

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Bc. Tomáš Vitásek

**Změna frekvence a hloubky stlačování hrudníku
při simulované resuscitaci před a po
standardizované fyzické zátěži**

*Change in frequency and depth of chest compressions
during simulated resuscitation before and after
standardized physical exertion*

Diplomová práce

Praha, květen 2025

Autor práce: Bc. Tomáš Vitásek

Studijní program: Intenzivní péče

Navazující magisterský studijní obor: Intenzivní péče

Vedoucí práce: **doc. MUDr. Jiří Málek, CSc.**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika anesteziologie a resuscitace**

3. LF UK a FNKV

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracoval samostatně a použil výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má závěrečná práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému Theses.cz a Turnitin za účelem soustavné kontroly podobnosti závěrečných prací.

V Praze dne 13.5.2025

Bc. Tomáš Vitásek

Poděkování

Na tomto místě bych rád vyjádřil upřímné poděkování vedoucímu mé diplomové práce, panu doc. MUDr. Jiřímu Málkovi, CSc., za odborné vedení, cenné rady, připomínky a konzultace, které mi během zpracování práce poskytl. Velmi si vážím jeho času, trpělivosti a vstřícného přístupu. Mé poděkování dále patří panu RNDr. Martinu Černému za jeho významnou pomoc při statistickém zpracování a interpretaci výsledků. Děkuji také Bc. Dmitriji Dinaburskému za technickou podporu při realizaci výzkumu. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat všem účastníkům výzkumného šetření za jejich ochotu, čas a aktivní zapojení.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá kardiopulmonální resuscitací, jejími jednotlivými složkami a souvislostmi, zejména se zaměřením na vliv fyzicky náročné aktivity na kvalitu jejího provedení. Teoretická část shrnuje informace o náhlé zástavě oběhu, jejích příčinách a patofyziologii. Následně se věnuje neodkladné resuscitaci, a to jak v základní, tak rozšířené podobě, včetně defibrilace a farmakoterapie. Pozornost je rovněž věnována vlivu fyzické aktivity na záchránce a na kvalitu jeho poskytované KPR a významu simulační výuky ve zdravotnictví, zejména v kontextu výuky KPR.

Cílem praktické části bylo zjistit, jak standardizovaná fyzická zátěž ovlivňuje kvalitu prováděné KPR, konkrétně frekvenci a hloubku kompresí hrudníku a úroveň jeho uvolnění mezi stlačeními. Výzkumné šetření probíhalo na vzorku 49 účastníků za využití simulačního modelu Resusci Anne QCPR. KPR byla prováděna před a po absolvování standardizované fyzické zátěže. Výsledky ukázaly rozdíly mezi jednotlivými provedenými KPR před a po standardizované zátěži, přičemž statisticky významné rozdíly byly zaznamenány u průměrné hloubky kompresí hrudníku, kdy došlo k potvrzení, že hloubka kompresí hrudníku po fyzické zátěži nižší než bez zátěže. Také průměrná frekvence stlačování hrudníku se zvýšila po fyzické zátěži ve srovnání s KPR bez zátěže. Ovšem všechny výsledky byly v rozmezí doporučených hodnot podle European Resuscitation Council 2021. Součástí zkoumání byl také vliv fyzické kondice a pravidelné účasti na fyzicky náročných aktivitách či sportu, avšak mezi jednotlivými účastníky nebyly zaznamenány významné rozdíly.

Klíčová slova: kardiopulmonální resuscitace, simulace ve zdravotnictví, fyzická zátěž, frekvence kompresí, hloubka kompresí, kvalita KPR, fyzická kondice, neodkladná resuscitace, únava záchránce.

Abstract

This thesis deals with cardiopulmonary resuscitation, its individual components and contexts, especially focusing on the influence of physically demanding activity on the quality of its performance. The theoretical part summarizes information about sudden circulatory arrest, its causes and pathophysiology. It then discusses emergency resuscitation, both in its basic and advanced forms, including defibrillation and pharmacotherapy. Attention is also given to the impact of physical activity on the rescuer and the quality of CPR provided and the importance of simulation training in healthcare, particularly in the context of CPR teaching.

The aim of the practical part was to investigate how standardized physical exercise affects the quality of CPR performed, specifically the frequency and depth of chest compressions and the level of chest relaxation between compressions. The research investigation was conducted on a sample of 49 participants using the Resusci Anne QCPR simulation model. The CPR was performed before and after completing a standardized exercise test. The results showed differences between the CPR performed before and after the standardized exercise, with statistically significant differences noted for the average depth of chest compressions, where there was confirmation that the depth of chest compressions after exercise was lower than without exercise. Also, the mean frequency of chest compressions increased after physical exercise compared to CPR without exercise. However, all results were within the range of recommended values according to the European Resuscitation Council 2021. The effect of physical fitness and regular participation in physically demanding activities and sports was also investigated, but no significant differences were observed between participants.

Keywords: cardiopulmonary resuscitation, healthcare simulation, physical exertion, frequency of compressions, depth of compressions, quality of CPR, physical fitness, emergency resuscitation, rescuer fatigue.

Obsah

OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
I. TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1. NÁHLÁ ZÁSTAVA OBĚHU	10
1.1 Příčiny náhlé zástavy oběhu.....	10
1.1.1 Kardiální příčiny zástavy oběhu.....	11
1.1.2 Nekardiální příčiny zástavy oběhu	11
1.1.3 Potenciálně reverzibilní příčiny náhlé zástavy oběhu	11
1.2 Rozpoznání srdeční zástavy.....	16
1.3 Řetězec přežití	16
2. KARDIOPULMONÁLNÍ RESUSCITACE.....	17
2.1 Základní neodkladná resuscitace dospělých	17
2.1.1 Použití automatizovaného externího defibrilátoru	19
2.2 Rozšířená neodkladná resuscitace dospělých.....	19
2.2.1 Defibrilace.....	20
2.2.2 Zajištění průchodnosti dýchacích cest.....	21
2.2.3 Farmakoterapie	23
2.3 Ukončení resuscitace.....	25
2.3.1 Poresuscitační péče.....	25
3. FYZICKÁ AKTIVITA A JEJÍ VLIV NA POSKYTOVÁNÍ KPR	27
3.1 Vliv fyzické zátěže na tělesné funkce.....	27
3.1.1 Kardiovaskulární systém	27
3.1.2 Dýchací systém	28
3.1.3 Metabolické požadavky a spotřeba kyslíku	29
3.1.4 Svalová únava	30
3.2 Únava záchránce během KPR.....	30
3.2.1 Doporučená doba výměny záchránců při dlouhotrvající KPR	30
3.3 Fyzická připravenost a její vliv na kvalitu resuscitace.....	31
3.3.1 Doporučení pro fyzickou přípravu poskytovatelů KPR	31
4. SIMULACE VE ZDRAVOTNICTVÍ.....	32
4.1 Struktura simulace ve zdravotnictví	33
4.2 Význam simulací v nácviku KPR	34
II. PRAKTICKÁ ČÁST.....	36
5. CÍL, VÝZKUMNÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY.....	36
5.1 Výzkumné otázky	36
5.2 Hypotézy.....	36
6 METODIKA VÝZKUMU.....	37
7 SBĚR DAT	37
8 SLEDOVANÝ SOUBOR	38
9 ETICKÉ ASPEKTY	39

10	VÝSLEDKY	39
10.1	<i>Popis souboru.....</i>	39
10.2	<i>Výsledky měření před a po fyzické zátěži.....</i>	40
10.3	<i>Porovnání a vztahy mezi proměnnými.....</i>	50
10.4	<i>Statistická analýza hypotéz.....</i>	58
10.4.1	<i>Analýza hypotézy č. 1.....</i>	58
10.4.2	<i>Analýza hypotézy č. 2.....</i>	59
10.4.3	<i>Analýza hypotézy č. 3.....</i>	60
10.4.4	<i>Analýza hypotézy č. 4.....</i>	61
10.4.5	<i>Analýza hypotézy č. 5.....</i>	62
10.5	<i>Vyhodnocení výzkumných otázek.....</i>	63
11	DISKUZE	65
12	LIMITY PRÁCE	69
	ZÁVĚR.....	70
	SEZNAM ZKRATEK.....	71
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	73
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	81
	SEZNAM PŘÍLOH	82
	PŘÍLOHY	83

Úvod

Kardiopulmonální resuscitace (KPR) je základní a život zachraňující intervence. Kvalita prováděné resuscitace zásadním způsobem ovlivňuje šanci na přežití a neurologický výsledek postiženého. Přestože jsou postupy jasně pospány a doporučeny Evropskou resuscitační radou (ERC), jejich praktická aplikace může být ovlivněna řadou proměnných – mezi nimi může být i fyzická kondice záchránce a okolnosti, za kterých je resuscitace zahájena.

V klinické praxi i v terénu dochází často k situacím, ve kterých před zahájením resuscitace předchází intenzivní fyzická aktivita. Typickým příkladem jsou zdravotničtí záchranáři a resuscitační týmy, které v určitých případech musí transportovat vybavení na místo události v obtížně přístupném terénu, nebo musí rychle přebíhat na jiná oddělení nebo do vzdálených budov zařízení. V těchto situacích je záchránce vystaven akutní fyzické zátěži, která může negativně ovlivnit kvalitu poskytované KPR.

Tato diplomová práce si klade za cíl analyzovat vliv standardizované fyzické zátěže na kvalitu provedené kardiopulmonální resuscitace v rámci simulovaných podmínek. Výzkum se zaměřuje na změny v základních parametrech KPR, ke kterým dochází po předchozí fyzické námaze, a hodnotí, zda tyto změny mají statisticky významný dopad na kvalitu resuscitace ve smyslu aktuálních doporučení ERC 2021. Zároveň práce sleduje, zda fyzická kondice účastníků a jejich předchozí zkušenosti s KPR ovlivňují výsledky provedené resuscitace.

I. Teoretická část

Teoretická část práce pojednává o přehledu témat, která souvisejí s náhlou zástavou oběhu a kvalitou poskytované kardiopulmonální resuscitace (KPR). Úvodní kapitoly se zaměřují na příčiny a projevy srdeční zástavy, její rozpoznání a aktuální doporučené postupy základní i rozšířené resuscitace. V druhé části je pozornost věnována fyziologickým dopadům fyzické zátěže na organismus záchránce a jeho možnému vlivu na kvalitu KPR. Závěr teoretické části se zaměřuje na simulační výuku ve zdravotnictví a její účelné vedení.

1. Náhlá zástava oběhu

Náhlá zástava oběhu (NZO) je život ohrožující stav, při kterém dochází k náhlému zastavení průtoku krve systémovým oběhem i plicním oběhem. To vede k nedostatečné dodávce kyslíku do mozku a dalších životně důležitých orgánů a způsobuje selhání základních životních funkcí (1, 3). NZO je nejčastější netraumatickou příčinou náhlého úmrtí u dospělých do 65 let věku.

Projevem NZO je ztráta vědomí, která nastává již během 15 sekund, a zástava dýchání, kdy dochází k obstrukci dýchacích cest (např. zapadnutí jazyka nebo vdechnutí zvratků), přítomný může být i tzv. gasping (lapavé dechy).

Navzdory pokrokům v medicíně a zlepšení úspěšnosti resuscitace není šance na přežití naprostou jistotou. Roční výskyt těchto mimonemocničních příhod se v Evropě pohybuje v rozmezí 67–170 případů na 100 000 obyvatel. Přestože moderní léčebné postupy zvyšují šance na přežití, řada pacientů, kteří náhlou zástavu přežijí, se potýká s následným neurologickým poškozením (2, 4, 9). Pravděpodobnost úspěšného přežití po NZO je 8-10 % (60).

1.1 Příčiny náhlé zástavy oběhu

Srdeční zástava může být způsobena různými etiologiemi, mezi které patří kardiální příčiny (např. ischemie myokardu, ventrikulární fibrilace) a nekardiální faktory (např. hypoxie, hypovolemie) (6).

1.1.1 Kardiální příčiny zástavy oběhu

Maligní arytmie, včetně fibrilace komor a bezpulzové komorové tachykardie, tvoří nejčastější kardiální příčiny náhlé zástavy oběhu. Tyto arytmie jsou často spojeny s ischemickou chorobou srdeční (např. akutním infarktem myokardu). Další příčiny zahrnují myokarditidu a genetické predispozice (8).

- **Akutní infarkt myokardu** je náhlé uzavření koronární tepny, což vede k ischemii a následnému nevratnému poškození srdečního svalu, pokud se nepodaří postiženou tepnu pomocí intervenčních technik včas zprůchodnit. Nejčastější příčinou je aterosklerotický plát, který blokuje přítok krve do postižené oblasti myokardu. Akutní infarkt myokardu může probíhat s elevací ST segmentu (STEMI), nebo bez elevace ST segmentu (NSTEMI). Se závažnějšími komplikacemi a vyšší mírou úmrtnosti bývá spojen akutní infarkt myokardu s elevacemi ST segmentu (10).
- **Fibrilace komor** je závažná arytmie, při které se komory srdce chaoticky chvějí a neprovádějí účinné kontrakce, tím dochází k zástavě oběhu. Fibrilace komor je často doprovázena ischemickou chorobou srdeční nebo genetickými syndromy, jako je dlouhý QT interval a Brugadaův syndrom (8).
- **Bezpulzová komorová tachykardie** je život ohrožující arytmie, při které dochází k velmi rychlým, ale neúčinným stahům komor. Ty nejsou dostatečně plněné krví, a to způsobuje prudký pokles srdečního výdeje, který se projevuje nehmatným pulzem. Na EKG jsou přítomné široké QRS komplexy, které jsou delší 120 milisekund (12).

1.1.2 Nekardiální příčiny zástavy oběhu

Mezi nekardiální příčiny patří trauma, malignity, neúrazová krvácení, asfyxie, hypoxie, hypoglykémie, poruchy elektrolytů, hypotermie, otravy, epilepsie, septický šok, dehydratace a podvýživa (5, 7).

1.1.3 Potenciálně reverzibilní příčiny náhlé zástavy oběhu

Při náhlé zástavě oběhu je zásadní zvážit potenciálně reverzibilní příčiny, zejména pokud je přítomen nedefibrilovatelný rytmus. Tyto příčiny jsou nejčastěji označovány jako 4H a 4T.

Mezi 4H patří:

- hypoxie
- hypovolemie
- hypokalemie a hyperkalemie a další metabolické poruchy
- hypotermie a hypertermie

Skupina 4T zahrnuje:

- trombózu (akutní infarkt myokardu a plicní embolii)
- tamponádu perikardu
- tenzní pneumotorax
- toxiny (otravy nebo předávkování léky)

Systematické vyšetření a rychlá léčba těchto příčin jsou klíčové pro úspěšnou resuscitaci a obnovení oběhu (16).

Hypoxie

Hypoxie je stav, při kterém dochází k nedostatečnému přísunu kyslíku a vzniká nerovnováha mezi dodávkou a potřebou tkání a orgánů. V rámci kardiovaskulárního systému se spouští kompenzační mechanismy, jako je zvýšený průtok krve, aby se zajistilo dostatečné okysličení životně důležitých orgánů. Při delším trvání však dochází ke změnám fungování iontových kanálů, které ovlivňují stabilitu srdečních buněk. Hypoxie rovněž zasahuje do srdečního metabolismu, čímž zhoršuje energetickou bilanci myokardu. Selhání těchto kompenzačních mechanismů může vyvolat vznik arytmií, postupné selhávání srdce a v konečném důsledku i náhlou zástavu oběhu (17, 18).

Mezi nejčastější příčiny hypoxie patří tonutí, intoxikace, trauma hrudníku, aspirace, pneumonie, obstrukční onemocnění dýchacích cest (astma nebo chronická obstrukční plicní nemoc) a alveolární krvácení (7).

Prevence a léčba hypoxie zahrnuje především zajištění průchodnosti dýchacích cest, což lze provést zakloněním hlavy a předsunutím dolní čelisti. Pokud tato opatření nejsou dostatečná, je možné použít pomůcky pro zajištění dýchacích cest, jako jsou supraglotické pomůcky nebo orotracheální intubace. V případech, kdy je spontánní dýchání nedostatečné, je nezbytné podat kyslík a zahájit umělou plicní ventilaci (16).

Hypovolemie

Další potenciálně reverzibilní příčinou srdeční zástavy, která může být způsobena krvácením (zevním nebo vnitřním), závažnou dehydratací, nebo poruchou distribuce u sepse nebo anafylaxe (16).

Léčbou je rychlá a agresivní infuze tekutin nebo stále častěji transfuze krve (případně krevních produktů). U krvácení je důležité co nejrychleji řešit primární zdroj krvácení (21).

Hyperkalemie, hypokalemie a metabolické změny

Poruchy elektrolytů, jako jsou hyperkalémie a hypokalémie, mohou mít závažné důsledky na srdeční rytmus a způsobovat charakteristické změny na EKG.

- **Hyperkalémie** zpomaluje srdeční frekvenci a zvyšuje riziko arytmií. Na EKG lze pozorovat různé převodní abnormality, jako je vymizení vlny P, blokády Tawarových ramének a výrazně vysoké a špičaté vlny T. Hyperkalémie bývá u srdeční zástavy dramatická, avšak obvykle dobře reaguje na včasnou úpravu hladiny kalia.
- **Hypokalémie** naopak vyvolává zvýšenou dráždivost srdce a riziko vzniku komorových arytmií. Mezi typické EKG změny při tomto stavu patří deprese ST segmentu a snížení vlny T (11, 16).

- **Hypoglykémie**

Těžká hypoglykémie způsobuje sníženou dostupnost energie pro srdeční sval, čímž může docházet k dysfunkci myokardu, a tím zvýšit pravděpodobnost kardiovaskulárních příhod a srdečního selhání. Navíc může narušit elektrolytickou rovnováhu a aktivovat sympatický nervový systém a způsobovat poruchy srdečního rytmu, včetně prodloužení QT intervalu a potenciálně fatálních arytmií. Nedostatek glukózy také ovlivňuje mozek, a tím navozuje bezvědomí, a navíc narušuje schopnost regulovat autonomní funkce, včetně srdečního rytmu. Hypoglykémie zároveň vyvolává masivní stresovou odpověď těla a výrazné zatížení srdce, které také může přispět ke vzniku arytmií a ischemických událostí (20).

Hypotermie

U mladých zdravých osob může být srdeční zástava vyvolaná hypotermií při poklesu tělesné teploty pod 30 °C. U starších pacientů a jedinců s přidruženými onemocněními však k zástavě může dojít již při teplotách pod 32 °C. Při těžké hypotermii (pod 30 °C) dochází ke zpomalení metabolických procesů a postupnému rozvoji bradykardie a následně k srdeční zástavě. Extrémně nízké teploty způsobují elektrickou nestabilitu myokardu, a tím se zvyšuje riziko vzniku arytmií, jako je fibrilace komor. Dalším závažným důsledkem hypotermie je ovlivnění koagulačního systému, při kterém může dojít k nekontrolovanému krvácení nebo riziku vzniku trombózy. Snížení perfuze tkání a okysličení pak způsobuje hypoxii a metabolickou acidózu (22).

K léčbě hypotermie se využívají různé zahřívací metody. Mezi které patří přívod teplého vzduchu a podávání ohřátých infuzí. U těžších forem hypotermie se pacient připojí na mimotělní oběh (16).

Hypertermie

Hypertermie, zejména úpal, při kterém tělesná teplota přesahuje 40 °C, způsobuje závažné fyziologické změny, včetně systémové vazodilatace, hypotenze a tachykardie. Kardiovaskulární dysfunkce u hypertermie zahrnují i srdeční arytmie a oběhový šok, jenž se vyskytuje až u 65 % případů. Vysoké teploty mohou také vyvolat rhabdomyolýzu, při tomto stavu dochází k rozpadu svalových buněk a uvolnění draslíku do krevního oběhu a následný vznik hyperkalémie.

Hypertermie rovněž způsobuje nadměrné přetížení termoregulačního systému a metabolismu, což může vyústit v multiorgánové selhání. Maligní hypertermie, vyvolaná genetickými predispozicemi nebo anestetiky, je specifický a závažný stav, při kterém dochází k nekontrolovanému přehřátí organismu, hyperkapnií a metabolické acidóze (23).

Trombóza

Plicní embolie je relativně častou příčinou srdeční zástavy, která se vyskytuje přibližně v 9 % případů. Tento stav vede k akutnímu selhání pravé komory, jež je způsobeno zvýšenou cévní rezistencí v plicním oběhu.

Výsledkem je hemodynamický kolaps, který se rychle může rozvinout do srdeční zástavy, pokud není zahájena adekvátní léčba.

Diagnostika plicní embolie během kardiopulmonální resuscitace je náročná, avšak možná. Klíčovou roli hraje pečlivá anamnéza a identifikace známek trombotického postižení. Další diagnostické pomůcky zahrnují vyšetření pomocí echokardiografie, které může odhalit pravostranné přetížení, nebo přímé zobrazení trombu v plicních tepnách.

Léčbou volby v případě podezření na plicní embolii během srdeční zástavy je podání trombolýzy (16, 24).

Tamponáda perikardu

Srdeční tamponáda je život ohrožující stav způsobený zvýšením tlaku v perikardiální dutině v důsledku rychlého hromadění krve, koagul, hnisu, tekutin nebo plynu. Zvýšením perikardiálního tlaku dochází k omezení žilního návratu do srdce a vede k dramatickému snížení srdečního výdeje. Bez rychlého odstranění nahromaděné tekutiny je tento stav téměř vždy smrtelný a může způsobit NZO.

Řešením je drenáž perikardu. Nejčastěji se provádí pod kontrolou ultrazvuku, který umožňuje přesné zobrazení tekutiny a bezpečné zavedení jehly. Pokud není ultrazvuk dostupný, lze zákrok provést podle anatomických bodů. V těžkých případech je nutné chirurgické odstranění tekutiny (19).

Tenzní pneumotorax

Tenzní pneumotorax vzniká nahromaděním vzduchu v pleurální dutině a následným zvýšením intratorakálního tlaku. Tento tlak utlačuje plíce, srdce i velké cévy, čímž výrazně omezuje žilní návrat do srdce a snižuje srdeční výdej. Pokud se nezasáhne včas, může tento stav rychle přerůst v respirační a oběhový kolaps. Prvotní léčbou je punkční dekomprese prováděná ve druhém mezižebří v medioklavikulární čáře. Tento zákrok se považuje za život zachraňující, avšak jeho účinnost bývá nízká. Účinnější metodou je torakostomie nebo hrudní drenáž, které umožňují trvalé uvolnění tlaku v pleurální dutině (16, 25).

Toxiny (otrava, předávkování léky)

Používání toxických látek je spojeno s výskytem akutních i chronických zdravotních problémů. Jejich škodlivé účinky jsou obzvláště významné pro

kardiovaskulární systém a představují významný rizikový faktor pro náhlou srdeční smrt. Toxické látky mohou prostřednictvím přechodných funkčních poruch interagovat s anatomickým základem a spustit fatální arytmii, přímou toxicitu myokardu, závažné poruchy elektrolytů a narušení autonomní rovnováhy.

Některé léky, jako je metadon nebo antipsychotika, jsou známy tím, že prodlužují QT interval, jenž představuje významný faktor pro vznik torsade de pointes. Nelegální drogy, například heroin a syntetické kanabinoidy, a alkohol jsou uznávány jako významné faktory přispívající k náhlé srdeční zástavě.

U otrav je klíčové zajistit eliminaci toxické látky a případně zvážit podání antidota (14, 15).

1.2 Rozpoznání srdeční zástavy

Kardiopulmonální resuscitace se zahajuje vždy, pokud dotyčná osoba nereaguje a nedýchá, nebo dýchá abnormálně (agonální dýchání, gasping). Srdeční zástavu mohou doprovázet pohyby podobné křečím, které však po krátké době odezní (4).

1.3 Řetězec přežití

Řetězec přežití představuje systém opatření pro záchranu životů při NZO. Tento systém zahrnuje čtyři základní kroky, které na sebe navazují a provádějí se v rychlém sledu.

- Prvním krokem je včasné rozpoznání závažných příznaků, který umožňuje předcházet zástavě oběhu prostřednictvím včasného zajištění pomoci a intervence. Velká pozornost je věnována rozpoznání příznaků srdeční zástavy, aby bylo možné minimalizovat prodlevu před zahájením resuscitace.
- Druhým krokem je okamžité zahájení kardiopulmonální resuscitace v případě zástavy a příprava na co nejrychlejší použití defibrilátoru. V případě možnosti přivolejte pomoc – záchrannou službu nebo resuscitační tým zdravotnického zařízení současně při zahájení resuscitace.
- Třetím krokem je časná defibrilace, která představuje zásadní krok, vedoucí k obnovení normálního srdečního rytmu při fibrilaci komor nebo bezpulzové komorové tachykardii.

- Čtvrtým krokem, neméně důležitým ve finální části řetězce přežití je kvalitní poresuscitační péče, která zajišťuje stabilizaci pacienta a prevenci dalších komplikací

Nedílnou součástí celého procesu je také prvotní zhodnocení situace a stavu pacienta, které zahrnuje kontrolu bezpečnosti prostředí, použití ochranných pomůcek a základní hodnocení závažnosti zdravotního stavu (26).

2. Kardiopulmonální resuscitace

Kardiopulmonální resuscitace je rozdělena na základní (BLS, Basic life support) a rozšířenou (ALS, advanced life support) podle aktuálních doporučení Evropské resuscitační rady (ERC 2021). Základní KPR zahrnuje rozpoznání srdeční zástavy, okamžité zahájení masáže hrudníku (případně i s umělou plicní ventilací) a použití automatizovaného externího defibrilátoru (AED). Rozšířená KPR se zaměřuje na pokročilé techniky, jako je zajištění dýchacích cest, podání léků a diagnostiku příčin zástavy. Oba přístupy jsou navrženy tak, aby maximalizovaly šanci na přežití a následnou stabilizaci pacienta (4).

2.1 Základní neodkladná resuscitace dospělých

Základní neodkladná resuscitace představuje soubor jednoduchých a systematicky uspořádaných kroků, jejichž cílem je co nejrychleji obnovit přívod okysličené krve do mozku a dalších životně důležitých orgánů (4).

Prvním krokem před zahájením poskytování pomoci je zajištění bezpečnosti pro zachránce i postiženého. Je důležité zhodnotit, zda nehrozí žádné další nebezpečí, které by mohlo situaci zkomplikovat.

Základním krokem při rozpoznání náhlé zástavy oběhu je kontrola vědomí. Provádí se hlasitým oslovením postiženého. Pokud nereaguje, přistupujeme k nebolestivému podnětu, například zatřesením rameny. V případě, že postižený stále nereaguje, lze předpokládat bezvědomí, které je rizikové pro udržení průchodných cest dýchacích. Postiženého položíme na záda, následně provedeme záklon hlavy, předsunutí dolní čelisti a zkontrolujeme dýchání. Kontrola dýchání se provádí pohledem na pohyb hrudníku a břicha, poslechem zvuků dýchání a celkovým vnímáním dechové aktivity. Tento proces by neměl trvat déle než 10 sekund.

Pokud u postiženého nezaznameneáme dechovou aktivitu, nebo je dýchání abnormální (např. gasping), je to jasný důkaz zástavy oběhu. V rámci laické resuscitace se již neprovádí kontrola pulzu (16).

Voláním rychlé záchranné služby nebo resuscitačního týmu společně se zahájením resuscitace je výhodou pro urychlení procesu (viz řetězec přežití). Pokud máme v blízkosti dostupný AED, požádáme další osobu o jeho přinesení a aplikaci elektrod.

Resuscitace začíná správným umístěním rukou na hrudník. Jedna ruka se položí na střed hrudní kosti přibližně ve spodní části hrudní kosti, na úrovni spojnice bradavek. Druhá ruka překryje ruku první, přičemž prsty mohou být propletené. Záchranář se nakloní rameny nad postiženého, propne horní končetiny v loktech a stlačuje hrudník váhou celého těla. Stlačování by mělo probíhat frekvencí 100–120 stlačení za minutu do hloubky 5–6 cm, přičemž je důležité umožnit hrudníku po každém stlačení plné uvolnění. Tímto postupem zajistíme dostatečnou cirkulaci krve během resuscitace (26).

Při resuscitaci provádíme 30 stlačení hrudníku, po kterých následují dva umělé vdechy. Před každým vdechem znovu zprůchodníme dýchací cesty záklonem hlavy. Jednu ruku položíme na čelo postiženého, palcem a ukazováčkem uzavřeme měkkou část nosu a druhou rukou předsuneme bradu směrem vzhůru. Po běžném nádechu vdechneme přibližně 500–600 ml vzduchu (6–7 ml/kg tělesné hmotnosti) přes pootevřená ústa postiženého, která pevně obemkneme rty. Délka vdechu by měla být přibližně jedna sekunda.

Po vdechu sledujeme, zda se hrudník postiženého zvedá. Pokud ano, znamená to, že dýchací cesty jsou průchodné. Poté se od úst postiženého oddálíme a pozorujeme pokles hrudníku. Následně provedeme druhý vdech stejným způsobem a bez zbytečného prodlení pokračujeme v srdeční masáži.

Umělé vdechy provádíme pouze tehdy, pokud je to možné a proveditelné. Kontraindikacemi mohou být například rozsáhlá poranění obličeje, nebo pokud záchránce není schopen či ochoten umělé dýchání provádět. V takových případech je indikováno pokračovat pouze v nepřerušované srdeční masáži (27).

2.1.1 Použití automatizovaného externího defibrilátoru

Automatizovaný externí defibrilátor (AED) je určen k použití u pacientů všech věkových kategorií – u osob starších 8 let se používají standardní elektrody, zatímco u dětí mladších 8 let se doporučuje využití dětských elektrod. Zařízení je navrženo tak, aby jej mohli bezpečně obsluhovat i laici bez předchozího výcviku.

Elektrody AED by měly být připevněny na tělo pacienta co nejdříve po jejich dostupnosti, přičemž místa pro nalepení jsou vždy znázorněna na samotných elektrodách. Před nalepením je nutné zajistit, aby hrudník postiženého byl suchý a defibrilační elektrody nepřicházely do kontaktu s kovovými předměty.

Jedna elektroda se aplikuje pod pravou klíční kost, druhá na boční stranu hrudníku pod levým podpažím. Během připevňování elektrod by měla kardiopulmonální resuscitace pokračovat bez přerušení. Po zapnutí AED je důležité řídit se hlasovými pokyny přístroje. AED umožňuje defibrilaci ještě před příjezdem zdravotnických záchranných složek, což může výrazně zlepšit prognózu pacienta a zvýšit jeho šanci na přežití (16, 28).

Mnoho studií potvrzuje, že AED mohou být bezpečně využívány jak náhodnými svědky srdeční zástavy, tak i proškolenými prvními zasahujícími (first responders). Přestože je riziko zasažení zachránce defibrilačním výbojem velmi nízké, během podání výboje se komprese hrudníku neprovádí (4).

2.2 Rozšířená neodkladná resuscitace dospělých

Rozšířená neodkladná resuscitace dospělých se zaměřuje na prevenci a léčbu srdeční zástavy jak v nemocničním, tak mimo nemocničním prostředí. Klíčovými aspekty účinné resuscitace zůstávají kvalitní srdeční masáž, umělá plicní ventilace (UPV), včasná defibrilace v indikovaných případech a farmakoterapie, která podporuje obnovení oběhu.

Zajištění průchodnosti dýchacích cest začíná jednoduchými technikami, které lze podle situace a zkušeností zachránce postupně doplnit pokročilejšími pomůckami, aby byla zajištěna efektivní ventilace.

Nezbytnou součástí péče je také poresuscitační léčba, která se zaměřuje na stabilizaci pacienta po obnovení spontánního oběhu a prevenci dalších komplikací (4, 28).

V přednemocniční péči je ALS často realizována dvoučlennými posádkami zdravotnických záchranných služeb. Standardní protokoly ALS jsou však navrženy pro větší týmy, kde si jednotliví členové mohou efektivně rozdělit úkoly. Resuscitační týmy, které mohou mít různou podobu, zajišťují rozšířenou neodkladnou resuscitaci v nemocničních prostředích (29).

2.2.1 Defibrilace

Defibrilovatelný rytmus

Při manuální defibrilaci, na rozdíl od použití AED, lékař, zdravotnický záchranář nebo sestra se specializací v intenzivní péči hodnotí srdeční rytmus a v případě fibrilace komor nebo bezpulzové komorové tachykardie indikuje podání výboje (11, 33).

Výše výbojové energie se řídí doporučením výrobce defibrilátoru. Pokud pro výboj využijeme přístroj s pulzovou bifázickou křivkou aplikujeme první výboj 150 J. V případech, kdy záchránci doporučená hodnota není známá se používá nejvyšší dostupná energie přístroje.

Pro zajištění minimálního přerušení resuscitace je nutné, aby se hrudní komprese prováděly i během přípravy defibrilace, tedy při přikládání elektrod a nabíjení přístroje.

Nalepovací elektrody jsou preferovanou variantou, protože umožňují rychlejší aplikaci a zajišťují lepší kontakt s kůží. Pokud nemáme k dispozici samolepící elektrody, je nutné použití deskových pádel s vodivým gelem, který minimalizuje přechodový odpor (2, 26, 29).

Samolepící elektrody, či pádla umístíme stejně jako při využití AED. Volíme místa, tak aby bylo dosaženo co nejefektivnějšího výboje. Pravá elektroda se klade pod klíční kost vedle sternu, mimo oblast bradavky. Levá elektroda se umísťuje do střední axilární čáry v oblasti 6. mezižebří.

Hodnocení srdečního rytmu se opakuje každé dvě minuty. Pokud přetrvává defibrilovatelný rytmus, podává se další výboj podle protokolu.

Během resuscitace, kdy se kompresím hrudníku věnuje druhá osoba, se provádějí další úkony, zejména zajištění cévního přístupu pro podání léků, které mohou podpořit návrat spontánního oběhu (ROSC, return of spontaneous circulation) a optimalizovat resuscitační péči (2).

Pokud se během KPR objeví ROSC, které se projevují prudkým nárůstem EtCO₂, cíleným pohybem zachraňovaného, nebo změnou arteriálního tlaku je vhodné přerušit komprese hrudníku a zhodnotit aktuální srdeční rytmus a případně zkontrolovat pulz pro potvrzení návratu spontánní cirkulace (4).

Nedefibrilovatelný rytmus

Mezi nedefibrilovatelné rytmy při srdeční zástavě patří bezpulzová elektrická aktivita (PEA) a asystolie.

PEA se projevuje elektrickou aktivitou srdce, která se zobrazuje na EKG, avšak nedochází k mechanickým kontrakcím srdce, což vede k absenci pulzu. Při dostupnosti ultrazvuku bychom pozorovali srdce v nečinném stavu bez pohybu srdečního svalu (30).

Asystolie je stav, při kterém zcela chybí elektrická aktivita srdce, a na EKG se projevuje jako rovná izoelektrická linie. V důsledku této absence elektrických impulsů nedochází k mechanické kontrakci srdečního svalu, a tím ni udržení toku krve v oběhu. Pacienti s asystolií mají výrazně horší prognózu ve srovnání s těmi, u nichž byla srdeční zástava způsobena defibrilovatelnými rytmy (31).

U nedefibrilovatelných rytmů neprovádíme podání výboje, proto je nezbytné okamžitě zahájit nebo pokračovat v KPR s důrazem na vysoce kvalitní komprese hrudníku v poměru 30:2.

Současně se doporučuje co nejdříve podat adrenalin, který podporuje srdeční aktivitu a zvyšuje šanci na obnovení oběhu. Každé dvě minuty se provádí kontrola srdečního rytmu. Pokud dojde ke změně na defibrilovatelný rytmus aplikujeme defibrilační výboj dle standardního postupu (29).

2.2.2 Zajištění průchodnosti dýchacích cest

Správné zajištění a udržení volných dýchacích umožňuje lepší plicní ventilaci a snižuje riziko aspirace žaludečního obsahu (32).

Jestliže pacient nemá problém s průchodností dýchacích cest a lze jej efektivně ventilovat pomocí samo-rozpínacího vaku s maskou, můžeme zavedení pokročilejších pomůcek odložit. Avšak využitím supraglotických pomůcek, či traechální intubací můžeme zvýšit míru přežití zachraňovaného (28, 33).

Při zajišťování dýchacích cest a zavedení pokročilé pomůcky by nemělo přerušit srdeční masáž déle než 5 sekund. Optimální ventilace během KPR by měla probíhat frekvencí 10 dechů za minutu, stlačování hrudníku se již nepřerušuje. Dodržení této frekvence pomáhá předejít hyperventilaci. Pro zajištění správné polohy dýchací pomůcky a kontrolu ventilace se doporučuje využití kapnometrie (32).

Během srdeční zástavy se doporučuje podávat maximální dostupnou koncentraci kyslíku. Vzhledem k tomu, že kyslík podporuje hoření, je nezbytné dbát zvýšené opatrnosti při defibrilaci během ventilace pacienta. Před podáním defibrilačního výboje je důležité sejmout kyslíkovou masku nebo nosní kyslíkové brýle a udržet zdroj kyslíku v bezpečné vzdálenosti – alespoň 1 metr od hrudníku pacienta, aby se předešlo riziku vzniku požáru. U pacientů napojených na uzavřený ventilační okruh se doporučuje okruh nerozpojovat, čímž se minimalizuje riziko úniku kyslíku mimo systém a zajišťuje bezpečný průběh ventilace (4, 29).

Používané pomůcky pro zajištění dýchacích cest

Volba techniky a pomůcek závisí na odborných zkušenostech zachránce a dostupnosti potřebného vybavení.

- **Samo-rozpínací vak s maskou**

Patří mezi základní metody, využívané jako první volba, pokud nejsou k dispozici pokročilejší pomůcky. Pro zlepšení ventilace lze využít kyslíkový rezervoár a PEEP ventil, které pomáhají optimalizovat přísun kyslíku a udržení pozitivního tlaku v dýchacích cestách (27).

- **Vzduchovody**

Oxygenace může být provedena pomocí ústního nebo nosního vzduchovodu a samo-rozpínacího vaku s maskou. Zároveň vzduchovody snižují riziko zvýšené insuflace do žaludku (32).

- **Supraglotické pomůcky**

Supraglotické pomůcky zahrnují laryngeální masku a laryngeální tubus. Tyto pomůcky se preferují v případech, kdy je intubace obtížná nebo pokud zachránce nemá dostatečné zkušenosti s jejím provedením (28, 32).

- **Tracheální intubace**

Jedná se o pokročilou metodu zajištění dýchacích cest, kterou provádí zkušený zdravotnický personál s dostatečnými zkušenostmi (absolvování alespoň 150 úspěšných intubací) (28, 29).

- **Video laryngoskopie**

Videolaryngoskopie zvyšuje úspěšnost intubace díky lepší vizualizaci hlasivkové štěrbiny, což usnadňuje zavedení endotracheální rourky. Je zvláště přínosná v případech obtížné intubace nebo pro méně zkušené kliniky (34).

- **Koniopunkce a koniotomie**

Tyto metody se využívá jako poslední možnost, pokud selžou všechny předchozí postupy zajištění dýchacích cest. Jedná se o přístup k dýchacím cestám přes přední část krku. Zárok spočívá v protnutí krikotyreoidní membrány průdušnice buď jehlou (koniopunkce), nebo chirurgickým řezem (koniotomie). Následně se zavede tracheální rourka, která umožní ventilaci pacienta a obnovení přísunu kyslíku (35).

2.2.3 Farmakoterapie

Pro úspěšné zahájení farmakoterapie během resuscitace je nezbytné zajistit adekvátní cévní přístup, který umožní rychlé a efektivní podání léků.

Intravenózní přístup (i.v.) je preferovanou metodou, avšak úspěšnost zavedení periferního žilního katétru během kardiopulmonální resuscitace může být obtížné a zpoždit podání léčiv. V případě, že i.v. přístup selže, je časově náročný nebo není proveditelný, se doporučuje intraoseální přístup (i.o.) jako další metoda. Jedná se o přístup s aplikací přímo do kostní dřeně. I.o. vstup je alternativní metoda a umožňuje aplikaci léků, které se rychle a účinně vstřebávají do systémové cirkulace (36).

Po každém podání léčivého přípravku je nezbytné propláchnout žilní vstup 20 ml krystaloidního roztoku (28).

Vazopresory

Adrenalin je klíčový vazopresor používaný ke zvýšení perfuzního tlaku a podpoře lepšího neurologického výsledku. U pacientů se srdeční zástavou a nedefibrilovatelným rytmem se doporučuje co nejrychlejší podání dávky 1 mg adrenalinu. Pro udržení účinku se dávka 1 mg opakuje každých 3–5 minut, dokud

resuscitace v rámci ALS pokračuje. U defibrilovatelného rytmu se 1 mg adrenalinu podává po třetím výboji (37).

Antiarytmika

Amiodaron je antiarytmikum určené k léčbě defibrilovatelných rytmů. První dávka 300 mg se podává po třetím neúspěšném defibrilačním výboji (současně s prvním podáním adrenalinu, který se rovněž aplikuje po třetím výboji). Pokud ani další defibrilace nevede k obnovení oběhu, následná druhá dávka 150 mg se aplikuje po pátém výboji (26, 28).

Lidokain v dávce 100 mg může sloužit jako alternativa v případě, že amiodaron není dostupný, nebo pokud bylo rozhodnuto o jeho použití namísto amiodaronu. Po pátém neúspěšném defibrilačním výboji podáme další bolus v poloviční dávce 50 mg (29).

Trombolytické léky

Tromboembolické příčiny zahrnují zejména akutní koronární syndrom způsobený trombózou koronárních tepen a masivní plicní embolií, která je zároveň hlavní indikací pro podání trombolytické terapie. Na základě předpokládané příčiny zástavy oběhu se nejčastěji využívá podání alteplázy (Actilyse) (rt-PA) v dávce 50 mg intravenózně bolusově. Po aplikaci trombolytik se doporučuje pokračovat v resuscitaci po dobu 60–90 minut, protože návrat ROSC může nastat opožděně.

Přestože trombolytická léčba může být v těchto případech přínosná, je spojena s rizikem zvýšeného krvácení, a proto je její použití třeba individuálně zvážit (29, 38).

Tekutiny

Intravenózní nebo intraoseální tekutiny jsou podávány pouze, pokud je srdeční zástava důsledkem hypovolémie nebo existuje podezření, že k ní mohla přispět (29).

2.3 Ukončení resuscitace

Ukončení rozšířené resuscitace je výhradně v kompetenci lékaře. K jejímu ukončení dochází ve chvíli, kdy byly vyčerpány všechny dostupné možnosti a zároveň přetrvává izoelektrická linie na EKG po dobu 20 minut. Výjimku tvoří případy hypotermie, kdy resuscitace pokračuje, dokud tělesná teplota nedosáhne normálních hodnot. V případě návratu spontánního oběhu pokračujeme v poresuscitační péči (2, 39).

2.3.1 Poresuscitační péče

Poresuscitační péče je zahájena u stabilního ROSC. Úspěšnost ovlivňují faktory jako přítomnost defibrilovatelného rytmu, předchozí zdravotní stav pacienta a poskytnutí resuscitace svědky události. Tato péče se zahajuje bez ohledu na místo, kde k obnovení oběhu došlo. U pacientů po mimonemocniční srdeční zástavě se doporučuje zvážit transport do specializovaného centra pro léčbu srdeční zástavy (4, 39).

Mezi hlavní známky ROSC patří obnovení spontánního dýchání, které naznačuje návrat mozkové aktivity a funkce dýchacího centra. Dalším důležitým ukazatelem je výrazné zvýšení hodnoty EtCO₂, které odráží zlepšenou perfuzi a efektivnější okysličení tkání. Dalším důležitým faktorem je přítomnost organizovaného srdečního rytmu na monitoru (28).

Evropská rada pro resuscitaci ze svých sdělení doporučuje postupovat v poresuscitační péči dle hlavních pěti klíčových sdělení:

1. Postup po obnovení oběhu (ROSC)

Cílem je zajistit volné dýchací cesty a definitivní zajištění. Hodnoty SpO₂ udržujeme v rozmezí 94–96 %. Klíčovým opatřením je dosažení normovolemie a prevence hypotenze. Cílová hodnota systolického tlaku by měla být udržována nad 100 mm Hg, tím se zvýší pravděpodobnost příznivějšího neurologického výsledku (4, 39).

2. Urgentní srdeční katetrizace, urgentní PCI

V případě podezření na kardiální příčinu srdeční zástavy a přítomnosti elevací ST úseku na EKG je indikována urgentní katetrizace s možností okamžité PCI. U pacientů bez elevací ST by mělo být zváženo invazivní vyšetření v katetrizační laboratoři, zejména pokud je přítomna vysoká pravděpodobnost akutní koronární okluze, například v případě hemodynamické nebo elektrické nestability (41).

3. Použijte cílenou regulaci tělesné teploty u všech dospělých po resuscitaci

U pacientů, kteří po dosažení ROSC zůstávají v bezvědomí, se doporučuje cílená kontrola a udržení teploty v rozmezí 32–36 °C po dobu minimálně 24 hodin. Zároveň je nezbytné zabránit překročení tělesné teploty nad 37,5 °C po dobu 72 hodin. Studie neprokázaly výrazný přínos terapeutické hypotermie oproti normotermii (39).

4. Použijte multimodální neurologické prognózování

Neurologická prognostika po srdeční zástavě se provádí kombinací klinického vyšetření, ale také zobrazovací metody, biomarkery a elektrofyziologické testy. Výsledky těchto postupů pomáhají určit neurologické zotavení a tím přizpůsobit léčbu. Informace mohou být také důležité pro rodinu a blízké pacienta. Nepříznivou diagnózu může odhalit CT vyšetření. Díky jeho zobrazení diagnostikujeme přítomnost generalizovaného edému mozku, snížení poměru šedé a bílé hmoty. Rozsáhlé omezení difuze na MRI je také spojeno s nepříznivou diagnózou. Mezi důležité biomarkery patří neuron-specifická enoláza (NSE), jejíž hodnota přesahující 60 µg/L po 48–72 hodinách signalizuje vysoké riziko špatného neurologického výsledku (39, 41).

5. Vyhodnocení fyzického a psychického stavu a potřeba rehabilitace

Posouzení rozsahu fyzického a psychického postižení je důležité pro určení potřeby rehabilitační péče. U pacientů, kteří byli propuštěni z nemocnice, se doporučuje dlouhodobé sledování, ideálně po dobu minimálně tří měsíců. Během této doby se pravidelně hodnotí kognitivní funkce s cílem včas odhalit

případné neurologické poruchy. Důraz je také kladen na psychický stav pacienta, kde se sleduje emoční vývoj, přítomnost depresivních či úzkostných stavů nebo projevy posttraumatického stresu. Podpora je poskytována i rodinám pacientů, a to prostřednictvím edukace, poradenství a psychologické pomoci, která může usnadnit jejich adaptaci a návrat do běžného života (4).

Přestože standardizovaná poresuscitační péče představuje čtvrtý článek v řetězci přežití, úroveň dostupných důkazů podporujících jednotlivé aspekty této péče se liší a pohybuje se od velmi nízké až po střední míru spolehlivosti (40).

3. Fyzická aktivita a její vliv na poskytování KPR

V průběhu poskytování KPR je záchránce vystavován fyzicky i psychicky náročné činnosti, která klade vysoké požadavky na organismus. Během KPR dochází k výrazné fyzické zátěži, která ovlivňuje tepovou frekvenci, dechovou frekvenci i svalovou únavu. Tyto fyziologické změny mohou mít vliv na kvalitu a efektivitu prováděné resuscitace (42).

3.1 Vliv fyzické zátěže na tělesné funkce

Fyzická zátěž významně ovlivňuje základní tělesné funkce, především kardiovaskulární, dýchací a metabolický systém, a zároveň přispívá k rozvoji svalové únavy. Tyto změny se projevují při fyzické aktivitě a náročných činnostech, jako je poskytování KPR.

3.1.1 Kardiovaskulární systém

Fyzická zátěž ovlivňuje kardiovaskulární systém, který se během cvičení snaží udržet homeostázu. Kvůli zvýšené metabolické aktivitě kosterního svalstva zajišťuje oběhový systém transport O_2 a CO_2 a tím také pomáhá regulovat pH v tkáních.

S rostoucí fyzickou zátěží se zvyšuje i srdeční výdej, aby byly splněny vyšší metabolické požadavky. Srdeční výdej je množství krve, které srdce vypumpuje za jednu minutu, a vypočítává se jako tepová frekvence $\times$ tepový objem.

Pravidelné intenzivní aerobní cvičení vede k zvětšení srdce, zvýšené kontraktilitě myokardu a zvýšení celkového objemu krve. Tyto adaptace umožňují

větší plnění srdečních komor a zvýšení zdvihového objemu (ml/úder). Díky vyšší hustotě kapilár se také zlepšuje transport kyslíku do tkání během fyzické zátěže.

Při cvičení dochází k přesměrování krevního toku – více krve proudí do kosterního svalstva, zatímco se snižuje průtok gastrointestinálním traktem a renálním systémem.

Během cvičení se zvyšuje tělesná teplota, což snižuje schopnost oxyhemoglobinu vázat O_2 a zároveň usnadňuje odstranění CO_2 . Tento proces je dále podporován nižším pH a vyšší koncentrací CO_2 v krvi. Díky menší schopnosti oxyhemoglobinu vázat kyslík mohou červené krvinky efektivněji uvolňovat kyslík do svalů a zároveň lépe odvádět oxid uhličitý zpět do plic k jeho vyloučení. (49, 50).

3.1.2 Dýchací systém

Dýchací systém spolu s kardiovaskulárním systémem zajišťuje přísun O_2 do tkání a odstraňování CO_2 , čímž dochází k udržení rovnováhy krevních plynů a pH v organismu. Během fyzické zátěže jsou stimulována dýchací centra v mozkovém kmeni, a tím dochází ke zvýšení plicní ventilace. Tento proces je řízen rostoucí hladinou CO_2 . U dospělého člověka může ventilace při intenzivním cvičení přesáhnout 100 litrů vzduchu za minutu.

Oxid uhličitý je vedlejším produktem svalové činnosti. Většina CO_2 je transportována z aktivních tkání ve formě hydrogenuhličitanu, menší část se nachází rozpuštěná v plazmě nebo je vázána na hemoglobin jako karbaminohemoglobin.

V červených krvinkách se CO_2 pomocí enzymu karboanhydrázy přeměňuje na kyselinu uhličitou, která se dále rozkládá na vodíkové ionty a hydrogenuhličitan. Jakmile se hydrogenuhličitan dostane do plic, enzym karboanhydráza spustí zpětnou reakci, při níž se CO_2 uvolní a je následně vydechnut z těla.

Při vysoké intenzitě cvičení dochází k hyperventilaci, která je přirozenou reakcí těla na zvýšenou potřebu kyslíku a odstranění přebytečného CO_2 . Tento mechanismus pomáhá udržet stabilní krevní pH a zabraňuje acidóze, která by mohla negativně ovlivnit svalovou činnost a celkovou výkonnost (49, 50).

3.1.3 Metabolické požadavky a spotřeba kyslíku

Během intenzivního cvičení roste spotřeba kyslíku ($\text{VO}_2 \text{ max}$), ze kterého je tvořena energie ve formě adenosintrifosfátu (ATP). Při vyšší zátěži se však zapojuje anaerobní glykolýza, která vede ke zvýšené produkci laktátu. Nicméně zvýšená koncentrace laktátu není pouze důsledkem nedostatku kyslíku, ale spíše výsledkem rychlé produkce energie (glykolýzy) a nedostatečné mitochondriální kapacity pro odbourávání pyruvátu a nikotinamidadenin dinukleotidu (NADH) (50, 52).

ATP je klíčový pro svalovou kontrakci, nervový přenos i buněčný metabolismus. Lidské tělo denně hydrolyzuje 100 až 150 molů ATP, aby pokrylo energetické požadavky. Spotřeba ATP se během cvičení výrazně zvyšuje a jeho neustálá regenerace je zásadní pro udržení svalové práce (51).

Laktát je také důležitý metabolický meziprodukt, který se v mitochondriích využívá k dalšímu získávání energie. Vyrvalostní trénink může téměř zdvojnásobit množství mitochondrií ve svalech, což vede k efektivnějšímu využití kyslíku, nižší produkci laktátu a jeho rychlejšímu odstranění z organismu. Díky tomu je metabolismus svalů flexibilnější a dokáže lépe hospodařit s dostupnými substráty (52).

Při vyšší intenzitě cvičení dochází ke změnám v metabolismu – při nižší intenzitě tělo primárně využívá mastné kyseliny, zatímco při vyšší intenzitě přechází na sacharidy. Jakmile se zásoby glykogenu vyčerpají, organismus se více spoléhá na oxidaci tuků. Správná regulace metabolismu je klíčová pro vytrvalostní výkon, protože umožňuje efektivní využití dostupných energetických zásob.

Při intenzivní fyzické aktivitě také dochází ke změnám v krevním oběhu a termoregulačních procesech. Vyšší tělesná teplota aktivuje mechanismy ochlazování, jako je zvýšené pocení a redistribuce krevního průtoku do kůže, čímž se tělo brání přehřátí. Tento proces je energeticky náročný a dále zvyšuje metabolické požadavky organismu.

Celkově je produkce energie a využití kyslíku během cvičení ovlivněno intenzitou zátěže, množstvím mitochondrií a efektivitou odstranění laktátu (50, 52).

3.1.4 Svalová únava

Svalová únava nastává, když dodávka kyslíku a energie nestačí pokrýt nároky pracujících svalů. Snižuje se produkce ATP, oslabuje svalová kontrakce a klesá výkon. Hromadění laktátu a vodíkových iontů, které snižují pH svalů, inhibují enzymatické procesy a zhoršují tvorbu energie.

K únavě přispívá i zvýšená tělesná teplota a dehydratace. Omezený průtok krve do svalů narušuje jejich homeostázu a urychluje pokles výkonu. Na únavu má vliv i neuromuskulární aktivita. Omezený přísun energie nutí zapojit více motorických jednotek, a tím se zvyšuje nervová aktivita svalů a urychluje nástup únavy (50).

3.2 Únava záchránce během KPR

Fyzická únava záchránce významně ovlivňuje kvalitu poskytované KPR. S rostoucí únavou dochází ke nesprávné frekvenci a hloubce kompresí a tím snižuje kvalitu poskytované resuscitace. Studie prokázaly, že i po intenzivní fyzické aktivitě dochází k rychlejšímu vyčerpání záchránce, což vede ke zhoršení techniky stlačování hrudníku (42, 48).

Udržení správného rytmu a hloubky stlačování hrudníku je ohroženo zvýšenou tepovou a dechovou frekvencí, jak z dlouhotrvající resuscitace, tak i z fyzicky náročného výkonu, který resuscitaci předcházela (42).

3.2.1 Doporučená doba výměny záchránců při dlouhotrvající KPR

K vyčerpání záchránce dochází již po dvou minutách nepřetržité KPR, kdy se únava začne výrazně projevovat a ovlivňuje kvalitu resuscitace. Studie potvrzují, že v této fázi dochází k vysoké úrovni fyzického vyčerpání (měřeno Borgovou škálou vnímání námahy) (46).

Míra poklesu kvality KPR závisí na fyzické kondici záchránce. Výsledky ukazují, že po dvou minutách resuscitace se může hloubka kompresí snížit až o 12 mm. Po pěti minutách se úbytek kvality dále zvyšuje a dochází k výraznému narušení správné techniky a snížení frekvence kompresí hrudníku (43).

ERC 2021 a American Heart Association (AHA) doporučují střídání záchránců každé dvě minuty nebo dříve, pokud se projeví známky únavy. Dodržování pravidelné výměny pomáhá zabránit poklesu kvality resuscitace.

Podle ERC 2021 se kvalita kompresí hrudníku při dlouhodobém provádění KPR jedním zachráncem snižuje až o 20 % (4, 46).

Naopak, při střídání zachránců ve dvouminutových intervalech je možné udržet stálou kvalitu kompresí a zajistit vyšší efektivitu KPR (43).

3.3 Fyzická připravenost a její vliv na kvalitu resuscitace

Fyzická kondice zachránce je jedním z klíčových faktorů, které ovlivňují kvalitu KPR. Studie ukazují, že zachránci s vyšší fyzickou kondicí dokážou udržet správnou hloubku a frekvenci kompresí po delší dobu a méně podléhají únavě (43, 45).

Fyzicky náročná námaha bezprostředně před resuscitací může negativně ovlivnit její kvalitu. Bylo prokázáno, že poskytovatelé KPR, kteří před resuscitací absolvovali fyzickou zátěž (např. běh do schodů), poskytly méně kvalitnější komprese a frekvenci stlačování hrudníku ve srovnání se zachránci, kteří prováděli KPR v klidových podmínkách (43).

Kvalitu také ovlivňuje tělesná hmotnost a složení těla. Vyšší BMI zachránce je spojeno s efektivnějším prováděním KPR, protože těžší zachránci využívají vlastní tělesnou hmotnost k dosažení dostatečné hloubky kompresí. Výzkumy ukazují, že zachránci s vyšší svalovou hmotou, zejména v oblasti trupu a horních končetin, jsou schopni provádět účinnější komprese hrudníku s menší únavou (44, 45, 47).

Dalším faktorem ovlivňujícím výkon při KPR je úroveň fyzické aktivity. Studie zjistily, že zachránci s vyšší úrovní fyzické aktivity byli schopni provádět komprese hrudníku po delší dobu a vykazovali nižší míru únavy ve srovnání s méně aktivními jedinci (45).

3.3.1 Doporučení pro fyzickou přípravu poskytovatelů KPR

Během provádění KPR dochází k intenzivní svalové zátěži, zejména v oblasti horní poloviny těla. Pravidelná fyzická příprava pomáhá minimalizovat svalové vyčerpání, prodloužit výdrž zachránce a zajistit, aby si zachoval správnou techniku kompresí hrudníku po delší dobu (43, 47).

Jedním z klíčových aspektů fyzické přípravy je kardiovaskulární trénink, který zlepšuje aerobní kapacitu a pomáhá záchráncům udržet stabilní dechovou a tepovou frekvenci i během dlouhotrvající KPR. Aktivita jako běh, cyklistika nebo plavání přispívají ke zvýšení odolnosti vůči fyzické zátěži (46).

Stejně důležitý je také silový trénink, který má přímý vliv na kvalitu kompresí hrudníku. Výzkumy ukazují, že síla horní poloviny těla, zejména prsních, zádočných a břišních svalů, je úzce spojena s hloubkou a kvalitou stlačení hrudníku. Vyšší anaerobní síla a výkon v bench pressu byly identifikovány jako faktory, které pomáhají udržet dostatečnou hloubku kompresí po delší dobu. Pravidelným posilováním těchto svalových skupin může výrazně zlepšit efektivitu KPR a snížit únavu záchránce (47).

4. Simulace ve zdravotnictví

Simulace se historicky rozvíjela v letectví a vojenství, kde byla využívána k tréninku a certifikaci odborníků. Dnes je široce implementována v různých oborech včetně různých úrovních zdravotnického vzdělávání. Slouží k nácviku klinických dovedností bez přímého ohrožení pacienta.

Simulace je definována jako „napodobující reprezentace fungování jednoho systému nebo procesu prostřednictvím fungování jiného“. Ve zdravotnictví tím umožňuje napodobení reálných situací za kontrolovaných podmínek a využívá se pro širokou škálu lékařských i nelékařských profesí, kde je důležitým nástrojem pro vzdělávání a certifikaci odborníků.

K většímu důrazu a výraznému simulací a simulační výuky ve zdravotnictví došlo během pandemie SARS-CoV-2, neboť interakce studentů s pacienty byla omezená, tak byla využita tato metoda pro minimalizování šíření nákazy (56).

V případě nesprávně provedené simulace může dojít k nesplnění cílů výuky, nízké efektivitě, a dokonce psychickému stresu účastníků. Proto se klade důraz na školení pedagogů v používání simulačních metod a dodržování osvědčených postupů v každé fázi (56, 58).

4.1 Struktura simulace ve zdravotnictví

Pro efektivní výuku je důležité, aby simulace měla jasně definovanou strukturu, která zahrnuje několik konkrétních fází, kdy každá má svůj význam a přispívá efektivně do simulačního procesu.

1. Potřeby a cíle simulace

V první fázi je nutné identifikovat vzdělávací potřeby a požadavky účastníků. Důležitým krokem je stanovení a definování měřitelných cílů, ke kterým se využívají validní nástroje a metody, které zajišťují spolehlivost a konzistenci simulace.

2. Návrh scénáře

Vytvoření podrobného skriptového scénáře se zajistí konzistence a opakovatelnost simulace. Scénář obsahuje klíčové klinické momenty, které mají účastníci simulace řešit a lze je následně klinicky řešit a objektivně hodnotit.

3. Výběr a implementace technologie

Aby bylo dosaženo co největší realističnosti simulace je nutné zvolit vhodné technologie a prostředí. S výhodou je využít patientské simulátory, fyzické a materiální prvky. Před spuštěním simulace je vhodné provést pilotní testování, které může odhalit případné nedostatky (57).

4. Prebriefing

Prebriefing (přípravná fáze) předchází samotné simulaci, během ní jsou účastníci seznámeni s prostředím, cíli a očekáváními. Nedílnou součástí je vysvětlení pravidel simulace, scénáře a zásady bezpečného učení. Je důležité, aby si všichni účastníci ujasnili své role a úkoly. Součástí prebriefingu je také vytvoření tzv. „kontraktu fikce“. Zde dochází k dohodě mezi účastníky a organizátory, že simulace bude co nejvíce odpovídat realitě a účastníci k ní budou přistupovat s maximální seriózností (59).

5. Provedení simulace

Během realizace simulace aplikují účastníci své znalosti a dovednosti v praxi. Simulace je interaktivní a využívá různé úrovně věrnosti, během které lze využít kromě figurín i živých herců, kteří hrají roli pacientů (59).

6. Debriefing

Po ukončení simulace následuje debriefing, který slouží k reflexi a analýze výkonu účastníků. Během této fáze facilitátor společně s účastníky vede diskusi

o tom, co se podařilo a kde jsou možnosti zlepšení. V rámci zpětné vazby mají účastníci informace o tom, jaké kory byly správné a jak mohou zlepšit své dovednosti v budoucnu. Klíčovým aspektem je jejich aktivní zapojení do hodnocení výkonu (58).

7. Vyhodnocení a zlepšení simulace

Po ukončení celého výukového procesu je důležité analyzovat efektivitu simulace a její dopad na vzdělávací proces. Na základě získaných dat a zpětné vazby se provádí úpravy a vylepšení simulace, aby lépe odpovídala potřebám účastníků. Tento proces neustálého zdokonalování zajišťuje, že simulace bude i nadále efektivním nástrojem pro vzdělávání zdravotnických pracovníků (57).

4.2 Význam simulací v nácviku KPR

Jedním z klíčových prvků v rámci vzdělávání jsou simulace kardiopulmonální resuscitace, který umožňuje studentům i zkušeným zdravotníkům osvojit si nezbytné dovednosti v bezpečném a kontrolovaném prostředí. KPR je život zachraňující postup, jehož úspěšné provedení vyžaduje nejen teoretické znalosti, ale především praktickou zručnost a schopnost týmové spolupráce.

Studie prokázaly, že studenti, kteří absolvovali simulační výcvik KPR, dosahují vyšší úrovně znalostí a lepší praktické připravenosti ve srovnání s těmi, kteří se učili pouze teoreticky (53).

Během simulací KPR se využívají realistické modely pacientů, odpovídající klinické scénáře, simulaci stresu a nácvik týmové komunikace. Jedním z hlavních přínosů simulace KPR je možnost bezpečného a opakovaného nácviku, který neohrožuje pacienta. Účastníci mohou získat okamžitou zpětnou vazbu na svůj výkon a ihned provést potřebné korekce, čímž se jejich dovednosti efektivně zlepšují (54).

Podpora týmové spolupráce patří také mezi klíčové prvky KPR, které v simulační výuce probíhají již od rozdělení rolí v dané situaci, tak i jasné komunikaci mezi členy týmu.

Tradičně se KPR vyučovala v učebnách nebo simulačních laboratořích, ale stále častěji se trénuje přímo v reálném pracovním prostředí. Nacvičování resuscitace na skutečných klinických pracovištích usnadňuje zdravotníkům nacvičovat resuscitaci v reálných podmínkách a tím zvyšuje jejich adaptaci

a jistotu. Trénink v autentickém prostředí také umožňuje práci s běžným zdravotnickým (55).

Moderní simulace KPR využívají pokročilé figuríny, které jsou schopné napodobovat různé fyziologické reakce pacienta, včetně změn srdečního rytmu nebo odpovědi na podanou léčbu. Tyto figuríny umožňují zdravotníkům nacvičovat nejen samotnou techniku resuscitace, ale i rozhodovací procesy související s péčí o kriticky nemocného pacienta (54). Významnou roli hrají také zpětnovazební zařízení, která monitorují kvalitu prováděných kompresí hrudníku a ventilace. Díky této objektivní zpětné vazbě mohou účastníci upravit svůj výkon a zajistit správnou techniku resuscitace (46).

Kromě tradičních pomůcek se stále více uplatňují virtuální simulace a rozšířená realita, které simulují krizové situace. Tato technologie poskytuje realistické a přizpůsobitelné prostředí, ve kterém mohou účastníci procvičovat resuscitační postupy bez nutnosti použití fyzických figurín (54).

II. Praktická část

Empirická část diplomové práce je kvantitativní experimentální studie s prvky intervenčního designu, která se zaměřuje na analýzu vlivu fyzické zátěže na kvalitu prováděné KPR ve srovnání s KPR bez fyzické zátěže.

5. Cíl, výzkumné otázky a hypotézy.

Cílem této diplomové práce je analyzovat změny ve frekvenci, hloubce stlačování a dostatečného uvolňování hrudníku při simulované resuscitaci před a po standardizované fyzické zátěži.

5.1 Výzkumné otázky

Výzkumná otázka č.1:

- Jak se mění frekvence, hloubka kompresí a úroveň uvolnění hrudníku po standardizované fyzické zátěži?

Výzkumná otázka č.2:

- Ovlivňuje fyzická zátěž celkovou úspěšnost provedené simulované resuscitace?

Výzkumná otázka č.3:

- Existuje souvislost mezi fyzickou kondicí záchránce a změnou kvality KPR po zátěži?

5.2 Hypotézy

Hypotéza č.1:

- **H1:** Průměrná úspěšnost simulované resuscitace je nižší po fyzické zátěži než bez ní.

Hypotéza č.2:

- **H2a:** Průměrná hloubka komprese hrudníku je po fyzické zátěži nižší než bez zátěže.
- **H2b:** Průměrná hloubka komprese hrudníku je po fyzické zátěži nižší než doporučených 50 mm.

Hypotéza č.3:

- **H3a:** Průměrná frekvence kompresí hrudníku po fyzické zátěži je vyšší než bez zátěže.
- **H3b:** Průměrná frekvence kompresí hrudníku po fyzické zátěži je vyšší než doporučených 120 komp./min.

Hypotéza č.4:

- **H4:** Úroveň uvolnění hrudníku mezi kompresemi bude nižší po fyzické zátěži.

Hypotéza č.5:

- **H5:** Respondenti s vyšší frekvencí pravidelné fyzické aktivity budou vykazovat menší pokles kvality kompresí po zátěži.

6 Metodika výzkumu

Výzkum probíhal v budově A 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v předem domluvených učebnách a simulačním centru.

Simulace resuscitace byla navržena v souladu s doporučeními Evropské resuscitační rady z roku 2021, která doporučuje střídání zachránců každé dvě minuty. Z tohoto důvodu byla i v rámci mého výzkumu stanovena stejná délka provádění hrudních kompresí. Experiment probíhal ve dvou samostatných termínech a zaměřoval se výhradně na provádění hrudních kompresí bez ventilace nemocného.

7 Sběr dat

Sběr dat probíhal v několika předem domluvených termínech během měsíce ledna a února roku 2025, přičemž každý účastník se zúčastnil dvou domluvených setkání. Každý termín simulace byl uskutečněn v jiný den, aby se minimalizoval vliv předchozí zkušenosti účastníků na sbíraná data.

V prvním termínu účastníci nejprve vyplnili dotazník (viz Příloha č. 1), který shromažďoval informace o jejich věku, fyzické kondici, frekvenci sportovní aktivity a předchozích zkušenostech s KPR. Následně prováděli KPR bez fyzické zátěže v klidových podmínkách po dobu dvou minut bez přerušení.

Druhý termín zahrnoval simulaci KPR po předchozí fyzické zátěži. Účastníci nejprve absolvovali výběh tří pater (72 schodů) se zátěží (resuscitační batoh o celkové hmotnosti 16,8 kg). Bezprostředně po dokončení výběhu byla provedena dvouminutová simulace KPR bez přerušení. Pro komplexní srovnání byla u účastníků měřena tepová frekvence před a po každé simulaci, aby bylo možné vyhodnotit fyziologickou reakci na zátěž.

Pro získání dat KPR byl využit simulační model Resusci Anne QCPR (Laerdal), který umožňuje zaznamenávání klíčových parametrů, jako je frekvence a hloubka kompresí hrudníku, správnost uvolnění hrudníku a další důležité faktory. Tepová frekvence účastníků byla monitorována pomocí pulzního oxymetru ChoiceMMed OxyWatch MD300C29. Po dokončení sběru dat byla získaná měření převedena do Microsoft Excel, kde byly vytvořeny přehledné tabulky a grafy pro vizualizaci a další interpretaci výsledků. Pro statistické testy byla využita knihovna statsmodels ve verzi 0.14.4.

8 Sledovaný soubor

Výzkumu se zúčastnilo 57 osob, avšak kvůli nedokončení některých testů bylo do závěrečné analýzy zahrnuto 49 účastníků. Věk účastníků byl od 18 do 51 let. Výzkum byl zaměřen na first respondery, tedy osoby proškolené v poskytování KPR. Mezi účastníky patřili studenti zdravotnických oborů (všeobecné lékařství, všeobecné ošetřovatelství, intenzivní péče), všeobecné sestry, sestry intenzivní péče, záchranáři a lékaři.

Všichni účastníci byli před zahájením výzkumu proškoleni o jeho průběhu a byli seznámeni s cílem zjistit vliv fyzické zátěže na kvalitu provádění KPR. Aby se předešlo zkreslení výsledků, nebyli informováni o tom, že budou sledovány konkrétní parametry, jako je hloubka, frekvence kompresí a úroveň uvolnění hrudníku.

9 Etické aspekty

Účast ve výzkumu byla zcela dobrovolná, přičemž účastníci měli právo kdykoliv odstoupit bez jakýchkoliv následků. Při sběru a zpracování dat byla dodržena anonymita, kdy každý účastník byl identifikován pouze pomocí identifikačního kódu.

Během výzkumu byl kladen zvláštní důraz na bezpečnost účastníků během fyzické zátěže. Po dokončení každé simulace KPR jim byla v případě potřeby poskytnuta pauza na regeneraci.

10 Výsledky

10.1 Popis souboru

Výzkumného šetření se zúčastnilo celkem 57 respondentů, ale úspěšně jej dokončilo 49 respondentů (8 účastníků neabsolvovalo druhý termín simulace). Základní demografická charakteristika účastníků (pohlaví, věk, váha, výška, sportovní aktivita, zkušenosti s KPR) je uvedena v tabulce č. 1.

Souhrnná demografická tabulka

Tabulka č. 1: Demografické údaje

Kategorie		Hodnota	Kategorie		Hodnota
Věk	20 - 29 let	37 osob (75,5 %)	Sport	aktivně	32 osob (65,3 %)
	30 - 39 let	6 osob (12,2 %)		neaktivně	17 osob (34,7 %)
	40 - 49 let	4 osoby (8,2 %)	Fyzická kondice	podprůměrná	10 osob (20,4 %)
	50 a více let	2 osoby (4,1 %)		průměrná	29 osob (59,2 %)
Průměrná výška		176 cm		nadprůměrná	9 osob (18,4 %)
Průměrná hmotnost		74,8 kg		vysoce nadprůměrná	1 osoba (2 %)
Pohlaví	ženy	25 účastnic (51 %)	Zkušenosti s KPR	1-2x	3 osoby (6,1 %)
	muži	24 účastníků (49 %)		3-5x	6 osob (12,2 %)
				6-9x	7 osob (14,3 %)
				Více než 10x	10 osob (67,3 %)

Zdroj: vlastní zpracování

Průměrný věk respondentů činil 27 let, přičemž se jejich věk pohyboval v rozmezí od 20 do 51 let. Do věkové kategorie 20–29 let spadalo 37 osob (75,5 %), 6 osob (12,2 %) bylo ve věku 30–39 let, 4 osoby (8,2 %) ve věku 40–49 let a 2 osoby (4,1 %) byly starší 50 let a více. Z hlediska pohlaví bylo složení vzorku téměř vyrovnané – 25 žen (51 %) a 24 mužů (49 %).

Z pohledu sportovní aktivity uvedlo 32 respondentů (65,3 %), že se aktivně věnují sportu či fyzické aktivitě, zatímco 17 osob (34,7 %) sportuje jen minimálně

nebo vůbec. Subjektivní sebehodnocení fyzické kondice uvedli účastníci následovně: 10 respondentů (20,4 %) ji označilo jako podprůměrnou, 29 osob (59,2 %) jako průměrnou, 9 účastníků (18,4 %) ji hodnotilo jako nadprůměrnou a 1 respondent (2 %) se zařadil do kategorie vysoce nadprůměrné.

Co se týče předchozí praktické zkušenosti s kardiopulmonální resuscitací na figuríně, 3 osoby (6,1 %) uvedly absolvování 1–2 nácviků, 6 respondentů (12,2 %) mělo zkušenost s 3–5 opakováními, 7 osob (14,3 %) absolvovalo 6–9 cvičení a 33 účastníků (67,3 %) se účastnilo více než deseti praktických nácviků.

10.2 Výsledky měření před a po fyzické zátěži

Celková úspěšnost simulované resuscitace

Součástí hodnocení výkonnosti účastníků bylo posouzení celkové úspěšnosti provedené simulované KPR před a po standardizované fyzické zátěži.

Uvedená procentuální úspěšnost je vygenerovaná hodnota v systému Laerdal QCPR, která vyjadřuje celkovou kvalitu provedené resuscitace na základě několika parametrů: hloubky a frekvence kompresí, úplnosti uvolnění hrudníku, správného umístění rukou, počtu stlačení a poměru času aktivní komprese. Výsledné skóre (0-100 %) ukazuje, jak moc se provedení resuscitace shoduje s doporučenými postupy podle současných směrnic (13).

Graf č. 1: Srovnání celkové úspěšnosti



Zdroj: vlastní zpracování

Ve fázi bez fyzické zátěže dosáhli účastníci průměrné úspěšnosti 77,4 %, přičemž medián činil 90 %. Směrodatná odchylka byla 29,0 % a interkvartilové rozpětí dosáhlo 29,0 %. Minimální zaznamenaná hodnota byla 0 % s tím, že tato

extrémně nízká hodnota, patří k pěti odlehlým bodům, které byly pravděpodobně způsobeny chybným umístěním rukou – přístroj je takto vyhodnotil při automatickém záznamu.

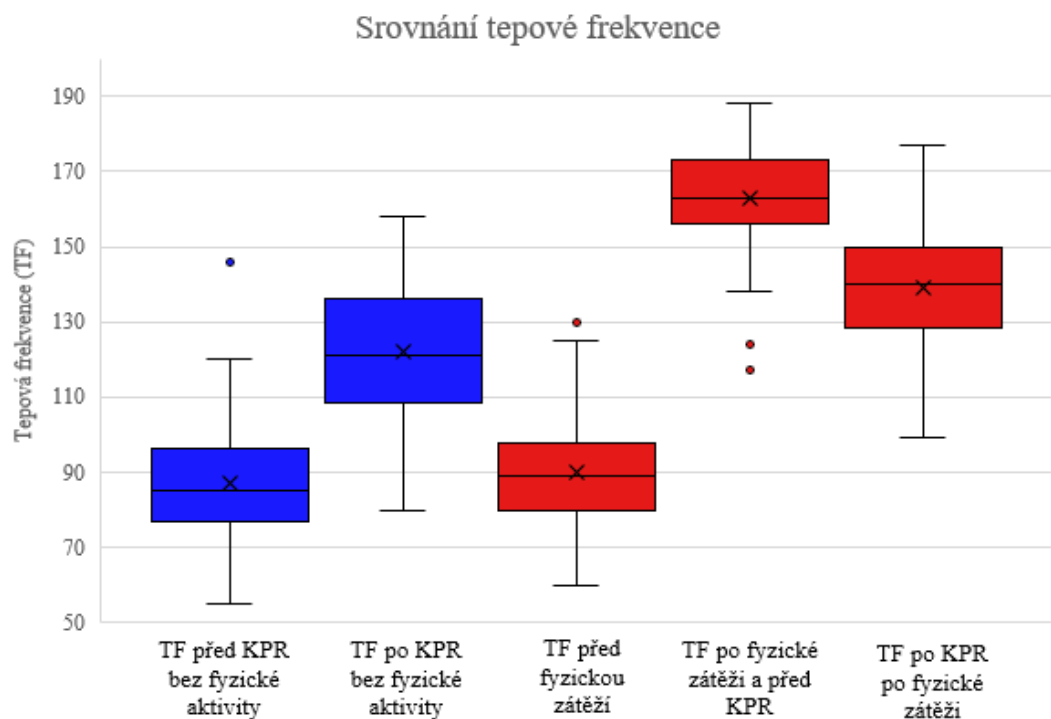
Ve fázi po fyzické zátěži dosahovala průměrná úspěšnost hodnoty 72,8 % medián zůstal na stejné hodnotě 90 %, jako ve fázi bez zátěže. Směrodatná odchylka vzrostla na 32,4 %, interkvartilové rozpětí dosáhlo 53,0 %. Nejnížší zaznamenaná hodnota byla 0 % a nejvyšší 99 %.

Ve statistickém srovnání došlo k výsledné p-hodnotě 0,154, která vypovídá, že rozdíl mezi úspěšností bez fyzické zátěže a po ní není statisticky významný.

Změna tepové frekvence

V rámci výzkumného šetření byla sledována tepová frekvence (TF) zachránce. Cílem bylo zachytit její vývoj v průběhu jednotlivých fází resuscitace a fyzické zátěže. V prvním termínu byla TF měřena bez předešlé fyzické aktivity – konkrétně před samotnou simulovanou KPR a bezprostředně po jejím ukončení. Ve druhém termínu bylo měření zaznamenáno nejprve před samotnou fyzickou aktivitou, následně ihned po jejím ukončení, poté bez prodlení následovalo provedení simulované KPR, po jejímž dokončení bylo provedeno poslední měření TF.

Graf č. 2: Srovnání tepové frekvence



Zdroj: vlastní zpracování

Výsledky měření jsou znázorněny na grafu č. 2. Nejnižší průměrná TF byla zaznamenána před provedením KPR bez zátěže, a to 86,9 tepů/min, kdy minimální hodnota naměřená hodnota činila 55 tepů/min, maximální 146 tepů/min, směrodatná odchylka dosahovala hodnoty 15,7 tepů/min. Po ukončení KPR bez zátěže byla průměrná TF 122 tepů/min, minimální hodnota 80 tepů/min, maximální byla naměřena 158 tepů/min a směrodatná odchylka činila 18,2 tepů/min.

Ve druhém termínu, před samotnou fyzickou aktivitou, byla průměrná TF 90,0 tepů/min, minimální 60 tepů/min, maximální 130 tepů/min a směrodatná odchylka 14,4 tepů/min. Po jejím dokončení a bezprostředně před následnou KPR byla průměrná TF nejvyšší – 162,7 tepů/min, minimální hodnota 117 tepů/min, maximální 188 tepů/min a směrodatná odchylka 15,4 tepů/min. Po ukončení KPR, která následovala po fyzické zátěži, byla průměrná TF 139,1 tepů/min s minimální hodnotou 99 tepů/min, maximální 177 tepů/min a směrodatnou odchylkou 18,3 tepů/min.

Při vyhodnocení změn TF mezi jednotlivými fázemi došlo ke statisticky významným rozdílům.

Po KPR bez předchozí fyzické zátěže TF výrazně vzrostla ve srovnání s hodnotami před zahájením simulované KPR. Po absolvování fyzické zátěže došlo k zvýšení TF oproti stavu před jejím zahájením. Kombinace fyzické zátěže a následné KPR vedla ke zvýšení TF oproti hodnotám naměřeným před samotnou fyzickou aktivitou. Výrazný rozdíl byl zaznamenán také mezi TF před KPR bez zátěže a TF po KPR, která následovala po fyzické zátěži.

Ve všech případech byla hodnota $p < 0,001$, která potvrzuje statistickou významnost těchto rozdílů.

Poloha rukou během resuscitace

Graf č. 3: Srovnání správné polohy rukou



Zdroj: vlastní zpracování

Graf č. 3 ukazuje, jak byly ruce během celé KPR umístěny správně. V obou fázích měření byl zaznamenán medián 100 %. Průměrné hodnoty činily 94,8 % před zátěží a 96,0 % po zátěži. Směrodatná odchylka byla v obou případech relativně nízká – 19 % před zátěží a 17,7 % po ní, IQR bylo v obou případech rovno 0.

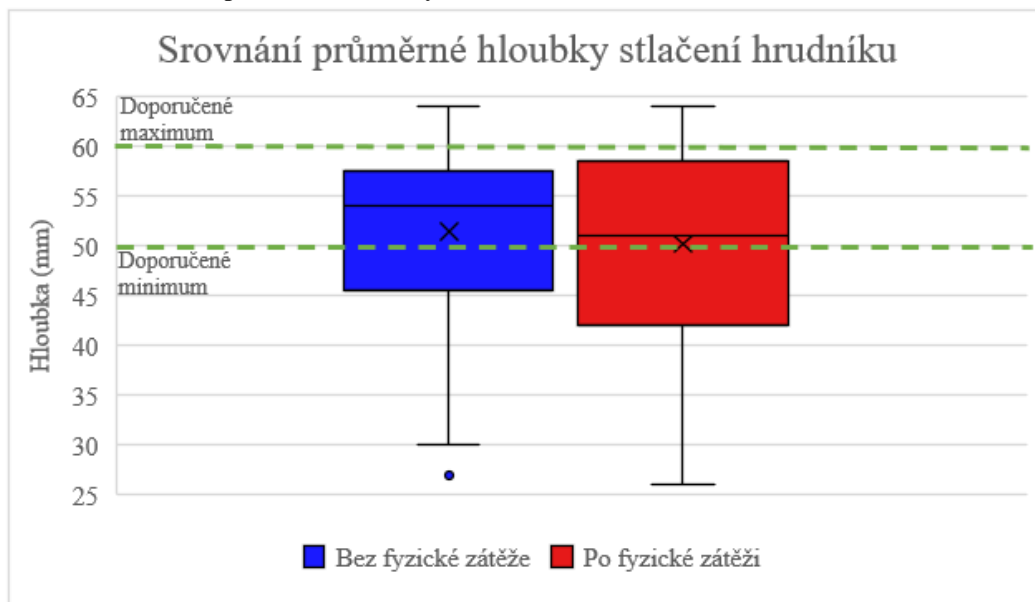
Ve fázi bez fyzické zátěže dosáhlo správného umístění rukou 44 účastníků (90 %) ve 100 % prováděných kompresí, zatímco po fyzické zátěži tento výsledek dosáhlo 46 účastníků (94 %)

Statistická analýza neprokázala významný rozdíl ($p = 0,767$) v porovnání polohy rukou během simulované KPR, jak bez fyzické zátěže, tak i po ní.

Hloubka kompresí hrudníku

V parametru hloubky kompresí hrudníku byla měřena hloubka jednotlivých stlačení hrudníku, ze které byla následně vypočítána průměrná hodnota v milimetrech.

Graf č. 4: Srovnání průměrné hloubky stlačení hrudníku



Zdroj: vlastní zpracování

Před provedením fyzické zátěže byla zaznamenána průměrná hloubka stlačení hrudníku 51,5 mm se směrodatnou odchylkou 8,8 mm. Naměřené průměrné hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 27 mm do 64 mm.

Po absolvování fyzické aktivity činila průměrná hodnota 50,2 mm, přičemž směrodatná odchylka byla 9,7 mm a zaznamenaná nejnižší průměrná hloubka 34 mm a maximální 64 mm.

Průměrná hloubka komprese hrudníku po fyzické zátěži byla statisticky významně nižší než bez předchozí zátěže ($p = 0,0487$). Naopak při porovnání průměrné hodnoty po fyzické zátěži s doporučenou minimální hloubkou 50 mm nebyl rozdíl statisticky významný ($p = 0,5584$).

Úroveň uvolnění hrudníku

V rámci hodnocení kvality prováděné kardiopulmonální resuscitace byla sledována míra dostatečného uvolnění hrudníku v procentech. Uvedený údaj vyjadřuje podíl stlačení, při kterých bylo během celé simulované resuscitace dosaženo úplného uvolnění hrudníku.

Graf č. 5: Srovnání úrovně uvolnění hrudníku



Zdroj: vlastní zpracování

Před fyzickou zátěží dosáhli účastníci mediánové hodnoty 94 %. IQR činilo 39 %, minimální hodnota byla 4 % a maximální 100 %. Po fyzické zátěži se medián snížil na 91 %, IQR dosáhl 42 %, minimum kleslo až na 0 % a maximum zůstalo na 100 %.

V podmínkách bez fyzické zátěže nedosáhlo doporučené úrovně uvolnění hrudníku alespoň v 80 % kompresí 9 účastníků (18,4 %). Po fyzické zátěži tento počet stoupl na 11 respondentů (22,4 %).

Při statistickém porovnání nedošlo ke staticky významnému rozdílu ($p = 0,3878$), že by úroveň uvolnění hrudníku mezi kompresemi po fyzické zátěži byla nižší než bez fyzické zátěže.

Úroveň stlačení hrudníku

V tomto případě byl sledován parametr, který vyjadřuje, v kolika procentech všech kompresí se podařilo udržet doporučenou hloubku stlačení hrudníku v rozmezí 50 až 60 mm. Uvedená procentuální hodnota tedy představuje podíl kompresí, při nichž bylo dosaženo odpovídající hloubky.

Boxplotový graf (Graf č. 6) znázorňuje rozložení míry dostatečného stlačování hrudníku v procentech před a po fyzické zátěži.

Graf č. 6: Srovnání úrovně stlačení hrudníku



Zdroj: vlastní zpracování

Před fyzickou zátěží činila mediánová hodnota 89 %, IQR dosahovalo 76 %. Nejnižší zaznamenaná hodnota byla 0 %, maximální 100 %. Po absolvování fyzické zátěže se medián snížil na 76 % a IQR vzrostl na 93 %.

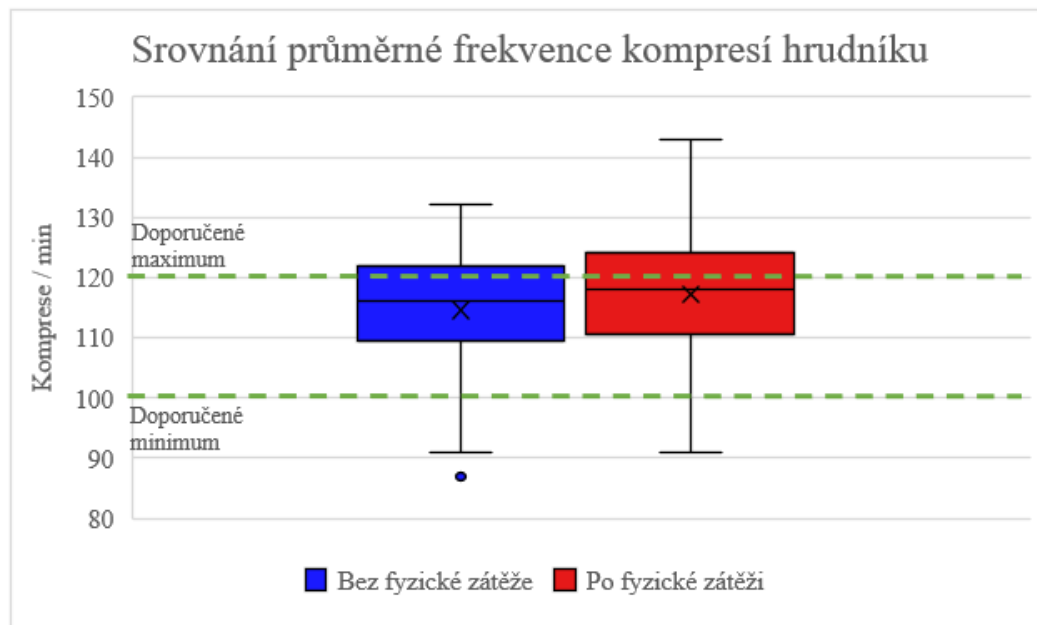
Před fyzickou zátěží dosáhlo alespoň 80 % kompresí s dostatečným stlačením hrudníku 32 účastníků (65,3 %). Po zátěži tento počet klesl na 28 osob (57,1 %).

Míra dostatečného stlačování hrudníku po fyzické zátěži byla nižší než v porovnání s KPR bez fyzické zátěže, rozdíl však nebyl statisticky významný ($p = 0,124$).

Frekvence kompresí

Měření frekvence kompresí se zaměřovalo na průměrný počet kompresí hrudníku provedených za minutu během celé simulované resuscitace.

Graf č. 7: Srovnání průměrné frekvence kompresí hrudníku



Zdroj: vlastní zpracování

Ve fázi před zátěží činila mediánová hodnota frekvence kompresí 116 stlačením/min a IQR 12 stlačením/min, zatímco po zátěži medián vzrostl na 118 stlačením/min a IQR 13 stlačením/min. Průměrné hodnoty byly obdobné 114,6 stlačením/min před zátěží a 117,2 stlačením/min po zátěži. Směrodatná odchylka dosahovala před zátěží 9,94 stlačením/min a po zátěži 9,67 stlačením/min. Interkvartilové rozpětí činilo 12 stlačením/min před zátěží a 13 stlačením/min po zátěži.

Při analýze dat z první fáze měření před fyzickou zátěží bylo zjištěno, že 33 účastníků (67,3 %) provádělo komprese ve správném rozmezí. 13 respondentů (26,5 %) překročilo doporučenou horní hranici a 3 osoby (6,1 %) nedosáhly minimální doporučené hodnoty. Ve fázi po fyzické zátěži byla frekvence v doporučeném intervalu zaznamenána u 30 účastníků (61,2 %). 18 osob (36,7 %) provedlo komprese s frekvencí vyšší než 120 za minutu a pouze 1 účastník (2,0 %) dosáhl hodnoty nižší než 100 za minutu.

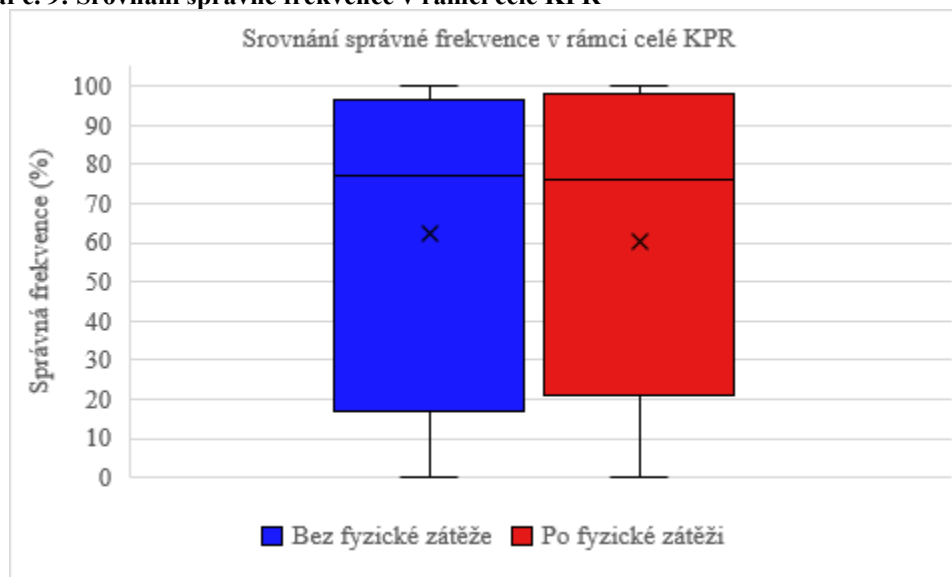
Průměrná frekvence kompresí hrudníku po fyzické zátěži byla statisticky významně vyšší než bez zátěže ($p = 0,0312$).

Při porovnání s doporučenou horní hranicí 120 kompresí za minutu však rozdíl nebyl statisticky významný ($p = 0,9749$).

Správná frekvence během resuscitace

Toto měření se zabývalo tím, jak velká část celé resuscitace probíhala ve správném frekvenčním rozmezí. Tedy kolik procent všech kompresí bylo provedeno v doporučené rychlosti 100-120 stlačení za minutu.

Graf č. 9: Srovnání správné frekvence v rámci celé KPR



Zdroj: vlastní zpracování

Při hodnocení správné frekvence stlačování hrudníku byla před fyzickou zátěží zaznamenána mediánová hodnota 77 % a IQR hodnota vyšla na 78 %, zatímco po fyzické zátěži klesla mediánová hodnota mírně na 76 % a IQR 76 %.

Průměrná hodnota před zátěží dosahovala 62,4 %, směrodatná odchylka dosahovala hodnoty 37,6 %, po zátěži činila průměrná hodnota 60,1 % a směrodatná odchylka činila 39,2 %.

Před fyzickou zátěží dosáhlo alespoň 80 % kompresí v doporučené frekvenci 24 respondentů (49,0 %), po zátěži 23 účastníků (46,9 %). Naopak méně než 50 % správně provedených kompresí mělo před zátěží 15 respondentů (30,6 %) a po zátěži 20 účastníků (40,8 %).

Správná frekvence kompresí po fyzické zátěži byla nižší než před zátěží, rozdíl však nebyl statisticky významný ($p = 0,713$).

10.3 Porovnání a vztahy mezi proměnnými

Ve srovnání vztahů mezi proměnnými jsou prezentována data kvality prováděné simulované KPR ve srovnání dle věku, pohlaví, BMI, úrovně fyzické aktivity, subjektivního hodnocení kondice a počet absolvovaných praktických nácviků. Vzhledem k malému rozsahu výzkumnému souboru v některých skupinách nebyla provedena statistická analýza a výsledky jsou interpretovány pouze popisně.

Srovnání věkových kategorií

Tabulka č. 2: Srovnání věkových kategorií

	Úspěšnost (%)		Poloha rukou (%)		Průměrná hloubka stlačení (mm)		Uvolnění hrudníku (%)		Dostatečné stlačování hrudníku (%)		Průměrná frekvence (komp./min)		Frekvence během celé KPR (%)	
	Medián	IQR	Průměr	SD	Průměr	SD	Medián	IQR	Medián	IQR	Průměr	SD	Medián	IQR
20-29 let														
Bez fyzické zátěže	90	23	95,14	18,55	52,7	8,13	97	11	94	74	113,92	9,89	88	79
Po fyzické zátěži	92	51	96,86	16,58	50,65	10,26	91	45	83	92	116,78	8,94	62	75
30-39 let														
Bez fyzické zátěže	68	62,25	87,83	29,8	46,33	9,2	91,5	9,25	30,5	77,75	113,17	8,91	72	30,25
Po fyzické zátěži	52	34,25	87,67	30,21	47,33	7,09	95	16,75	30,5	63,75	114,83	12,42	87,5	44,75
40-51 let														
Bez fyzické zátěže	95,5	17,25	100	0	49,33	11,74	50	87	89	42,25	120,33	10,98	36	78,5
Po fyzické zátěži	97	39	98,67	3,27	50,33	8,94	49,5	39	97,5	51,25	122,33	11,31	74	73,75

Zdroj: vlastní zpracování

Věková skupina 20–29 let zahrnovala celkem 37 účastníků (75,5 %), skupina 30–39 let 6 účastníků (12,2 %) a skupina 40–51 let rovněž 6 (12,2 %) účastníků.

V nejrozšířenější věkové skupině 20–29 let dosáhli účastníci mediánu úspěšnosti 90 % před zátěží a 92 % po zátěži. Průměr hloubky kompresí činil 52,7 mm bez zátěže a 50,65 mm po zátěži. Úroveň uvolnění hrudníku dosahovala mediánu 97 % před zátěží a 91 % po zátěži, přičemž medián podílu dostatečného stlačování činil 94 % bez zátěže a 83 % po ní. Průměrná frekvence kompresí se pohybovala okolo 114 komp./min před zátěží a 117 komp./min po zátěži. Medián frekvence v doporučeném rozmezí byl 88 % před zátěží a 62 % po zátěži.

U účastníků ve věku 30–39 let byl zaznamenán medián úspěšnosti 68 % bez zátěže a 52 % po ní. Hloubka kompresí dosahovala průměrné hodnoty 46,3 mm bez zátěže a 47,3 mm po ní. Medián uvolnění hrudníku činil 91,5 % před a 95 % po zátěži. Podíl dostatečného stlačování se pohyboval kolem 77,75 % bez zátěže a

66,3 % po zátěži. Medián podílu frekvence v doporučeném rozmezí byl 72 % před zátěží a 44,75 % po ní.

V nejstarší skupině 40–51 let dosahovali účastníci mediánu úspěšnosti 95,5 % před zátěží a 97 % po ní. Průměrná hloubka stlačení hrudníku činila 49,3 mm bez zátěže a 50,3 mm po zátěži. Medián uvolnění hrudníku byl 50 % bez zátěže

a 49,5 % po zátěži. Podíl dostatečného stlačování dosahoval hodnot 87,5 % bez zátěže a 97,5 % po ní. Průměrná frekvence činila 122,3 komp./min po zátěži. Medián podílu správné frekvence byl 78,5 % před zátěží a 73,75 % po zátěži.

Srovnání pohlaví

Tabulka č. 3: Srovnání pohlaví

	Úspěšnost (%)		Poloha rukou (%)		Průměrná hloubka stlačení (mm)		Uvolnění hrudníku (%)		Dostatečné stlačování hrudníku (%)		Průměrná frekvence (komp./min)		Frekvence během celé KPR (%)	
	Medián	IQR	Průměr	SD	Průměr	SD	Medián	IQR	Medián	IQR	Průměr	SD	Medián	IQR
Muži														
Bez fyzické zátěže	97	9,75	92,5	22,76	55,96	5,37	98	38,25	99	5,25	112,7	8,7	89	44,25
Po fyzické zátěži	98,5	7,75	91,75	24,81	56,17	5,47	88,5	45,75	99	12,5	115,79	7,2	96	57,25
Ženy														
Bez fyzické zátěže	76	39	97,08	14,6	47,24	9,44	92	44	47	78	116,44	10,87	67	81
Po fyzické zátěži	48	57	100	0	44,48	9,43	97	36	7	68	118,6	11,54	48	80

Zdroj: vlastní zpracování

V souboru je analyzováno 49 respondentů, z toho 24 mužů a 25 žen. Mediánová úspěšnost u mužů dosahovala před zátěží 97 % a po zátěži 98,5 %. U žen došlo po fyzické zátěži k poklesu ze 76 % na 48 %. Medián správného umístění rukou u žen byl ve fázi po fyzické zátěži 100 %, u mužů mírně nižší (91,75 %). Průměrná hloubka kompresí činila u mužů před zátěží 55,96 mm a po zátěži 56,17 mm, zatímco u žen došlo k poklesu z 47,24 mm na 44,48 mm.

U úrovně uvolnění hrudníku se u mužů medián snížil z 98 % na 88,5 %, u žen naopak mírně vzrostl z 92 % na 97 %. U dostatečného stlačování hrudníku byl medián u mužů konstantní (99 %), u žen poklesl z 47 % na 7 %.

Průměrná frekvence kompresí za minutu dosahovala u mužů před zátěží hodnoty 112,7 a po zátěži 115,79. U žen byla frekvence vyšší, a to 116,44 před zátěží a 118,6 po zátěži. U parametru správné frekvence v % byl medián u mužů 89 % a po zátěži 96 %, u žen došlo k poklesu z 67 % na 48 %.

Srovnání BMI

Tabulka č. 4: Srovnání BMI

	Úspěšnost (%)		Poloha rukou (%)		Průměrná hloubka stlačení (mm)		Uvolnění hrudníku (%)		Dostatečné stlačování hrudníku (%)		Průměrná frekvence (komp./min)		Frekvence během celé KPR (%)	
	Medián	IQR	Průměr	SD	Průměr	SD	Medián	IQR	Medián	IQR	Průměr	SD	Medián	IQR
BMI < 25														
Bez fyzické zátěže	76	43	66,87	31,99	48,96	9,75	94	12	51	89,5	115,32	10,76	75	82
Po fyzické zátěži	85	53,5	99,48	2,87	47,65	10,52	98	39	33	95,5	118,16	10,94	58	67
BMI ≥ 25														
Bez fyzické zátěže	97,5	4,5	100	0	55,94	4,37	96	51,75	99	4,5	113,39	8,5	86	42,75
Po fyzické zátěži	98,5	11,5	89,89	28,39	54,61	6,05	83,5	47,25	99	27,5	115,61	6,95	96,5	44,25

Zdroj: vlastní zpracování

Do skupiny s BMI < 25 bylo zařazeno 31 osob, z toho 22 žen (44,9 %) a 9 mužů (18,4 %). Skupina s BMI ≥ 25 zahrnovala 6 osob, konkrétně 3 ženy (6,1 %) a 18 mužů (36,7 %).

Mediánová úspěšnost u účastníků s BMI < 25 činila před fyzickou zátěží 76 %, po zátěži vzrostla na 85 %. Ve skupině s BMI ≥ 25 byla úspěšnost před zátěží 97,5 % a po zátěži 98,5 %.

Průměrná hloubka kompresí u účastníků s nižším BMI byla před fyzickou zátěží 48,96 mm, po zátěži klesla na 47,65 mm. U osob s vyšším BMI byla průměrná hloubka před zátěží 55,94 mm, po zátěži 54,61 mm.

U parametru uvolnění hrudníku byl ve skupině s BMI < 25 medián 94 % před zátěží a 98 % po zátěži. Ve skupině BMI ≥ 25 byl před zátěží medián 96 % a po zátěži 83,5 %.

V kategorii dostatečného stlačování hrudníku byl medián u osob s BMI < 25 před zátěží 51 %, po zátěži 33 %. U osob s vyšším BMI byl před zátěží medián 99 %, po zátěži poklesl na 95 %.

Průměrná frekvence kompresí činila ve skupině s BMI < 25 před zátěží 115,32 komp./min a po zátěži 118,16 komp./min. U skupiny BMI ≥ 25 to bylo 113,39 komp./min před zátěží a 115,61 komp./min po zátěži.

Medián procentuálního dodržení správné frekvence kompresí dosahoval medián hodnoty 75 % před zátěží a 58 % po zátěži u účastníků s BMI < 25. U skupiny s vyšším BMI byly hodnoty nižší – 42,75 % před zátěží a 44,25 % po zátěži.

Srovnání účastníků, kteří se věnují sportu nebo fyzické aktivitě pravidelně s těmi, kteří se nevěnují pravidelně

Tabulka č. 5: Srovnání účastníků věnujícím a nevěnujícím se fyzické aktivitě

	Úspěšnost (%)		Poloha rukou (%)		Průměrná hloubka stlačení (mm)		Uvolnění hrudníku (%)		Dostatečné stlačování hrudníku (%)		Průměrná frekvence (komp./min)		Frekvence během celé KPR (%)	
	Medián	IQR	Průměr	SD	Průměr	SD	Medián	IQR	Medián	IQR	Průměr	SD	Medián	IQR
Účastníci věnující se aktivně sportu nebo fyzické aktivitě														
Bez fyzické zátěže	88,5	34	94,38	19,89	51,25	9,02	97,5	38,25	89,5	88	112,78	9,68	88	49
Po fyzické zátěži	93,5	47,25	96,94	13,31	50,84	9,75	90,5	42,5	86	84,5	117	8,58	65,5	74
Účastníci nevěnující se aktivně sportu nebo fyzické aktivitě														
Bez fyzické zátěže	92	23	95,71	17,71	52	8,67	91	44	89	52	118,06	9,77	67	71
Po fyzické zátěži	88	53	94,12	24,25	49	9,71	97	41	56	95	117,65	11,73	76	89

Zdroj: vlastní zpracování

Ze 49 osob se 32 osob (65,3 %) aktivně věnovalo sportu nebo fyzické aktivitě, z toho 14 žen (28,6 %) a 18 mužů (36,7 %). Zbýlých 17 účastníků (34,7 %) se pravidelně fyzické aktivitě nevěnovalo, přičemž šlo konkrétně o 11 žen (22,4 %) a 6 mužů (12,2 %).

Mediánová úspěšnost účastníků aktivních ve fyzické aktivitě dosahovala před fyzickou zátěží 88,5 % a po zátěži 93,5 %. U neaktivních účastníků byla mediánová úspěšnost před zátěží 92 % a po zátěži 88 %.

Průměrná hloubka stlačení u fyzicky aktivních osob dosahovala před zátěží 51,25 mm a po zátěži 50,84 mm. U neaktivních účastníků to bylo 51,2 mm před zátěží a 49 mm po zátěži. Mediánová úroveň uvolnění hrudníku činila u aktivních osob 97,5 % před zátěží a 90,5 % po zátěži. U neaktivních účastníků dosahovala hodnot 91 % před zátěží a 96 % po zátěži.

U dostatečného stlačování hrudníku byl u aktivních respondentů medián 89,5 % před zátěží a 86 % po zátěži, zatímco u neaktivních účastníků to bylo 95 % a 95 %. Průměrná frekvence kompresí byla u aktivních respondentů 112,78 komp./min před zátěží a 117 komp./min po zátěži. U neaktivních osob činila průměrná frekvence 118,06 komp./min před zátěží a 117,65 komp./min po zátěži. Mediánová hodnota frekvence po celou dobu simulované resuscitace byla u aktivních 88 % před zátěží a 65,5 % po zátěži, u neaktivních 67 % a 76 %.

Srovnání podle pravidelnosti fyzické aktivity

Tabulka č. 6: Srovnání podle pravidelnosti fyzické aktivity

	Úspěšnost (%)		Poloha rukou (%)		Průměrná hloubka stlačení (mm)		Uvolnění hrudníku (%)		Dostatečné stlačování hrudníku (%)		Průměrná frekvence (komp./min)		Frekvence během celé KPR (%)	
	Medián	IQR	Průměr	SD	Průměr	SD	Medián	IQR	Medián	IQR	Průměr	SD	Medián	IQR
Účastníci věnující se fyzické aktivitě pravidelně 4x a více za týden														
Bez fyzické zátěže	66	44,25	67,5	46,68	51	9,42	54	93	51,5	87,5	113	5,35	97	9
Po fyzické zátěži	87	15,75	96	8	53	9,7	65,5	76,75	66,5	75	119	9,35	24	18,5
Účastníci věnující se fyzické aktivitě pravidelně 2-3x týdně														
Bez fyzické zátěže	90	12	96,15	13,87	54,31	7,6	98	38	98	48	112,62	10,77	88	71
Po fyzické zátěži	98	21	94,31	20,52	53,08	8,31	86	36	89	63	158,96	82,49	82	66
Účastníci věnující se fyzické aktivitě pravidelně alespoň 1x za týden														
Bez fyzické zátěže	81	37	96,16	16,75	50	9,53	95	9,5	85	74	114,32	10,58	75	77
Po fyzické zátěži	88	54,5	99,57	1,84	48,42	11,19	98	23,5	63	95	116,58	10,2	76	72
Účastníci věnující se fyzické aktivitě méně než 1x týdně														
Bez fyzické zátěže	96	23	100	0	51,08	9,09	91	59	78	49	117,54	9,47	73	88
Po fyzické zátěži	96	53	92,3	27,74	49,08	8,73	75	44	70	95	118,77	11,05	76	71

Zdroj: vlastní zpracování

Účastníci byli dle četnosti fyzické aktivity rozděleni do čtyř skupin. Pravidelné fyzické aktivitě čtyřikrát a více týdně se věnovali 4 účastníci (8 %), dvakrát až třikrát týdně 13 respondentů (27 %), alespoň jednou týdně 19 osob (39 %) a méně než jednou týdně 13 osob (27 %).

U skupiny s nejvyšší frekvencí pohybové aktivity ($\geq 4 \times$ týdně) činil medián úspěšnosti před fyzickou zátěží 66 % a po ní 87 %. Správná poloha rukou dosahovala po zátěži mediánu 96,5 %, průměrná hloubka kompresí činila 53 mm. Uvolnění hrudníku bylo zajištěno v mediánu 65,5 %, podíl dostatečně hlubokých kompresí dosahoval 66,5 %. Průměrná frekvence kompresí po zátěži činila 119 komp./min, medián správné frekvence byl 24 %.

Ve skupině respondentů s fyzickou aktivitou 2–3 $\times$ týdně dosahoval medián úspěšnosti před zátěží 90 % a po zátěži 86 %. Poloha rukou byla ve fázi po zátěži správná ve 96,5 %, průměrná hloubka kompresí činila v průměru 52,31 mm. Uvolnění hrudníku mělo po zátěži medián 86 %, dostatečné stlačování hrudníku 89 %, průměrná frekvence byla 158,96 kompresí/min a medián správné frekvence 82 %.

Skupina účastníků, kteří se věnovali sportu alespoň jednou týdně, dosahovala před zátěží úspěšnosti 81 %, po zátěži 88 %. Medián správné polohy rukou se udržel na 100 %, průměrná hloubka stlačení činila po zátěži 48,42 mm. Uvolnění hrudníku bylo po zátěži dosaženo v 93 %, dostatečné stlačování dosáhlo 95 %.

Průměrná frekvence činila 116,58 kompresí/min, správné frekvence bylo dosaženo v mediánu 76 %.

Respondenti s nejnižší frekvencí fyzické aktivity (méně než 1× týdně) dosahovali před zátěží mediánu úspěšnosti 96 %, po zátěži 96 %. Poloha rukou zůstávala v obou fázích správná ve 100 %. Průměrná hloubka kompresí se po zátěži snížila na průměrných 44,93 mm, medián uvolnění hrudníku činil 97 % a dostatečně hluboké komprese byly zastoupeny v 95 %. Frekvence dosahovala průměru 118,77 komp./min, medián správné frekvence činil 46 %.

Subjektivní hodnocení fyzické kondice

Tabulka č. 7: Subjektivní hodnocení fyzické kondice

	Úspěšnost (%)		Poloha rukou (%)		Průměrná hloubka stlačení (mm)		Uvolnění hrudníku (%)		Dostatečné stlačování hrudníku (%)		Průměrná frekvence (komp./min)		Frekvence během celé KPR (%)	
	Medián	IQR	Průměr	SD	Průměr	SD	Medián	IQR	Medián	IQR	Průměr	SD	Medián	IQR
Vysoce nadprůměrná														
Bez fyzické zátěže	0	0	1	-	44	-	8	0	5	0	113	-	100	0
Po fyzické zátěži	85	0	100	-	48	-	31	0	33	0	124	-	20	0
Nadprůměrná														
Bez fyzické zátěže	97	29	100	0	49,56	7,43	99	92	94	91	112,11	7,74	92	9
Po fyzické zátěži	97	50	99,11	2,67	49,33	8,44	86	44	94	99	117,67	6,78	69	63
Průměrná														
Bez fyzické zátěže	85	29	94,69	16,87	51,21	9,97	94	13	85	73	115,55	11,24	57	75
Po fyzické zátěži	86	55	93,45	22,75	49,34	10,58	98	37	63	92	118,31	10,87	53,69	41,82
Podprůměrná														
Bez fyzické zátěže	97,5	4,5	100	0	54,9	5,78	92	44,25	96,5	26,5	114,3	8,46	87,5	44
Po fyzické zátěži	99	2,75	100	0	53,7	8,38	82,5	38,25	99,5	23	113	7,8	92,5	15,5

Zdroj: vlastní zpracování

V souboru respondentů bylo rozdělení podle subjektivního hodnocení vlastní fyzické kondice následující: 1 osoba (2 %) se označila jako vysoce nadprůměrná, 9 účastníků (18 %) jako nadprůměrní, 29 respondentů (59 %) jako průměrní a 10 osob (20 %) uvedlo podprůměrnou kondici.

Mediánová celková úspěšnost u osoby s vysoce nadprůměrným hodnocením byla před fyzickou zátěží nulová (tuto hodnotu nejspíše přiřazujeme ke špatné poloze rukou během simulované KPR, tím následně program vyhodnotil celé měření jako neúspěšné), po zátěži, již ale dosáhl na mediánovou hodnotu 85 %. Ve skupině nadprůměrně hodnocených jedinců činila úspěšnost před i po fyzické námaze 97 %. Průměrně hodnocení dosáhli mediánu 85 % bez zátěže a 86 % po jejím absolvování. Podprůměrná skupina vykazovala nejvyšší hodnoty – před fyzickou zátěží 97,5 % a po ní 99 %.

V parametru polohy rukou byly rozdíly mezi skupinami minimální, všechny vykazovaly vysoké průměry a mediány. Například podprůměrně hodnocení dosáhli mediánu 100 % bez zátěže i po ní.

Průměrná hloubka kompresí se ve skupině s nadprůměrným hodnocením klesla z 49,56 mm před zátěží na 49,33 mm po zátěži. Skupina s průměrnou kondicí dosáhla před zátěží mediánu 51,21 mm, po zátěži 49,34 mm. U podprůměrně hodnocených byla hloubka mírně vyšší – 54,9 mm a 53,7 mm.

Z hlediska uvolnění hrudníku bylo nejvyššího mediánu dosaženo ve skupině s podprůměrnou kondicí (92 % před zátěží, 82,5 % po zátěži), nejnižší ve skupině vysoce nadprůměrné (8 % bez zátěže, 31 % po zátěži). Podobně byly rozloženy výsledky v parametru dostatečného stlačování hrudníku, kde například skupina s průměrným hodnocením dosáhla po zátěži mediánu 92 %.

Průměrná frekvence kompresí byla nejvyšší u nadprůměrné skupiny po zátěži (117,67 komp./min), nejnižší u průměrné bez zátěže (115,55 komp./min). Medián správné frekvence po dobu simulované KPR činil např. u podprůměrně hodnocených 87,5 % bez zátěže, 92,5 % po zátěži, u nadprůměrné skupiny naopak klesal z 92 % na 69 %.

Srovnání v závislosti na zkušenostech s nácvikem KPR

Tabulka č. 8: Srovnání v závislosti na zkušenostech s nácvikem KPR

	Úspěšnost (%)		Poloha rukou (%)		Průměrná hloubka stlačení (mm)		Uvolnění hrudníku (%)		Dostatečné stlačování hrudníku (%)		Průměrná frekvence (komp./min)		Frekvence během celé KPR (%)	
	Medián	IQR	Průměr	SD	Průměr	SD	Medián	IQR	Medián	IQR	Průměr	SD	Medián	IQR
Více než 10x														
Bez fyzické zátěže	87	34	95,33	15,88	51,03	8,86	94	13	85	86	112,97	10,35	77	56
Po fyzické zátěži	90	40	97,03	13,12	50,82	9,73	90	42	89	92	114,82	9,58	91	75
5-9x														
Bez fyzické zátěže	97	15,5	100	0	50,71	11,7	100	28,5	100	49	118,86	6,64	90	52,5
Po fyzické zátěži	92	51	100	0	47,86	9,92	97	19	37	94,5	120,71	3,35	69	37
3-5x														
Bez fyzické zátěže	79,5	18,25	83,5	40,42	51,83	6,88	72,5	52,5	58	59,75	118,67	11,88	19,5	64
Po fyzické zátěži	65,5	60,75	100	0	47,83	10,78	82	54,75	32,5	73,75	125,33	11,89	22	44,5
1-2x														
Bez fyzické zátěže	98	1	100	0	58	3,46	100	36,5	100	2	114,67	4,04	99	13,5
Po fyzické zátěži	96	49,5	66,67	57,74	53,67	9,29	100	28	70	41,5	119,33	6,81	94	49,5

Zdroj: vlastní zpracování

Celkem 33 osob (67,35 %) absolvovalo praktický nácvik KPR více než 10krát, 7 účastníků (14,29 %) 5–9krát, 6 osob (12,24 %) 3–5krát a 3 respondenti (6,12 %) 1–2krát.

Úspěšnost provedení KPR dosahovala u nejzkušenější skupiny (více než 10 nácviků) mediánu 87 % před fyzickou zátěží a 90 % po ní. Ve skupině 5–9 nácviků byl medián úspěšnosti 97 % bez zátěže a 92 % po zátěži. Skupina s frekvencí 3–5 nácviků vykazovala před zátěží hodnotu 79,5 % a po ní 65,5 %. U nejméně zkušené skupiny (1–2 nácviky) byla úspěšnost před zátěží 98 % a po ní mírně nižší 96 %.

Medián správného umístění rukou činil u všech skupin 100 % jak před, tak po zátěži, s výjimkou skupiny s 3–5 nácviky, kde po zátěži dosahoval 100 %, ale před zátěží byl o něco nižší (83 %).

Průměrná hloubka kompresí se ve skupině s více než 10 nácviky pohybovala kolem 51,03 mm před zátěží a 50,82 mm po ní. U skupiny 5–9 nácviků byla průměrná hloubka 50,71 mm před a 47,86 mm po zátěži. Skupina 3–5 vykazovala průměrnou hloubku 51,83 mm před zátěží a 47,83 mm po ní. Účastníci s 1–2 nácviky dosáhli průměrných hodnot 58,0 mm bez zátěže a 53,67 mm po zátěži.

Procento správného uvolnění hrudníku dosahovalo u nejzkušenějších účastníků mediánu 94 % před a 90 % po zátěži. Ve skupině 5–9 nácviků byla hodnota 100 % a 97 %, u 3–5 nácviků 72,5 % a 82 % a u 1–2 nácviků 100 % před zátěží, a i po zátěži.

Medián podílu dostatečně hlubokých kompresí činil ve skupině s více než 10 nácviky 85 % a 89 %, u 5–9 nácviků 100 % a 37 %, u 3–5 nácviků 58 % a 32,5 % a u 1–2 nácviků 100 % a 70 %.

Průměrná frekvence stlačení se pohybovala ve skupině nejzkušenějších od 112,97 komp./min do 114,82 komp./min. U skupiny 5–9 byla frekvence vyšší, bez zátěže 118,87 komp./min a se zátěží 120,71 komp./min. Skupina 3–5 praktických nácviků vykazovala průměr 118,67 komp./min bez zátěže a 125,33 komp./min po zátěži. Zjištěná průměrná frekvence ve skupině 1–2 absolvovaných nácviků činila 114,67 komp./min před zátěží a 119,33 komp./min po zátěži.

Parametr frekvence v % se u skupiny >10 nácviků zvyšoval z mediánu 77 % na 91 %, u skupiny 5–9 nácviků z 90 % na 66 %. Ve skupině 3–5 nácviků byl zaznamenán pokles z 64 % na 44,5 %. V nejméně zkušené skupině došlo k mírnému snížení z 99 % na 96 %.

10.4 Statistická analýza hypotéz

V rámci statické analýze hypotéz bylo provedeno vyhodnocení získaných nasbíraných dat během experimentu.

10.4.1 Analýza hypotézy č. 1

- **H1:** Průměrná úspěšnost simulované resuscitace je nižší po fyzické zátěži než bez ní.

Pro analýzu byl použit jednostranný párový t-test, který umožňuje porovnat hodnoty úspěšnosti v obou podmínkách a určit, zda je rozdíl statisticky významný.

Tabulka č. 9: Analýza hypotézy č. 1

	Průměrná celková úspěšnost (%)	Směrodatná odchylka	Počet účastníků (n)
Bez fyzické zátěže	77,4	29	49
Po fyzické zátěži	72,8	32,4	49
Jednostranný párový t-test			
T - statistika	-1.0284		
P - hodnota	0.1545		

Zdroj: vlastní zpracování

Stanovená hladina významnosti činila $\alpha = 0,05$. Výsledná p-hodnota (0,1545) je vyšší než tato hranice, což znamená, že rozdíl mezi úspěšností bez fyzické zátěže a po ní není statisticky významný. Získané výsledky analýzy tedy nepotvrzují hypotézu H1, že by průměrná úspěšnost KPR po fyzické zátěži byla statisticky významně nižší než bez ní.

Celková úspěšnost simulované resuscitace je hodnota vypočítaná programem na základě měřených parametrů. Vyjadřuje míru splnění aktuálně platných doporučení. Hodnocení zahrnuje správné umístění rukou, hloubka a frekvence kompresí hrudníku a dostatečné uvolnění hrudníku.

10.4.2 Analýza hypotézy č. 2

- **H2a:** Průměrná hloubka komprese hrudníku je po fyzické zátěži nižší než bez zátěže.

K ověření této hypotézy byl také použit jednostranný párový t-test.

Tabulka č. 10: Analýza hypotézy č. 2a

	Průměrná hloubka komprese (mm)	Směrodatná odchylka	Počet účastníků (n)
Bez fyzické zátěže	51.51	8.82	49
Po fyzické zátěži	50.20	9.68	49
Jednostranný párový t-test			
T – statistika	-1.6903		
P – hodnota	0.0487		

Zdroj: vlastní zpracování

Stanovená hladina významnosti byla $\alpha = 0,05$. Zjištěná p-hodnota (0.0487) spadá těsně pod tuto hranici, tudíž rozdíl mezi oběma podmínkami je statisticky významný. To naznačuje, že po fyzické zátěži došlo k poklesu hloubky komprese hrudníku.

- **H2b:** Průměrná hloubka komprese hrudníku je po fyzické zátěži nižší než doporučených 50 mm

Pro ověření této hypotézy byl použit jednostranný t-test.

Tabulka č. 11: Analýza hypotézy č. 2b

	Průměrná hloubka komprese (mm)	Směrodatná odchylka	Počet účastníků (n)
Po fyzické zátěži	51.51	8.82	49
Jednostranný t-test			
T - statistika	0.1476		
P - hodnota	0.5584		

Zdroj: vlastní zpracování

Stanovená hladina významnosti byla $\alpha = 0,05$. Výsledná p-hodnota (0.5584) je vyšší než tato hranice. Na základě těchto výsledků nelze statisticky hypotézu potvrdit.

10.4.3 Analýza hypotézy č. 3

Správná frekvence kompresí hrudníku je doporučena v rozmezí 100–120 kompresí za minutu. Hypotéza 3a předpokládá, že fyzická zátěž povede k nárůstu frekvence kompresí hrudníku.

- **H3a:** Průměrná frekvence kompresí hrudníku po fyzické zátěži je vyšší než bez zátěže.

Pro statistické ověření byl použit jednostranný párový t-test.

Tabulka č. 12: Analýza hypotézy č. 3a

	Bez fyzické zátěže	Po fyzické zátěži	Počet účastníků (n)
Průměrná frekvence kompresí (komp./min)	114,61	117,22	49
Směrodatná odchylka	9.94	9.67	49
Jednostranný párový t-test			
T - statistika	1.9078		
P - hodnota	0.0312		

Zdroj: vlastní zpracování

Hladina významnosti byla stanovena na $\alpha = 0,05$. Získaná p-hodnota (0.0312) je nižší než tato hranice, tudíž rozdíl mezi frekvencí kompresí bez zátěže a po ní je statisticky významný. Průměrná frekvence kompresí se po fyzické zátěži zvýšila z 114,61 komp./min na 117,2 komp./min kompresí za minutu.

Na základě těchto výsledků lze potvrdit hypotézu H3a, tedy že průměrná frekvence kompresí hrudníku po fyzické zátěži je vyšší než bez ní.

- **H3b:** Průměrná frekvence kompresí hrudníku po fyzické zátěži je vyšší než doporučených 120 komp./min.

Hypotéza H3b předpokládá, že fyzická zátěž vede k nadměrnému zvýšení frekvence nad 120 kompresí za minutu.

Pro ověření hypotézy byl použit jednostranný t-test, který porovnal průměrnou frekvenci kompresí po fyzické zátěži s doporučenou hranicí 120 kompresí za minutu.

Tabulka č. 13: Analýza hypotézy č. 3b

	Po fyzické zátěži
Průměrná frekvence kompresí (komp./min)	117.2
Směrodatná odchylka	9.67
Počet účastníků (n)	49
Jednostranný t-test	
T-statistika	-2.0096
P-hodnota	0.9749

Zdroj: vlastní zpracování

Hladina významnosti byla stanovena na $\alpha = 0,05$. Získaná p-hodnota (0.9749) je výrazně vyšší než 0,05 a tedy nelze hypotézu potvrdit a není statistiky významná.

Na základě těchto výsledků hypotéza H3b nebyla potvrzena. Po fyzické zátěži sice došlo k mírnému zvýšení na 117,2 komp./min, avšak tato změna nevedla k překročení doporučené hranice 120 kompresí za minutu.

10.4.4 Analýza hypotézy č. 4

Čtvrtá hypotéza se zabývá dostatečným uvolňováním hrudníku. Jedná se o další důležitý prvek prováděné KPR.

- **H4:** Úroveň uvolnění hrudníku mezi kompresemi bude nižší po fyzické zátěži.

K ověření hypotézy byl použit jednostranný párový t-test.

Tabulka č. 14: Analýza hypotézy č. 4

	Medián úrovně uvolnění hrudníku (%)	IQR	Počet účastníků (n)
Bez fyzické zátěže	94	39	49
Po fyzické zátěži	91	42	49
Jednostranný párový t-test			
T - statistika	- 0,2866		
P - hodnota	0,3878		

Zdroj: vlastní zpracování

Hladina významnosti byla stanovena na $\alpha = 0,05$. Získaná p-hodnota (0.3878) je vyšší než 0,05. Výsledky tedy neprokázaly, že by úroveň uvolnění

hrudníku mezi kompresemi po fyzické zátěži statisticky významně klesla a H4 nebyla potvrzena.

10.4.5 Analýza hypotézy č. 5

- **H5:** Respondenti s vyšší frekvencí pravidelné fyzické aktivity budou vykazovat menší pokles kvality kompresí po zátěži.

Hypotéza vychází z předpokladu, že lepší fyzická kondice může pozitivně ovlivnit schopnost udržet vysokou kvalitu kompresí i po předchozí fyzické námaze. Za tímto účelem byl vypočten pokles kvality (rozdíl mezi úspěšností bez zátěže a po zátěži) a následně byla provedena analýza rozptylu (ANOVA), která zkoumala vliv frekvence fyzické aktivity na tuto změnu.

Tabulka č. 15: Analýza hypotézy č. 5

Tukeyho test – Rozdíly mezi skupinami				
Porovnávané skupiny	Rozdíl průměrů	95% interval spolehlivosti	P - hodnota	Statistická významnost
Nízká vs. Střední	0,03	[-3,21, 3,27]	0,999	Ne
Nízká vs. Vysoká	0,02	[-3,22, 3,26]	0,999	Ne
Střední vs. Vysoká	-0,01	[-3,28, 3,26]	0,999	Ne
ANOVA výsledek – Vliv fyzické aktivity				
	F - hodnota	P - hodnota	Statistická významnost	
Fyzická aktivita	3,198e-10	1,0	Ne	

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků ANOVA vyplývá, že vliv pravidelné fyzické aktivity na pokles kvality kompresí po fyzické zátěži není statisticky významný (p-hodnota = 0.999). To znamená, že mezi jednotlivými skupinami rozlišenými podle úrovně fyzické aktivity nebyl nalezen žádný významný rozdíl.

Výsledky Tukeyho post-hoc testu rovněž ukázaly, že žádný z porovnávaných párů skupin fyzické aktivity nevykazuje statisticky významný rozdíl. Rozdíly průměrů mezi skupinami jsou extrémně malé (maximálně 0,03 %), intervaly spolehlivosti zahrnují nulu, a všechny p-hodnoty dosahují maximální možné hodnoty (0.999), což značí naprostý nedostatek rozdílů mezi skupinami.

Na základě těchto výsledků hypotéza H5 nebyla potvrzena. U účastníků s vyšší úrovní pravidelné fyzické aktivity nebyl zaznamenán menší pokles kvality kompresí po zátěži.

10.5 Vyhodnocení výzkumných otázek

Výzkumná otázka č.1:

- Jak se mění frekvence, hloubka kompresí a úroveň uvolnění hrudníku po standardizované fyzické zátěži?

Po provedení fyzické zátěže, která obsahovala výběh schodů se zátěží byly zjištěny tyto výsledky sledovaných parametrů.

Průměrná frekvence se z 114,61 komp./min bez fyzické zátěže zvedla na hodnotu 117,22 komp./min po fyzické zátěži. Avšak nedošlo k překročení doporučené hranici 120 komp./min.

Hloubka kompresí dosáhla průměrných hodnot 51,51 mm bez fyzické zátěže a 50,20 po fyzické zátěži. Je zde patrný mírný pokles hloubky stlačení hrudníku po absolvování fyzicky náročné činnosti, avšak se opět pohybujeme v doporučených rozmezí evropské resuscitační rady.

Úroveň uvolnění hrudníku dosáhla mediánových hodnot bez zátěže 94 % a po zátěži 91 %. 3 % rozdíl ukazuje, že po fyzické zátěži došlo k horšímu uvolnění hrudníku. Ale tento rozdíl není dostatečně vysoký na to, aby se dal statisticky významně potvrdit.

Výzkumná otázka č.2:

- Ovlivňuje fyzická zátěž celkovou úspěšnost provedené simulované resuscitace?

Analýza dat prokázala, že průměrná úspěšnost bez fyzické zátěže byla 77,4 %, a po fyzické zátěži 72,8 % (Me 90 % bez zátěže, 88 % se zátěží). Zde sledujeme také pokles v celkové kvalitě simulované resuscitace po fyzicky náročné aktivitě. Opět ale nedošlo k statisticky významnému rozdílu.

Výzkumná otázka č.3:

- Existuje souvislost mezi fyzickou kondicí zachránce a změnou kvality KPR po zátěži?

Z výsledků vyplývá, že respondenti s vyšší mírou fyzické aktivity nebo s pravidelným pohybem dosahovali stabilnějších výsledků i po zátěži. Např. účastníci, kteří se aktivně věnují fyzickým aktivitám vykazují vyšší celkovou úspěšnost po zátěži (Me 93,5 %) než s těmi, kteří se jim nevěnují (Me 88%).

11 Diskuze

Hlavním cílem této práce bylo analyzovat změny ve frekvenci stlačování hrudníku, hloubce kompresí a dostatečném uvolnění hrudníku při simulované KPR před a po standardizované fyzické zátěži. Toto měření bylo realizováno z důvodu možné situace, kdy může dojít k resuscitaci bezprostředně po fyzicky náročné aktivitě. Mezi tyto situace patří zásahy zdravotnických záchranářů v terénu nebo aktivace resuscitačních týmů ve zdravotnických zařízeních, kde mohou být podmínky pro zachraňující náročné. Typickým příkladem může být výběh resuscitačního týmu v pavilonové nemocnici, nebo výběh na jiné oddělení uložené v několikátém patře.

Během rešerše studií na toto téma jsem nevyhledal stejný experimentální výzkum, pouze publikace podobného charakteru, často zkoumaný na členech hasičského záchranného sboru nebo na osobách vodních záchrany.

Výsledky ukazují, že v některých sledovaných parametrech došlo k určitým změnám. V oblasti frekvence stlačování hrudníku bylo po standardizované fyzické zátěži zaznamenáno zvýšení frekvence oproti provedení KPR bez zátěže. Podle doporučení ERC 2021 by měla být průměrná frekvence kompresí udržována mezi 100 až 120 stlačeními za minutu (4). Účastníci po absolvování fyzické zátěže zvýšili průměrnou frekvenci stlačování o přibližně 2,5 komprese za minutu ve srovnání se simulací bez zátěže, přičemž mediánová hodnota po zátěži činila 117,2 stlačení za minutu, a tedy stále spadala do doporučeného rozmezí. Při analýze kontinuální správnosti frekvence během KPR byl zaznamenán jen minimální pokles mediánu správného udržení frekvence o 1 % po fyzické zátěži. Lee v svém experimentu, dospěl podobného výsledku, jako v této studii. Kdy při měření frekvence kompresí hrudníku nedošlo k významné změně a hodnoty byly v rozmezí s platnými doporučeními. Tento výsledek příklání ke složení zkoumaného souboru, který tvořil většinu mladých nových hasičů s vysokou úrovní fyzické zdatnosti (43).

V parametru hloubky kompresí hrudníku byl po fyzické zátěži zaznamenán pokles průměrné hloubky z 51,5 mm na 50,2 mm. Přesto výsledky obou měření zůstaly v rámci doporučeného rozmezí hloubky stlačování, byť blízko jeho dolní

hranice. Tento výsledek mohl být ovlivněn také použitím pružiny v simulátoru Anne QCPR, která simuluje hrudník pacienta o hmotnosti přibližně 60 kg.

Ve sledovaném parametru procentuálního dosažení správné hloubky kompresí došlo po fyzické aktivitě k poklesu z mediánové hodnoty 89 % na 76 %. Tento pokles může souviset s únavou zachránců a sníženou koordinací pohybů, což popisuje i Lee ve svém výzkumu (43).

V rámci měření dostatečného uvolnění hrudníku dosáhli účastníci mediánové hodnoty 94 % bez fyzické zátěže, zatímco po zátěži se hodnota snížila na 91 %. I tento pokles lze přisuzovat vlivu únavy a snížené schopnosti zachránců adekvátně uvolnit hrudník mezi kompresemi.

Tepová frekvence účastníků byla sledována během simulovaných resuscitací za účelem monitorování úrovně fyzické zátěže. Vzhledem k tomu, že měření probíhala v různých dnech a časech, mohou být tato data částečně zkreslena. Nicméně bylo potvrzeno, že po fyzické aktivitě došlo k významnému nárůstu tepové frekvence. Nejvyšší průměrné hodnoty tepové frekvence dosahovaly účastníci bezprostředně po výběhu schodů s resuscitačním batohem (163 tepů/min), přičemž následně docházelo k postupnému poklesu na průměrnou hodnotu 139 tepů/min. Měření bylo provedeno pomocí dostupného pulzního oxymetru.

Po přepočtu maximální tepové frekvence dle Bensona (viz Příloha č. 2) a zařazení účastníků do zón zátěže běhu (61) bylo zjištěno, že 6 účastníků spadalo do lehké intenzity zátěže, 16 do střední, 24 do náročné a 3 do velmi náročné zátěže. Na základě těchto údajů lze usoudit, že by zvolená náročnost fyzické aktivity (výběh schodů s batohem), která odpovídala střední až náročné intenzitě, byla vhodně nastavena, protože všichni účastníci byli schopni simulaci dokončit.

Srovnání celkové úspěšnosti KPR ukázalo stejný medián 90 % jak bez fyzické zátěže, tak i po ní. Průměrná hodnota však naznačila mírný pokles kvality, především vlivem většího rozptylu výsledků u jednotlivých účastníků.

Kvalita resuscitace byla také ovlivněna polohou rukou při provádění kompresí. Nesprávná poloha vedla v některých případech až k nulové úspěšnosti resuscitace, ačkoli toto kritérium nebylo hlavním sledovaným parametrem výzkumu. Správná poloha rukou je zásadní, protože nesprávné umístění může vést k neefektivní kardiopulmonální resuscitaci a poškození přilehlých orgánů

a tkání (4). Správné umístění rukou bylo dosaženo u 90 % účastníků bez zátěže a u 94 % účastníků po fyzické aktivitě.

Zdroje doporučují, že kvalitní resuscitaci napomáhá posílené zádové a břišní svalstvo a celková fyzická kondice zachránce (43, 44, 45). Výsledky mé práce však významný vliv fyzické kondice na kvalitu KPR neprokázaly, pravděpodobně kvůli složení experimentální skupiny, která byla tvořena převážně mladými a zdravými účastníky. Podobné výsledky uvádí i Lee ve svém výzkumu, kde uvádí že kvalita KPR i když byla poskytnuta s osobami s různou fyzickou zdatností, tak se nevymykala aktuálním doporučením (43).

Při analýze výsledků podle proměnných faktorů (věk, pohlaví, fyzická aktivita, zkušenost s KPR) byly porovnávány skupiny tvořené jednotlivci i většími soubory účastníků. Například při srovnání podle věku byla skupina 20–29 let zastoupena 37 účastníky, zatímco skupiny 30–39 let a 40–51 let měly shodně po šesti účastnících. Výsledky ukázaly, že skupina nejmladších účastníků (20–29 let) dosahovala vyšší celkové úspěšnosti než skupina 30–39 let, avšak nejvyšší kvalitu resuscitace vykazovala skupina nejstarších účastníků (40–51 let). Výrazný rozdíl byl patrný při srovnání průměrné frekvence kompresí hrudníku, kdy u nejstarší skupiny po fyzické zátěži došlo k překročení doporučené frekvence 120 stlačení za minutu, přičemž byla naměřena průměrná hodnota 122 stlačení/min. Výsledky musíme brát s rezervou, jelikož rozložení a počet účastníků v tomto případě nebyl optimální.

Porovnání výsledků dle pohlaví ukázalo, že resuscitace byla kvalitnější u mužů. Přičemž ženy v průměru nedosahovaly požadované hloubky kompresí 5 cm. Kim ve svém výzkumu doporučuje u žen střídání při resuscitaci již po jedné minutě (62).

Účastníci s vyšším BMI (nad 25) dosahovali lepší kvality KPR než ti, jejichž BMI nedosahuje hranice 25. Lancaster ve svém výzkumu popisuje, že těžší záchranáři vyvíjejí menší sílu pro dosažení správné hloubky komprese hrudníku, a proto je jejich úroveň kvality vyšší (47).

Účastníci, kteří se aktivně věnují sportu nebo fyzicky náročnějším činnostem, dosahovali po standardizované fyzické aktivitě o něco vyšší celkové kvality resuscitace ve srovnání s účastníky bez pravidelné fyzické aktivity. Rozdíl mezi skupinami však byl nízký. Výsledky porovnávající četnost pravidelné fyzické aktivity za týden neprokázaly, že by fyzicky aktivnější účastníci

dosahovali lepších výsledků než méně aktivní. Hypotéza, která předpokládala vyšší kvalitu KPR u pravidelněji aktivních účastníků, tak nebyla potvrzena.

Subjektivní hodnocení fyzické kondice neprokázalo souvislost s kvalitou prováděné resuscitace. V některých parametrech dosahovali lepších výsledků účastníci, kteří sami sebe hodnotili jako podprůměrní v populaci. Například podprůměrně hodnocená skupina dosáhla lepší průměrné hloubky kompresí hrudníku než skupiny účastníků s vyšším subjektivním hodnocením své kondice.

Srovnání účastníků na základě jejich předchozích zkušeností s KPR na simulátoru neprokázalo, že by účastníci s větším počtem nácviků vykazovali vyšší kvalitu prováděné resuscitace než účastníci s jednou či dvěma předchozími zkušenostmi. Naměřená data výzkumu nepotvrzují tvrzení v publikaci autorky Herrery, která uvádí simulační výuku jako vhodný nástroj pro udržení a nácvik správné techniky kardiopulmonální resuscitace. Kdy pravidelným tréninkem a opakováním dochází ke zlepšení výsledků (54).

Výsledky mé práce tedy ukazují, že fyzická zátěž před resuscitací ovlivňuje některé parametry kvality KPR, avšak zůstávají v doporučených mezích.

12 Limity práce

Tato studie zahrnovala účastníky spadající do kategorie takzvaných "first responderů", přičemž šlo o osoby různých profesí – od studentů zdravotnických oborů až po zkušené lékaře. Z tohoto důvodu je nutné vnímat značný rozptyl v jejich předchozích zkušenostech s poskytováním kardiopulmonální resuscitace.

Výsledky mohou být částečně ovlivněny věkovým složením zkoumaného souboru, kdy 75 % účastníků spadalo do věkové skupiny 20–29 let. Do kategorie osob starších 50 let byli zařazeni pouze dva účastníci, přičemž nejstarším respondentem byl jedinec ve věku 51 let.

Dalším limitem studie bylo nastavení simulace KPR, kde byla nastavena délka dvou minut provádění kompresí hrudníku bez ventilace zachraňovaného a bez střídání zachránců. Lze předpokládat, že při delším trvání resuscitace, případně při střídání zachránců a ventilace nemocného by mohlo dojít k odlišným výsledkům. Např. Kim ve své studii, popisuje, že při střídání zachránců dochází k poklesu kvality již od šesté až desáté minuty poskytované resuscitace (62).

Ačkoli aktuální doporučení preferují ventilaci nemocného (pokud je to možné) (4), v této studii byla ventilace záměrně vynechána s cílem zjednodušit sběr a vyhodnocení dat.

Limitací experimentálního výzkumu mohla být také zvolená celková hmotnost resuscitačního batohu (16,8 kg). Tato hodnota vycházela z osobního šetření na vybraných zdravotnických pracovištích, kde se hmotnost resuscitačních a výjezdových batohů pohybovala v obdobném rozmezí. Vzhledem k rozdílnému složení vybavení jednotlivých týmů a zařízení může být skutečná hmotnost batohů různá. Odlišná zátěž by však mohla vést k jiné míře fyzického vyčerpání zachránce, a tím i k odlišným výsledkům.

Subjektivní hodnocení fyzické kondice a frekvence věnování se fyzickým aktivitám představovalo další limitaci. Takhle jednoduché subjektivní rozdělení spojovalo dohromady různě náročné aktivity. Mohlo dojít ke zkreslení výsledků ve srovnání pravidelné procházky s náročným tréninkem vrcholových sportovců.

Výzkum by mohl být omezen velikostí souboru, který činil 49 účastníků.

Závěr

Tato diplomová práce se zabývala problematikou vlivu standardizované fyzické zátěže na kvalitu poskytované kardiopulmonální resuscitace. Jednalo se o experimentální kvantitativní výzkum zaměřený na frekvenci a hloubku stlačování hrudníku a míru jeho uvolnění mezi jednotlivými kompresemi. Realizace proběhla formou dvou simulací, které dokončilo celkem 49 first responderů.

Cílem bylo porovnat kvalitu prováděné KPR před a po fyzické zátěži a zároveň zhodnotit, zda pravidelná fyzická aktivita účastníků ovlivňuje parametry KPR. Výsledky ukázaly, že po absolvování zátěže dochází k částečným změnám ve frekvenci a hloubce kompresí – konkrétně k mírnému nárůstu frekvence a současně k mírnému poklesu hloubky stlačování hrudníku. I tak se naměřené hodnoty po zátěži pohybovaly v rámci doporučených standardů podle ERC 2021.

Výsledky výzkumu potvrzují, že fyzická námaha těsně před zahájením resuscitace nemusí nutně vést k výraznému zhoršení kvality kompresí a frekvence hrudníku, pokud záchránce disponuje dostatečnými technickými dovednostmi a základní fyzickou zdatností. Výsledné naměřené hodnoty zůstaly v rámci doporučení, což naznačuje, že poskytování KPR po zátěži je možné, aniž by došlo k významnému poklesu její efektivity.

Seznam zkratek

AED – Automatizovaný externí defibrilátor
AHA – American Heart Association
ALS – Advanced Life Support
ATP – Adenosintrifosfát
BLS – Basic Life Support
BMI – Body Mass Index (index tělesné hmotnosti)
cm – centimetr
CO₂ – Oxid uhličitý
CT – Computed Tomography (počítačová tomografie)
č. – číslo
EKG – Elektrokardiogram
ERC – European Resuscitation Council (Evropská resuscitační rada)
EtCO₂ – End-tidal Carbon Dioxide (koncentrace CO₂ na konci výdechu)
mm Hg – milimetr rtuťového sloupce (jednotka krevního tlaku)
i.o. – intraoseální
i.v. – intravenózní
IQR – Interkvartilové rozpětí
kg – kilogram
komp. – komprese (např. hrudníku)
KPR – Kardiopulmonální resuscitace
Me – Medián
mg – miligram
min – minuta
ml – mililitr
mm – milimetr
MRI – Magnetic Resonance Imaging (magnetická rezonance)
NADH – Nikotinamidadeninukleotid
např. – například
NSE – Neuron-Specific Enolase (neuronspecifická enoláza)
NSTEMI – Non-ST-Elevation Myocardial Infarction (infarkt myokardu bez elevací ST úseku)

NZO – Náhlá zástava oběhu

O₂ – Kyslík

PCI – Percutaneous Coronary Intervention (perkutánní koronární intervence)

PEA – Pulseless Electrical Activity (elektrická aktivita bez pulzu)

PEEP – Positive End-Expiratory Pressure (pozitivní tlak na konci výdechu)

pH – potenciál vodíku (míra kyselosti/zásaditosti)

ROSC – Return of Spontaneous Circulation (obnovení spontánní cirkulace)

rt-PA – Rekombinantní tkáňový aktivátor plazminogenu

SD – Standard deviation (směrodatná odchylka)

SpO₂ – Saturace periferního kyslíku (měřená pulzním oxymetrem)

STEMI – ST-Elevation Myocardial Infarction (infarkt myokardu s elevací ST úseku)

TF – Tepová frekvence

tzv. – takzvaný

UPV – Umělá plicní ventilace

VO₂ max – Maximální spotřeba kyslíku

$\bar{x}$ – aritmetický průměr

°C – Stupeň Celsia

µg/L – mikrogram na litr

Seznam použité literatury

- (1) ČERVENÝ, Rudolf a Jiří POKORNÝ. *Lékařská první pomoc a kardiopulmonální resuscitace* [online]. Practicus, 2018, 17(1), s. 37. ISSN 1213-8711. Dostupné z: <https://www.practicus.eu/file/0cc1fc108fd67d22bffc05965c1583/31/Practicus01-2018.pdf>
- (2) MÁLEK, Jiří a Jiří KNOR. *Lékařská první pomoc v urgentních stavech*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-0590-8.
- (3) GYORY, Robert A., Scott E. BUCHLE, David RODGERS a Jeffrey S. LUBIN. *The efficacy of LUCAS in prehospital cardiac arrest scenarios: A crossover mannequin study* [online]. Western Journal of Emergency Medicine, 2017, 18(3), 437–445. ISSN 1936-900X. Dostupné z: <https://doi.org/10.5811/westjem.2017.1.32575>
- (4) TRUHLÁŘ, Anatolij et al. *Doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2021: souhrn doporučení*. Olomouc: Solen, 2021. ISBN 978-80-7471-358-3.
- (5) MYAT, Aung, Kyoung-jun SONG a Thomas REA. *Out-of-hospital cardiac arrest: current concepts* [online]. The Lancet, 2018, 391(10124), 970–979. ISSN 0140-6736. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30472-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30472-0)
- (6) DEZFULIAN, Charles a Edward J. LAVONAS. *Precision cardiac arrest resuscitation based on etiology* [online]. Critical Care Clinics, 2020, 36(4), 737–752. ISSN 0749-0704. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2020.07.005>
- (7) HA, Alexander C. T. et al. *Prediction of sudden cardiac arrest in the general population: Review of traditional and emerging risk factors* [online]. Canadian Journal of Cardiology, 2022, 38(4), 465–478. ISSN 0828-282X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2022.01.007>
- (8) KRAHN, Andrew D. et al. *Latent causes of sudden cardiac arrest* [online]. JACC: Clinical Electrophysiology, 2022, 8(6), 806–821. ISSN 2405-500X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2021.12.014>

- (9) ŠKULEC, R. et al. *Epidemiologie mimonemocniční náhlé zástavy oběhu v České republice - národní výsledky studie EuReCa ONE*. Anesteziologie a intenzivní medicína, 2017, 28(3), 176–182. ISSN 1214-2158.
- (10) MOŤOVSKÁ, Zuzana et al. *Utilization of healthcare services in acute myocardial infarction and the risk of out-of-hospital cardiac death* [online]. Panminerva Medica, 2024, 66(1), 79–81. [cit. 2025-03-05] Dostupné z: <https://doi.org/10.23736/S0031-0808.23.04910-8>
- (11) ČESKO. Vyhláška č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2011, částka 21. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-55>
- (12) FOGLESONG, A. a D. MATHEW. *Pulseless ventricular tachycardia* [online]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023 [cit. 2025-04-07]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554467/>
- (13) LAERDAL Medical. *Scoring CPR explained* [online]. Stavanger: Laerdal Medical, 2015 [cit. 2025-02-20]. Dostupné z: https://cdn.laerdal.com/downloads-test/f3784/Att_2_to_00021778.pdf
- (14) MORENTIN, Benito a Luis F. CALLADO. *Sudden cardiac death associated to substances of abuse and psychotropic drugs consumed by young people: A population study based on forensic autopsies* [online]. Drug and Alcohol Dependence, 2019, 201, 23–28. ISSN 0376-8716. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2019.03.021>
- (15) MORENTIN, Benito et al. *Papel de las sustancias tóxicas en la muerte súbita cardiaca* [online]. Revista Española de Medicina Legal, 2018, 44, 13–21 [cit. 2025-01-04]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.remle.2017.05.005>
- (16) ČUNDRLE ML., Ivan. Zástava oběhu u dospělého a poresuscitační péče. In: MALÁSKA, Jan, Jan STAŠEK, Milan KRATOCHVÍL a Václav ZVONÍČEK. *Intenzivní medicína v praxi*. Praha: Maxdorf, 2020, s. 191–218. ISBN 978-80-7345-675-7.

- (17) LUCERO GARCÍA ROJAS, Emilio Y., Cleve VILLANUEVA a Richard A. BOND. *Hypoxia inducible factors as central players in the pathogenesis and pathophysiology of cardiovascular diseases* [online]. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 2021, 8, 709509. ISSN 2297-055X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.709509>
- (18) PLANT, Leigh D. et al. *Hypoxia produces pro-arrhythmic late sodium current in cardiac myocytes by SUMOylation of NaV1.5 channels* [online]. *Cell Reports*, 2020, 30(7), 2225–2236.e4. ISSN 2211-1247. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2020.01.025>
- (19) PATIL, Amit et al. *Sudden death due to cardiac tamponade secondary to myocardial infarction ventricular wall rupture* [online]. *Cureus*, 2022, 14(10). ISSN 2168-8184. Dostupné z: <https://doi.org/10.7759/cureus.30288>
- (20) ECHOUFFO-TCHEUGUI, Justin B. et al. *Severe hypoglycemia, cardiac structure and function, and risk of cardiovascular events among older adults with diabetes* [online]. *Diabetes Care*, 2021, 44(1), 248–254. ISSN 1935-5548. Dostupné z: <https://doi.org/10.2337/dc20-0552>
- (21) SCHÖBER, Patrick et al. *Traumatic cardiac arrest—A narrative review* [online]. *Journal of Clinical Medicine*, 2024, 13(2), 302. ISSN 2077-0383. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/jcm13020302>
- (22) PAAL, Peter et al. *Accidental hypothermia: 2021 update* [online]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(1), 501. ISSN 1661-7827. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph19010501>
- (23) ASMARA, I. Gede Yasa. *Diagnosis and management of heatstroke* [online]. *Acta Medica Indonesiana*, 2020, 52(1), 90–97. ISSN 0125-9326.
- (24) BÖTTIGER, Bernd W. a Wolfgang A. WETSCH. *Pulmonary embolism cardiac arrest: Thrombolysis during cardiopulmonary resuscitation and improved survival* [online]. *CHEST*, 2019, 156(6), 1035–1036. ISSN 0012-3692. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.08.1922>
- (25) GURNEY, Diane. *Tension pneumothorax: What is an effective treatment?* [online]. *Journal of Emergency Nursing*, 2019, 45(5), 584–587. ISSN 0099-1767. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jen.2019.06.003>

- (26) PEŘAN, David, Patrik Christian CMOREJ a Marcel NESVADBA. *Akutní stavy v prvním kontaktu*. Praha: Grada Publishing, 2023. ISBN 978-80-271-3271-3.
- (27) KAPOUNOVÁ, Gabriela. *Ošetřovatelství v intenzivní péči*. 2., aktualizované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2020. ISBN 978-80-271-1551-8.
- (28) ŠÍN, Robin, Petr ŠTOURAC a Jana VIDUNOVÁ. *Lékařská první pomoc*. Praha: Galén, 2019. ISBN 978-80-7492-433-0.
- (29) SOAR, Jasmeet et al. *Corrigendum to “European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult Advanced Life Support”* [online]. Resuscitation, 2021, 167, 105–106. ISSN 0300-9572. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.08.011>
- (30) VAN DEN BEMPT, Senne, Lina WAUTERS a Philippe DEWOLF. *Pulseless electrical activity: detection of underlying causes in a prehospital setting* [online]. Medical Principles and Practice, 2021, 30(3), 212–222. [cit. 2025-04-05]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1159/000513431>
- (31) ISHII, J., M. NISHIKIMI, K. KIKUTANI et al. *Resuscitation attempt and outcomes in patients with asystole out-of-hospital cardiac arrest* [online]. JAMA Network Open, 2024, 7(11), e2445543 [cit. 2025-04-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.45543>
- (32) MOHAMED, Basma A. *Airway management during cardiopulmonary resuscitation* [online]. Current Anesthesiology Reports, 2022, 12(3), 363–372. ISSN 2167-6275. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40140-022-00527-z>
- (33) ČESKO. Zákon č. 95/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání odborné způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání lékaře, zubního lékaře a farmaceuta. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2004, částka 32. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-95>
- (34) COX, Lauren a Alexandra TEBBETT. *Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for endotracheal intubation of cardiac arrest patients in hospital: A systematic literature review* [online]. Resuscitation Plus, 2022, 11, 100297. ISSN 2666-5204. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2022.100297>

- (35) HUMAR, Matthew et al. *Cricothyroidotomy in out-of-hospital cardiac arrest: An observational study* [online]. Resuscitation Plus, 2024, 20, 100833. ISSN 2666-5204. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100833>
- (36) LEE, An-fu et al. *A comparison between intraosseous and intravenous access in patients with out-of-hospital cardiac arrest: A retrospective cohort study* [online]. The American Journal of Emergency Medicine, 2024, 80, 162–167. ISSN 0735-6757. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2024.04.009>
- (37) LUDWIN, Kobi et al. *Systematic review and meta-analysis appraising efficacy and safety of adrenaline for adult cardiopulmonary resuscitation* [online]. Cardiology Journal, 2021, 28(2), 279–292. ISSN 1897-5593. Dostupné z: <https://doi.org/10.5603/CJ.a2020.0133>
- (38) ALSHAYA, Omar A. et al. *Thrombolytic therapy in cardiac arrest caused by cardiac etiologies or presumed pulmonary embolism: An updated systematic review and meta-analysis* [online]. Research and Practice in Thrombosis and Haemostasis, 2022, 6(4), e12745. ISSN 2475-0379. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/rth2.12745>
- (39) KATZENSCHLAGER, Stephan et al. *Developments in post-resuscitation care for out-of-hospital cardiac arrests in adults—A narrative review* [online]. Journal of Clinical Medicine, 2023, 12(8), 3009. ISSN 2077-0383. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/jcm12083009>
- (40) GRANFELDT, Asger a Lars W. ANDERSEN. *The new era of post-resuscitation care* [online]. Resuscitation, 2022, 171, 98–99. ISSN 0300-9572. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.12.029>
- (41) NOLAN, Jerry P. et al. *European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines 2021: Post-resuscitation care* [online]. Resuscitation, 2021, 161, 220–269. ISSN 0300-9572. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.012>
- (42) NIEDERER, Maximilian et al. *Influence of high altitude after a prior ascent on physical exhaustion during cardiopulmonary resuscitation: a randomised crossover alpine field experiment* [online]. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine, 2023, 31(1). ISSN 1757-7241. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13049-023-01132-7>

- (43) LEE, HyeonJi, JiWon AHN a Youngsoon CHOI. *Is there any difference in the quality of CPR depending on the physical fitness of firefighters?* [online]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023, 20(4) [cit. 2024-12-14]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph20042917>
- (44) CHANG, Chun Hao et al. *The feasibility of emergency medical technicians performing intermittent high-quality cardiopulmonary resuscitation* [online]. International Journal of Medical Sciences, 2021, 18(12), 2615–2623. ISSN 1449-1907. Dostupné z: <https://doi.org/10.7150/ijms.59757>
- (45) NAYAK, Varun R. et al. *Influence of physical activity of the rescuer on chest compression duration and its effects on hemodynamics and fatigue levels of the rescuer: A simulation-based study* [online]. Indian Journal of Critical Care Medicine, 2020, 24(6), 409–413. ISSN 0972-5229. Dostupné z: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23457>
- (46) TOBASE, Lucia et al. *O uso da escala de Borg na percepção do esforço em manobras de reanimação cardiopulmonar* [online]. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 2023, 120(1) [cit. 2024-12-14]. ISSN 0066-782X. Dostupné z: <https://doi.org/10.36660/abc.20220240>
- (47) LANCASTER, Gabe D., Joshua D. STILLEY a Warren D. FRANKE. *How does rescuer fitness affect the quality of prolonged cardiopulmonary resuscitation?* [online]. Prehospital Emergency Care, 2022, 26(2), 195–203. [cit. 2025-02-05]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10903127.2021.1894275>
- (48) ABRALDES, J.A., R.J. FERNANDES a R. MORÁN-NAVARRO. *Previous intensive running or swimming negatively affects CPR effectiveness* [online]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(18), 9843. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph18189843>
- (49) PATEL, Parth N., Maria S. HORENSTEIN a Hallie ZWIBEL. *Exercise physiology*. In: StatPearls [online]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025 [cit. 2025-02-03]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29489294/>

- (50) TRAVERS, Gavin et al. *Physiological function during exercise and environmental stress in humans—An integrative view of body systems and homeostasis* [online]. Cells, 2022, 11(3), 383. ISSN 2073-4409. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/cells11030383>
- (51) DUNN, J. a M.H. GRIDER. *Physiology, adenosine triphosphate*. In: StatPearls [online]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025 [cit. 2025-02-04]. PMID: 31985968.
- (52) GLANCY, Brian et al. *Mitochondrial lactate metabolism: History and implications for exercise and disease* [online]. The Journal of Physiology, 2021, 599(3), 863–888. ISSN 0022-3751. Dostupné z: <https://doi.org/10.1113/JP278930>
- (53) DEMIRTAS, Ayla et al. *Effectiveness of simulation-based cardiopulmonary resuscitation training programs on fourth-year nursing students* [online]. Australasian Emergency Care, 2021, 24(1), 4–10. ISSN 2588-994X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2020.08.005>
- (54) HERRERO-IZQUIERDO, Laura et al. *Effectiveness of high-fidelity clinical simulation in cardiopulmonary resuscitation training: A systematic review and meta-analysis of controlled trials* [online]. Clinical Simulation in Nursing, 2025, 98, 101665. ISSN 1876-1399. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2024.101665>
- (55) CORTEGIANI, Andrea et al. *In situ simulation for cardiopulmonary resuscitation training: A systematic review* [online]. Resuscitation Plus, 2025, 21, 100863. ISSN 2666-5204. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100863>
- (56) AYAZ, Omair a Faisal Wasim ISMAIL. *Healthcare simulation: A key to the future of medical education – A review* [online]. Advances in Medical Education and Practice, 2022, 13, 301–308. ISSN 1179-7258. Dostupné z: <https://doi.org/10.2147/AMEP.S353777>
- (57) WATTS, Penni I. et al. *Healthcare Simulation Standards of Best Practice™ Simulation Design* [online]. Clinical Simulation in Nursing, 2021, 58, 14–21. ISSN 1876-1399. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.08.009>

- (58) DECKER, Sharon et al. *Healthcare Simulation Standards of Best Practice™ The Debriefing Process* [online]. Clinical Simulation in Nursing, 2021, 58, 27–32. ISSN 1876-1399. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.08.011>
- (59) MOLLOY, Margory A. et al. *Healthcare Simulation Standards of Best Practice™ Simulation Glossary* [online]. Clinical Simulation in Nursing, 2021, 58, 57–65. ISSN 1876-1399. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.08.017>
- (60) GRÄSNER, Jan-thorsten; WNENT, Jan; HERLITZ, Johan; PERKINS, Gavin D.; LEFERING, Rolf et al. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe - Results of the EuReCa TWO study. Online. *Resuscitation*. 2020, roč. 148, s. 218-226. ISSN 0300-9572. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.12.042>
- (61) BENSON, Roy a Declan CONNOLLY. Part II - Training. In: *Heart rate training*. United States: Human Kinetics, 2019. ISBN 978-1-4925-9022-4.
- (62) KIM, Dong Hun, Young Woo SEO a Tae Chang JANG. *CPR quality with rotation of every 1 versus 2 minutes as characteristics of rescuers: A randomized crossover simulation study* [online]. Medicine (Baltimore), 2023, 102(10), e33066. ISSN 0025-7974. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000033066>
- (63) CHO, Yongil et al. *What muscles need to be trained for high-quality chest compression?* [online]. Australasian Emergency Care, 2020, 23(4), 272–280. ISSN 2588-994X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.auec.2020.06.002>

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Demografické údaje	39
Tabulka č. 2: Srovnání věkových kategorií.....	50
Tabulka č. 3: Srovnání pohlaví	51
Tabulka č. 4: Srovnání BMI.....	52
Tabulka č. 5: Srovnání účastníků věnujícím a nevěnujícím se fyzické aktivitě	53
Tabulka č. 6: Srovnání podle pravidelnosti fyzické aktivity.....	54
Tabulka č. 7: Subjektivní hodnocení fyzické kondice	55
Tabulka č. 8: Srovnání v závislosti na zkušenostech s nácvikem KPR	56
Tabulka č. 9: Analýza hypotézy č. 1	58
Tabulka č. 10: Analýza hypotézy č. 2a	59
Tabulka č. 11: Analýza hypotézy č. 2b	59
Tabulka č. 12: Analýza hypotézy č. 3a	60
Tabulka č. 13: Analýza hypotézy č. 3b	61
Tabulka č. 14: Analýza hypotézy č. 4	61
Tabulka č. 15: Analýza hypotézy č. 5	62

Seznam grafů

Graf č. 1: Srovnání celkové úspěšnosti	40
Graf č. 2: Srovnání tepové frekvence.....	42
Graf č. 3: Srovnání správné polohy rukou	44
Graf č. 4: Srovnání průměrné hloubky stlačení hrudníku	45
Graf č. 5: Srovnání úrovně uvolnění hrudníku.....	46
Graf č. 6: Srovnání úrovně stlačení hrudníku	47
Graf č. 7: Srovnání průměrné frekvence kompresí hrudníku.....	48
Graf č. 9: Srovnání správné frekvence v rámci celé KPR.....	49

Seznam příloh

Příloha č. 1: Dotazník

Příloha č. 2: Zóny tepové frekvence

Přílohy

Příloha č. 1: Zóny tepové frekvence

Identifikace:

Pohlaví:

☐ Žena

☐ Muž

Váš věk:

Vaše váha:

Vaše výška:

Věnujete se aktivně nějakému sportu nebo fyzické aktivitě?

☐ Ano

☐ Ne

Kolikrát za týden vykonáváte sportovní aktivitu, při které se zadýcháte nebo zapotíte a která trvá nepřerušovaně déle než 30 minut?

☐ Méně než 1x týdně

☐ Alespoň 1x týdně

☐ 2–3x týdně

☐ 4x a více týdně

Jak hodnotíte svou fyzickou kondici?

☐ Vysoce nadprůměrná

☐ Nadprůměrná

☐ Průměrná

☐ Podprůměrná

☐ Vysoce podprůměrná

Kolikrát jste absolvoval/a praktický nácvik kardiopulmonální resuscitace (KPR) na figuríně?

☐ Nikdy

☐ 1–2x

☐ 3–5x

☐ Více než 5x

☐ Více než 10x

Děkuji za Vaše odpovědi.

Odpovědi jsou anonymní a identifikace slouží pouze k spojení dotazníku s měřenými prvky z praktické části. Vaše odpovědi budou zpracovány anonymně a využity výhradně pro účely této diplomové práce.

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 2: Zóny tepové frekvence

TABLE 1.1 Heart Rate Phases

Heart rate zone	Effort index	Effort level	Pace	Fuel source	Fuel system	Fitness component
I	60–75%	Easy	Slow	Primarily fats	Aerobic	Endurance
II	75–85%	Moderate	Moderate	Mix of carbs and fats	Mix of aerobic and anaerobic	Stamina
III	85–95%	Difficult	Fast	Primarily carbs	Anaerobic	Economy
IV	95–100%	Very hard	Very fast	All carbs	ATP-PC	Speed

ATP-PC: adenosine triphosphate-phosphocreatine system

Zdroj: BENSON, Roy a CONNOLLY, Declan. Part II-Training. In: *Heart Rate Training*. United States: Human Kinetics, 2019. ISBN 9781492590224 (str. 8).