

Změny tělesného složení během ambulantního a hybridního typu kardiovaskulární rehabilitace u pacientů s ischemickou chorobou srdeční

(Changes in Body Composition During Outpatient and Hybrid Cardiovascular Rehabilitation in Patients with Coronary Artery Disease)

Marko Zváč^a, Ladislav Baťalík^{a-d}

^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

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Vložen do systému: 2. 1. 2025

Přijat: 10. 2. 2025

Dostupný online: 28. 5. 2025

Klíčová slova:

Hybridní rehabilitace

Ischemická choroba srdeční

Kardiovaskulární rehabilitace

Kardiovaskulární rizikové faktory

Tělesné složení

SOUHRN

Cíl: Zhodnotit efektivitu tradičního ambulantního programu a hybridního programu kardiovaskulární rehabilitace (KR) při zlepšení tělesného složení a kardiovaskulárních rizikových faktorů u pacientů s ischemickou chorobou srdeční (ICHS).

Soubor a metodika: Dvanáctitýdenní program KR dokončilo 136/169 (76 %) pacientů s ICHS, kteří absolvovali buď tradiční ambulantní (n = 91), nebo hybridní (n = 45) KR. Tělesné složení bylo hodnoceno pomocí bioelektrické impedanční analýzy. Účinnost KR byla posuzována na základě změn tělesného složení (hmotnost, svalová hmota, útrobní tuk) a kardiovaskulárních parametrů (krevní tlak, LDL cholesterol, aerobní kapacita) před programem a po programu.

Výsledky: Obě skupiny prokázaly významná zlepšení v tělesném složení, kardiovaskulárních parametrech a aerobní kapacitě (+18 W vs. +19 W, obě $p < 0,05$). Ambulantní skupina vykázala významně vyšší nárůst svalové hmoty (+0,65 %, $p < 0,05$) a výraznější redukci útrobního tuku oproti hybridní skupině. Hybridní skupina měla významnější pokles systolického krevního tlaku. U žádného pacienta nebyly zaznamenány závažné nežádoucí příhody spojené s KR.

Závěr: Tradiční i hybridní modely KR představují účinné přístupy ke zlepšení tělesného složení a kardiovaskulárních rizikových faktorů u pacientů s ICHS. Hybridní model navíc nabízí vyšší flexibilitu a srovnatelný bezpečnostní profil, což z něj činí atraktivní alternativu pro širší spektrum pacientů.

© 2025, ČKS.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effectiveness of traditional outpatient and hybrid cardiac rehabilitation (CR) programs in improving body composition and cardiovascular risk factors in patients with coronary artery disease (CAD).

Methods: A total of 136 out of 169 CAD patients completed a 12-week CR program (outpatient: n = 91, hybrid: n = 45). Body composition was assessed using bioelectrical impedance analysis, while cardiovascular parameters were measured before and after the program.

Results: Both groups showed significant improvements in body composition, cardiovascular parameters, and aerobic capacity (+18 W vs +19 W; $p < 0.05$). The outpatient group exhibited a higher increase in muscle mass (+0.65%, $p < 0.05$) and visceral fat reduction, while the hybrid group showed a greater decrease in systolic blood pressure. No serious adverse events were reported.

Conclusion: Both CR models are effective in improving body composition and cardiovascular risk factors. The hybrid model offers comparable safety and flexibility, making it an attractive alternative for a broader patient population.

Keywords:

Body composition

Cardiac rehabilitation

Cardiovascular risk factors

Coronary artery disease

Hybrid rehabilitation

Adresa: 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.2025.026

Úvod

Kardiovaskulární onemocnění (KVO) zahrnují celou řadu poruch postihujících srdce a cévy a jsou celosvětově nejčastější příčinou úmrtí, kdy v roce 2021 na ně zemřelo přibližně 20,5 milionu lidí.¹ Mezi nejvýznamnější typy patří ischemická choroba srdeční (ICHS), což je nejčastější onemocnění srdce, při kterém dochází k postupnému zúžení nebo úplnému uzávěru věnčitých tepen v důsledku aterosklerózy a které je charakterizováno ukládáním aterosklerotických plátů. Tento proces může vést k omezení průtoku krve a následně k srdečním infarktům.^{2,3} Podle odhadů činí ekonomická zátěž KVO v Evropské unii přibližně 282 miliard eur ročně, přičemž zdravotní a dlouhodobá péče představuje přibližně 155 miliard eur z této částky, což představuje 55 % celkových nákladů a 11 % celkových výdajů EU na zdravotnictví.⁴ Kromě optimální medikamentózní léčby a revaskularizace se v případě potřeby v léčebných doporučeních důrazně doporučuje kardiovaskulární rehabilitace (KR), která se zaměřuje na pomoc pacientům při zavádění rutinního zdravého životního stylu.⁵ KR je komplexní program určený ke zlepšení kardiovaskulárního zdraví osob, které se zotavují z problémů souvisejících s onemocněním srdce. Tento program pod lékařským a fyzioterapeutickým dohledem se zaměřuje na tři hlavní složky: cvičební trénink, vzdělávání pro zdravý životní styl u osob se srdečním onemocněním a poradenství pro snížení stresu.⁶ Mezi hlavní benefity programu KR patří zlepšení kardiovaskulárního zdraví, snížení rizika další příhody a optimalizace krevního tlaku, cholesterolu a glykemie.⁷ Taktéž se snižuje riziko hospitalizací, infarktu myokardu a úmrtí.⁸ Program KR také významně podporuje zvýšení fyzické kondice, což zahrnuje nejen zlepšení svalové síly a vytrvalosti, ale také zvýšení aerobní kapacity, která je klíčová pro efektivní fungování srdce a cév během fyzické aktivity.⁹ Důležitým přínosem KR je zlepšení psychického zdraví díky snížení úzkosti a deprese a podpoře kvality života.¹⁰ Rehabilitace rovněž zlepšuje adhezenci k léčbě, podporuje zdravý životní styl a pomáhá pacientům lépe zvládat farmakoterapii.¹¹ Dalším benefitem je redukce nákladů na zdravotní péči díky snížení potřeby hospitalizací a prevence komplikací. Individuální přístup a vzdělávání pacientů umožňují lepší porozumění rizikům a jejich zvládání, přičemž skupinové aktivity poskytují sociální a komunitní podporu.^{12,13} Navzdory jednoznačným přínosům KR zůstává adherence pacientů nízká, což představuje zásadní problém v sekundární prevenci KVO.^{14,15} Proto je nezbytné hledat způsoby, jak zlepšit dostupnost a přístup k programům KR, aby mohly být využity širší populací pacientů. Alternativní modely rehabilitace, jako je domácí KR nebo hybridní KR (kombinace domácího a ambulantního přístupu), se ukázaly být stejně účinné jako tradiční centrálně řízený model KR.^{16–18} Komplexní programy KR, které jsou v současné době poskytovány pacientům s KVO a mají dostatek kompetencí zdůraznit fyzické cvičení a zdravou výživu pro optimalizaci tělesného složení.¹⁹ Účelem této studie bylo zhodnotit změny v tělesném složení v tradičním ambulantním programu KR ve srovnání s alternativním hybridním programem KR v jednom nemocničním centru.

Metody

Charakter studie a populace

Do studie byli zařazeni pacienti s ICHS, kteří v období od 3. 10. 2019 do 30. 9. 2024 absolvovali tradiční nebo hybridní program KR ve Fakultní nemocnici Brno. Do studie byli zařazeni pouze pacienti s ICHS, kteří měli diagnózu stanovenou přibližně před třemi měsíci (s tolerancí $\pm$ osm týdnů), jež zahrnovala následující diagnózy: koronární bypass, koronární stent nebo angioplastiku, anginu pectoris nebo infarkt myokardu. U pacientů s implantovaným stimulatorem srdce nebo defibrilátorem bylo zařazení kontraindikováno. Zahrnuty byly výsledky kardiovaskulárního zdraví a tělesného složení před 12týdenním programem KR a po něm. Pacienti vstupující do programu KR měli možnost volby modelu KR podle vlastních preferencí. Pacienti, kteří absolvovali méně než 60 % předepsaných lekcí, byli ze studie vyloučeni.

Měření tělesného složení

Tělesné složení bylo hodnoceno pomocí přístroje InBody 370S (Soul, Jižní Korea) měřením s využitím multifrekvenčních analyzátorů. V souladu s pokyny výrobce zůstal každý pacient v kontaktu s elektrodami váhy na rukou a nohou, zatímco rukama, nohama a trupem pacienta procházelo několik různých frekvencí elektrického proudu (5 kHz, 50 kHz a 250 kHz). Tyto frekvence jsou aplikovány na pět segmentů těla (pravá paže, levá paže, trup, pravá noha, levá noha), což umožňuje provést 15 měření impedance. Celé vyšetření trvalo přibližně 45 sekund a bylo vyhodnoceno několik ukazatelů tělesného složení, včetně hmotnosti tělesného tuku, útrobního tuku, hmotnosti kosterního svalstva a indexu tělesné hmotnosti (BMI).

Validační studie bioelektrické impedance analýzy InBody při hodnocení tělesného složení prokázaly silné korelace s výpočetní tomografií, což naznačuje její užitečnost jako alternativy pro měření oblasti viscerálního tuku a hmoty kosterního svalstva.^{20,21}

Srdeční hemodynamika, zátěžová kapacita a laboratorní parametry

Měření klidových a zátěžových parametrů srdeční hemodynamiky bylo provedeno na základě doporučení Evropské kardiologické společnosti (ESC) a American Heart Association (AHA).²² Vyšetření zahrnovalo jak klidová měření krevního tlaku (TK) a srdeční frekvence (SF), tak i zatížení pomocí kardiopulmonálního zátěžového testu (CPET). CPET byl proveden na bicyklovém ergometru Ergoselect 100 (Ergoline, Bitz, Německo) s progresivním zvyšováním zátěže až do dosažení symptom-limitujícího maxima. Během testu byly kontinuálně monitorovány následující parametry: maximální srdeční frekvence (HR_{max}), která byla stanovena při dosažení limitu subjektivní námahy nebo symptomů, klidová a maximální hodnota krevního tlaku (TK), měřená manuálně tonometrem CA-MI (CAMI Group, Parma, Itálie) každé dvě minuty, ventilační parametry a plynová analýza, stanovené pomocí přímé spirometrické analýzy (např. Cortex Metalyzer 3B), a elektrokardiografické změny, hodnocené standardním 12svodovým EKG. Test byl prováděn pod dohledem léka-

ře, který sledoval bezpečnost pacienta a zaznamenával případné nežádoucí příhody.

Laboratorní parametry

Z laboratorních vyšetření byl analyzován lipidový profil se zaměřením na LDL cholesterol (LDL-C). Odběr byl proveden nalačno v ranních hodinách (7.00–9.00) ve standardní klinické laboratoři. Koncentrace LDL-C byla stanovena enzymatickou kolorimetrickou metodou pomocí automatického analyzátoru (Cobas, Roche Diagnostics, Německo).

Programy kardiovaskulární rehabilitace

Tradiční program KR ve Fakultní nemocnici Brno trvá 8–12 týdnů a zahrnuje tři tréninkové jednotky týdně. Každá jednotka se skládá ze zahřívací fáze, aerobně-odporového tréninku a relaxační fáze s celkovou délkou 45–60 minut. Individuální cvičební režim je přizpůsoben specifickému zdravotnímu stavu a potřebám každého pacienta. Před zahájením KR pacient podstoupí vyšetření kardiologem včetně CPET, jehož cílem je stanovit bezpečné limity fyzické aktivity.

Tréninkové parametry jsou nastavovány fyzioterapeutem každému pacientovi striktně individuálně, a to s přihlédnutím k aktuálnímu kardiálnímu i pohybovému stavu, doplněnému o měření SF. Intenzita cvičení je individualizována a nastavena na 65–80 % HR_{max} .

Pacienti jsou během obou modelů KR edukováni o sekundární prevenci a zdravém životním stylu, včetně významu pravidelné fyzické aktivity, vyvážené stravy a kontroly tělesné hmotnosti. Důraz je kladen také na omezení kouření a alkoholu, zvládání stresu a pravidelné sledování rizikových faktorů, jako jsou krevní tlak, cholesterol a koncentrace cukru v krvi.

Hybridní program KR představoval kombinaci tradičního programu KR a domácího cvičení ve stejném předpisu frekvence, intenzity a trvání. Pacienti absolvovali jedno ambulantní sezení týdně a dvě sezení týdně v domácím prostředí po dobu 8–12 týdnů. Domácí část zahrnovala zahřívací fázi, aerobní trénink a relaxaci, avšak bez odporového posilování. Domácí cvičení bylo zaměřeno výhradně na aerobní aktivity, jako je chůze, jízda na kole či nordic walking v exteriéru, nebo využití aerobních trenažérů (rotoped, ergometr, chodecký pás) v domácím prostředí dle preferencí a možností pacienta. Intenzita a trvání tréninkových jednotek v domácím prostředí odpovídaly hodnotám předepsaným během ambulantního sezení.

Statistické metody

Porovnání vstupních charakteristik ambulantních pacientů s účastníky hybridního programu KR bylo provedeno pomocí chí-kvadrát testu, Mannova-Whitneyho U-testu a t-testů pro nezávislé vzorky podle potřeby. Změny v rámci skupiny během KR byly hodnoceny pomocí párových t-testů, zatímco změny mezi dvěma skupinami rehabilitace byly hodnoceny pomocí t-testů pro nezávislé vzorky. Také byly vypočteny procentuální změny několika ukazatelů tělesného složení, a to vydělením průměrné změny před KR průměrnou hodnotou po rehabilitaci. Všechny analýzy byly provedeny pomocí programu IBM SPSS Statistics, verze 25.

Výsledky

Během sledovaného období bylo celkově zařazeno do studie 169 pacientů. Celkem 136 pacientů (79,9 %) absolvovalo tradiční nebo hybridní model. Důvody pro vyřazení ze studie byly: návrat do práce ($n = 17$; 10,1 %), bez udání důvodu ($n = 10$; 5,9 %), kardiovaskulární klinický problém ($n = 3$; 1,8 %) nebo jiný klinický problém ($n = 3$; 1,8 %).

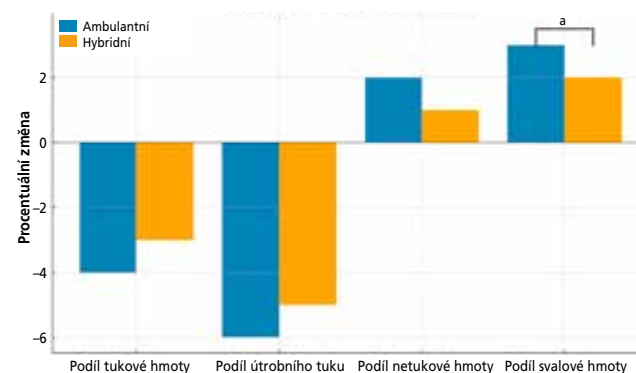
Z celkového počtu účastníků studie absolvovalo 91 pacientů (66,9 %) tradiční ambulantní program KR, zatímco zbývajících 45 pacientů (33,1 %) dokončilo hybridní program KR. Základní demografické a klinické charakteristiky obou skupin jsou uvedeny v **tabulce 1**. Ve sledovaných ukazatelích nebyly mezi pacienty v ambulantním a hybridním programu KR zjištěny významné rozdíly. Během programu KR u žádného pacienta nedošlo k závažným nežádoucím příhodám.

Změna KV rizikového profilu během KR

Účastníci obou programů KR (ambulantního a hybridního) prokázali významná zlepšení ve vybraných ukazatelích kardiovaskulárního rizika a tělesného složení (**tabulka 2**). Klidová SF zůstala podobná bez významné změny, zatímco systolický i diastolický TK mírně poklesly, přičemž nejvýraznější zlepšení bylo pozorováno u hybridního programu. Významný nárůst byl zaznamenán u aerobní kapacity, měřené hodnotou výkonu, který se zvýšil o 19 W (14 %) u ambulantní a o 18 W (12 %) u hybridní skupiny (obě skupiny $p < 0,05$).

Významné zlepšení bylo rovněž zaznamenáno u kardiologických biomarkerů, především u koncentrace LDL cholesterolu, která se snížila jak v ambulantním programu (o 0,36 mmol/l, $p < 0,05$), tak v hybridním programu (o 0,23 mmol/l, $p < 0,05$). Tyto změny svědčí o pozitivním vlivu KR na metabolický profil účastníků.

Pokud jde o tělesné složení, byl zaznamenán významný pokles tělesné hmotnosti, relativního podílu tukové hmoty a útrobního tuku. Současně byl zaznamenán významný rozdíl podílu svalové hmoty mezi skupinami (ambulantní: o 0,65 %, $p < 0,05$; **obr. 1**).



Obr. 1 – Obrázek zobrazuje procentuální změny v tělesném složení u ambulantních a hybridních patientských skupin. Kategorie zahrnují podíl tukové hmoty, útrobního tuku, netukové hmoty a svalové hmoty. $a = p < 0,05$.

Tabulka 1 – Charakteristiky účastníků na začátku kardiovaskulární rehabilitace ^a				
Charakteristika	Všichni účastníci (n = 136)	Ambulantní (n = 91)	Hybridní (n = 45)	Hodnota p ^b
Věk, medián (rozsah)	56 (21–84)	56 (21–80)	56 (21–84)	0,552
Ženské pohlaví (%)	37 (27)	25 (28)	12 (27)	0,916
Kardiovaskulární rizikové faktory				
Anamnéza kouření (%)	46 (34)	29 (32)	17 (38)	0,622
Diabetes mellitus (%)	27 (20)	17 (19)	10 (22)	0,796
Hypertenze (%)	88 (65)	55 (60)	33 (73)	0,197
Srdeční hemodynamika a zátěžová kapacita				
Klidová TF (tep/min)	73,62 ± 10,62	73,88 ± 10,71	73,1 ± 10,44	0,686
Systolický TK (mm Hg)	125 ± 17	123 ± 17	130 ± 16	0,052
Diastolický TK (mm Hg)	76 ± 11	76 ± 11	75 ± 9	0,685
Výkon (W)	138,06 ± 34,29	134,35 ± 33,65	145,34 ± 36,15	0,039
Nižší (≤ 40%) EF LK	12 (9)	10 (11)	2 (4)	0,306
Kardiologické biomarkery				
LDL cholesterol (mmol/l)	2,46 ± 0,46	2,47 ± 0,4	2,45 ± 0,59	0,687
Tělesné složení				
Hmotnost (kg)	87,03 ± 16,69	86,9 ± 16,85	87,32 ± 16,54	0,890
Index tělesné hmotnosti (kg/m ²)	28,58 ± 4,03	28,66 ± 4,08	28,42 ± 3,99	0,740
Podíl netukové hmoty (%)	58,75 ± 11,89	58,99 ± 11,92	58,26 ± 11,91	0,631
Podíl svalové hmoty (%)	35 ± 7,6	35,12 ± 7,62	34,72 ± 7,63	0,681
Podíl tukové hmoty (%)	25,85 ± 9,18	26,1 ± 9,36	25,34 ± 8,88	0,637
Úroveň útrobního tuku (1–20)	11,5 ± 4,67	11,43 ± 4,62	11,6 ± 4,82	0,887

LDL cholesterol – cholesterol v lipoproteinech o nízké hustotě; TF – tepová frekvence, TK – krevní tlak.

^a Data jsou vyjádřena jako průměr ± směrodatná odchylka (SD) nebo n (%).

^b Hodnota p představuje rozdíly před rehabilitací mezi ambulantním a hybridním programem kardiovaskulární rehabilitace.

Tabulka 2 – Kardiovaskulární rizikové faktory a změny tělesného složení					
Charakteristika	Ambulantní: před KR	Ambulantní: po KR	Hybridní: před KR	Hybridní: po KR	Hodnota p
Srdeční hemodynamika a zátěžová kapacita					
Klidová TF (tep/min)	73,88 ± 10,71	72,81 ± 9,60	73,1 ± 10,44	73,73 ± 8,88	0,207
Systolický TK (mm Hg)	123 ± 17	122 ± 13,74	130 ± 16	124,78 ± 16,31	0,281
Diastolický TK (mm Hg)	76 ± 11	74,57 ± 9,86	75 ± 9	72,8 ± 7	0,587
Výkon (W)	134,35 ± 33,65	153,38 ± 34,97***	145,34 ± 36,15	163,71 ± 40,75***	0,923
Relativní výkonnost (W/kg)	1,6 ± 0,5	1,85 ± 0,5***	1,7 ± 0,5	1,94 ± 0,5***	0,782
Kardiologické biomarkery					
LDL cholesterol (mmol/l)	2,47 ± 0,4	2,11 ± 0,67***	2,45 ± 0,59	2,22 ± 0,81***	0,161
Tělesné složení					
Hmotnost (kg)	86,9 ± 16,85	86,05 ± 17,30***	87,32 ± 16,54	86,51 ± 16,30***	0,922
Index tělesné hmotnosti (kg/m ²)	28,66 ± 4,08	28,40 ± 4,18***	28,42 ± 3,99	28,29 ± 3,92	0,388
Podíl netukové hmoty (%)	58,99 ± 11,92	59,61 ± 11,88***	58,26 ± 11,91	58,40 ± 11,81	0,052
Podíl svalové hmoty (%)	35,12 ± 7,62	35,77 ± 7,49***	34,72 ± 7,63	34,93 ± 7,44	0,038
Podíl tukové hmoty (%)	26,1 ± 9,36	25,21 ± 8,86***	25,34 ± 8,88	24,50 ± 8,52***	0,910
Úroveň útrobního tuku (1–20)	11,43 ± 4,62	10,99 ± 4,61***	11,6 ± 4,82	11,22 ± 4,47***	0,760

LDL cholesterol – cholesterol v lipoproteinech o nízké hustotě; TF – tepová frekvence, TK – krevní tlak.

Data jsou vyjádřena jako průměr ± směrodatná odchylka (SD).

Hodnota p průměrných změn pozorovaných mezi těmito dvěma skupinami.

*** p < 0,05 pro průměrnou změnu v rámci skupiny.

Tabulka 3 – Kardiovaskulární rizikové faktory a změny tělesného složení u mužů, ambulantní (n = 66) a hybridní (n = 33)

Charakteristika	Ambulantní: před KR	Ambulantní: po KR	Hybridní: před KR	Hybridní: po KR	Hodnota p
Srdeční hemodynamika a zátěžová kapacita					
Klidová TF (tep/min)	74,3 ± 11,0	73,4 ± 9,4	74,7 ± 11,3	74,7 ± 9,2	0,721
Systolický TK (mm Hg)	123,5 ± 16,5	122,0 ± 13,2	129,9 ± 16,1	127,0 ± 17,7	0,629
Diastolický TK (mm Hg)	76,0 ± 11,6	74,2 ± 9,5	74,6 ± 9,2	72,9 ± 7,6	0,852
Výkon (W)	136,2 ± 30,5	156,7 ± 30,6***	153,2 ± 34,1	168,5 ± 39,5***	0,085
Kardiologické biomarkery					
LDL cholesterol (mmol/l)	2,5 ± 0,4	2,1 ± 0,7***	2,3 ± 0,6	2,2 ± 0,8***	0,094
Tělesné složení					
Hmotnost (kg)	85,1 ± 16,8	84,3 ± 17,3***	90,3 ± 17,3	89,4 ± 17,2***	0,914
Index tělesné hmotnosti (kg/m ²)	28,5 ± 4,3	28,2 ± 4,4***	29,0 ± 4,1	28,9 ± 4,0	0,690
Podíl netukové hmoty (%)	57,8 ± 12,0	58,5 ± 11,9***	60,6 ± 12,2	60,6 ± 12,1	0,062
Podíl svalové hmoty (%)	34,4 ± 7,7	35,0 ± 7,6***	36,3 ± 7,7	36,4 ± 7,5	0,067
Podíl tukové hmoty (%)	25,7 ± 9,0	24,6 ± 8,6***	26,3 ± 9,0	25,4 ± 8,8***	0,806
Úroveň útrobního tuku (1–20)	11,5 ± 4,8	11,0 ± 4,9***	12,0 ± 5,0	11,5 ± 4,6***	0,904

LDL cholesterol – cholesterol v lipoproteinech o nízké hustotě; TF – tepová frekvence; TK – krevní tlak.

Data jsou vyjádřena jako průměr ± směrodatná odchylka (SD).

Hodnota p průměrných změn pozorovaných mezi těmito dvěma skupinami.

*** p < 0,05 pro průměrnou změnu v rámci skupiny.

Tabulka 4 – Kardiovaskulární rizikové faktory a změny tělesného složení u žen, ambulantní (n = 25) a hybridní (n = 12)

Charakteristika	Ambulantní: před KR	Ambulantní: po KR	Hybridní: před KR	Hybridní: po KR
Srdeční hemodynamika a zátěžová kapacita				
Klidová TF (tep/min)	72,9 ± 10,3	71,2 ± 10,1	68,6 ± 6,6	71,0 ± 7,6
Systolický TK (mm Hg)	123,2 ± 20,0	122,1 ± 15,4	128,4 ± 17,7	118,7 ± 10,0
Diastolický TK (mm Hg)	76,8 ± 12,5	75,5 ± 10,8	75,0 ± 8,5	72,6 ± 5,3
Výkon (W)	129,1 ± 39,4	142,9 ± 38,2***	123,8 ± 33,9	150,6 ± 43,0***
Kardiologické biomarkery				
LDL cholesterol (mmol/l)	2,4 ± 0,5	2,0 ± 0,7***	2,7 ± 0,6	2,4 ± 0,8
Tělesné složení				
Hmotnost (kg)	91,7 ± 16,4	90,7 ± 16,0***	79,1 ± 10,9	78,5 ± 10,9
Index tělesné hmotnosti (kg/m ²)	29,2 ± 3,5	28,8 ± 3,5	26,8 ± 3,3	26,7 ± 3,2
Podíl netukové hmoty (%)	62,1 ± 11,3	62,7 ± 11,5***	51,8 ± 8,6	52,3 ± 8,8***
Podíl svalové hmoty (%)	37,2 ± 7,1	37,8 ± 7,1***	30,5 ± 5,5	30,8 ± 5,6***
Podíl tukové hmoty (%)	27,2 ± 10,2	26,7 ± 9,5	22,8 ± 8,4	22,1 ± 7,7
Úroveň útrobního tuku (1–20)	11,3 ± 4,1	11,0 ± 3,6	10,6 ± 4,2	10,5 ± 4,4

LDL cholesterol – cholesterol v lipoproteinech o nízké hustotě; TF – tepová frekvence; TK – krevní tlak.

Data jsou vyjádřena jako průměr ± směrodatná odchylka (SD).

*** p < 0,05 pro průměrnou změnu v rámci skupiny

Při analýze výsledků podle pohlaví bylo zaznamenáno signifikantní zlepšení vybraných ukazatelů kardiovaskulárního rizika a tělesného složení u mužů i žen (**tabulky 3 a 4**). U mužů byly změny mezi ambulantním a hybridním programem srovnatelné. Naopak u žen se vyskytly statisticky významné rozdíly ve vstupních charakteristikách mezi rehabilitačními skupinami, zejména v tělesné hmotnosti a složení, což neumožnilo přímé porovnání těchto podskupin (**tabulka 4**).

Diskuse

Naše výsledky potvrdily efektivitu obou typů KR – ambulantní i hybridní ve zlepšení klíčových KV rizikových faktorů a tělesného složení u pacientů s ICHS. Snížení koncentrace LDL cholesterolu, nárůst fyzické kapacity a pokles tělesné hmotnosti po absolvování programů KR odpovídají závěrům předchozích studií, které prokázaly, že strukturovaná KR vede ke zlepšení lipidového profilu a zvýšení

aerobní kapacity.^{23–25} Význam KR potvrzuje i snížení hospitalizací a mortality spojené s ICHS při účasti v hybridních programech KR.²⁶

Rozdíly ve změnách tělesného složení mezi ambulantní a hybridní rehabilitací

V rámci této studie byly pozorovány výraznější změny tělesného složení mezi skupinami v nárůstu svalové hmoty. Tento nálezný může být způsoben vyšší frekvencí a intenzitou odporové složky cvičení v kontrolovaném prostředí ambulantního programu, která je k dispozici na rozdíl od domácího prostředí, kde pacienti často nemají k dispozici odpovídající vybavení, což vede k dominantnímu zaměření na aerobní složku tréninku. Tento trend je v souladu s výsledky studie autorů Lavie a spol., která ukázala, že hybridní program KR, který částečně probíhá v domácím prostředí, nemusí postrádat takovou míru kontroly a zpětné vazby, což může vysvětlovat menší rozsah změn ve složení těla.²⁷

Průměrná hodnota BMI ve sledované populaci byla relativně nízká, což mohlo ovlivnit rozsah změn tělesného složení. Nižší BMI je spojeno s menším potenciálem pro redukci tukové hmoty, což může částečně vysvětlovat méně výrazné změny v tomto parametru v obou skupinách. Tento faktor je důležitý zejména při interpretaci výsledků v kontextu studií, které zahrnovaly populaci s vyššími hodnotami BMI a zaznamenaly větší redukci tělesné hmotnosti a tuku v reakci na programy KR. To zdůrazňuje význam sledování nejen BMI, ale také relativních změn ve svalové hmotě, tělesném složení a celkové fyzické kapacity (např. relativní výkonnosti W/kg), které mohou být klinicky relevantnějšími ukazateli efektivity KR.

Celkově lze konstatovat, že KR vedla ke zlepšení zdravotních ukazatelů v obou skupinách, přičemž ambulantní skupina dosáhla mírně lepších výsledků v některých ukazatelích tělesného složení, zejména v redukci útrobního tuku a podílu svalové hmoty. Je však důležité upozornit, že tyto výsledky se nemusejí nutně vztahovat na všechny pacienty a rozdíly mezi jednotlivými skupinami mohou být ovlivněny specifickými faktory, jako jsou motivace pacienta a jeho přístup k domácímu cvičení.

Vliv prostředí rehabilitace na hemodynamické parametry

Naše studie zjistila významnější pokles systolického krevního tlaku v hybridní skupině. Tento výsledek by mohl naznačovat, že domácí cvičení poskytuje pacientům vyšší míru autonomie a komfortu, což může vést ke snížení stresu a následnému poklesu krevního tlaku.²⁸ Domácí prostředí může některým pacientům umožnit začlenit cvičení do každodenního života snadněji než v případě pevného rozvrhu ambulantní KR.^{29,30} Nicméně tyto výsledky je třeba interpretovat s opatrností, protože domácí prostředí zároveň může snižovat míru kontroly nad správností a intenzitou cvičení.

Bezpečnost a efektivita hybridních přístupů

Studie iATTEND rovněž zdůrazňuje bezpečnost hybridní KR, protože u žádného pacienta nedošlo k závažným nežádoucím příhodám nebo pádům během rehabilitace nebo po rehabilitaci. Tyto výsledky podporují názor, že hybridní modely KR mohou být stejně efektivní jako tradiční modely a nabízejí pacientům větší flexibilitu při

zachování bezpečnosti a efektivity.^{31,32} Podobné závěry přináší i studie HYCARET, která prokázala non-inferioritu hybridního modelu ve srovnání se standardní rehabilitací u pacientů s ischemickou chorobou srdeční v prostředí s omezenými zdroji. Zaznamenala dokonce nižší výskyt kardiovaskulárních příhod ve skupině hybridní KR, což naznačuje, že tento model může být bezpečnou a účinnou alternativou.³³ Významným faktorem byla vyšší adherence pacientů k řízeným cvičebním jednotkám ve srovnání se standardní KR, což může pozitivně ovlivnit dlouhodobou efektivitu rehabilitace. Tyto výsledky dále podporují využití hybridních přístupů jako přizpůsobitelné alternativy tradiční rehabilitace s ohledem na individuální preference pacientů a dostupné zdroje.

Telemedicína v kardiovaskulární rehabilitaci

Telemedicína představuje inovativní strategii pro zvýšení dostupnosti a efektivity KR.^{34–37} Programy hybridní KR s využitím digitální medicíny umožňují pacientům s KVO dostávat rehabilitační služby na dálku při zachování blízkého monitorování zdravotnickými profesionály.^{38,39} Tyto programy kombinují fyzický trénink, vzdělávání o rizikových faktorech a psychologickou podporu prostřednictvím telekomunikačních technologií, což umožňuje pacientům sledovat své vitální funkce pomocí nositelných zařízení během cvičení.⁴⁰ Vzhledem k pandemii covidu-19 se vzdáleně vedené programy staly důležitou alternativou tradiční KR, která minimalizuje riziko infekcí spojených s návštěvami zdravotnických zařízení.^{41,42} Studie ukazují, že vzdáleně vedená KR je stejně efektivní jako tradiční rehabilitační péče při zlepšování kvality života pacientů s KVO a snižování míry hospitalizací.^{43,44} Navíc využití digitálních technologií, jako jsou mobilní aplikace a synchronní audiovizuální komunikace, podporuje personalizaci péče a poskytuje okamžitou zpětnou vazbu, což přispívá ke zlepšení adherence a dlouhodobých výsledků.^{45,46}

Omezení studie a návrhy na budoucí výzkum

Tato studie má několik omezení, která je třeba vzít v úvahu. Především se jedná o relativně malý počet pacientů v hybridní skupině, což omezuje schopnost detekovat jemnější rozdíly v některých sledovaných parametrech. Dále chybí podrobnější analýza dlouhodobého vlivu KR na udržení dosažených zlepšení. Také je zde subjektivní prvek spojený s hodnocením kvality a intenzity domácího cvičení, což může ovlivnit přesnost výsledků hybridní KR.⁴⁷ Budoucí studie by měly zahrnovat větší vzorky pacientů a využít pokročilé monitorovací technologie, jako jsou nositelná zařízení pro měření srdeční frekvence pohybové aktivity a adherence, aby byla zajištěna vyšší objektivita a přesnost dat.^{48,49} Kromě toho může být přínosné uplatnění nástrojů, které umožňují identifikaci překážek a potřeb pacientů v hybridním doručování programů KR.^{50–52} Další výzkumnou perspektivou by mohlo být hlubší zapojení facilitátorů do domácích cvičebních programů KR u pacientů s ICHS. Jak bylo uvedeno jinde,^{53–57} význam podpory sociální interakce, personalizované zpětné vazby a technologických inovací, jako jsou jednoduché uživatelské rozhraní a flexibilní časování, může vést k vyšší míře zapojení pacientů.

Závěr

Naše studie potvrzuje efektivitu jak ambulantního, tak hybridního modelu KR při zlepšování kardiovaskulárního zdraví a tělesného složení u pacientů s ICHS. Hybridní modely KR se ukazují jako bezpečná a flexibilní alternativa, přičemž budoucí výzkum by se měl zaměřit na optimalizaci dlouhodobých výsledků a identifikaci klíčových bariér účasti, které lze překonat pomocí pokročilých technologií a personalizovaných přístupů.

Poděkování

Autoři děkují multidisciplinárnímu týmu Fakultní nemocnice Brno za odborný dohled a realizaci standardizovaných postupů druhé fáze KR. Rovněž děkují všem pacientům, kteří se zúčastnili studie, za jejich čas a spolupráci.

Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Žádný střet zájmů.

Financování

Realizace výzkumu byla podpořena Ministerstvem zdravotnictví České republiky – koncepční rozvoj výzkumné organizace (FNBr, 65269705) projekt PIG 07/19 a projektem specifického výzkumu č.j. MUNI/A/1619/2024 z programu podpory studentských projektů Masarykovy univerzity v Brně.

Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Studie byla schválena Etickou komisí Fakultní nemocnice Brno pod jednacím číslem 12-170419/EK.

Informovaný souhlas

Všichni pacienti byli před zahájením studie řádně poučeni o jejím průběhu, cílech a možných rizicích. Následně dobrovolně udělili informovaný souhlas s účastí ve výzkumu. Veškerá data byla sbírána a zpracována anonymně, v souladu s platnými etickými a právními předpisy a Helsinskou deklarací.

Literatura

- Di Cesare M, Perel P, Taylor S, et al. The Heart of the World. *Glob Heart* 2024;19:11.
- Flora GD, Nayak MK. A Brief Review of Cardiovascular Diseases, Associated Risk Factors and Current Treatment Regimes. *Curr Pharm Des* 2019;25:4063–4084.
- Libby P, Theroux P. Pathophysiology of coronary artery disease. *Circulation* 2005;111:3481–3488.
- Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study. *J Am Coll Cardiol* 2020;76:2982–3021.
- European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation Committee for Science Guidelines; EACPR; Corrà U, Piepoli MF, Carré F, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training: key components of the position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur Heart J* 2010;31:1967–1974.
- Chaloupka V, Siegelová J, Špinarová L, et al. Rehabilitace u nemocných s kardiovaskulárním onemocněním. *Cor Vasa* 2006;48:7–8.
- Winnige P, Vysoky R, Dosbaba F, Batalik L. Cardiac rehabilitation and its essential role in the secondary prevention of cardiovascular diseases. *World J Clin Cases* 2021;9:1761–1784.
- Candelaria D, Randall S, Ladak L, Gallagher R. Health-related quality of life and exercise-based cardiac rehabilitation in contemporary acute coronary syndrome patients: a systematic review and meta-analysis. *Qual Life Res* 2020;29:579–592.
- 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.
- Taylor RS, Dalal HM, McDonagh STJ. The role of cardiac rehabilitation in improving cardiovascular outcomes. *Nat Rev Cardiol* 2022;19:180–194.
- Ciua-Pană M-A, Boulmpou A, Ileri C, et al. Chronic Heart Failure and Coronary Artery Disease: Pharmacological Treatment and Cardiac Rehabilitation. *Medicina* 2025;61:211.
- 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.
- 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.
- Grace SL, Kotseva K, Whooley MA. Cardiac Rehabilitation: Under-Utilized Globally. *Curr Cardiol Rep* 2021;23:118.
- 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.
- McDonagh ST, Dalal H, Moore S, et al. Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2023;10:CD007130.
- Stefanakis M, Batalik L, Antoniou V, Pepera G. Safety of home-based cardiac rehabilitation: A systematic review. *Heart Lung* 2022;55:117–126.
- Keteyian SJ, Ades PA, Beatty AL, et al. A Review of the Design and Implementation of a Hybrid Cardiac Rehabilitation Program: AN EXPANDING OPPORTUNITY FOR OPTIMIZING CARDIOVASCULAR CARE. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2022;42:1–9.
- Brown TM, Pack QR, Aberegg E, et al. Core Components of Cardiac Rehabilitation Programs: 2024 Update: A Scientific Statement From the American Heart Association and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation* 2024;150:e328–e347.
- Ogawa H, Fujitani K, Tsujinaka T, et al. InBody 720 as a new method of evaluating visceral obesity. *Hepatogastroenterology* 2011;58:42–44.
- Kim EY, Kim SR, Won DD, et al. Multifrequency Bioelectrical Impedance Analysis Compared With Computed Tomography for Assessment of Skeletal Muscle Mass in Primary Colorectal Malignancy: A Predictor of Short-Term Outcome After Surgery. *Nutr Clin Pract* 2020;35:664–674.
- Guazzi M, Adams V, Conraads V. EACPR/AHA Scientific Statement. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation* 2012;126:2261–2274.
- Batalik L, Pepera G, Su JJ. Cardiac telerehabilitation improves lipid profile in the long term: Insights and implications. *Int J Cardiol* 2022;367:117–118.
- Mirman AM, Nardoni NR, Chen AY, Horwich TB. Body Composition Changes During Traditional Versus Intensive Cardiac Rehabilitation in Coronary Artery Disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2020;40:388–393.
- Racodon M, Vanhove P, Bolpaire R, et al. Is hybrid cardiac rehabilitation superior to traditional cardiac rehabilitation? *Acta Cardiol* 2023;78:773–777.
- Heindl B, Ramirez L, Joseph L, et al. Hybrid cardiac rehabilitation – The state of the science and the way forward. *Prog Cardiovasc Dis* 2022;70:175–182.

27. Lavie CJ, Arena R, Swift DL, et al. Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes. *Circ Res* 2015;117:207–219.
28. Farinatti P, Monteiro WD, Oliveira RB. Long Term Home-Based Exercise is Effective to Reduce Blood Pressure in Low Income Brazilian Hypertensive Patients: A Controlled Trial. *High Blood Press Cardiovasc Prev* 2016;23:395–404.
29. Batalík L. (Cardiovascular telerehabilitation: remotely monitored physical exercise). *Cor Vasa* 2021;63:79–85. [In Czech]
30. Scherrenberg M, Wilhelm M, Hansen D, et al. The future is now: a call for action for cardiac telerehabilitation in the COVID-19 pandemic from the secondary prevention and rehabilitation section of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur J Prev Cardiol* 2021;28:524–540.
31. Keteyian SJ, Grimshaw C, Brawner CA, et al. A Comparison of Exercise Intensity in Hybrid Versus Standard Phase Two Cardiac Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2021;41:19–22.
32. Keteyian SJ, Grimshaw C, Ehrman JK, et al. The iATTEND Trial: A Trial Comparing Hybrid Versus Standard Cardiac Rehabilitation. *Am J Cardiol* 2024;221:94–101.
33. Seron P, Oliveros MJ, Marzuca-Nassr GN, et al. Hybrid Cardiac Rehabilitation Program in a Low-Resource Setting: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2024;7:e2350301.
34. 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.
35. 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.
36. 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.
37. Su JJ, Yu DS. Effects of a nurse-led eHealth cardiac rehabilitation programme on health outcomes of patients with coronary heart disease: A randomised controlled trial. *Int J Nurs Stud* 2021;122:104040.
38. 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.
39. Su JJ, Wong AKC, 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.
40. Yang Z, Jia X, Li J, et al. Efficacy and Safety of Hybrid Comprehensive Telerehabilitation (HCTR) for Cardiac Rehabilitation in Patients with Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Occup Ther Int* 2023;2023:5147805.
41. 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.
42. Batalik L, Konecny V, Dosbaba F, et al. Cardiac Rehabilitation Based on the Walking Test and Telerehabilitation Improved Cardiorespiratory Fitness in People Diagnosed with Coronary Heart Disease during the COVID-19 Pandemic. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:2241.
43. Rawstorn JC, Gant N, Direito A, et al. Telehealth exercise-based cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Heart* 2016;102:1183–1192.
44. Brouwers RWM, van Exel HJ, van Hal JMC, et al. Cardiac telerehabilitation as an alternative to centre-based cardiac rehabilitation. *Neth Heart J* 2020;28:443–451.
45. 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.
46. Pepera G, Antoniou V, Su JJ, et al. Comprehensive and personalized approach is a critical area for developing remote cardiac rehabilitation programs. *World J Clin Cases* 2024;12:2009–2015.
47. Su JJ. Exploring the Relationship Between Usage and Outcomes of an eHealth Cardiac Rehabilitation Intervention: Subanalysis of a Randomized Controlled Trial. *Comput Inform Nurs* 2023;41:578–585.
48. Etiwy M, Akkas Z, Gillinov L, et al. Erratum to accuracy of wearable heart rate monitors in cardiac rehabilitation. *Cardiovasc Diagn Ther* 2020;10:644–645.
49. Arena R, Williams M, Forman DE, et al. Increasing referral and participation rates to outpatient cardiac rehabilitation: the valuable role of healthcare professionals in the inpatient and home health settings: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation* 2012;125:1321–1329.
50. Grace SL, Ghanbari M, Cruz MMMAD, et al. Psychometric validation of the Cardiac Rehabilitation Barriers Scale Revised (CRBS-R) for hybrid delivery. *BMJ Open* 2024;14(10):e090261.
51. Ghisi GLM, da Cruz MMA, Vanderlei LCM, et al. Psychometric validation of the short version of the Information Needs in Cardiac Rehabilitation scale through a first global assessment. *Eur J Prev Cardiol* 2024;31:1927–1936.
52. Ferrel-Yui D, Candelaria D, Pettersen TR, et al. Uptake and implementation of cardiac telerehabilitation: A systematic review of provider and system barriers and enablers. *Int J Med Inform* 2024;184:105346.
53. Bomtempo APD, Main E, Ghisi GLM. Remote Exercise Engagement Among Individuals With Cardiovascular Disease: A Systematic Review of Barriers and Facilitators. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2025;45:8–19.
54. 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.
55. Su JJ, Paguio J, Baratedi WM, et al. Experience of coronary heart disease patients with a nurse-led eHealth cardiac rehabilitation: Qualitative process evaluation of a randomized controlled trial. *Heart Lung* 2023;57:214–221.
56. Echegu G, Batalik L, Lukan A, et al. The Digital Revolution in Medicine: Applications in Cardio-Oncology. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2025;27:2.
57. Su JJ, Bayuo J, Abu-Odah H, et al. Perception of eHealth Programs for Cardiovascular Health: Qualitative Systematic Review and Meta-synthesis. *J Cardiovasc Nurs* 2024;39:E140–E149.