> <li>• je omezena na svody <math>V_1</math>–<math>V_2</math> a nejsou přítomny žádné podezřelé klinické ani elektrokardiografické nálezy;</li> <li>• je omezena na svody <math>V_1</math>–<math>V_3</math> u sportovců &lt; 16 let;</li> <li>• je omezena na svody <math>V_1</math>–<math>V_4</math> a v případě černošských sportovců jí předchází elevace bodu J/úseku ST.</li> </ul>	
U sportovců s přední inverzí vln T (kromě výše uvedených situací) nebo inverzí vln T v laterálních svodech $V_4$ – $V_6$ je <b>důrazně doporučeno</b> provést komplexní vyšetření včetně TTE, maximálního MZT, ambulantní monitorace EKG a CMR k vyloučení podkladového srdečního onemocnění.	
U adolescentů ve věku 13–15 let může inverze vln T ve svodech $V_1$ – $V_3$ vyžadovat další vyšetření, pokud se zdá, že pubertální vývoj je ukončen. Pokud je k dispozici dřívější EKG s pozitivní vlnou T v předních svodech, posiluje to podezření, že se jedná o patologický nále.	
Ačkoli klinický význam izolované inverze vln T ve spodních svodech není jasný, může být vhodné provést vyšetření pomocí TTE.	
U sportovců se spodní inverzí vln T může být přínosné provést CMR, pokud jsou vlny T hluboké ( $\geq 0,2$ mV) nebo pokud jim předchází deprese úseku ST – a to i tehdy, pokud TTE neprokáže žádné abnormality.	
Genetické testování se u sportovců s izolovanou inverzí vln T, negativní rodinnou anamnézou a normální strukturou srdce <b>nedoporučuje</b> .	

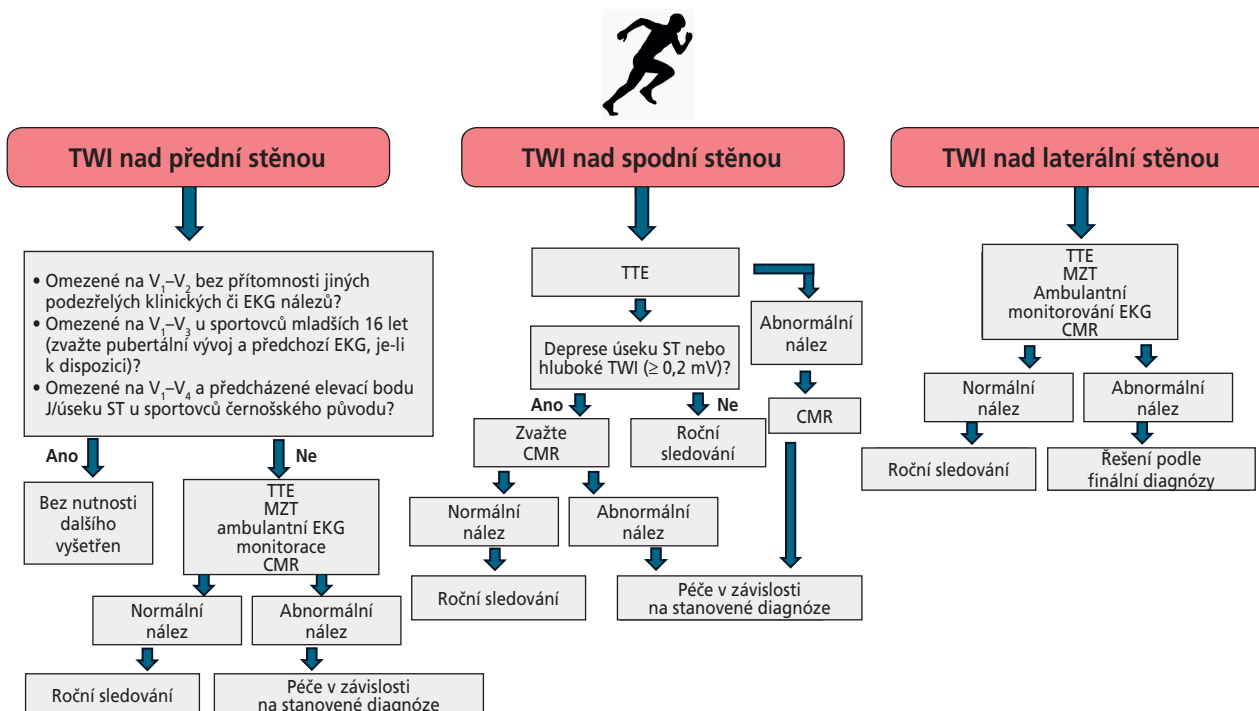
CMR – magnetická rezonance srdce; MZT – zátěžový test; TTE – transtorakální echokardiografie; TWI – inverze vlny T.

### Hraniční interval QTc

Syndrom dlouhého QT (LQTS) se vyznačuje prodloužením intervalu QT a sklonem ke komorovým arytmiím.<sup>90</sup> Diagnóza LQTS může mít významný dopad na sportovce – ovlivňuje jejich účast ve vrcholovém sportu i riziko NSS. Měření intervalu QTc u sportovců může být obtížné kvůli

výrazné sinusové bradykardii, sinusové arytmií a nápadným vlnám U, které mohou vést k podhodnocení nebo nadhodnocení délky intervalu QT.<sup>91</sup>

Přesné manuální měření intervalu QT je zásadní, jak bylo popsáno jinde.<sup>6</sup> Pravděpodobnost LQTS lze posoudit pomocí modifikovaného Schwartzova skóre, které vychází z 12svodového EKG, osobní a rodinné anamnézy, ambulantního



Obr. 5 – Postup u sportovců s inverzí vln T (TWI).

CMR – magnetická rezonance srdce; CTCA – koronární CT angiografie; HD – srdeční onemocnění; MZT – maximální zátěžový test; TTE – transtorakální echokardiografie.

monitorování EKG a zátěžového testu do maxima.<sup>92</sup> Podle doporučení ESC pro sportovní kardiologii je třeba na LQTS pomýšlet, pokud je korigovaný interval QTc, vypočtený Bazettovým vzorcem  $\geq 470$  ms (u mužů) nebo  $\geq 480$  ms (u žen) u asymptomatických sportovců – a to buď na klidovém EKG, nebo na EKG zaznamenaném 4 minuty zotavení po zátěži.<sup>93</sup> Dále, dle doporučených postupů ESC pro léčbu pacientů s komorovými arytmiemi a prevenci NSS platí, že QTc  $\geq 480$  ms nebo upravené Schwartzovo skóre pro LQTS  $>3$  znamenají diagnózu LQTS.<sup>67</sup> Výsledky Schwartzova skóre u sportovců mohou být občas obtížně interpretovatelné, jelikož výrazná bradykardie, QTc  $> 460$  ms a zářezy na vlnách T se vyskytují u malé, ale významné části sportovců. Navíc přesné posouzení intervalu QT ve 4. minutě zotavení může být problematické kvůli vzestupu úseku ST, vysokým vlnám T a komplexům T–U. Z tohoto důvodu se klinické podezření opírá především o klidové EKG.

Zachycení prodlouženého intervalu QTc u sportovce by mělo být potvrzeno opakovaným EKG v jiný den.

Asymptomatictí sportovci s QTc  $> 470$  ms (muži) nebo  $> 480$  ms (ženy) by měli podstoupit komplexní diagnostické vyšetření včetně revize farmakologické anamnézy a rodinné anamnézy, stanovení koncentrací elektrolytů (zejména draslíku, vápníku a hořčíku), provedení MZT, ambulantní monitorace EKG (nejlépe ve 12svodové konfiguraci pro přesnější hodnocení intervalu QT), TTE a genetického testování.<sup>83</sup>

Zátěžové vyšetření hraje zásadní roli v posouzení sportovců s podezřením na LQTS, zejména pro hodnocení paradoxního prodloužení intervalu QT při zátěži a pro identifikaci arytmií indukovaných cvičením. Doporučujeme ukládat výtisky EKG ve 30sekundových intervalech během zátěžového testu pro manuální měření QTc ve všech fázích testu, ačkoli korekce QT intervalu při tepové frekvenci  $> 120$  tepů/min je obtížná a nepřesná. Postupné prodloužení intervalu QTc od klidové hodnoty až k cílové tepové frekvenci a vývoj nově vzniklých zářezů vlny T

alespoň ve třech svodech jsou rovněž cennými ukazateli přítomnosti poruchy iontových kanálů.<sup>94</sup>






U sportovců s hraničním prodloužením QTc (470–479 ms u žen a 460–469 ms u mužů na opakovaných EKG) by měly být provedeny krevní testy, ambulantní monitorace EKG (nejlépe v 12svodové konfiguraci) a MZT (viz obr. 6). Pokud jsou výsledky těchto testů normální, mělo by se zvážit každoroční sledování – zejména pokud je přítomno vysoké podezření na LQTS (např. synkopa v osobní anamnéze nebo výskyt NSS či LQTS v rodině). Genetické testování je opodstatněné pouze tehdy, jsou-li přítomny další známky naznačující diagnózu LQTS<sup>83</sup> (viz tabulku 5).

U sportovců s potvrzeným LQTS a QTc  $> 480$  ms může být zvažován návrat k závodnímu sportu po důkladném vyhodnocení, stratifikaci rizika a zavedení individualizovaných opatření (včetně léčby betablokatory) v rámci procesu společného rozhodování (SDM, shared decision-making). Při rozhodování o návratu ke sportu by se mělo zohlednit také genotyp LQTS, předchozí symptomy, adherence k léčbě a adekvátní zajištění pohotovostní péče. Data naznačující, že prodloužení intervalu QTc vyvolané zátěží se může po ukončení tréninku zkrátit, jsou založena pouze na jedné publikované studii a měla by být potvrzena robustnějšími důkazy.<sup>95</sup>

## Závěry

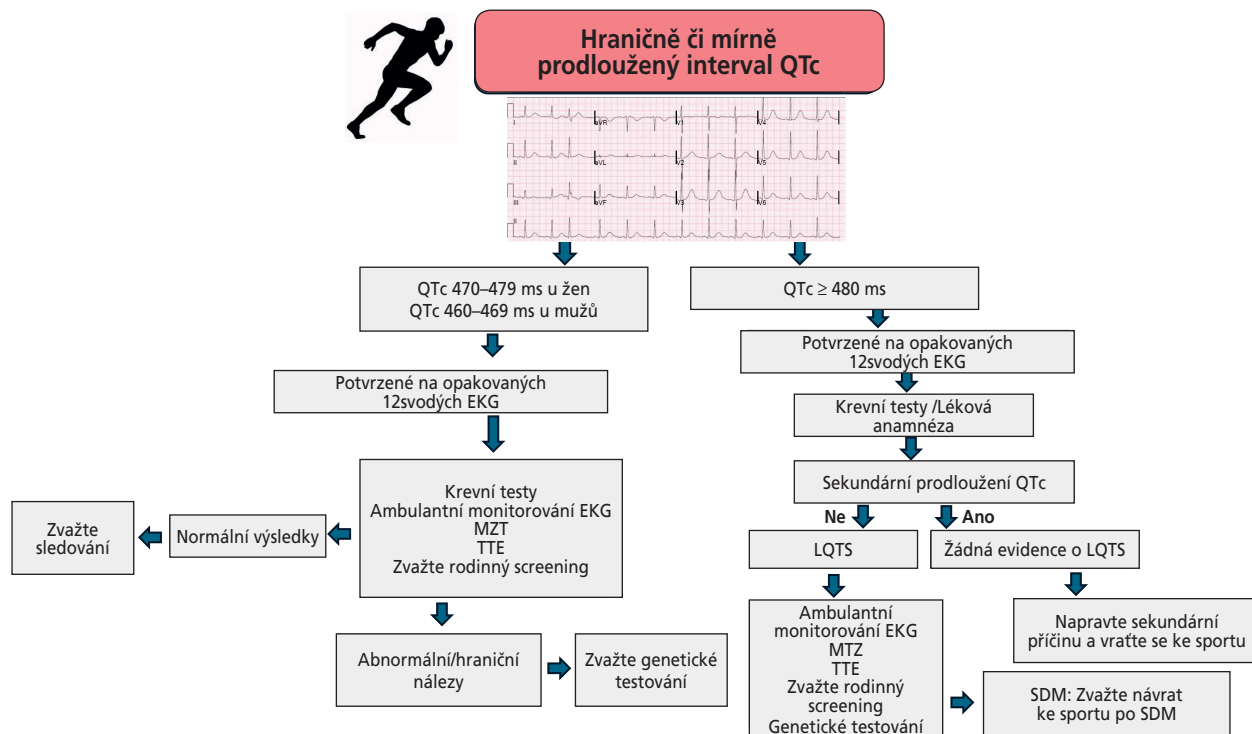
Elektrické změny, které jsou považovány za abnormální a vysoce sugestivní pro přítomnost srdečního onemocnění, se mohou u sportovců vyskytnout izolovaně, aniž by byly doprovázeny dalšími patologickými nálezy podporujícími jednoznačnou diagnózu. Klinické řešení takových případů je často složité. Řešení podobných situací může být náročné, neboť je nezbytné vyvážit dvě hlediska: vyhnout se zbytečným a nadměrným vyšetřením a současně nepřehlédnout potenciální problém. Uznávané nálezy

**Tabulka 5 – Doporučený diagnostický postup u sportovců s EKG vzory syndromu Brugadaových typu 2 nebo 3 a hraničním prodloužením intervalu QTc**

	Úroveň doporučení
U sportovců s EKG vzory syndromu Brugadaových typu 2 nebo 3 se doporučuje přemístit hrudní elektrody do vyšší pozice (2. a/nebo 3. mezižebří) a opakovat EKG záznam k vyloučení přítomnosti vzoru syndromu Brugadaových typu 1.	
U asymptomatických sportovců s EKG vzory syndromu Brugadaových typu 2 nebo 3 a bez rodinné anamnézy náhlé srdeční smrti či syndromu Brugadaových se <b>další vyšetření nedoporučují</b> .	
U sportovců s prodlouženým intervalem QTc ( $> 480$ ms na opakovaných EKG záznamech) se důrazně doporučuje provést komplexní klinické vyšetření včetně laboratorních testů, <sup>1</sup> MZT, ambulantní monitorace EKG, TTE, genetického testování a vyšetření EKG u prvostupňových příbuzných.	
U sportovců s hraniční hodnotou QTc (470–479 ms u žen a 460–469 ms u mužů na opakovaných EKG) se doporučuje klinické vyšetření zahrnující laboratorní testy, MZT a ambulantní monitoraci EKG. Vyšetření EKG u prvostupňových příbuzných (pokud je možné) může usnadnit stanovení diagnózy. Genetické testování je odůvodněné pouze, pokud jsou přítomny další charakteristiky, které naznačují diagnózu syndromu dlouhého QT (LQTS).	
U sportovců s hraničním prodloužením intervalu QTc, negativními klinickými nálezy a negativním genetickým testem existují omezené důkazy o tom, že normalizace intervalu QTc po 4–6 měsících může svědčit pro prolongaci navozovanou zátěží.	

LQTS – syndrom dlouhého QT; MZT – zátěžový test; TTE – transtorakální echokardiografie.

<sup>1</sup> Hemoglobin, funkce ledvin a elektrolyty.



Obr. 6 – Postup u sportovců s hraničním či mírně prodlouženým intervalem QTc.

LQTS – syndrom dlouhého QT; MZT – maximální zátěžový test; SDM – shared decision-making (společné rozhodování); TTE – transtorakální echokardiografie.

na EKG, které naznačují srdeční onemocnění, vyžadují komplexní vyšetření k vyloučení celého spektra možných fenotypových projevů srdečních chorob. Pokud se nedaří dospět k definitivní diagnóze, je třeba zaujmout opatrný přístup: ve většině případů může sportovec nadále soutěžit, avšak doporučuje se pravidelné (každoroční) sledování. Kromě toho je vhodné – zejména u mladých sportovců, jejichž případné latentní srdeční onemocnění nemusí být vzhledem k věku ještě plně vyjádřeno a u nichž EKG abnormality mohou předcházet úplnému fenotypovému projevu v pozdějším věku – zvážit vyšetření prvostupňových příbuzných. Rutinní genetické testování je mocným, nikoli však dokonalým nástrojem; obecně se nedoporučuje u izolovaných nálezů na EKG a mělo by být vyhrazeno

pro vybrané případy s vysokou mírou podezření na dědičné onemocnění.

Doporučení prezentovaná v tomto dokumentu vycházejí z pečlivého přehledu a syntézy stávající literatury v oblasti sportovní kardiologie společně s kolektivními klinickými zkušenostmi autorského týmu. Je však nutné si uvědomit, že některá zde uvedená doporučení nejsou podpořena vědeckými studiemi a představují tak příležitosti pro budoucí výzkum.

#### Literatura

Je k dispozici v originálním článku.