

Pohybová aktivita a cvičení v prevenci ischemické choroby srdeční: využití pro klinickou praxi

(Physical activity and exercise in the prevention of coronary heart disease: implications for clinical practice)

Ladislav Baťalík^{a-d}, Bogna Jiravská Godula^e, Libor Jelínek^f, Eliška Sovová^f

^a Katedra fyzioterapie a rehabilitace, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno, Česká republika

^b Rehabilitační klinika, Fakultní nemocnice Brno, Brno, Česká republika

^c Rehabilitační klinika, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno, Česká republika

^d Ústav veřejného zdraví, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno, Česká republika

^e Centrum sportovní kardiologie, Kardiocentrum, Nemocnice AGEL Třinec-Podlesí, Třinec, Česká republika

^f Centrum sportovní kardiologie, Klinika tělovýchovného lékařství a kardiovaskulární rehabilitace,

Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc, Česká republika

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Vložen do systému: 4. 8. 2025

Přepřacován: 4. 9. 2025

Přiját: 8. 9. 2025

Dostupný online: 2. 2. 2026

Klíčová slova:

Cvičení

Ischemická choroba srdeční

Kardiovaskulární rehabilitace

Pohybová aktivita

Prevence

SOUHRN

Kardiovaskulární onemocnění představuje významný globální zdravotní problém. Pravidelná pohybová aktivita a cvičení patří mezi nejúčinnější intervence v její primární i sekundární prevenci. Epidemiologická data ukazují, že i nízká až střední úroveň pravidelné pohybové aktivity snižuje kardiovaskulární mortalitu a morbiditu. Mechanismus těchto efektů zahrnuje pozitivní změny tradičních rizikových faktorů, ale i přímé cévní efekty. Nedostatek pohybové aktivity je naopak spojen s vyšším kardiovaskulárním rizikem a rizikem celkové mortality. V sekundární prevenci přináší účast na strukturovaných programech kardiovaskulární rehabilitace významnou redukci rizika reinfarktu, hospitalizací a mortality. Vstupní screening a individuální nastavení cvičební zátěže podle principů „Frekvence–Intenzita–Trvání–Typ–Progrese“ (FITT-P) jsou klíčové pro bezpečnost a efektivitu těchto intervencí. V praxi jsou využívány jak kontinuální, tak intervalové formy cvičení, s důrazem na individuální volbu dle klinického stavu a preference pacienta. Moderní digitální technologie umožňují cvičení vedené na dálku a domácí programy, které překonávají běžné bariéry účasti a zlepšují adherenci. Jednoduchým a motivujícím ukazatelem pro širokou populaci může být sledování denního počtu kroků, přičemž již zvýšení o několik tisíc kroků denně přináší významné zdravotní benefity. Efektivní implementace pohybové aktivity v klinické praxi vyžaduje multidisciplinární přístup, kontinuální edukaci pacientů i zdravotníků a aktivní využití dostupných technologií, což může zásadně zlepšit prognózu pacientů s ischemickou chorobou srdeční.

© 2026, ČKS.

ABSTRACT

Cardiovascular diseases represent a significant global health problem. Regular physical activity and exercise are among the most effective interventions for primary and secondary prevention. Epidemiological data show that even low to moderate levels of regular physical activity reduce cardiovascular mortality and morbidity. The underlying mechanisms include favorable changes in traditional risk factors and direct vascular effects. Conversely, physical inactivity is associated with increased cardiovascular risk and overall mortality. In secondary prevention, participation in structured cardiac rehabilitation programs significantly reduces the risk of reinfarction, hospitalizations, and mortality. Initial screening and individual exercise prescription following the "Frequency, Intensity, Time, Type – Progression (FITT-P)" principles are essential for the safety and effectiveness of these interventions. Both continuous and interval exercise modalities are used in practice, emphasizing individual choice based on clinical status and patient preference. Modern digital technologies facilitate remote rehabilitation and home-based programs, overcoming common participation barriers and improving adherence. Tracking daily step counts can serve as a simple and motivating indicator for the general population, with even small increases delivering significant health benefits. Effective implementation of physical activity in clinical practice requires a multidisciplinary approach, continuous patient and healthcare provider education, and active use of available technologies, potentially significantly improving the prognosis of patients with coronary heart disease.

Keywords:

Cardiac rehabilitation

Coronary heart disease

Exercise

Physical activity

Prevention

Adresa pro korespondenci: doc. Mgr. Ladislav Baťalík, Ph.D., CRFC, Rehabilitační klinika, Fakultní nemocnice Brno, Jihlavská 20, 625 00 Brno, Česká republika, e-mail: batalik.ladislav@fnbrno.cz

DOI: 10.33678/cor.2025.099

Tento článek prosím citujte takto: Baťalík L, Jiravská-Godula B, Jelínek L, Sovová E. Pohybová aktivita a cvičení v prevenci ischemické choroby srdeční: využití pro klinickou praxi. Cor Vasa 2026;68:100–110.

Úvod

Podle údajů ze studie Global Burden of Disease (GBD) 2021 zůstává ischemická choroba srdeční (ICHS) hlavní příčinou úmrtí a nemocnosti na celém světě. V roce 2021 bylo s ICHS spojeno přibližně 8,99 milionu úmrtí.¹ V České republice jsou kardiovaskulární onemocnění rovněž nejčastější příčinou úmrtí, odpovědná za více než 40 % všech úmrtí, přičemž ICHS má na této mortalitě zásadní podíl. Hlavními příčinami vysoké prevalence kardiovaskulárních onemocnění (KVO) v ČR jsou rizikové faktory životního stylu, zejména nedostatek pohybu, nezdravá výživa, kouření, nadměrná konzumace alkoholu a stres.²

Vzhledem k narůstající celosvětové zátěži ICHS získává její prevence stále větší pozornost. Důraz je kladen především na časné rozpoznání rizik a efektivní intervence v oblasti životního stylu a farmakoterapie. Dosavadní výzkumy identifikovaly několik nezávislých a modifikovatelných rizikových faktorů, které zásadně přispívají k rozvoji aterosklerotických KVO.³

Tabulka 1 shrnuje hlavní modifikovatelné rizikové a protektivní faktory, jejichž celkový populačně přičitatelný podíl (PAR) na výskytu akutního infarktu myokardu (AIM) či KVO přesahuje 80 %.⁴ Prvních pět uvedených faktorů tvoří více než dvě třetiny této zátěže, a představuje tak hlavní cíle preventivních strategií.⁵

Mezi nejvýznamnější modifikovatelné protektivní faktory v prevenci KVO patří pravidelná pohybová aktivita (PA). Aktuální epidemiologické studie prokazují, že pravidelná PA snižuje riziko kardiovaskulární morbidita a mortality o 30–50 %, a to i při středních až nízkých objemech pohybu.^{6,7}

Mechanismus ochranného efektu PA však přesahuje tradičně uznávané změny klasických rizikových faktorů, jako jsou krevní tlak, dyslipidemie či glykemie. Přibližně 40 % jejího celkového přínosu nelze těmito tradičními parametry vysvětlit, což vede k hypotéze o tzv. kardio-protektivním „vaskulárním podmínění“ („vascular conditioning“).⁸ Tento koncept zahrnuje zejména zlepšení endotelové funkce, pozitivní cévní remodelaci, snížení cévního zánětu a zlepšení vaskulární reaktivity. Kromě těchto přímých biologických účinků PA příznivě ovlivňuje i behaviorální a psychosociální faktory.

Naopak pohybová inaktivita nadále představuje významný globální problém veřejného zdraví se závažnými důsledky pro kardiovaskulární zdraví i ekonomickou zátěž zdravotních systémů. Podle studie GBD byla pohybová inaktivita spojena s o 24 % vyšším rizikem vzniku ICHS (poměr rizik [HR] 1,24; 95% interval spolehlivosti [CI] 1,13–1,36) a lze jí připisat přibližně 5,5 % všech případů ICHS.^{9,10}

Nejde však jen o riziko samotného vzniku onemocnění. Nedostatek pravidelného pohybu podle recentních

Tabulka 1 – Modifikovatelné rizikové a protektivní faktory pro KVO a jejich odhadovaný dopad (PAR a HR/OR)

Faktor	HR/OR (CI)	PAR (CI)	Charakteristika
Hypertenze	HR 1,91 (1,74–2,10)	21,6–29,3 %	Rizikový faktor
Kouření (aktuální a bývalé)	OR 2,04 (1,86–2,25)	10,7–35,7 %	Rizikový faktor
Dyslipidemie (non-HDL cholesterol)	HR 1,54 (1,30–1,78)	15–16 %	Rizikový faktor
Diabetes mellitus	HR 2,37 (2,07–2,71)	10–15 %	Rizikový faktor
Abdominální obezita / BMI > 30	HR 1,62 (1,45–1,80)	7–20 %	Rizikový faktor
Psychosociální stres a deprese	OR 2,67 (2,21–3,22)	až 32 %	Rizikový faktor
Nedostatek fyzické aktivity	HR 1,67 (1,53–1,83)*	12,2–12,5 %	Rizikový faktor
Pravidelná fyzická aktivita (ochrana)	HR 0,60 (0,53–0,67)**	–	Protektivní faktor
Konzumace ovoce a zeleniny	OR 0,70 (0,62–0,79)	13,7 %	Protektivní faktor

CI – interval spolehlivosti (confidence interval); BMI – index tělesné hmotnosti; HDL – lipoprotein o vysoké hustotě; HR – poměr rizik; KVO – kardiovaskulární onemocnění; OR – poměr šancí; PAR – populačně přičitatelný rizikový podíl (population attributable risk).

* Riziko při nízké aktivitě vs. referenční skupina

** Riziko u neaktivnějších vs. nejméně aktivních

Tabulka 2 – Intenzita pohybové aktivity podle hodnoty MET a příkladů činností

Intenzita pohybové aktivity	METs	Příklady
Lehká aktivita	1,1–2,9	Pomalá chůze (< 4,7 km/h), cyklistika (< 8 km/h), lehké domácí/zahradní práce, pomalý tanec, lehké posilování, strečink
Střední aktivita	3,0–5,9	Střední až rychlá chůze (4,8–6,5 km/h), jízda na kole (< 15 km/h), sečení trávy, vysávání, tenis (čtyřhra), společenský tanec, vodní aerobik, posilování s činkami
Intenzivní aktivita	≥ 6,0	Jogging nebo běh, rychlá chůze do kopce, jízda na kole (> 15 km/h), těžké zahradničení (nepřetržité kopání /okopávání), stěhování, kondiční plavání, tenis (dvouhra), squash nebo badminton, veslování, běžkování

MET – metabolický ekvivalent zátěže (1 MET ≈ klidový kyslíkový příjem, tj. 3,5 ml O₂/kg/min).

metaanalýz zvyšuje riziko celkové mortality i mortality z kardiovaskulárních příčin, zhoršuje fyzickou zdatnost, urychluje nástup disability a zkracuje počet let prožitých ve zdraví.^{11,12} Dlouhodobé sledování ukázalo, že osoby s nízkou fyzickou zdatností mají až 3–4× vyšší riziko úmrtí než osoby s vysokou úrovní kardiopulmonální zdatnosti.¹³ S ohledem na výše uvedené skutečnosti je nezbytné nadále posilovat význam pravidelné pohybové aktivity a cílených intervencí nejen v sekundární prevenci, ale i v rámci primární prevence ICHS na populační úrovni. Cílem tohoto přehledu je shrnout význam PA v primární a sekundární prevenci ICHS.

Pohybová aktivita a její klasifikace

PA označuje jakýkoli pohyb těla produkovaný kosterním svalstvem, který vede k energetickému výdeji nad hodnoty klidového metabolismu. Intenzita PA se nejčastěji vyjadřuje pomocí metabolických ekvivalentů (METs), kde 1 MET odpovídá klidové spotřebě kyslíku přibližně 3,5 ml/kg/min u průměrného dospělého. Podle výše energetického výdeje lze PA rozdělit na lehkou, středně intenzivní a intenzivní.¹⁴ Cvičení je plánovaná, strukturovaná a opakovaná forma PA, jejímž cílem je zlepšit nebo udržet fyzickou zdatnost a zdraví; představuje tedy záměrnou podmnožinu PA. V klinické praxi se preskripce cvičení řídí principy FITT-P (Frekvence–Intenzita–Trvání–Typ–Progrese).¹⁴

I lehká PA, jako je pomalá chůze či lehké domácí práce, je spojena s přínosem pro zdraví. Vyšší úroveň aktivity a zejména vyšší intenzita bývá obecně spojena s větším efektem na snížení kardiovaskulárního rizika. Jedna minuta intenzivní aktivity se přibližně rovná dvěma minutám aktivity střední intenzity.¹⁵ Ukazuje se však, že i lehká aktivita v kratších dávkách pod doporučenou úrovní může mít pozitivní dopad na celkovou mortalitu i mortalitu z kardiovaskulárních příčin.¹⁶ Příklady jednotlivých intenzit PA jsou uvedeny v **tabulce 2**.

Pohybová aktivita v primární prevenci ICHS

Již první observační studie z poloviny 20. století prokázaly, že osoby s vyšší pracovní nebo volnočasovou PA mají nižší výskyt ICHS.¹⁷ Pozitivní účinky pravidelné PA byly následně potvrzeny nejen u mladších a zdravých jedinců, ale také u seniorů bez předchozího KVO. Lidé, kteří začali být aktivní až ve vyšším věku, měli významně nižší riziko kardiovaskulárních příhod než ti, kteří zůstali neaktivní, přičemž tento protektivní efekt byl dokumentován i u pacientů s již existujícím KVO.^{18,19} Přínos PA v redukci kardiovaskulárního rizika je srovnatelný s efektem odvykání kouření,²⁰ což zdůrazňuje význam zavedení aktivního životního stylu i v pozdějších fázích života.

Část příznivého účinku PA v primární prevenci KVO je zprostředkována ovlivněním tradičních rizikových faktorů.²¹ PA pomáhá udržovat zdravou tělesnou hmotnost, předchází vzniku arteriální hypertenze, dyslipidemie, diabetu 2. typu a metabolického syndromu.²² Pravidelná PA přispívá k udržení normotenze u zdravých jedinců a ke snížení krevního tlaku u hypertoniků.²³ Dále pozitiv-

ně ovlivňuje lipidový profil, redukuje prevalenci obezity a diabetu²⁴ a snižuje koncentrace zánětlivých biomarkerů,^{25,26} které hrají významnou roli v patogenezi aterosklerózy.

PA má však i nezávislé protektivní účinky na KVO, které nejsou zcela vysvětlitelné změnami tradičních rizikových faktorů. Klíčovou roli zde hraje zvýšení fyzické zdatnosti (zejména kardiorepirační fitness), která sama o sobě významně snižuje kardiovaskulární riziko.²⁷ Vyšší úroveň fyzické zdatnosti je spojena s nižším výskytem hypertenze, dyslipidemie i metabolického syndromu.^{28,29} PA a fyzická zdatnost tak představují dva nezávislé, avšak synergicky působící ochranné faktory v prevenci KVO. Souhrn přínosů PA v primární prevenci je uveden v **tabulce 3**. Podle aktuálních doporučení Evropské kardiologické společnosti je doporučeno absolvovat nejméně 150 minut středně intenzivní aktivity týdně nebo 75 minut intenzivní aktivity týdně, doplněné o silový trénink 2–3× týdně.^{30,31}

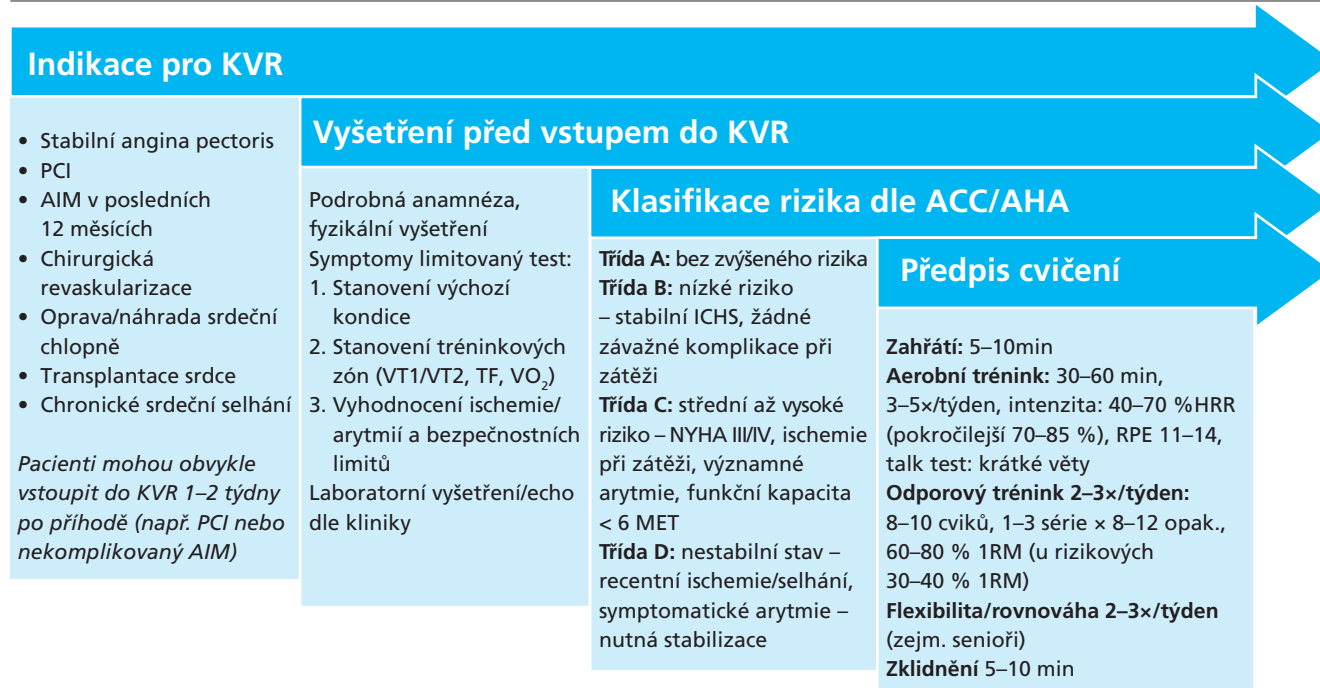
Pohybová aktivita v sekundární prevenci ICHS

PA a cvičení představují klíčový pilíř sekundární prevence kardiovaskulárních onemocnění. Nejenže snižují riziko recidivy onemocnění, ale také zpomalují jeho progresi a zlepšují prognózu pacientů po prodělaném AIM nebo po revaskularizačních výkonech.^{32,33} Účast ve strukturovaných programech kardiovaskulární rehabilitace (KVR) založených na pohybové aktivitě přináší u pacientů s ICHS klinicky významné přínosy.³⁴ Recentní metaanalýza 85 randomizovaných studií zahrnujících 23 430 pacientů s mediánem sledování 12 měsíců potvrdila, že účast na pohybově založené KVR vede ke snížení mortality z kardiovaskulárních příčin o 26 % (poměr rizik [RR] 0,74; 95% CI 0,64–0,86), k redukci hospitalizací o 23 % (RR 0,77; 95% CI 0,67–0,89) a k poklesu výskytu infarktu myokardu o 18 % (RR 0,82; 95% CI 0,70–0,96). Tyto přínosy byly

Tabulka 3 – Shrnutí přínosů pohybové aktivity v primární prevenci ICHS

Pohybová aktivita v primární prevenci ICHS	
Rizikový faktor/Onemocnění	Zdravotní přínos PA
Metabolický syndrom	Úroveň PA a fyzické zdatnosti (kardiopulmonální kapacita, svalová síla)
Diabetes mellitus 2. typu	Kontrola glykemie, zvýšení inzulínové senzitivity
Obezita	Kontrola tělesné hmotnosti
Dyslipidemie	Zlepšení lipidového profilu (↑ HDL, ↓ LDL)
Hypertenze	Prevence hypertenze u zdravých osob, snížení TK u hypertoniků
Zánětlivý proces a ateroskleróza	Snížení biomarkerů (CRP, Lp-PLA ₂ , IL-1β, IL-6, TNFα)

CRP – C-reaktivní protein; HDL – lipoprotein o vysoké hustotě; ICHS – ischemická choroba srdeční; IL-1β – interleukin 1 beta; IL-6 – interleukin 6; LDL – lipoprotein o nízké hustotě; Lp-PLA₂ – fosfolipáza A₂ asociovaná s lipoproteiny; PA – pohybová aktivita; TK – tlak krve; TNFα – tumor nekrotizující faktor alfa.



Obr. 1 – Přehled: indikace ke KVR, vstupní vyšetření, klasifikace rizika dle doporučení a preskripce cvičení podle principu FITT-P. Schéma shrnuje proces zařazení pacienta do programu KVR, včetně indikací k rehabilitaci, vstupního vyšetření, klasifikace rizika podle American College of Cardiology / American Heart Association a doporučených parametrů preskripce cvičení. Podrobné vstupní vyšetření a správné stanovení rizika jsou zásadní pro bezpečnou individualizaci rehabilitačního programu. Parametry cvičení odpovídají principům FITT-P a zahrnují doporučené hodnoty intenzity, trvání a frekvence tréninku.

ACC/AHA – American College of Cardiology / American Heart Association; AIM – akutní infarkt myokardu; ICHS – ischemická choroba srdeční; KVR – kardiovaskulární rehabilitace; MET – metabolický ekvivalent; NYHA – New York Heart Association; PCI – perkutánní koronární intervence; RPE – subjektivní vnímaná námaha (Borg 6–20); TF – tepová frekvence; VT1/VT2 – ventilační práh 1, 2; VO_{2max}/VO_{2peak} – maximální/vrcholová spotřeba O₂; %HRR – procento rezervy srdeční frekvence (Karvonen); %HR_{peak} – procento dosažené vrcholové TF při testu.

pozorovány napříč spektrem nemocných včetně pacientů po AIM, po chirurgické revaskularizaci či perkutánní koronární intervenci (PCI).³⁵

V dlouhodobém sledování (více než tři roky) byly zaznamenány ještě významnější pozitivní efekty, zejména v podobě 42% redukce mortality z kardiovaskulárních příčin (RR 0,58) a 33% snížení rizika reinfarktu (RR 0,67). U pacientů se srdečním selháním nebyl prokázán statisticky signifikantní efekt cvičební rehabilitace na celkovou mortalitu v krátkodobém sledování, nicméně bylo dosaženo významného snížení rizika hospitalizací z jakékoli příčiny o 31 %, možného snížení rehospitalizací specificky z důvodu srdečního selhání (RR 0,82) a klinicky významného zlepšení kvality života.³⁶

Vzhledem k těmto významným přínosům doporučuje většina odborných společností zařazení KVR do léčby u způsobilých pacientů po kardiovaskulárních příhodách jako intervenci třídy I (obr. 1). Přesto však využití KVR zůstává nedostatečné. Podle rozsáhlé analýzy dat Medicare z roku 2017 zahájilo KVR do jednoho roku od události pouze 28,6 % pacientů, přičemž průměrný počet absolvovaných sezení byl 25 ± 12 a plný program (36 sezení) dokončilo pouze 27,6 % z těchto pacientů, tedy celkově asi 8 % všech indikovaných.³⁷ Bariéry účasti jsou dobře zdokumentovány i v českém prostředí. Mezi nejvýznamnější patří vzdálenost k centru, pracovní povinnosti, nedostatek času, problémy s dopravou a komorbidita, přičemž míra účasti v ČR nedosahuje ani 25 %.³⁸ Nedávná

přehledová studie dále upozorňuje na důležité systémové bariéry, jako je nedostatečné doporučení zdravotníků či omezená dostupnost rehabilitačních center.³⁹

Předběžné zhodnocení zdravotního stavu před cvičením

Před zahájením cvičebního programu je klíčové důkladně zhodnotit aktuální zdravotní stav pacienta, aby bylo možné bezpečně stanovit míru zátěže a předejít potenciálním komplikacím. V rámci tohoto předběžného screeningu by měl být proveden podrobný anamnestický rozhovor se zaměřením na případné přetrvávající symptomy ischemie myokardu, známky dekompenzovaného srdečního selhání nebo výskyt arytmii, které by mohly být vyvolány fyzickou zátěží. Riziko těchto komplikací se výrazně snižuje již během několika dní až týdnů po kardiovaskulární příhodě, což umožňuje zahájit KVR bezpečně již 1–2 týdny po propuštění z hospitalizace, například po PCI nebo nekomplikovaném AIM.⁴⁰

Zlatým standardem pro posouzení fyzické zdatnosti a odhad bezpečné míry zátěže je symptomy limitovaný test, ideálně spiroergometrie.⁴¹ Ta umožňuje objektivně stanovit aerobní kapacitu a zároveň odhalit případnou ischemii myokardu nebo zátěží indukované arytmie, které by mohly vyžadovat úpravu farmakoterapie či přehodnocení tréninkových parametrů. V klinické praxi však mezi

spiroergometrií a terénními testy stojí základní EKG ergometrie (běhátko/kolo), která je široce dostupná i v ambulanci kardiologů a umožňuje symptomy limitované a kvantifikované hodnocení včetně sledování EKG, krevního tlaku (TK) a symptomů.⁴²

Detekci ischemie u zátěžového EKG i spiroergometrie je nicméně třeba interpretovat obezřetně, protože bez zobrazovací modality mají tyto testy omezenou senzitivitu; u pacientů s intermediální či vyšší předtestovou pravděpodobností je vhodné zvážit zobrazovací zátěžové metody.^{43,44}

Navíc většinu výhod připisovaných spiroergometrii (odhad funkční kapacity, hemodynamická a chronotropní odpověď, detekce ischemie a arytmií, bezpečná preskripce zátěže) lze v dostatečné míře získat i ze standardního ergometrického vyšetření;^{45,46} spiroergometrie nadto přidává VO_{2peak} a zejména stanovení ventilačních prahů (VT1/VT2), které umožňují přesnou individualizaci tréninkových zón (např. podle tepové frekvence [TF], výkonu ve W či $\% VO_{2peak}$) a jemnější individualizaci zátěže.^{47,48}

U pacientů s nízkým rizikem a interpretovatelným klinickým EKG je zátěžové EKG bez zobrazovací metody považováno za rozumnou první volbu k vyloučení ischemie a stanovení funkční kapacity.^{42,49} V prostředí podezření na chronickou ICHS s intermediální předtestovou pravděpodobností naopak současná evropská doporučení preferují jako počáteční strategii zobrazovací test (funkční či CT koronarografii); volba vyšetření má vycházet z klinického cíle (diagnostika vs. preskripce zátěže), charakteristik pacienta a dostupnosti.^{50,51} Během testování by měl pacient setrvat na své obvyklé medikaci a ideálně test absolvovat ve stejnou denní dobu, v jaké bude probíhat většina tréninkových jednotek, aby se minimalizoval cirkadiánní vliv na výkon a hemodynamickou odpověď.^{50,51}

V případech, kdy není spiroergometrie dostupná nebo pacient není schopen ji absolvovat, lze využít validované terénní testy, jako je například 6minutový test chůze.^{52,53} Tento jednoduchý submaximální test je široce používán v rámci KVR a představuje cenný nástroj jak pro vstupní hodnocení, tak pro pravidelné monitorování pokroku během rehabilitačního programu.^{54,55} Funkční hodnocení je obzvláště důležité u pacientů s komorbiditami (např. diabetes, obezita, chronická bolest, dušnost), které mohou snižovat toleranci zátěže a zvyšovat riziko komplikací. Proto by členové KVR týmu měli být proškoleni nejen ve standardním kardiologickém screeningu, ale i v individuálním a kulturně senzitivním posuzování specifických potřeb a limitací pacientů.^{56,57}

Doporučení pro progresivní cvičení

PA a cvičení v rámci KVR by měla být individualizována na základě vstupního vyšetření a celkové klinické situace pacienta. Stabilní pacienti po kardiiovaskulární příhodě mohou s rehabilitačním cvičením začít již v průběhu prvního týdne po propuštění. Následující doporučení se týkají především aerobního (vytrvalostního) tréninku; silový trénink, flexibilita a rovnováha jsou řešeny odděleně. Cílový týdenní objem je 150–300 min střední intenzity nebo 75–150 min vyšší intenzity, obvykle ve formátu 30–60 min po 3–5 dnech v týdnu. Intenzita zátěže může být moni-

torována pomocí subjektivního hodnocení námahy podle Borgovy škály (6–20) a „talk testu“; pro střední intenzitu cílit na RPE 11–14 a schopnost mluvit krátkými, jednoduchými větami (plynulá konverzace = nízká intenzita; neschopnost dokončit krátké věty = nad prahem VT2). U osob, které vykazují ischemické symptomy při zátěži, by měla být cílová tepová frekvence nastavena minimálně 10 tepů/min pod anginózním prahem.⁵⁸

Při preskripci cvičebního programu se doporučuje aplikovat princip FITT-P. Pokud je k dispozici spiroergometrie, preferujte preskripci podle ventilačních prahů (VT1/VT2): cvičení převážně mezi VT1–VT2, intervaly > VT2 jen u stabilních pacientů. Při zátěžovém testu bez analýzy plynů používejte % rezervní srdeční frekvence (HRR) 40–70 % (pokročilejší 70–85 %) nebo $\% HR_{peak}$ 50–85 %; u pacientů na betablokátoch upřednostněte relativní ukazatele (RPE, talk test) před cílovými TF. Intenzitu lze hodnotit absolutně (např. METs) nebo relativně vůči maximální kapacitě (např. $\% VO_{2peak}$). U dekompenzovaných a fyzicky nevytrénovaných osob je vhodnější využívat relativní ukazatele. Není vhodné používat zjednodušené prediktivní vzorce pro odhad maximální srdeční frekvence, jako je například „60 % z (220 – věk)“, zejména u pacientů užívajících betablokatory, protože tyto léky výrazně ovlivňují

Tabulka 4 – Praktická preskripce aerobního tréninku v KVR podle FITT-P (intenzita, rozsahy a progresse)

Komponenta	Doporučení/hodnoty
Frekvence	3–5× týdně (u domácího režimu lze postupně směřovat k většině dní v týdnu).
Intenzita – CPET	Trénink převážně mezi VT1–VT2 (střední intenzita). Intervaly > VT2 jen u vhodných/stabilních pacientů.
Intenzita – ergometrie	$\% HRR$ 40–70 % (střední); u pokročilých až 70–85 %. Alternativně $\% HR_{peak}$ 50–85 %.
Intenzita – subjektivně	Borg (6–20): 11–14 střední; 13–16 vyšší střední-vysoká.
Intenzita – talk test	Krátké, jednoduché věty = střední intenzita ($\approx$ kolem VT1 – < VT2); plynulá konverzace = nízká; neschopnost dokončit krátké věty = nad VT2.
Speciální pravidlo	Při ischemickém prahu: cílová TF $\geq$ 10 tepů/min pod anginózním prahem.
Trvání	Start 20–30 min (lze dělit do 10minutových bloků) → cílové 30–60 min na jednotku. Zahřívání a zklidnění 5–10 min.
Typ	Chůze, bicykl/ergometr, eliptický trenažer, plavání; volitelně nordic walking, krokometrie/monitorování kroků.
Progrese	Nejprve navyšovat trvání/frekvenci, teprve poté intenzitu. Bez nových symptomů přidávat ~5–10 % každé 2–4 týdny.

CPET – spiroergometrie; HR_{peak} – dosažená maximální srdeční frekvence při zátěžovém testu; HRR – rezerva srdeční frekvence; KVR – kardiiovaskulární rehabilitace; RPE – subjektivní hodnocení námahy podle Borgovy škály; TF – tepová frekvence; VO_{2peak} – vrcholová spotřeba kyslíku; VT1/VT2 – ventilační prah 1 a 2.

chronotropní odpověď a mohou vést k nesprávnému nastavení intenzity zátěže. Trvání vyjadřuje délku jednotlivé cvičební jednotky, typ odkazuje na konkrétní formu aktivity (např. chůze, cyklistika), a progresi by měla probíhat systematicky: nejdříve zvyšovat trvání/frekvenci, teprve následně intenzitu.⁵⁹ Souhrn praktické aplikace principu FITT-P včetně doporučených intenzit a progresi je uveden v tabulce 4.

Zahájení cvičení by mělo být konzervativní, zejména u osob s vyšším rizikem komplikací. Důležitou součástí programu by mělo být i plánování odpočinku a regenerace mezi tréninkovými jednotkami, což umožňuje adaptaci a snižuje riziko přetížení.⁶⁰ Efektivní řízení progresi cvičení by mělo vycházet z pravidelného monitoringu klinického stavu a tolerance zátěže.^{58,61} Pokud nedochází ke zhoršení symptomů, může být zátěž postupně zvyšována, typicky o ~5–10 % každé 2–4 týdny.⁶² Při správně nastavené progresi dochází k průběžnému zvyšování kardiopulmonální zdatnosti a aerobní kapacity. Pokud progresivní navyšování zátěže chybí, adaptace organismu stagnuje a další zlepšování zdatnosti se zastavuje.⁶³

Kontinuální versus intervalová metoda cvičení

V rámci předpisu PA a cvičení se nejčastěji využívají dvě základní metody aerobního tréninku, a to kontinuální trénink o střední intenzitě (MICT) a intervalový trénink o vysoké intenzitě (HIIT). Kontinuální forma představuje souvislou fyzickou aktivitu (např. chůze nebo jízda na rotopedu) po dobu 30–60 minut v rovnoměrné intenzitě. Oproti tomu HIIT kombinuje krátké úseky intenzivní zátěže (např. 85–90 % maximální TF) s obdobími aktivního odpočinku. Obě metody mají své místo v terapii a výběr by měl reflektovat aktuální stav, zdatnost a preference pacienta.^{64,65}

Z praktického hlediska může být HIIT výhodnější u osob, které preferují kratší, ale intenzivnější tréninkové jednotky, jelikož přináší výraznější zlepšení kardiopulmonální zdatnosti ve srovnatelném nebo i kratším čase než MICT.⁶⁶ Řada metaanalýz ukazuje, že HIIT může být efektivnější nejen v rozvoji aerobní kapacity, ale také v redukci diastolického tlaku a zlepšení endoteliální funkce, a to i u pacientů po AIM nebo se srdečním selháním.^{67,68} Důležité však je, aby byl HIIT dobře strukturovaný, s jasně stanovenými intervaly, pauzami a trváním celé cvičební jednotky. V praxi se často využívají protokoly 4x4 minuty vysoké intenzity prokládané tříminutovým aktivním odpočinkem, prováděné 2–3x týdně po dobu 8–12 týdnů.^{68,69}

MICT zůstává osvědčenou a bezpečnou volbou zejména pro pacienty ve vyšším riziku nebo s nižší zdatností, kteří nemusejí být schopni zvládnout intervalovou formu.⁶⁸ I tato metoda vede k významným zlepšením výkonnosti a snížení krevního tlaku. Pro úplnost je vhodné zmínit také intervalový trénink o nízké intenzitě, který se využívá u pacientů s pokročilým srdečním selháním nebo výraznou dekondíci.⁷⁰ Navíc se ukazuje, že středně intenzivní intervalový trénink, tedy intervalový přístup s mírnější intenzitou může být vhodným mezistupněm pro osoby s nízkou motivací či intolerancí k vysoké zátěži.⁷⁰

Přestože HIIT může přinést o něco vyšší zlepšení zdatnosti než MICT, zvýšené riziko opakování téměř ma-

ximálních zátěžových fází u jedinců s dokumentovanou nebo suspektní ICHS naznačuje, že jeho zařazení by mělo být uvážlivé, a v prostředí bez odborného dohledu dokonce kontraindikované.⁷¹ Výběr metody by měl být vždy individualizován s ohledem na celkovou toleranci pacienta k fyzické zátěži, jeho možnosti a dlouhodobou udržitelnost tréninkového režimu.

Role odporového tréninku, flexibility a rovnováhy

Vedle aerobního cvičení by měl komplexní rehabilitační program zahrnovat také pravidelný odporový trénink, trénink flexibility a rovnováhy, zejména u starších pacientů. Odporový trénink je zásadní pro zlepšení svalové síly, fyzické funkce a kvality života. Doporučuje se provádět 2–3krát týdně, v 1–3 sériích po 8–12 opakováních, s intenzitou zátěže 60–80 % maxima pro jedno opakování (1 RM), přičemž u pacientů s vyšším rizikem je vhodná nižší intenzita v rozmezí 30–40 % 1 RM. Cvičení by mělo zahrnovat 8–10 různých cviků na hlavní svalové skupiny horních i dolních končetin. Zpočátku je důležité klást důraz na správnou techniku provedení a postupnou adaptaci pohybového aparátu, intenzita může být postupně navyšována dle tolerance pacienta. Dynamické formy odporového cvičení (např. elastické pásy, volné činky, stroje) jsou preferovány před izometrickými cviky kvůli menšímu riziku nežádoucích výkyvů krevního tlaku. Doporučená rychlost provedení je 1–2 sekundy koncentrické fáze a 2–3 sekundy excentrické fáze s přestávkami mezi sériemi 60–90 sekund.^{72,73}

Trénink flexibility a rovnováhy by měl být nedílnou součástí rehabilitačního programu u starších jedinců. Zlepšení flexibility pomáhá předcházet muskuloskeletálním poraněním, zatímco trénink rovnováhy a koordinace je klíčový pro prevenci pádů, zlepšuje posturální stabilitu a pozitivně ovlivňuje kvalitu života i prognózu. Efektivní mohou být cviky prováděné jak ve statických, tak v dynamických pozicích, např. stoje na jedné noze, tandemový stoj nebo dynamické cviky na nestabilních plochách.^{73,74}

Optimální struktura jedné cvičební jednotky by měla obsahovat úvodní zahřátí (5–10 minut lehké aerobní aktivity a dynamický strečink), hlavní část (20–40 minut aerobního nebo intervalového tréninku a/nebo odporového tréninku) a závěrečné zklidnění (5–10 minut nízkointenzivní aktivity následované statickým strečinkem a relaxací). Individuálně lze do jednotky pravidelně zařazovat také cvičení na rozvoj rovnováhy a flexibility dle potřeb konkrétního pacienta. Takto komplexní přístup zajišťuje nejen maximální zdravotní benefity, ale i bezpečnost, motivaci a dlouhodobou udržitelnost programu u pacientů s KVO.⁷⁵

Role denního počtu kroků

Vzhledem k rostoucí dostupnosti nositelných zařízení, jako jsou fitness náramky nebo chytré telefony, se sledování denního počtu kroků stalo snadno uchopitelným a motivujícím nástrojem pro podporu pohybové aktivity. Pro mnoho pacientů představují kroky konkrétní a srozu-

mitelný ukazatel, který jim pomáhá udržovat aktivní životní styl mimo strukturované cvičební programy.⁷⁶ I když tradiční doporučení 10 000 kroků denně nemá pevný vědecký základ,⁷⁷ výzkumy potvrzují, že již 7 000 kroků denně je spojeno s významným snížením rizika předčasného úmrtí a kardiovaskulárních příhod, zejména u starších osob.^{78,79}

Z pohledu praktické aplikace se doporučuje především individualizovaný přístup, kdy cílem není nutně dosáhnout vysokého počtu kroků, ale spíše pravidelného navýšování oproti výchozí úrovni. Například zvýšení denního počtu kroků o 2 000 může vést k 8–10% snížení ročního rizika kardiovaskulárních příhod. Dosažení 6 000–8 000 kroků denně pak bývá spojeno s až 50% snížením rizika kardiovaskulárních onemocnění ve srovnání s velmi nízkou aktivitou (~2 000 kroků denně).⁷⁷ Kvalita aktivity je přitom rovněž důležitá, rychlost chůze může mít nezávislý vliv na zdravotní přínosy.⁸⁰

Pro pacienty v KVR, zejména ty méně zdatné nebo starší, představuje sledování kroků praktický nástroj ke zvýšení motivace. Je snadno aplikovatelný i v domácím prostředí a může být vhodným doplňkem k plánovaným tréninkovým jednotkám.^{81–83} Zároveň však nelze opomíjet jeho limity, krokoměry nezachytí aktivity bez krokového pohybu (např. jízda na rotopedu nebo posilování) a neposkytují informaci o intenzitě. Přesto mohou být výborným startovacím bodem pro dosud sedavé jedince, u nichž i malý nárůst denní aktivity znamená významný zdravotní přínos.⁸⁴

Rizika pohybové aktivity a extrémního cvičení pro kardiovaskulární zdraví

Přestože přínosy pravidelné PA pro kardiovaskulární zdraví jsou dobře prokázány, je důležité upozornit také na možná rizika, která mohou nastat zejména při nepřiměřeně intenzivním nebo náhle zahájeném cvičení. Nejčastějším rizikem PA je muskuloskeletální poranění, avšak při neobvykle vysoké zátěži může u predisponovaných jedinců dojít i k závažným kardiovaskulárním komplikacím, jako je AIM, maligní arytmie nebo náhlá srdeční smrt.^{85,86} Riziko těchto příhod je výrazně vyšší u osob, které jsou dlouhodobě fyzicky neaktivní a náhle zahájí intenzivní cvičení.⁸⁷ Proto je doporučeno u začátečníků zahajovat pohybový režim například pomalou chůzí (2–3 METs), s postupným zvyšováním intenzity v horizontu 2–4 měsíců, při zachování bezpříznakového stavu.⁸⁸

Závažné kardiální příhody při cvičení jsou vzácné, zejména pokud je aktivita správně indikována a dohlížena. Bezpečnost moderních programů KVR je velmi vysoká – výskyt závažných nežádoucích příhod přibližně 1 na 53 000 hodin cvičení, výskyt náhlé smrti pak 1 na 750 000 hodin.^{89,90} Přesto by měli být pacienti s vyšším rizikem komplikací pečlivě monitorováni a cvičení by mělo být zahájeno pod odborným dohledem. Důsledná individualizace programu a pozvolný náběh zátěže jsou klíčem k minimalizaci rizik a zajištění bezpečnosti.

Při extrémních objemech a intenzitách cvičení – typicky u vrcholových či vytrvalostních sportovců – jde o kumulativní tréninkové dávky mnohonásobně převyšující běžné dávky u pacientů v KVR.⁹¹ Fenotyp tzv. sportovního srdce

(athlete's heart) zahrnuje převážně fyziologické adaptace na dlouhodobou vytrvalostní zátěž a vymezuje hranici mezi fyziologií a patologií; podrobně viz aktuální přehled.⁹²

V této populaci se popisuje vyšší výskyt fibrilace síní, zejména u mužů; souvislost s remodelací levé síně a změnami funkce síně podporují jak přehledová, tak longitudinální zobrazovací data.^{91,93} Dále byly popsány nálezy vyššího stupně kalcifikace koronárních tepen (CAC) nebo remodelace pravé komory u geneticky predisponovaných jedinců.^{94–96} Otázka „vyššího CAC u vytrvalců“ je však z hlediska interpretace komplexní (věk, složení plátů, selekce, rozdílná prognostická hodnota kalcifikovaných vs. měkkých plátů) a nelze ji zjednodušit na „více CAC = vyšší riziko“.⁹⁴ Fyziologickou remodelaci při dlouhodobém vytrvalostním tréninku popisují Arbab-Zadeh a spol.,⁹⁵ zatímco u geneticky predisponovaných jedinců může vysoký objem zátěže urychlit fenotyp arytmogenní kardiomyopatie.⁹⁶ Recentní studie zjistila výskyt fokální neischemické fibrózy myokardu u téměř poloviny vytrvalostních sportovců a u více než pětiny výskyt komorových arytmii během dlouhodobého sledování; změny postihovaly převážně bazální inferolaterální segment levé komory dle kardiovaskulární magnetické rezonance;⁹⁵ nová zobrazovací data tento obraz dále potvrzují.⁹⁷

Nelze tedy uzavírat, že „při zachované dostatečné aerobní kapacitě“ je riziko závažných příhod minimální – komplikace byly popsány i u sportovců se supranormálním VO_{2peak} .^{93,96} Závěry z populace vrcholových sportovců navíc nelze přímo přenášet na pacienty v KVR s výrazně nižšími tréninkovými dávkami; klíčové je individuální posouzení rizika, sdílené rozhodování a adekvátní klinické sledování.⁹¹

Domácí pohybová aktivita a cvičení vedené na dálku

Domácí PA a rehabilitace vedená na dálku představují efektivní a flexibilní alternativu pro pacienty, kteří nemohou pravidelně docházet do rehabilitačního centra.^{98,99} V rámci domácích programů se obvykle využívá počítačové edukace, na kterou navazuje strukturované cvičení s podporou formou telefonických nebo digitálních konzultací.¹⁰⁰ Výzkumy ukazují, že domácí programy výrazně prodlužují dobu trvání PA a mohou vést ke srovnatelnému zlepšení aerobní kapacity jako programy ambulantní, zvláště pokud jsou dobře monitorovány a zahrnují prvky edukace, monitoringu a behaviorální podpory.^{101,102} Prakticky lze domácí cvičení doporučit například formou pravidelné chůze, jízdy na rotopedu nebo jednoduchých posilovacích cviků, přičemž výhodou je možnost přizpůsobení individuálním časovým a prostorovým možnostem pacienta.¹⁰³

Rozvoj digitálních technologií umožnil vznik tzv. tele-rehabilitace, tedy cvičení na dálku s využitím mobilních aplikací, videokonzultací a nositelných zařízení.¹⁰⁴ V praxi se uplatňuje buď synchronní režim (např. videohovor v reálném čase), nebo asynchronní režim, kdy pacient vykonává cvičení samostatně a data (tepová frekvence, tlak, aktivita) odesílá k pozdějšímu vyhodnocení.¹⁰⁵ K nejčastějším nástrojům digitálních technologií (**tabulka 5**)

Tabulka 5 – Technologie pro domácí cvičení a KVR vedenou na dálku

Kategorie technologie	Konkrétní příklady	Možnosti využití a monitoringu
Telemedicína / telehealth	Videohovory, telefonní konzultace	Vzdálené vedení a edukace, intervence v reálném čase
Nositelná zařízení (wearables) a senzory	Fitness náramky, chytré hodinky, monitory TF	Monitoring TF, rytmu, aktivity, VO ₂ , spánku, variability TF
Aplikační portály a mobilní aplikace	Mobilní zdravotní aplikace, webové rozhraní	Záznam cvičení, připomínky, sledování režimu, edukace
Asynchronní dálková správa	Textové zprávy, e-mail, samostatné záznamy aktivit	Zpětná vazba mimo reálný čas, motivace a adherence
Digitální zdravotnické přístroje	Digitální tlakoměry, váhy, glukometry	Měření TK, hmotnosti, glykemie, saturace O ₂
Umělá inteligence a analýza dat	Algoritmy pro sledování trendů a rizik	Podpora klinického rozhodování, predikce zátěžové tolerance
Elektronická zdravotní dokumentace	Propojení EHR se zařízením	Integrace dat do klinického systému, přehled o pokroku

EHR – elektronická zdravotní dokumentace (electronic health record); TF – tepová frekvence; TK – krevní tlak; VO₂ – spotřeba kyslíku.

patří chytré hodinky, aplikace na sledování kroků nebo srdečního rytmu, domácí tlakoměry či váhy. Tyto nástroje mohou pomoci bezpečně vést komplexní preventivní program i u pacientů se zvýšeným rizikem. Důležité je, aby byl pacient správně edukován a motivován k pravidelnému zaznamenávání a odesílání dat, ideálně s technickou podporou a pravidelnou zpětnou vazbou.

Přestože výhody domácí a distanční KVR jsou nesporné (lepší dostupnost, nižší náklady, vyšší adherence) existují i výzvy, zejména u starších pacientů nebo osob s nízkou digitální gramotností.^{106,107} Pro tyto skupiny je vhodné volit jednoduché technologie nebo zapojit rodinné příslušníky do asistence. Zároveň je třeba dbát na bezpečnost, zejména u pacientů s vyšším rizikem by mělo být domácí cvičení zahájeno až po důkladném vstupním screeningu a pod dohledem odborníka. Hybridní modely (kombinace domácího a ambulantního cvičení) představují vhodný kompromis a mohou být cestou k širší implementaci individualizované a dlouhodobě udržitelné KVR.^{31,108}

Závěr

PA a cvičení představují zásadní, efektivní a dostupný nástroj primární i sekundární prevence ICHS, jehož význam je jednoznačně podpořen současnými odbornými doporučeními. Pro optimální implementaci v klinické praxi je nezbytné včas identifikovat pacienty v riziku a nabídnout jim strukturované programy pohybové intervence, respektující individuální klinický stav, fyzickou zdatnost, osobní preference a psychosociální kontext. Klíčovou roli přitom hraje důkladný vstupní screening. Při preskripci cvičení by měla být dodržena postupná progresse a individualizovaný přístup s využitím principů FITT-P za současného kontinuálního monitorování reakcí pacienta. Důraz je třeba klást na bezpečnost, zejména u pacientů s dokumentovaným či suspektním KVO.

Domácí formy KVR a digitální technologie představují účinné nástroje pro překonávání bariér v účasti na rehabilitaci a zvyšují adherenci a dostupnost pohybových intervencí širokému spektru pacientů, včetně těch, kteří ne-

mohou pravidelně docházet do specializovaných center. Využití denního počtu kroků jako jednoduchého a srozumitelného ukazatele fyzické aktivity může sloužit jako významný motivační prvek, zejména u starších nebo méně fyzicky zdatných pacientů. Lékaři a rehabilitační specialisté by měli aktivně podporovat zvyšování pohybové aktivity pacientů již od nízkých výchozích úrovní, protože i malé změny mají významný pozitivní zdravotní dopad.

Integrace PA do běžné klinické praxe vyžaduje multidisciplinární přístup, kontinuální edukaci pacientů i zdravotnických pracovníků a aktivní zapojení moderních technologií. Takto pojatá strategie může významně přispět ke snížení morbiditu a mortality spojené s ICHS a zásadně zlepšit prognózu i kvalitu života pacientů.

Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Autoři nejsou ve střetu zájmů.

Financování

Realizace výzkumu byla podpořena Ministerstvem zdravotnictví České republiky – koncepční rozvoj výzkumné organizace (FNBr, 65269705).

Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Tato práce je přehledový článek. Nepracuje s individuálními daty pacientů ani neobsahuje intervenci; souhlas etické komise nebyl vyžadován.

Literatura

1. Naghavi M, Ong KL, Aali A, et al. Global burden of 288 causes of death and life expectancy decomposition in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the global burden of Disease Study 2021. *Lancet* 2024;403:2100–2132.
2. Národní kardiovaskulární plán ČR (NKVP 2035). Souhrnná analytická studie (2024) Praha: Ministerstvo zdravotnictví České republiky; 2025. 213 p. Online. Dostupné z: https://mzd.gov.cz/wp-content/uploads/2025/01/Priloha-3_NKV_plan-souhrnna-analyticka-studie.pdf. [citováno 2026-02-01].
3. Global Cardiovascular Risk Consortium; Magnussen C, Ojeda FM, et al. Global Effect of Modifiable Risk Factors

- on Cardiovascular Disease and Mortality. *N Engl J Med* 2023;389:1273–1285.
4. Anand SS, Islam S, Rosengren A, et al.; INTERHEART Investigators. Risk factors for myocardial infarction in women and men: insights from the INTERHEART study. *Eur Heart J* 2008;29:932–940.
 5. Vrablík M, Cífková R, Tuka V, Linhart A. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Summary of the document prepared by the Czech Society of Cardiology. *Cor Vasa* 2022;64:165–211.
 6. Isath A, Koziol KJ, Martinez MW, et al. Exercise and cardiovascular health: A state-of-the-art review. *Prog Cardiovasc Dis* 2023;79:44–52.
 7. Tian D, Meng J. Exercise for Prevention and Relief of Cardiovascular Disease: Prognoses, Mechanisms, and Approaches. *Oxid Med Cell Longev* 2019;2019:3756750.
 8. Ikonomidis I, Vlastos D, Andreadou I, et al. Vascular conditioning prevents adverse left ventricular remodelling after acute myocardial infarction: a randomised remote conditioning study. *Basic Res Cardiol* 2021;116:9.
 9. Lippi G, Henry BM, Sanchis-Gomar F. Physical inactivity and cardiovascular disease at the time of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Eur J Prev Cardiol* 2020;27:906–908.
 10. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, et al.; Lancet Physical Activity Series Working Group. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012;380:219–229.
 11. Banach M, Lewek J, Surma S, et al. The association between daily step count and all-cause and cardiovascular mortality: a meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol* 2023;30:1975–1985. Erratum in: *Eur J Prev Cardiol* 2023;30:2045.
 12. Lavie CJ, Ozemek C, Carbone S, et al. Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. *Circ Res* 2019;124:799–815.
 13. Franklin BA, Eijssvogels TMH, Pandey A, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and cardiovascular health: A clinical practice statement of the American Society for Preventive Cardiology Part II: Physical activity, cardiorespiratory fitness, minimum and goal intensities for exercise training, prescriptive methods, and special patient populations. *Am J Prev Cardiol* 2022;12:100425.
 14. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1423–1434.
 15. Kunutsor SK, Laakkonen JA. Physical activity, exercise and adverse cardiovascular outcomes in individuals with pre-existing cardiovascular disease: a narrative review. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2024;22:91–101.
 16. Moxley E, Habtzghi D. A Systematic Review Comparing Dose Response of Exercise on Cardiovascular and All-Cause Mortality. *Home Health Care Management & Practice* 2019;31:263–273.
 17. Alves AJ, Viana JL, Cavalcante SL, et al. Physical activity in primary and secondary prevention of cardiovascular disease: Overview updated. *World J Cardiol* 2016;8:575–583.
 18. Redfern J, Gallagher R, O'Neil A, et al. Historical Context of Cardiac Rehabilitation: Learning From the Past to Move to the Future. *Front Cardiovasc Med* 2022;9:842567.
 19. Tardo DT, Papadakis M. Are the Cardiovascular Benefits and Potential Risks of Physical Activity and Exercise Dependent on Race, Ethnicity, or Sex? *Can J Cardiol* 2025;41:456–469.
 20. Kahler CW, Spillane NS, Day AM, et al. Positive Psychotherapy for Smoking Cessation: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Nicotine Tob Res* 2015;17:1385–1392.
 21. Mora S, Cook N, Buring JE, et al. Physical activity and reduced risk of cardiovascular events: potential mediating mechanisms. *Circulation* 2007;116:2110–2118.
 22. Chomiuk T, Niezgoda N, Mamcarz A, Śliż D. Physical activity in metabolic syndrome. *Front Physiol* 2024;15:1365761.
 23. Hayes P, Ferrara A, Keating A, et al. Physical Activity and Hypertension. *Rev Cardiovasc Med* 2022;23:302.
 24. Pinckard K, Baskin KK, Stanford KI. Effects of Exercise to Improve Cardiovascular Health. *Front Cardiovasc Med* 2019;6:69.
 25. Clark K, Sharp S, Womack CJ, et al. Increased sedentary time and decreased physical activity increases lipoprotein associated phospholipase A2 in obese individuals. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2022;32:1703–1710.
 26. Koushki K, Shahbaz SK, Mashayekhi K, et al. Anti-inflammatory Action of Statins in Cardiovascular Disease: the Role of Inflammasome and Toll-Like Receptor Pathways. *Clin Rev Allergy Immunol* 2021;60:175–199.
 27. Tucker WJ, Fegers-Wustrow I, Halle M, et al. Exercise for Primary and Secondary Prevention of Cardiovascular Disease: JACC Focus Seminar 1/4. *J Am Coll Cardiol* 2022;80:1091–1106.
 28. Lee DC, Sui X, Church TS, et al. Changes in fitness and fatness on the development of cardiovascular disease risk factors hypertension, metabolic syndrome, and hypercholesterolemia. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:665–672.
 29. Williams PT. Vigorous exercise, fitness and incident hypertension, high cholesterol, and diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:998–1006.
 30. Tuka V, Jiravský O, Kubaš P, Sovová E. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. Summary of the document prepared by the Czech Society of Cardiology. *Cor Vasa* 2021;63:235–262.
 31. Zvác M, Batalík L. (Changes in Body Composition During Outpatient and Hybrid Cardiovascular Rehabilitation in Patients with Coronary Artery Disease). *Cor Vasa* 2025;67:336–343.
 32. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, et al.; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J* 2021;42:17–96. Erratum in: *Eur Heart J* 2021;42:548–549.
 33. Taylor RS, Dalal HM, McDonagh STJ. The role of cardiac rehabilitation in improving cardiovascular outcomes. *Nat Rev Cardiol* 2022;19:180–194.
 34. Winnige P, Vysoky R, Dosbaba F, Batalík L. Cardiac rehabilitation and its essential role in the secondary prevention of cardiovascular diseases. *World J Clin Cases* 2021;9:1761–1784.
 35. Dibben GO, Faulkner J, Oldridge N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: a meta-analysis. *Eur Heart J* 2023;44:452–469.
 36. Molloy C, Long L, Mordi IR, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure. *Cochrane Database Syst Rev* 2024;3:CD003331.
 37. Keteyian SJ, Jackson SL, Chang A, et al. Tracking Cardiac Rehabilitation Utilization in Medicare Beneficiaries: 2017 UPDATE. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2022;42:235–245.
 38. Winnige P, Filakova K, Hnatiak J, et al. Validity and Reliability of the Cardiac Rehabilitation Barriers Scale in the Czech Republic (CRBS-CZE): Determination of Key Barriers in East-Central Europe. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:13113.
 39. Sugiharto F, Nuraeni A, Trisyani Y, et al. Barriers to Participation in Cardiac Rehabilitation Among Patients with Coronary Heart Disease After Reperfusion Therapy: A Scoping Review. *Vasc Health Risk Manag* 2023;19:557–570.
 40. Varghese T, Schultz WM, McCue AA, et al. Physical activity in the prevention of coronary heart disease: implications for the clinician. *Heart* 2016;102:904–909.
 41. Ruzzolini M, Ambrosetti M. Cardiopulmonary exercise testing in cardiac rehabilitation: From the reporting form to structured exercise prescription. A proposal from the Italian alliance for cardiovascular rehabilitation and prevention (Itacare-P). *Int J Cardiol Cardiovasc Risk Prev* 2023;18:200191.
 42. Gulati M, Levy PD, Mukherjee D, et al. 2021 AHA/ACC/AASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2021;144:e368–e454.
 43. Gianrossi R, Detrano R, Mulvihill D, et al. Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease. A meta-analysis. *Circulation* 1989;80:87–98.
 44. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, et al.; ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J* 2024;45:3415–3537. Erratum in: *Eur Heart J* 2025;46:1565.

45. Taylor JL, Myers J, Bonikowske AR. Practical guidelines for exercise prescription in patients with chronic heart failure. *Heart Fail Rev* 2023;28:1285–1296.
46. Keteyian SJ, Squires RW, Ades PA, Thomas RJ. Incorporating patients with chronic heart failure into outpatient cardiac rehabilitation: practical recommendations for exercise and self-care counseling—a clinical review. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2014;34:223–232.
47. Woods E, Bennett J, Chandrasekhar S, et al. Efficacy of Diagnostic Testing of Suspected Coronary Artery Disease: A Contemporary Review. *Cardiology* 2025;150:111–132.
48. Bonikowske AR, Taylor JL, Larson KF, et al. Evaluating current assessment techniques of cardiorespiratory fitness. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2024;22:231–241.
49. Hansen D, Abreu A, Ambrosetti M, et al. Exercise intensity assessment and prescription in cardiovascular rehabilitation and beyond: why and how: a position statement from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur J Prev Cardiol* 2022;29:230–245.
50. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al.; ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J* 2020;41:407–477.
51. Saraste A, Barbato E, Capodanno D, et al. Imaging in ESC clinical guidelines: chronic coronary syndromes. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2019;20:1187–1197.
52. Grace SL, Turk-Adawi KI, Contractor A, et al. Cardiac Rehabilitation Delivery Model for Low-Resource Settings: An International Council of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation Consensus Statement. *Prog Cardiovasc Dis* 2016;59:303–322.
53. Milani JGPO, Milani M, Verboven K, et al. Exercise intensity prescription in cardiovascular rehabilitation: bridging the gap between best evidence and clinical practice. *Front Cardiovasc Med* 2024;11:1380639.
54. Saba MA, Goharpey S, Attarbashi Moghadam B, et al. Correlation Between the 6-Min Walk Test and Exercise Tolerance Test in Cardiac Rehabilitation After Coronary Artery Bypass Grafting: A Cross-sectional Study. *Cardiol Ther* 2021;10:201–209.
55. Nevelikova M, Dosbaba F, Pepera G, et al. Validity and reliability of automated treadmill six-minute walk test in patients entering exercise-based cardiac rehabilitation. *Ann Med* 2023;55:2304664.
56. Abreu A, Mendes M, Dore H, et al. Mandatory criteria for cardiac rehabilitation programs: 2018 guidelines from the Portuguese Society of Cardiology. *Rev Port Cardiol (Engl Ed)* 2018;37:363–373. English, Portuguese.
57. Su JJ, Batařík L, Candelaria D. One size does not fit all: socio-cultural considerations for cardiac rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Nurs* 2025 May 5:zvaf068. doi: 10.1093/eurjcn/zvaf068. Epub ahead of print.
58. Verdicio C, Freene N, Hollings M, et al. A Clinical Guide for Assessment and Prescription of Exercise and Physical Activity in Cardiac Rehabilitation. A CSANZ Position Statement. *Heart Lung Circ* 2023;32:1035–1048.
59. Kohzuki M. Multimorbidity and Multiple Disabilities: Present Status and the Roles of Rehabilitation. *J Clin Med* 2024;13:6351.
60. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med* 2020;54:1451–1462.
61. Carter SJ, Baranaukas MN, Ballinger TJ, et al. Exercise load monitoring: integrated approaches to advance the individualisation of exercise oncology. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2021;7:e001134.
62. Mytinger M, Nelson RK, Zuhl M. Exercise Prescription Guidelines for Cardiovascular Disease Patients in the Absence of a Baseline Stress Test. *J Cardiovasc Dev Dis* 2020;7:15.
63. Bell LR, Worn R, O'Grady MW, et al. Progressive overload in cardiorespiratory exercise training for young and old: Is increasing duration or intensity of exercise more important? *Medical Hypotheses* 2024;188:111366.
64. Costache AD, Mařtaleru A, Leon MM, et al. High-Intensity Interval Training vs. Medium-Intensity Continuous Training in Cardiac Rehabilitation Programs: A Narrative Review. *Medicina (Kaunas)* 2024;60:1875.
65. Yu H, Zhao X, Wu X, et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on patient quality of life in cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 2023;13:13915.
66. Serrablo-Torrejon I, Lopez-Valenciano A, Ayuso M, et al. High intensity interval training exercise-induced physiological changes and their potential influence on metabolic syndrome clinical biomarkers: a meta-analysis. *BMC Endocr Disord* 2020;20:167.
67. Ko JM, So WY, Park SE. Narrative Review of High-Intensity Interval Training: Positive Impacts on Cardiovascular Health and Disease Prevention. *J Cardiovasc Dev Dis* 2025;12:158.
68. Ellingsen Ø, Halle M, Conraads V, et al.; SMARTX Heart Failure Study (Study of Myocardial Recovery After Exercise Training in Heart Failure) Group. High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation* 2017;135:839–849.
69. Makita S, Yasu T, Akashi YJ, et al. Japanese Circulation Society/ the Japanese Association of Cardiac Rehabilitation Joint Working Group. JCS/JACR 2021 Guideline on Rehabilitation in Patients With Cardiovascular Disease. *Circ J* 2022;87:155–235. Erratum in: *Circ J* 2023;87:937.
70. Ghazavi S, Zavar R, Sadeghi M, et al. Comparing the Effect of Moderate-Intensity Versus High-Intensity Interval Training Exercise on Global Longitudinal Strain (GLS) in Cardiovascular Patients: Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiol Res Pract* 2025;2025:9901472.
71. Franklin BA, Quindry J. High level physical activity in cardiac rehabilitation: Implications for exercise training and leisure-time pursuits. *Prog Cardiovasc Dis* 2022;70:22–32.
72. Paluch AE, Boyer WR, Franklin BA, et al; on behalf the American Heart Association Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology; Council on Clinical Cardiology; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Epidemiology and Prevention; and Council on Peripheral Vascular Disease. Resistance Exercise Training in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2023 Update: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2024;149:e217–e231.
73. Adam CA, Erskine J, Akinici B, et al. Exercise Training and Cardiac Rehabilitation in Patients After Percutaneous Coronary Intervention: Comprehensive Assessment and Prescription. *J Clin Med* 2025;14:1607.
74. Yamamoto S, Matsunaga A, Wang G, et al. Effect of balance training on walking speed and cardiac events in elderly patients with ischemic heart disease. *Int Heart J* 2014;55:397–403.
75. Dimitriadis N, Panagiotakos D. Aerobic or Resistance Exercise for maximum Cardiovascular Disease Protection? An Appraisal of the Current Level of Evidence. *J Prev Med Hyg* 2024;65:E323–E329.
76. Ferguson T, Olds T, Curtis R, et al. Effectiveness of wearable activity trackers to increase physical activity and improve health: a systematic review of systematic reviews and meta-analyses. *Lancet Digit Health* 2022;4:e615–e626.
77. Paluch AE, Bajpai S, Ballin M, et al.; Steps for Health Collaborative. Prospective Association of Daily Steps With Cardiovascular Disease: A Harmonized Meta-Analysis. *Circulation* 2023;147:122–131.
78. Hall KS, Hyde ET, Bassett DR, et al. Systematic review of the prospective association of daily step counts with risk of mortality, cardiovascular disease, and dysglycemia. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2020;17:78.
79. Jayedi A, Gohari A, Shab-Bidar S. Daily Step Count and All-Cause Mortality: A Dose-Response Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. *Sports Med* 2022;52:89–99.
80. Stens NA, Bakker EA, Mañas A, et al. Relationship of Daily Step Counts to All-Cause Mortality and Cardiovascular Events. *J Am Coll Cardiol* 2023;82:1483–1494.

81. Su JJ, Wong AK, Zhang LP, et al. Technology-assisted cardiac rehabilitation for coronary heart disease patients with central obesity: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2024;60:95–103.
82. Su JJ, Wong AKC, He XF, et al. Feasibility and effectiveness of cardiac telerehabilitation for older adults with coronary heart disease: A pilot randomized controlled trial. *Contemp Clin Trials Commun* 2024;42:101365.
83. Su JJ, Paguio JT, Wang W, Batalik L. Designing a Nurse-Led eHealth Cardiac Rehabilitation Program: Insights From Participant Experiences and Qualitative Feedback. *Public Health Nurs* 2025;42:144–153.
84. Bassett DR Jr, Toth LP, LaMunion SR, Crouter SE. Step Counting: A Review of Measurement Considerations and Health-Related Applications. *Sports Med* 2017;47:1303–1315.
85. Morrow JR Jr, Defina LF, Leonard D, et al. Meeting physical activity guidelines and musculoskeletal injury: the WIN study. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44:1986–1992.
86. Vanhees L, Geladas N, Hansen D, et al. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular risk factors: recommendations from the EACPR. Part II. *Eur J Prev Cardiol* 2012;19:1005–1033.
87. Armstrong M, Paternostro-Bayles M, et al. Preparticipation Screening Prior to Physical Activity in Community Lifestyle Interventions. *Transl J Am Coll Sports Med* 2018;3:176–180.
88. Franklin, Barry A.; Eijssvogels, Thijs M. H.1. A Narrative Review on Exercise and Cardiovascular Disease: Physical Activity Thresholds for Optimizing Health Outcomes. *Heart and Mind* 2023;7:34–39.
89. Scheinowitz M, Harpaz D. Safety of cardiac rehabilitation in a medically supervised, community-based program. *Cardiology* 2005;103:113–117.
90. Antoniou V, Kapreli E, Davos CH, et al. Safety and long-term outcomes of remote cardiac rehabilitation in coronary heart disease patients: A systematic review. *Digit Health* 2024;10:20552076241237661.
91. Pham HN, Abdelnabi MH, Ibrahim R, et al. Exercise and Atrial Fibrillation: Current Evidence, Knowledge Gaps, and Future Directions. *Rev Cardiovasc Med* 2025;26:39200.
92. Hsieh PN, Shen S, Chukwurah MI, et al. Athlete's Heart Revisited: Historical, Clinical, and Molecular Perspectives. *Circ Res* 2025;137:231–254.
93. Opondo MA, Aiad N, Cain MA, et al. Does High-Intensity Endurance Training Increase the Risk of Atrial Fibrillation? A Longitudinal Study of Left Atrial Structure and Function. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2018;11:e005598.
94. Hsu JJ, Tintut Y, Demer LL. Paradox of Exercise and Coronary Artery Calcification: Potential Underlying Mechanisms. *Circ Res* 2025;137:335–349.
95. Arbab-Zadeh A, Perhonen M, Howden E, et al. Cardiac remodeling in response to 1 year of intensive endurance training. *Circulation* 2014;130:2152–2161.
96. Javed W, Botis I, Goh ZM, et al. Ventricular Arrhythmia and Cardiac Fibrosis in Endurance Experienced Athletes (VENTOUX). *Circ Cardiovasc Imaging* 2025:e018470. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.125.018470. Epub ahead of print.
97. Eberly L, Garg L, Vidula M, et al. Running the Risk: Exercise and Arrhythmogenic Cardiomyopathy. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2021;23:64.
98. Antoniou V, Davos CH, Kapreli E, et al. Effectiveness of Home-Based Cardiac Rehabilitation, Using Wearable Sensors, as a Multicomponent, Cutting-Edge Intervention: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med* 2022;11:3772.
99. Blioumpa C, Karanasiou E, Antoniou V, et al. Efficacy of supervised home-based, real time, videoconferencing telerehabilitation in patients with type 2 diabetes: a single-blind randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2023;59:628–639.
100. Thomas RJ, Beatty AL, Beckie TM, et al. Home-Based Cardiac Rehabilitation: A Scientific Statement From the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation, the American Heart Association, and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 2019;74:133–153.
101. Su JJ, Yu DSF, Paguio JT. Effect of eHealth cardiac rehabilitation on health outcomes of coronary heart disease patients: A systematic review and meta-analysis. *J Adv Nurs* 2020;76:754–772.
102. McDonagh ST, Dalal H, Moore S, et al. Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2023;10:CD007130.
103. Stefanakis M, Batalik L, Papathanasiou J, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation programs in the era of COVID-19: a critical review. *Rev Cardiovasc Med* 2021;22:1143–1155.
104. Batalik L. (Cardiovascular telerehabilitation: remotely monitored physical exercise). *Cor Vasa* 2021;63:79–85.
105. Golbus JR, Lopez-Jimenez F, Barac A, et al. Digital Technologies in Cardiac Rehabilitation: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation* 2023;148:95–107.
106. Batalik L, Filakova K, Sladeckova M, et al. The cost-effectiveness of exercise-based cardiac telerehabilitation intervention: a systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med* 2023;59:248–258.
107. Su JJ, Lin R, Batalik L, Wong AKC, Grace SL. Psychological eHealth Interventions for Patients With Cardiovascular Diseases: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res* 2025;27:e57368.
108. Minchin K, Landers MR. Effects of a physical therapist-driven individualized hybrid model of the exercise component of cardiac rehabilitation on patient outcomes: a prospective single group, time-series design. *Disabil Rehabil* 2025;47:1163–1175.