

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**  
**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD**  
Ústav klinické rehabilitace

Karina Břenková

**Možnosti rehabilitace a preskripce pohybové aktivity po  
transplantaci srdce**  
Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Robert Vysoký, Ph.D.

Olomouc 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 27. července 2023

Karina Břenková

## **Poděkování**

Děkuji mému vedoucímu Mgr. Robertu Vysokému, Ph.D., za jeho pomoc a rady, které mi poskytl při vedení bakalářské práce.

## **ANOTACE**

**Typ závěrečné práce:** Bakalářská práce

**Téma práce:** Možnosti rehabilitace a preskripce pohybové aktivity po transplantaci srdce

**Název práce:** Možnosti rehabilitace a preskripce pohybové aktivity po transplantaci srdce

**Název práce v AJ:** Possibilities of rehabilitation and prescription of physical activity after heart transplantation

**Datum zadání:** 2022-11-30

**Datum odevzdání:** 2023-07-27

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta zdravotnických věd  
Ústav klinické rehabilitace

**Autor práce:** Břenková Karina

**Vedoucí práce:** Mgr. Robert Vysoký, Ph.D.

**Oponent práce:** Mgr. Lada Zbořilová

**Abstrakt v ČJ:** Hlavním cílem bakalářské práce je zjistit jaké jsou možnosti rehabilitace po transplantaci srdce a následné shrnutí a představení vhodné pohybové aktivity. Úvod práce je věnován základním anatomickým a fyziologickým poznatkům o srdci. Další část zahrnuje uvedení do problematiky transplantace srdce zahrnující popis operační techniky, indikace a kontraindikace. Hlavní část práce pak pojednává o rehabilitační terapii u pacientů s touto problematikou, zahrnující různé fyzioterapeutické přístupy, jež se aktuálně využívají v rámci rehabilitační léčby po kardiochirurgických výkonech na srdci. K vypracování práce byly použity převážně odborné články a knižní publikace s využitím klíčových slov: transplantace srdce, pre-rehabilitace, post-rehabilitace, kardiorehabilitace, HIIT. Pro vyhledávání článků sloužily databáze: PubMed, Web of Science a BOOKPORT.

**Abstrakt v AJ:** The main goal of the bachelor's thesis is to find out what are the possibilities of rehabilitation after a heart transplant and the subsequent summary and introduction of suitable physical activity. The introduction of the work is devoted to basic anatomical and physiological knowledge about the heart. The next part includes an introduction to the issue of heart transplantation including a description of the surgical technique, indications and contraindications. The main part of the thesis deals with rehabilitation therapy for patients with this problem, including various physiotherapeutic approaches that are currently used as

part of rehabilitation treatment after cardiac surgery on the heart. To prepare the work, mainly professional articles and book publications were employed using the keywords: heart transplantation, pre-rehabilitation, post-rehabilitation, cardiorehabilitation, HIIT. The following databases were used to search for articles: PubMed, Web of Science and BOOKPORT.

**Klíčová slova v ČJ:** transplantace srdce, pre-rehabilitace, post-rehabilitace, kardiorehabilitace, HIIT

**Klíčová slova v AJ:** heart transplantation, pre-rehabilitation, post-rehabilitation, cardiorehabilitation, HIIT

**Rozsah:** 32 stran

## Obsah

Úvod .....	7
1 Anatomie a fyziologie srdce .....	8
1.1 Srdeční dutiny .....	8
1.1.1 Levá předsíň .....	8
1.1.2 Levá komora .....	8
1.1.3 Pravá předsíň .....	9
1.1.4 Pravá komora .....	9
1.2 Stavba srdeční stěny .....	9
1.2.1 Endokard .....	10
1.2.2 Myokard .....	10
1.2.3 Vazivový obal srdce .....	10
1.3 Cévní zásobení srdce .....	10
1.4 Inervace srdce .....	11
1.4.1 Parasymptikus a sympatikus .....	11
1.5 Převodní systém srdeční .....	11
1.6 Srdeční cyklus .....	12
2 Transplantace srdce .....	13
2.1 Historie transplantace srdce .....	13
2.2 Operační technika .....	
2.3 Indikace transplantace srdce .....	
2.4 Kontraindikace transplantace srdce .....	
3 Rehabilitace po transplantaci srdce .....	
3.1	
3.2	
3.3	
3.4	
Závěr	
Referenční seznam .....	
Seznam zkratk	

## Úvod

Transplantace srdce je v současnosti rutinní operační výkon, při kterém je selhávající srdce vyňato z těla příjemce a nahrazeno zdravým srdcem vhodného dárce. Samotná operace je vlastně pouhým začátkem zotavení nemocného. Pacienti pobývají obvykle 7-10 dní na jednotce intenzivní péče a po propuštění z nemocnice jsou sledováni v kardiologických ambulancích.

Srdeční rehabilitace je nesmírně důležitá a začíná už na pooperačním lůžku. Kardiologické rehabilitační programy zahrnují cvičení, která pomáhají zlepšit zdravotní stav a kvalitu života a vedou tedy ke snadnějším zotavení se po transplantaci srdce. Délka celkové rekonvalescence je individuální a pohybuje se v rozmezí od několika týdnů až měsíců. V závislosti na stavu, se tak pacienti mohou vrátit ke každodenním aktivitám, do práce a věnovat se svým koníčkům, cvičení a sportu.

Cílem práce je zjistit jaké jsou možnosti pohybového režimu ke zlepšení a udržení kondice po transplantaci srdce. A jaký typ tréninku je k tomu nejúčinnější a nejvhodnější.

K vypracování práce byly použity převážně odborné články a knižní publikace. Pro vyhledávání článků sloužily databáze: PubMed, Web of Science a BOOKPORT. Zvolená klíčová slova byla: transplantace srdce, pre-rehabilitace, post-rehabilitace, kardiorehabilitace, HIIT. A v anglickém jazyce: heart transplantation, pre-rehabilitation, post-rehabilitation, cardiorehabilitation, HIIT.

# 1 Anatomie a fyziologie srdce

Srdce je dutý orgán, s hmotností kolem 270-320 g, mající tvar kuželu. Jeho velikost je přirovnávána velikosti pěsti člověka. Srdeční báze leží na bránici, kdy hrot směřuje dopředu, doleva a dolů (Dylevský, 2009, s. 397).

Srdce se nachází svými dvěma třetinami vlevo od střední čáry, jednou třetinou se nachází vpravo od střední čáry za sternem. Je uloženo v osrdečníku (pericardium). Rytmickými stahy se smršťuje a ochabuje, a tím pohání krev v oběhu cévním (Čihák, 2016, s. 7).

Srdce je rozděleno dvěma zřetelnými povrchovými rýhami (podélnou a cirkulární) na dvě komory a dvě předsíně. V srdci se tak nachází čtyři dutiny: levá komora (ventriculus sinister) a levá předsíň (atrium sinistrum), pravá komora (ventriculus dexter) a pravá předsíň (atrium dextrum). Levostranné dutiny jsou od pravostranných dutin odděleny komorovou a předsíňovou přepážkou. Do levé předsíně ústí dvě levé a dvě pravé plicní žíly (vv. pulmonales), do pravé předsíně vchází horní a dolní dutá žíla (v. cava superior et inferior). Z levé komory vyústí srdečnice (aorta), z pravé komory vychází kmen plicnice (truncus pulmonalis) (Dokládál a Páč, 2003, s. 85; Dylevský, 2009, s. 397).

## 1.1 Srdeční dutiny

### 1.1.1 Levá předsíň

Levá srdeční předsíň se podobá tvaru krychle a je objemově menší než předsíň pravá, od níž je ohraničena interatriálním septem. Do atria, v jeho zadní části, vstupují čtyři plicní žíly, a to dvě venae pulmonales sinistrae a dvě venae pulmonales dextrae. Levé atrium vystupuje dopředu v levé ouško (auricula sinistra) s prominujícími svaly ouška (musculi pectinati) do dutiny (Naňka a Elišková, 2019, s. 93).

### 1.1.2 Levá komora

Levá komora srdce, vybíhající svým vrcholem do hrotu srdečního, se vyznačuje tvarem kuželu. Tloušťka levé komory je velmi silná (10-20 mm) a uvnitř obsahuje mnoho svalových trámčů. V ústí komory se nachází dvoječipá chlopeň (valva bicuspidalis, mitralis) tvořena předním a zadním cípem chlopně. Cípy jsou přidržovány šlašinkami, jež vystupují ze dvou papilárních svalů. Z levé komory odstupuje aorta opatřená srdečnicovou chlopní (valva



aortae). Chlopeň je tvořena třemi poloměsíčitými řasami, které se skládají ve tři kapsy zabráňující návratu krve zpět (Dylevský, 2009, s. 400).

### **1.1.3 Pravá předsíň**

Pravé atrium svým nepravidelným tvarem připomíná svisle stojící vejce. Část vnitřního povrchu předsíně je hladká, část má bohatou svalovou hmotu, která přechází do pravého ouška. Jedná se o slepou výchlipku pravého atria. Ze srdeční stěny přivádí krev i tzv. žilní splav, jenž kromě horní a dolní duté žíly ústí do pravé předsíně. Součástí předsíňové přepážky je povrchní oválná jáma, odpovídající v embryonálním vývoji otvoru, jímž jsou spojeny levé a pravé atrium. Do pravé komory vede pravá předsíň velkým otvorem s cípatou chlopní (Dylevský, 2009, s. 399).

### **1.1.4 Pravá komora**

Pravá komora srdce má trojboký tvar a její stěna se skládá z četných svalových trámčů a hran, které vytvářejí tzv. vtokovou část pravé komory, probíhající od hrotu srdečního k ústí atria do komory. Zbytek stěny pravé komory je hladký a vytváří tzv. výtokovou část pravé komory, jež se nálevkovitě zužuje do plicnice. V místě přechodu mezi pravou komorou a pravou předsíní je uložena trojcípá chlopeň (valva tricuspidalis). Cípy jsou trojúhelníkovitého tvaru s bázemi připevněnými k vazivovému prstenci na okraji chlopně. Jsou drženy třemi bradavkovitými svaly (mm. papillares), vystupujícími u srdečního hrotu ze stěny komory a díky šlašinkám se upínají na obvod chlopňových cípů. Šlašinky a svaly svým napětím zabráňují při smrštění pravé komory zpětnému vyvrácení cípů do pravého atria. Otvor, jímž vychází plicnicový kmen z pravého ventricula, je opatřen poloměsíčitou chlopní (valva pulmonalis). Chlopeň má prostřednictvím tří poloměsíčitých řas podobnou funkci jako chlopně poloměsíčité plicnicového kmene (Dylevský, 2009, s. 400).

## **1.2. Stavba srdeční stěny**

V podstatě je shodná se stavbou velkých cév. Srdeční stěna je složená ze tří vrstev: srdeční nitroblány (endocardium), srdeční svaloviny (myocardium) a osrdečníku (pericardium) (Dylevský, 2009, s. 400).

### **1.2.1 Endokard**

Endokard tvoří jedna vrstva plochých buněk endotelu, která je připojená na myokard pomocí vaziva. Povrch endokardu je hladký, lesklý a má nesmáčivý povrch. Je výstelkou všech srdečních dutin a tvoří srdeční chlopně. V předsíních se nachází silnější endokard než v komorách, stejně jako levá polovina srdce se vyznačuje silnějším endokardem (Naňka a Elišková, 2019, s. 95).

### **1.2.2 Myokard**

Svalovina srdeční je složena z rozvětvených vřetenovitých buněk (kardiomyocytů), jež jsou navzájem spojeny do spolu anastomózujících a v prostoru uspořádaných trámců. Skupiny těchto vláken vytvářejí svalové vrstvy – tři v komorách a dvě v předsíních. Levá komora má silnější myokard než pravá komora. Předsíň se vyznačuje poměrně slabou vrstvou myokardu, z toho důvodu nemají na přečerpávací funkci srdce velký vliv (Dylevský, 2009, s. 400).

Pomocí interkalárních disků jsou výběžky kardiomyocytů vzájemně rozděleny. Rychlý přenos vzruchu z buňky na buňku je zajištěn těmito mezibuněčnými kontakty (Naňka a Elišková, 2019, s. 95).

### **1.2.3 Vazivový obal srdce**

Srdce se nachází ve vazivovém vaku. Jedná se o srdeční vazivový obal, skládající se z vnitřního listu – přísrdečníku (epikard) a z vnějšího listu – osrdečníku (perikard). Epikard má podobu tenké, vazivové blanky, pod níž je buď vsunuta tenká tuková vrstva nebo přímo naléhá na myokard. Pod epikardem vedou srdeční nervy i cévy. Okolo velkých cév souvisle přechází epikard do osrdečníku. Kluznost obou vrstev při srdečních pohybech zvyšuje malé množství tekutiny v úzké štěrbině, označující se jako tzv. perikardová dutina, jež je umístěna mezi perikardem a epikardem (Dylevský, 2009, s. 400, s. 402-403).

## **1.3 Cévní zásobení srdce**

Stěna srdce je vzhledem k metabolismu myokardu bohatě cévně zásobena. Tepenná krev se do srdeční svaloviny dostává přímo z horního úseku aorty – z levé a pravé koronární tepny. Tyto tepny mezi sebou anastomózují a představují konečné tepny. Proto po uzávěru jedné z větví dochází ke vzniku infarktu myokardu, z důvodu rozpadu srdeční svaloviny.

Žilní krev vytéká ze stěny srdce jednak přímo do jeho dutin, jednak se vytváří věnčitý splav (široká odtoková žíla) s ústíci žilami, jež následují několik větví věnčitých tepen. Splav koronárních tepen vede do pravé předsíně srdce (Dylevský, 2009, s. 403).

## **1.4 Inervace srdce**

Činnost srdce je řízena myogenně, tzn. buňkami převodního srdečního systému. Po přerušení nervů vedoucích k srdci rytmus srdce zůstává. Eferentní nervy dělíme na parasympatické (rami cardiaci) a sympatické (nervi cardiaci). Mezi aortou a plicním kmenem a mezi těmito cévami a předsíněmi srdce jsou uloženy kardiální plexy (plexus cardiacus superficialis a profundus), jež vznikly na srdci propojením parasympatických a sympatických nervových vláken. Aferentní (senzitivní) nervy vedou ze stěny srdce kolem věnčitých tepen, a pak následují v nervech parasympatických a sympatických do míchy. Díky těmto nervům je přenášena bolest do centrálního nervového systému při angině pectoris a při infarktu myokardu. Ve stěně předsíní a v arcus aortae jsou umístěny chemoreceptory a baroreceptory, od nichž jsou vedeny vzruchy dalších aferentních větví. Senzitivní nervy zaznamenávají změny zásobení krve kyslíkem a změny hodnoty tlaku krve, které transportují do kardiálních a vaskulárních center v prodloužené míše (Naňka a Elišková, 2019, s. 102).

### **1.4.1 Parasympatikus a sympatikus**

Parasympatická vlákna snižují kontraktilitu síní, zpomalují rychlost převodu v atrioventrikulárním uzlu a frekvenci srdeční. Věnčité cévy nejsou parasympatikem ovlivňovány, případně způsobuje jejich mírnou vasodilataci.

Sympatická vlákna zvyšují sílu srdeční kontrakce, tepovou frekvenci a zrychlují vedení vzruchu. Působení sympatiku se zvětšuje při emocích, stresu a práci. Věnčité tepny jsou ovlivňovány dvěma způsoby: vasokonstrikčně i vasodilatačně, a to v závislosti, na které receptory sympatické větve působí (Naňka a Elišková, 2019, s. 102).

## **1.5 Převodní systém srdeční**

Převodní systém srdeční je specializovaná svalová tkáň, která vytváří a vede vzruchy, díky níž dochází k pravidelnému střídání systoly a diastoly. Řadí se k ní sinoatriální (SA) a atrioventrikulární (AV) uzlík, Hisův svazek, Tawarova raménka a Purkyňova vlákna. Vlastní kontrakci vykonává myokard pracovní. SA (primární) uzlík se nachází v pravé síni u vstupu

horní duté žíly a je tzv. „krokoměrem“ nebo „pacemakerem“, protože udává rytmus srdeční činnosti. Děje se to v této části srdce, díky samovolní elektrické aktivitě v nejrychlejší frekvenci, jež udává tzv. sinusový rytmus. Ze SA uzlíku jdou vzruchy pod endokard spodiny pravé komory nedaleko septa do AV (sekundárního) uzlíku. Z něj jsou vzruchy vedeny na komory srdce cestou Hisova svazku, jenž je uložen v přepážce mezi komorami. Hisův svazek se v interventrikulárním septu rozděluje na pravé a levé Tawarovo raménko. Raménka se po obrácení v hrotu srdečním rozvětvují na Purkyňova vlákna, která se dostávají komorou k jejich bázím. Převodní systém srdeční zajišťuje vznik impulzu v SA uzlíku, odtud se dostává do celé svaloviny srdce. Tím dochází k systole (kontrakci) myokardu (Mourek, 2005, str. 31-32).

## 1.6 Srdeční cyklus

Krevní oběh v těle je zajišťován periodickými kontrakcemi srdeční svaloviny. Tyto kontrakce svaloviny srdeční způsobují v dílčích částech srdce změny tlaku krve, a tím je regulován průtok krve srdečními komorami a velkými tepnami. Čerpací funkce srdce se děje díky pravidelnému střídání systoly (srdeční kontrakce) a diastoly (srdeční relaxace) (Čihák, 2016, str. 49).

Při diastole předsíní proudí krev do obou předsíní levé i pravé. Z plic do levé předsíně teče krev okysličená a do předsíně pravé proudí krev odkysličená. Postupně dochází k plnění předsíní a ke zvyšování intraarteriálního tlaku. V další části cyklu nastává systola předsíní, kdy se otevírají atrioventrikulární chlopně, a krev se tak dostává z předsíní do komor, jež jsou postupně plněny krví. Nastává systola komor, která je aktivní fází srdečního cyklu. Cípaté chlopně jsou zpětně uzavírány stahy stlačovanou krví. Jakmile je tlak vyšší v komorách než v arteriích, krev proudí do aorty a truncus pulmonalis přes otevřené poloměsíčité chlopně. Svalovina v komorách ochabuje a nastává diastola komor. Snížením tlaku v komorách se otevírají atrioventrikulární chlopně. Mezi komorami a velkými cévami vzniká tlakový rozdíl a poloměsíčité chlopně se tak zavírají. Dochází k diastole předsíní a opakuje se srdeční cyklus (Elišková a Naňka, 2019, str. 104).

## 2 Transplantace srdce

Transplantace srdce zůstává kritériem standardní léčby pro způsobilé pacienty s terminálním srdečním selháním. Po transplantaci srdce je více než 90 % pacientů ve funkční třídě I nebo II podle New York Heart Association (NYHA) po 1 až 3 letech. Kromě toho je medián přežití a podmíněného přežití po transplantaci srdce 11 a 15 let. Bohužel je na transplantaci k dispozici mnohem méně dárců srdce než pacientů, kteří by z toho potenciálně profitovali. Z tohoto důvodu jsou nyní rozšířená kritéria dárcovských srdcí rutinně zvažovaná k transplantaci. Dárci podle rozšířených kritérií jsou ti, kteří by za normálních okolností byli odmítnuti na základě takových faktorů, jako je jejich věk, ischemická doba, komorbidity, hemodynamická podpora nebo zneužívání návykových látek. Navzdory tomuto nárůstu však stále existuje nedostatek dárcovských orgánů (Rajab, Jagers, Campbell, 2021, str. 1335).

### 2.1 Historie transplantace srdce

Klinická transplantace srdce má svůj původ v 50. a 60. letech 20. století, kdy tým vedený Normanem Shumwayem vyvinul teoretický rámec a chirurgické principy ležící na ortotopické transplantaci srdce (OTS). Na základě práce Shumwayova týmu provedl lékař Christiaan Barnard v Kapském městě v Jihoafrické republice první transplantaci srdce u člověka v roce 1967. 54letý příjemce podlehl 18. den po operaci zápalu plic. (Rajab, Jagers, Campbell, 2021, str. 1335; Truby et al., 2022, s. 1456; Špinarová et al., 2010, str. 884).

V roce 2018 uplynulo 50 let od první srdeční transplantace v Evropě, jež byla vykonána dr. Ch. Cabrolem koncem dubna 1968 ve Francii (Špinarová et al., 2018, str. 860).

9.7.1968 se pod vedením docenta Ladislava Kužela uskutečnila první transplantace srdce v Československu a 25. transplantace na světě. Do konce roku 1968 bylo celosvětově vykonáno nejvýše sto transplantací srdce. Výsledky byly velmi neuspokojivé. Rok po transplantaci přežilo jenom 20 % pacientů. Tehdejší úroveň poznatků nedovolila úspěšně rozvinout tuto slibnou metodu. Pokračovat v programu klinické transplantace srdce se rozhodli pouze tři pracoviště pod vedením N. E. Shumwaya (USA), Ch. Barnarda (JAR) a Ch. Cabrola (Francie). Z těchto pracovišť vyšli základní poznatky, které měli rozhodující význam pro další rozvoj transplantací srdce. Po zavedení cyklosporinu A do imunosupresivní léčby se přežívání pacientů s transplantovaným srdcem výrazně zvýšilo (Hasáková, 2019, str. 51).

K léčbě pacientů v konečném stadiu selhání srdce byla transplantace srdce zavedena v kardiocentru IKEM v Praze na konci ledna 1984, jednalo se o první úspěšnou ortotopickou transplantaci srdce v České republice. Pacient po transplantaci žil třináct let. Na zahájení a

dalším rozvoji této metody se angažovalo mnoho lékařů, z prvních to byli profesori Pavel Firt a Vladimír Kočandrlé, následně pak Ivan Málek, Jan Pirk a další. Nejdéle žijící pacient s transplantovaným srdce, žije 34 let. (Dorazilová et al., 2006, str. 99-100; Hasáková, 2019, str. 51).

Roku 1991 vzniklo v Brně Centrum vaskulární a transplantační chirurgie (CKTCH). O rok později zde provedl profesor Jan Černý první brněnskou transplantaci srdce. CKTCH má několik prvenstev v rámci České republiky, 1998 – kombinovaná transplantace srdce a ledviny, 2005 – kombinovaná transplantace tří orgánů, srdce, jater a ledviny (Hasáková, 2019, str. 51).

Tx srdce se za období od začátků v roce 1967 do 80. let 20. století stala rutinní metodou léčení terminálního selhání srdce. Mezi novinky v srdeční transplantaci patří vykonání první kombinované transplantace srdce a plic v ČR, diagnostika epizod rejeckce štěpu bez využití endomyokardiální biopsie, vyhledávání nových, účinnějších imunopresiv s minimem nežádoucích účinků, ranější diagnostika vaskulopatie (Špinarová et al., 2008, str. 15).

## 2.2 Operační technika

Chirurgická technika transplantace srdce prošla určitým vývojem. Chirurgická technika OTS je téměř stejná, jakou vykonal Ch. Bernard. Přibližně prvních 120 srdečních transplantací bylo v pražském IKEMU provedeno tzv. „klasickou“ metodou. Jedná se o metodu, při které v těle nemocného přetrvává část vlastního pravého i levého atria. Během 90. let se začala uplatňovat spíše tzv. „bikavální“ anastomóza, kdy příjemci zůstává jenom zadní stěna levého atria s vyústěním žil plicních. Objevuje se tak méně potíží s poruchami rytmu ze strukturálního poškození pravého atria. Avšak při následujících pravidelných biopsiích endomyokardu se lze obtížněji dostat do pravé srdeční komory (Dorazilová et al., 2006, str. 99-100).

Při dárcovství orgánů je srdce vyříznuto poté, co bylo přivedeno do asystoly kardioplegickým roztokem obsahujícím elektrolyt. Transplantát je poté přenesen příjemci. Pomocí nyní používané techniky se nemocné srdce odstraní a zůstane pouze zbytek levé síně se čtyřmi plicními žilami. Tím je odstraněn starý sinusový uzel. Transplantace později vygeneruje svůj vlastní sinusový rytmus a EKG bude při této technice zpočátku normální. Levá síň, dvě duté žíly, pulmonální tepna a aorta jsou pak anatomicky anastomovány. V první

pooperační fázi potřebuje štěp inotropní a chronotropní podporu (Simonsen, Geiran, 2004, str.1117).

Tzv. bikavální transplantace je v současnosti nejčastěji používanou technikou. Bezprostřední osud, určuje, kromě vlastností dárce a příjemce, profesionalita chirurgického týmu a kvalita pooperační péče. Tyto aktivity patří do kompetence úzké a vysoce specializované skupiny kardiochirurgů a anesteziologů. (Goncalvesová, 2006, str. 403).

## 2.3 Indikace transplantace srdce

Hlavní indikací pro srdeční transplantaci (HTx) u dospělých je selhání mechanické funkce srdce (Goncalvesová, 2006, str. 400).

Onemocnění, jež vedou ke konečné fázi srdečního selhání a k transplantaci srdce jsou dilatační kardiomyopatie (49 %), ischemická choroba srdeční (40 %), získané vady chlopní (4 %), vrozené vady srdce (4 %) (Dorazilová et al., 2006, str. 100; Wohlfahrtová, Viklický, Lischke, 2021, str. 201; Třeška et al., 2002, str. 45).

Vzácněji se HTx srdce indikuje pro torpidní a refrakterní anginu pectoris při difúzní ischemické chorobě srdeční, která není řešitelná konvenčními rekonstrukčními postupy. Indikací mohou být i život ohrožující a jinak nekontrolovatelné komorové arytmie a benigní chirurgicky neřešitelné nádory srdce, případně primární maligní nádory bez dokazatelných metastáz (Goncalvesová, 2006, str. 401).

Zvolit přijatelného pacienta k vykonání transplantace srdce a vybrat vhodný správný moment operace je velice složité a komplexní rozhodnutí. Příjemce musí splnit indikační kritéria, tj. po vyčerpání všech možností léčby chronického srdečního selhání je jeho stav vážný a neexistuje už jiný způsob léčení (Bešík, 2011, str. 72; Špinarová, 2010, str. 885).

V současnosti je Htx srdce nejčastěji indikovaná, pokud jsou splněna tato kritéria: 1. objektivně potvrzené ireverzibilní selhávání srdce, 2. vyloučené kontraindikace HTx srdce, 3. vyčerpaná komplexní farmakoterapie, 4. nemožný jiný radikální výkon, 5. zaručená spolupráce pacient/lékař, 6. příznivá perspektiva příjemce. Zásadním předpokladem pro úvahu o srdeční transplantaci je splnění první podmínky – objektivně potvrzeno ireverzibilní selhávání srdce podle dnes všeobecně známých a akceptovaných kritérií. Druhým krokem při výběru pacientů na Tx srdce je vyloučení kontraindikací. Většinu z nich spolehlivě zjistit již na úrovni primární zdravotnické péče. Posouzení přijatelné hodnoty plicní vaskulární rezistence (PVR = střední tlak v plicnici – tlak v plicnici v zaklínění/srdeční výdej [W. j.]) je v kompetenci každého konkrétního transplantačního pracoviště. Názory na tuto hodnotu jsou

rozdílné. Nejčastěji se akceptují hodnoty PVR < 4,0 W. j., ať už při měření v klidu, nebo po farmakologické intervenci. Z přímých hemodynamických parametrů má pro posouzení pooperačního osudu pacienta význam i transpulmonální tlakový gradient (TPG = střední tlak v plicnici – střední tlak v zaklínění v plicním řečišti). Při hodnotách TPG  $\geq$  12 mmHg je osud pacientů po HTx podstatně nepříznivější, než při hodnotách TPG nižších (Goncalvesová, 2006, str. 401).

## 2.4 Kontraindikace transplantace srdce

Srdeční transplantaci nelze provést u pacientů, kteří trpí fixovanou prekapilární plicní hypertenzí, jež se nesníží ani po použití vazodilatační léčby a nesoucí riziko selhání pravého ventricula srdečního štěpu v období po transplantaci. Transplantace je také kontraindikována u pacientů s orgánovými komplikacemi diabetes mellitus, s pokročilou formou CHOPN (stadium III-IV), u nemocných s ireverzibilním jaterním nebo ledvinným selháním či s generalizovanou, symptomatickou aterosklerózou bez možností revaskularizace. Mezi kontraindikace transplantace srdce se řadí i malignity, jež nejsou minimálně pět let v celkové remisi, HIV pozitivita, maligní hypertenze, vážné bronchopulmonální onemocnění, závislosti na alkoholu či drogách, nadváha větší než 20 % , psychosociální nevyrovnanost, osteoporóza. Z transplantace srdce jsou také vyloučeni pacienti s dočasnými kontraindikacemi, mezi něž řadíme: akutní peptický vřed, aktivní infekční stav, plicní embolie před 3 měsíci (Špinarová et. al., 2010, str. 885; Wohlfahrtová, Viklický, Lischke, 2021, str. 207-209).

Psychosociální faktory hrají při rozhodování o srdeční transplantaci také velkou roli. Transplantaci nezvažujeme u nemocného s těžkou demencí a oligofrenií. HTx neindikujeme ani u pacientů s těžkou depresí se sebevražednými sklony a se schizofrenií. V některých případech je nutné, aby se vyjádřil psychiatr, protože samotné srdeční selhání má podíl na zhoršení psychiky pacienta (Málek, 2008, str. 131).



## **3 Rehabilitace po transplantaci srdce**

### **3.1 Potransplantační sledování**

Léčba nemocného po výměně srdce nekončí, ale je naopak zahájeno důkladné potransplantační sledování (Špínarová, 2018, str. 861).

Pacient je po čtyřech týdnech po operaci přeložen z kardiochirurgického oddělení do dlouhodobého pozorování na oddělení kardiologie (Špínarová, 2010, str. 885).

### **3.2 Možné komplikace nemocných po transplantaci srdce**

Komplikace po srdeční transplantaci dělíme na časné a pozdní. Mezi časné komplikace, jež jsou řešeny na odděleních chirurgie, patří časná rejekce, poruchy funkce štěpu a infekce. Pozdní komplikace, mezi něž řadíme vaskulopatie štěpu, rejekce, komplikace imunosupresivní léčby, jsou řešeny v rámci dlouhodobého pozorování kardiologem (Špínarová, 2018, str. 862).

#### **3.2.1 Rejekce štěpu**

Akutní selhání štěpu v bezprostředním pooperačním období, resp. v prvních měsících po výkonu. Doba prvních šest měsíců od HTx srdce je nejrizikovější. V současnosti 83 % nemocných přežívá jeden rok od operace. 30 % transplantovaných přežívá 15 let, 18 % nemocných přežívá 20 let (Dorazilová et al., 2006, str. 100).

I přes využívání mnoha imunosupresivních léků, dochází i v současnosti při jakýchkoliv transplantacích k rejekci. Podle rychlosti vzniku rozdělujeme rejekci na hyperakutní, akutní a chronickou. Podle mechanismu vzniku rozlišujeme rejekci humorální nebo celulární (Špínarová, 2018, str. 861).

K časnému záchytu rejekce štěpu slouží biopsie pravé komory srdce. Jedná se o invazivní výkon, prováděný z počátku v intervalech týdních, jež se postupně mění na roční intervaly (Špínarová et al., 2010, str. 885).

#### **3.2.2 Infekce**

Infekce představují závažný problém po ortotopické srdeční transplantaci. Nejrizikovější pro vznik infekce je období prvních šesti měsíců po výkonu a období při postupném zvyšování imunosupresivní léčby. Pacienti s imunosupresivou jsou ohroženější k infekci jak běžnými, tak i oportunními patogeny (Hošková et al., 2011, str. 62).

Do 1 měsíce jsou to infekce časně. Jedná se o nozokomiální infekce vyvolané nejčastěji *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* a některými gramnegativními bakteriemi. Oportunní patogeny, jako jsou herpes viry, Cytomegalovirus (CMV), *Pneumocystis carinii*, *Legionella* a mykózy, způsobují pozdní infekce, které vznikají mezi prvním měsícem a koncem prvního roku. Infekce se léčí antibiotiky dle citlivosti, antivirotiky či antimykotiky. Především je nutné přísně léčit CMV virózu, která často přispívá k rozvoji vaskulopatie štěpu (Špinarová et al., 2010, str. 885).

### **3.2.3 Vaskulopatie štěpu**

Jedná se o specifický typ koronárního onemocnění cév štěpu. Na jejím vzniku má podíl nejen hyperproteinémie, obezita či hypertenze, ale i chronická rejekce a CMV infekce (Špinarová et al., 2010, str. 885).

Na etiologii se také podílí například mužské pohlaví u příjemce, vyšší věk dárce, věk příjemce, doba studené ischemie, věk, porucha hemokoagulace a též koronární poškození přenesené dárce. Jeden rok po transplantaci se objevuje u 10 % pacientů. Za pět let po výkonu se vyskytuje u 40 % nemocných (Hošková et al., 2011, str. 62).

Léčba vaskulopatie zahrnuje nekuřáctví, tělesný pohyb, hlídání tlaku krve a farmakologickou léčbu. Podávají se kromě statinů, antiagregační léky, ACE inhibitory a kalcioví antagonisté. Pokročilá vaskulopatie, jež způsobuje dysfunkci štěpu, je řešena srdeční retransplantací. V budoucnosti by mohla být řešením nová imunopresiva (Špinarová et al., 2008, str. 17; Špinarová et al., 2010, str. 886; Špinarová et al., 2018, str. 863-864).

### **3.2.4. Komplikace imunopresivní léčby**

Transplantované srdce představuje pro imunitní systém příjemce cizí orgán, který se přirozeně brání jeho přijetí do organismu různými obrannými reakcemi. Tyto reakce je nutné potlačovat imunopresivy, jež nemocný užívá natrvalo. Zpočátku jsou dávky větší, postupně dochází k jejich snižování. Standardně se nasazuje trojkombinace. Možnými imunopresivy jsou prednison, mykofenolát mofetil a cyklosporin. V případě, že se neobjevují rejekční epizody, prednison během prvního roku vysazujeme. Také dávky cyklosporinu zmenšujeme a udržujeme je dle hladin v krvi. Pokud dochází k opakovaným rejekcím podáváme v základní trojkombinaci tacrolimus namísto cyklosporinu. V některých případech, i přes stálou imunopresivní léčbu, dochází ke vzniku rejekce. V tomto případě je nutné dávky imunopresiv zvětšit. Zvýšením imunoprese se zvětšují nežádoucí účinky a vzniká větší riziko infekce (Špinarová, 2010, str. 885).

Všechna imunosupresiva mohou vyvolat různorodé nežádoucí účinky, jež mají vliv na kvalitu života a dlouhodobé přežívání nemocných po transplantaci srdce. Jsou to například diabetes mellitus, hypertenze, nefrotoxicita, malignity, hyperlipoproteinemie, neurotoxicita, gastrointestinální a jaterní toxicita, kosmetické změny, porucha krvetvorby, efekt na metabolismus kostí (Hude et al., 2009. str. 716).

### **Arteriální hypertenze**

Hypertenze se vyskytuje u 70-90 % nemocných po transplantaci srdce. Je běžnou komplikací užívání cyklosporinu. Podíl na jejím vzniku má volumová expanze, zvýšený tonus sympatiku, zvýšení hladiny endotelinu, stimulace renin-angiotenzin-aldosteronového systému. Po pravidelném pozorování se podílí i zvýšené zadržování dusíkatých látek (Špinarová et al., 2018, str. 864).

Tlak krve u pacientů po transplantaci má rozdílný průběh. Dochází k nočnímu vzestupu tlaku, namísto jeho poklesu. Důvodem je poškození regulace oběhu při denervování štěpu (Hošková et al., 2011, str. 65).

K léčbě hypertenze se používá kombinační terapie. Základem je podávání kalciových antagonistů, výhodou je také, že preventivně působí na vznik vaskulopatie. Dále se užívají diuretika, betablokátory a inhibitory angiotenzin-konvertujícího enzymu (Špinarová et al., 2018, str. 864).

### **Diabetes mellitus**

Diabetes mellitus je spojen s užíváním kortikoidů. K jeho zhoršení též podněcuje takrolimus. V případě, že dojde k vývoji nového diabetu, je nutné zahájit farmakologickou a dietní léčbu. Nemocní, jež se s diabetem léčili už před operací, přechází na inzulínovou léčbu nebo dávky inzulínu zvyšují. Doporučuje se také podávat metmorfin, jehož výhodou je nižší výskyt malignit. Udržení normální hladiny cukru v krvi slouží jako prevence ke vzniku vaskulopatie štěpu (Špinarová et al., 2018, str. 864).

### **Nefropatie**

Onemocnění ledvin je spojeno v užíváním cyklosporinu či takrolimu, jedná se inhibitory kalcineurinu. U 45 % transplantovaných se do jednoho roku objevuje retence dusíkatých látek. V případě, že nemocný trpí kalcineurinovou nefropatií, podává se everolimus a nižší dávky cyklosporinu. Popřípadě se přechází na tzv. kalcineurin free režimy.

Pacient musí být přísně sledován, aby nebylo dávkování příliš nízké, což by vedlo ke vzniku rejekce (Špinarová et al., 2010, str.886; Špinarová et al., 2018, str. 864).

### **Hyperlipoproteinemie**

Hyperlipoproteinemie se objevuje u 60-80 % transplantovaných. Dochází ke zvyšování hladin cholesterolu, některých případech už během 3 týdnů po výkonu, ve většině případů v období 6-18 měsíců po operaci. Léčba spočívá v redukci kortikoidů, podávání statinů a zavedení dietního režimu (Špinarová et al., 2018, str. 864).

### **Gastrointestinální problémy**

Objevuje se často dyspepsie. Užívání kortikoidů může přispět ke vzniku vředové choroby. Podávají se antacida, omeprazol či H<sub>2</sub>-blokátory (Špinarová et al., 2010, str. 886)

### **Jaterní poruchy**

Cyklosporin ovlivňuje metabolismus bilirubinu, což přispívá městnání žluči a k vytvoření žlučnickových kamenů (Špinarová et al., 2018, str. 865).

### **Osteoporóza**

Kortikoidy a ledvinná nedostatečnost přispívají k řídnutí kostí. Riziko výskytu stoupá u žen po menopauze a s vyšším věkem. Je nutno vysadit kortikoidy a přidat užívání kalcitoninu, vitamínu D a vápníku. Nedílnou součástí je také rehabilitace (Špinarová et al., 2018, str. 865).

## **3.4 Fyziologické změny před a po transplantaci srdci**

Před transplantací mají pacienti se srdečním selháním obvykle nižší tepový objem, srdeční výdej a aerobní kapacitu. Pacienti se srdečním selháním se často stávají symptomatickými s aktivitou a v průběhu času snižují úroveň své aktivity kvůli těmto symptomům, což má za následek trvalý pokles aerobní kapacity a funkční výkonnosti. Dlouhodobý klid na lůžku, ke kterému dochází při hospitalizaci pro srdeční selhání nebo transplantační operaci, také způsobuje významný pokles aerobní kapacity. Klidová tachykardie s přehnanou srdeční frekvencí, reakce na nižší úroveň aktivity je běžná. Tato fyziologická změna je způsobena sníženým tonusem vagu a zesílenou sympatickou odpovědí z cirkulujících katecholaminů. V důsledku denervace sinoatriálního uzlu, ke které dochází při

transplantaci, dochází k další ztrátě tonu vagu v sinoatriálním uzlu, což má za následek další klidovou tachykardii a zvýšený diastolický i systolický tlak v klidu. Také v důsledku denervace sinoatriálního uzlu je rychlost nárůstu srdeční frekvence a tedy srdečního výdeje při cvičení (a spotřebě kyslíku) snížena, protože nově transplantované srdce je nyní závislé na reakcích na zvýšení cirkulujících katecholaminů. S těmito změnami je maximální tepová frekvence typicky asi o 25 % nižší než u věkově odpovídajících kontrol. Při maximálním úsilí dochází k výrazně sníženému špičkovému srdečnímu výdeji a systolickému krevnímu tlaku a také k nižší spotřebě kyslíku na anaerobním prahu. Nižší spotřeba kyslíku na anaerobním prahu je také částečně způsobena přetrvávajícími změnami v kosterním svalstvu. Navíc existuje prodloužená doba, po kterou se srdeční frekvence po cvičení vrátí na výchozí hodnotu. Všechny tyto změny vyžadují poučení pacienta o postupném zvyšování aktivity během cvičení. Po zavedení aerobního tréninkového programu s důrazem na vytrvalostní úkoly prokazují příjemci transplantovaného srdce zvýšení srdečního výdeje při vyšších intenzitách práce v důsledku zvýšení zdvihového objemu. Bylo však zaznamenáno, že klidový srdeční výdej zůstává nezměněn. Je zaznamenána zvýšená schopnost spotřeby kyslíku se zlepšením anaerobního prahu a zvýšením  $VO_{2max}$  o 12 % na 49 %. Bylo prokázáno, že tyto změny kromě zlepšené aerobní kapacity zlepšují i funkční schopnosti a sílu (Rydberg et al., 2022, str. 5).

### **3.4 Charakteristické abnormální nálezy fyziologie zátěže po transplantaci srdce**

U většiny pacientů po transplantaci srdce je ejekční frakce levé komory normální v klidu i při zátěži. Diastolická funkce levé komory je však často narušena. Toto poškození má za následek podnormální nárůst zdvihového objemu během cvičení. Sdružený zhoršený nárůst tepového objemu levé komory s podnormální rezervou srdeční frekvence vede ke zhoršenému srdečnímu výdeji při zátěži. Účinnost plicní ventilace a výměny plynů během cvičení je pod normální hodnotou alespoň prvních několik měsíců po transplantaci srdce znázorněno zvýšením poměru minutové ventilace k produkci oxidu uhličitého (ventilační ekvivalent pro  $CO_2$ ,  $VE/VCO_2$ ). Tato nadměrná ventilace má za následek zvýšený pocit dušnosti při cvičení. Normální nárůst dechového objemu během cvičení je otupený v důsledku slabosti dýchacích svalů, dekondice a účinků kortikosteroidů. Porucha difuze alveolárních plynů je přítomna přibližně u 40 % pacientů. Nicméně, saturace kyslíkem v klidu a během cvičení je normální pro většinu pacientů. U menšiny pacientů s abnormalitami difuze

před transplantací dochází při cvičení k mírné arteriální desaturaci (Squires, Bonikowske, 2022, str. 42).

### **3.5 Kardiorehabilitace**

Kardiorehabilitace (CR), program předepsaného cvičení a modifikace rizikových faktorů, se doporučuje u pacientů po transplantaci srdce, stejně jako u pacientů s ischemickou chorobou srdeční a systolickým srdečním selháním. CR je spojena s přibližně 25 % poklesem úmrtnosti pacientů s ischemickou chorobou srdeční. I přes známý přínos o 20 % těchto pacientů se účastní programů CR. CR je jednoznačně přínosná pro příjemce transplantace srdce (Bachmann et al., 2018, str. 468).

### **3.6 Prerehabilitace**

Byly doporučeny nefarmakologické strategie ke zlepšení cvičební kapacity v předoperační fázi. Předchozí operace srdce a použití implantovaných zařízení byly spojeny se zvýšenou 1- a 5letou mortalitou. Bylo zjištěno, že kombinace optimalizované lékařské terapie a pravidelné fyzické aktivity prováděné pod anaerobním prahem vyvolala zvýšení  $VO_{2max}$  u kandidátů na transplantaci srdce. Totiž optimální lékařské terapie a pravidelná fyzická aktivita snížily počet hospitalizací. Programy srdeční rehabilitace jsou zaměřeny na omezení psychického a fyziologického stresu kardiovaskulárního onemocnění, optimalizaci snížení kardiovaskulárního rizika, snížení invalidity a zlepšení kardiovaskulárních funkcí pro dosažení nejvyšší možné kvality života pacientů.

Bylo zjištěno, že předoperační zátěžová kapacita je prediktorem vitální prognózy po transplantaci u pacientů se srdeční insuficiencí (Poty et al., 2004, str. 2).

### **3.7 Fáze srdeční rehabilitace**

Rehabilitace je komplexní proces, individuální pro každého pacienta. Podle aktualizovaných guidelines o preventivní kardiologii a rehabilitaci lze rozlišit tři hlavní fáze rehabilitace.

Fáze 1 je fází nemocniční rehabilitace včetně časných intervencí a mobilizace ihned po přijetí do nemocnice.

Fáze 2 je pravděpodobně nejkritičtější částí u pacientů s transplantací srdce. Zavádí se těsně po propuštění z nemocnice. Poskytuje lůžkové a ambulantní rehabilitační služby pro klinickou stabilizaci. Lůžková srdeční rehabilitace je prováděna u nestabilních pacientů za

účelem jejich stabilizace před dlouhodobějším kardiorehabilitačním programem po propuštění z nemocnice. Za vysoce rizikové jsou považováni klinicky nestabilní pacienti po akutní příhodě, s pokročilým srdečním selháním pod kontinuální medikací nebo s implantabilními zařízeními, příjemci transplantovaného srdce a pacienti, kteří se z jakýchkoli osobních důvodů nemohou zúčastnit formálního ambulantního rehabilitačního programu. Průměrná doba trvání je 8 až 12 týdnů, většinou pokračuje jeden rok po události. A konečně, domácí program je další formou rehabilitace, kterou hodnotí a podporuje rehabilitační skupina u pacienta doma. Může zahrnovat pravidelné návštěvy rehabilitačního centra a kontakty s týmem.

3. fáze je dlouhodobý ambulantní typ srdeční rehabilitace. Hlavním cílem rehabilitace třetí fáze je podpora dlouhodobého cvičení a rehabilitace u pacientů mimo nemocnici a komunitu. Navíc to obvykle vede k udržení úrovně zdatnosti a lepším výsledkům u příjemců transplantace srdce (Kourek et al., 2021, str. 471).

### **3.8 Lůžková rehabilitace**

Lůžková CR je standardní péčí po transplantaci a může začít velmi brzy po operaci. Pasivní cvičení rozsahu pohybu pro horní i dolní končetiny, sezení na židli a pomalá chůze mohou začít a postupovat postupně po extubaci (obvykle do 24 hodin po operaci). Chůze nebo cyklistická ergometrie může začít na < 5 minutách a postupně se prodlužovat na 20 až 30 minut, jak je tolerováno. Intenzita cvičení je řízena pomocí Borgovy stupnice vnímané námahy od 11 do 13 („poměrně lehká“ až „poněkud těžká“) na stupnici 6–20, přičemž dechová frekvence je udržována pod 30 dechů za minutu a saturace arteriálního kyslíku nad 90 %. Frekvence cvičení jsou dvě až tři sezení denně. Pacienti, jejichž pooperační průběh je nekomplikovaný, jsou typicky propuštěni z nemocnice přibližně za 7 dní (Squires, Bonikowske, 2022, str. 45).

### **3.9 Po propuštění z nemocnice**

Před zahájením ambulantního cvičebního programu není nutné provádět stupňované zátěžové testování. Odstupňované zátěžové testování může být provedeno 6 až 8 týdnů po operaci u pacientů bez komplikované rekonvalescence, když se pacient po operaci dostatečně zotavil, aby bylo možné posoudit kardiopulmonální odezvu na zátěž a upřesnit předpis cvičení. Preskripce cvičení pro pacienty po transplantaci srdce se řídí metodami používanými u pacientů, kteří nedávno podstoupili koronární bypass, koronární chlopeč nebo jinou kardiotorakální operaci. Jedinou výjimkou je, že se nepoužije cílová srdeční frekvence, pokud

pacient nevykazuje částečně normalizovanou odpověď srdeční frekvence na cvičení. HIIT lze zavést během prvních 2–3 týdnů CR s použitím hodnocení vnímané námahy 15–17 pro intervaly vyšší intenzity, jak bylo uvedeno výše. Cvičební předpis by měl zahrnovat standardní zahřívací a relaxační aktivity, postupné prodlužování délky aerobního cvičení na 30 až 60 minut s frekvencí 4 až 6 sezení týdně. Typické způsoby aerobního cvičení používané během časného období ambulantní rekonvalescence zahrnují chůzi venku (nebo v nákupních centrech, školách), chůzi na běžícím pásu, cyklistickou ergometrii a lezení po schodech. Vzhledem k incizi hrudní kosti se při časně ambulantní CR doporučuje zvláštní důraz na cvičení aktivního rozsahu pohybu horních končetin. Navíc přibližně 6 týdnů po operaci, kdy je hojení hrudní kosti téměř dokončeno, se v závislosti na kondici pacientů stávají dalšími možnostmi veslování, kombinovaná ergometrie paží/noh, venkovní cyklistika, pěší turistika a jogging. Cvičení na posílení svalů by mělo být začleněno do cvičebního programu již v rané fázi ambulantní CR. Během této rané fáze rehabilitace jsou lehké závaží vynikající metodou pro zavedení odporového cvičení. Po nejméně 6 týdnech hojení mohou pacienti začít na standardních posilovacích strojích s důrazem na mírný odpor, 10 až 20 pomalých opakování v sérii, jednu až tři sady cvičení pro hlavní svalové skupiny, s frekvencí dvou nebo tří sezení na týden. Cvičení s therabandem jsou také dalším vynikajícím způsobem tréninku odporu pro tyto pacienty. Pacientům se doporučuje, aby udržovali celoživotní cvičební rutinu, aby si udrželi výhody cvičebního tréninku. Pacienti by měli pokračovat buď v cvičebním programu pod dohledem na dobu neurčitou (udržovací CR program), cvičit samostatně nebo použít kombinaci cvičení pod dohledem a cvičení bez dohledu. Podle potřeby by měla probíhat pravidelná úprava předpisu cvičení (Squires, Bonikowske, 2022, str. 45).

### 3.10 HIIT

Vysoce intenzivní intervalový trénink po transplantaci srdce V současnosti se po srdeční transplantaci, jako sekundární a terciární prevence, doporučuje kardiorehabilitace založená na tréninkových cvičeních. Tato cvičení vedou ke zlepšování prognózy pacientů s transplantovaným srdcem (YU, et al. 2022, str. 2).

Po operaci mají pacienti nižší aerobní sílu  $VO_{2max}$  (70 - 80 % hodnoty předpokládané pro věk ve srovnání se zdravými jedinci) a kompenzační hemodynamické odpovědi, mezi které patří srdeční frekvence, srdeční výdej a krevní tlak. Nicméně fyzické cvičení způsobuje zvýšení srdeční frekvence a krevního tlaku, doprovázené zvýšením vaskulární rezistence (PERRIER-MELO, et al., 2018, str. 2).



U těchto pacientů také zůstávají zhoršené další parametry jako jsou zátěžová kapacita (EC) a kvalita života (QoL). Ke snížení EC nejvíce přispívá denervace dárcovského srdce (MASARONE, et al. 2021, str. 3).

Navzdory tomu, že v minulých desetiletích, panovala neochota preskripce cvičení pro příjemce nového srdce (kvůli chronotropní neschopnosti denervovaného srdce a jeho vyšší klidové srdeční frekvenci), dnes již existují důkazy, že fyzické cvičení podporuje reinervaci transplantovaného srdce a tím může zlepšit EC a autonomní funkce. Aktuálně považuje Mezinárodní společnost pro transplantaci srdce a plic pro péči pacientů po transplantaci srdce za rutinní vykonávání časně srdeční rehabilitace s aerobním cvičením zahrnující vytrvalostní cvičení s různou úrovní intenzity podle anaerobního prahu. Randomizované kontrolované studie do značné míry ukázaly, že po transplantaci srdce, vytrvalostní trénink založený na zátěži výrazně zlepšuje vrchol  $VO_2$  (MASARONE, et al. 2021, str. 3).

Za nejvíce předepisovanou formu cvičení je, díky své bezpečnosti a klinickým přínosům, považováno mírné kontinuální cvičení (MCT). Z nových studií však vyplývá, že vysoce intenzivní intervalový trénink (HIIT), další ze způsobů cvičení v kardiorehabilitaci, je více významný při měření výsledků. HIIT je charakterizován intervalovým tréninkem při vysoké intenzitě s téměř maximálním úsilím buď při intenzitě nižší než  $VO_{2max}$ , max. výkonu a max. srdeční frekvenci. Tento trénink zahrnuje, podle délky každého intervalu, HIIT s krátkým, středním a dlouhým intervalem (YU, et al. 2022, str. 3).

HIIT ve srovnání s MCT zlepšuje  $VO_{2max}$ ,  $TF_{max}$  a rezervní srdeční frekvenci (CONCEIÇÃO, et al., 2020).

Konkrétní charakter cvičení HIIT vyžaduje individuální přístup, založený na charakteristikách pacienta, jako je základní úroveň zdatnosti, doba po operaci, částečná normalizace srdeční frekvence a cíle pacienta (SQUIRES a BONIKOWSKE, 2021, str. 2).

HIIT má i další pozitivní účinky, kdy zlepšuje svalovou sílu dolních končetin, zvyšuje maximální srdeční frekvenci, zvyšuje ventilační (anaerobní) práh, zvyšuje pracovní zátěž na běžeckém páse v maximu, snižuje tepovou frekvenci při cvičení při stejné absolutní submaximální zátěži, snižuje  $VE/VCO_2$ , snižuje minutovou ventilaci při submaximální zátěži, snižuje příznaky únavy a dušnosti, snižuje klidový a submaximální zátěžový systolický a diastolický tlak krve, snižuje vrcholový zátěžový diastolický tlak krve, snižuje RPE při pevném submaximálním pracovním zatížení, zvyšuje svalovou hmotu, snižuje množství tělesného tuku, zlepšuje psychosociální funkce a zvyšuje obsah kostních minerálů (SQUIRES a BONIKOWSKE, 2021, str. 4).

### **3.11 Kvalita života a přežití po transplantaci srdce**

Srdeční funkce se po úspěšné transplantaci srdce stává téměř normální a pacient bude po relativně krátké době vést téměř normální život, nehledě na nutnost medikace a lékařského sledování. Mnoho pacientů však mělo před transplantací dlouhý průběh nemoci, což má vliv na schopnost a možnost vrátit se do normální pracovní situace. Z dlouhodobého hlediska mohou některé vedlejší účinky léků ovlivnit kvalitu života. Mladší ženy mohou těhotenství podstoupit, ale to je nutné posoudit individuálně společně s odborníkem na transplantační kardiologii. Míra jednoletého a desetiletého přežití pacientů je 85 % a 53 %. Přežití je vyšší u pacientů, kteří jsou v době transplantace mladší 50 let, a ještě lépe, pokud je dárci srdce také mladší 35 let. Nejčastějšími příčinami úmrtí jsou koronární onemocnění při transplantaci, rakovina, odmítnutí a infekce (Simonsen, Geiran, 2004, str. 1118).

## Závěr

Transplantované srdce je denervované. Z toho plyne špatná snášenlivost zátěže, klidová tachykardie, chybí bolest při ischemii (riziko němého infarktu myokardu), zvýšené riziko náhlé srdeční zástavy.

Rehabilitace a preskripce pohybové aktivity po transplantaci srdce představují klíčové aspekty péče o pacienty, kteří podstoupili toto závažné chirurgické řešení. Tyto postupy mají za cíl obnovit a zlepšit zdravotní stav, fyzickou kondici a psychickou pohodu pacientů, aby mohli návratem do běžného života využívat novou šanci na zdraví, kterou jim transplantace srdce přinesla.

Rehabilitace po transplantaci srdce se nezaměřuje pouze na fyzickou obnovu, ale také na psychosociální podporu pacientů a jejich rodin, neboť tento zákrok může přinést jak fyzické, tak emocionální výzvy. Díky individuálně přizpůsobenému programu cvičení a rehabilitace lze dosáhnout postupného a bezpečného zlepšení fyzických schopností a celkové kvality života pacientů.

Preskripce pohybové aktivity po transplantaci srdce je pečlivě navrhována a řízena odborníky, kteří sledují zdravotní stav pacienta a jeho schopnosti. Dodržování tohoto plánu a pravidelná spolupráce s odborníky jsou klíčové pro dosažení optimálních výsledků a minimalizaci rizika komplikací.

Výhody pravidelného pohybu a rehabilitace jsou nezastupitelné, neboť podporují adaptaci nového srdce, zlepšují srdeční funkci a kardiovaskulární kondici a přispívají k celkovému zlepšení zdraví. Pacienti, kteří dodržují doporučení odborníků a aktivně se účastní rehabilitace, mají vyšší šanci na úspěšné zotavení a delší přežití po transplantaci srdce.

Je však důležité si uvědomit, že každý pacient je individuální a zotavování po transplantaci srdce může probíhat odlišně. Důležitost odborného dohledu a pravidelného sledování nemůže být dostatečně zdůrazněna, neboť to přispívá k maximálnímu využití výhod rehabilitace a pohybové aktivity.

Celkově lze konstatovat, že rehabilitace a preskripce pohybové aktivity po transplantaci srdce hrají klíčovou roli v procesu zotavování a návratu k plnohodnotnému životu. Díky této péči mají pacienti šanci znovu se zapojit do běžných každodenních aktivit a těšit se ze svobody a kvality života, kterou jim nové srdce poskytuje.

Nejúčinnější je pravidelný a přiměřený pohybový režim. Vhodný je dynamický trénink vytrvalostního charakteru. Jeho cílem je zlepšení a udržení kondice. V poslední době

se ukázal jako efektivní a bezpečné cvičení vysoce intenzivní intervalový trénink (HIIT). Nevyskytly se žádné závažné nežádoucí účinky související s tímto cvičením. Naopak příjemci po transplantaci srdce vykazovali zlepšení  $VO_{2max}$ , zlepšení EC i Qol a kardiovaskulární výkonnosti.

## Referenční seznam

BACHMANN, J. M., et al. 2018. Cardiac rehabilitation and readmissions after heart transplantation. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 37(4), 467-476. [cit. 2023-07-10]. doi: 10.1016/j.healun.2017.05.017.

BEŠÍK, J., 2011. Transplantace srdce. *Sanquis* [cit. 2023-05-01]. 2011(88), 71-73. ISSN 1212- 6535. Dostupné z: <https://www.sanquis.cz/index1.php?linkID=art3520>

CONCEIÇÃO, L., S., R., et al. 2020. Effect of high-intensity interval training on aerobic capacity and heart rate control of heart transplant recipients: a systematic review with meta-analysis. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 36, 6-93. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: [Effect of High-Intensity Interval Training on Aerobic Capacity and Heart Rate Control of Heart Transplant Recipients: a Systematic Review with Meta-Analysis - PubMed \(nih.gov\)](#)

ČIHÁK, R., GRIM M. 2016. *Anatomie 3. Svazek I, Nauka o cévách* (3. vyd.). Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN 978-80-247-5636-3.

DOKLÁDAL, M., PÁČ, L. 2003. *Anatomie člověka II, Splanchnologie a cévní systém*. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. ISBN: 80-210-2886-6.

DORAZILOVÁ, Z., et al. 2006. Program transplantace srdce v IKEM v období od 31. 1. 1984 do 31. 5. 2005. *Cor et Vasa* [online]. 48(3), 98-107. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: [https://actavia.e-coretvasa.cz/en/artkey/cor-200603-0010\\_the-program-of-heart-transplantation-at-ikem-from-31-january-1984-through-31-may-2005.php](https://actavia.e-coretvasa.cz/en/artkey/cor-200603-0010_the-program-of-heart-transplantation-at-ikem-from-31-january-1984-through-31-may-2005.php)

DYLEVSKÝ, I. 2009. *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN 978-80-247-3240-4.

GONCALVESOVÁ, E. 2006. Transplantácia srdca – konečné riešenie pre pacientov s pokročilým srdcovým zlyháváním. *In Via practica: moderný časopis pre lekárov prvého kontaktu*, 3(9), 400-403. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: <https://www.solen.sk/casopisy/via-practica/transplantacia-srdca-konecne-riesenie-pre-pacientov-s-pokrocilym-srdcovym-zlyhavanim>

HASÁKOVÁ, K. 2019. 50 rokov od prvej transplantácie srdca v Československu. *Anaesthesiology & Intensive Medicine/Anesteziologie a Intenzivní Medicina*. 30(1), 49-53. [cit. 2023-07-10]. ISSN 1214-2158. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=asn&AN=136916082&authtype=shib&lang=cs&site=eds-live&scope=site>

HOŠKOVÁ, L., et al. 2011. Specifika péče o nemocné po transplantaci srdce. *Cor Vasa*. 53(1-2), 60-67. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: <https://www.e-coretvasa.cz/pdfs/cor/2011/01/12.pdf>

HUDE, P., et al. 2009. Transplantace srdce. *Vnitřní lékařství*. 55(9), 711-717. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: [https://casopisvnitrnilekarstvi.cz/artkey/vnl-200909-0004\\_heart-transplantation.php](https://casopisvnitrnilekarstvi.cz/artkey/vnl-200909-0004_heart-transplantation.php)

- KOUREK, C., KARATZANOS E., NANAS, S., KARABINIS, A, DIMOPOULOS, S. 2021. Exercise training in heart transplantation. *World J Transplant.* Nov 18, 11(11), 466-479. [cit. 2023-07-10]. doi: 10.5500/wjt.v11.i11.466. PMID: 34868897; PMCID: PMC8603635
- MÁLEK, I., 2008. Indikace k transplantaci srdce. *Cor Vasa.* 50(3), 129–132. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: [https://e-corevasa.cz/artkey/cor-200803-0011\\_indications-for-heart-transplantation.php](https://e-corevasa.cz/artkey/cor-200803-0011_indications-for-heart-transplantation.php)
- MASARONE, D., et al. 2021. Exercise-based rehabilitation strategies in heart transplant recipients: Focus on high-intensity interval training. *Clinical Transplantation*, 35(2), e14143. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: [Exercise-based rehabilitation strategies in heart transplant recipients: Focus on high-intensity interval training - PubMed \(nih.gov\)](#)
- MOUREK, J. 2005. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů.* Grada Publishing, a.s. ISBN 978-80-247-1190-4.
- NAŇKA, O., ELIŠKOVÁ, M. 2019. *Přehled anatomie* (4. vyd.). Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-450-7.
- PERRIER-MELO, R., J. et al. 2018. High-intensity interval training in heart transplant recipients: a systematic review with meta-analysis. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 110, 188-194. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: [High-Intensity Interval Training in Heart Transplant Recipients: A Systematic Review with Meta-Analysis - PubMed \(nih.gov\)](#)
- POTY, A., KRIM, F., LOPES, P., GARAUD, Y., & LEPRETRE, P. M. 2022. Benefits of a Supervised Ambulatory Outpatient Program in a Cardiovascular Rehabilitation Unit Prior to a Heart Transplant: A Case Study. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 9, 811458. [cit. 2023-07-10]. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.811458>
- RAJAB, T. K., JAGGERS, J., CAMPBELL, D. N. 2021. Heart transplantation following donation after cardiac death: History, current techniques, and future. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* [online]. 161(4), 1335-1340. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.02.085
- RYDBERG, L., et al. 2022. Heart transplantation and the role of inpatient rehabilitation: A narrative review. *PM&R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation.* [cit. 2023-07-10]. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12935>
- SIMONSEN, S., GEIRAN, O. R. 2004. Hjerttransplantasjon. *Tidsskrift for Den norske legeforening*, 12(124), 1116-8. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: <https://tidsskriftet.no/2004/04/tema-hjertesykdommer/hjerttransplantasjon>
- SQUIRES, R., W., BONIKOWSKE, A., R. 2022. Cardiac rehabilitation for heart transplant patients: considerations for exercise training. *Progress in Cardiovascular Diseases.* 70, 40-48. [cit. 2023-07-10]. doi: [10.1016/j.pcad.2021.12.003](https://doi.org/10.1016/j.pcad.2021.12.003)
- SQUIRES, R. W. (2023). Cardiac transplant and exercise cardiac rehabilitation. *Heart failure reviews.* . [cit. 2023-07-10]. <https://doi.org/10.1007/s10741-023-10305-6>

ŠPINAROVÁ, L., et al. 2008. Novinky v transplantaci srdce. *Kardiol Rev Int Med*. 10(1), 14-17. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: <https://www.kardiologickarevue.cz/casopisy/kardiologicka-revue/2008-1/novinky-v-transplantaci-srdce-31789>

ŠPINAROVÁ, L., et al. 2010. Transplantace srdce–minulost, současnost a výhled do budoucna. *Vnitřní lékařství*. 56(8), 884-888. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: [https://www.casopisvnitrnilekarstvi.cz/artkey/vnl-201008-0018\\_heart-transplantations-the-past-the-present-and-outlook-into-the-future.php](https://www.casopisvnitrnilekarstvi.cz/artkey/vnl-201008-0018_heart-transplantations-the-past-the-present-and-outlook-into-the-future.php)

ŠPINAROVÁ, L., et al. 2018. Transplantace srdce. *Vnitřní lékařství*. 64(9), 860-866. Dostupné z: [https://www.casopisvnitrnilekarstvi.cz/artkey/vnl-201809-0006\\_the-heart-transplantation.php](https://www.casopisvnitrnilekarstvi.cz/artkey/vnl-201809-0006_the-heart-transplantation.php)

TRUBY, L. K., et al. 2022. Donation after circulatory death in heart transplantation: history, outcomes, clinical challenges, and opportunities to expand the donor pool. *Journal of Cardiac Failure* [online]. 28(9), 1456-1463, [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: doi: 10.1016/j.cardfail.2022.03.353.

TŘEŠKA, V. 2002. Transplantologie pro mediky. Praha: Karolinum, 125 s. ISBN 8024603314.

WOHLFAHRTOVÁ, M., VIKLICKÝ, O., LISCHKE, R. 2021. *Transplantace orgánů v klinické praxi*. Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN 978-80-271-0721-6.

YU, A. K. D., et al. 2022. High-Intensity Interval Training Among Heart Failure Patients and Heart Transplant Recipients: A Systematic Review. *Cureus*, 14(1). [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: [High-Intensity Interval Training Among Heart Failure Patients and Heart Transplant Recipients: A Systematic Review - PubMed \(nih.gov\)](#)

## Seznam zkratek

<b>a.</b>	arteria
<b>ACE inhibitory</b>	inhibitory angiotenzin konvertujícího enzymu
<b>AV uzlík</b>	atrioventrikulární
<b>CKTCH</b>	Centrum vaskulární a transplantační chirurgie
<b>CMV</b>	Cytomegalovirus
<b>EC</b>	Zátěžová kapacita
<b>g</b>	gram
<b>HIIT</b>	High intensity interval training
<b>HIV</b>	Human Immunodeficiency Virus
<b>HTx</b>	Heart transplantation
<b>CHOPN</b>	chronická obstrukční plicní nemoc
<b>IKEM</b>	Institut klinické a experimentální medicíny
<b>mm</b>	milimetry
<b>mm.</b>	musculi
<b>mmHg</b>	milimetr rtuťového sloupce
<b>NYHA</b>	New York Heart Association
<b>OTS</b>	ortotopická transplantace srdce
<b>PVR</b>	střední tlak v plicnici, [W. j.]
<b>Qol</b>	kvalita života
<b>SA uzlík</b>	sinoatriální uzlík
<b>TPG</b>	Střední tlak v plicnici
<b>Tx</b>	transplantace
<b>TxS</b>	transplantace srdce
<b>v.</b>	vena
<b>VO<sub>2max</sub></b>	maximální objem kyslíku, [ml/kg/min]
<b>vv.</b>	venae
<b>%</b>	procento