

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA
Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Lukáš Nehasil

**Benefity aerobní zátěže u dětských
pacientů s onkologickou diagnózou**

Bakalářská práce

Praha 2019

Autor práce: Lukáš Nehasil
Vedoucí práce: Mgr. Filip Jevič
Oponent práce: MUDr. Kryštof Slabý
Datum obhajoby: květen 2019

BIBLIOGRAFICKÝ ZÁZNAM

NEHASIL, Lukáš. *Benefity aerobní zátěže u dětských pacientů s onkologickou diagnózou*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2019. 121 s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. MgA. Filip Jevič.

ABSTRAKT

Léčba onkologických onemocnění je zatížena velkým množstvím časných i pozdních nežádoucích následků. S rostoucím počtem přeživších dětského onkologického onemocnění roste zájem o kvalitu života léčených i vyléčených pacientů. Rehabilitace, jako součást komplexní onkologické léčby, přináší pacientům řadu benefitů. V recentních rešeršních bakalářských pracích je dokumentován vliv rehabilitace na neuropatii i kortikoidní myopatii dětských onkologických pacientů. Mezi různé druhy pohybové aktivity, které rehabilitace využívá, patří i aerobní zátěž. Ta je obecně dětským pacientům s onkologickou diagnózou doporučována, avšak v současné době neexistuje v české literatuře souhrnná zpráva o možnosti jejího využití v různých fázích onkologické léčby, ani o jejím vlivu na různé tělesné funkce těchto pacientů. Tato práce si klade za cíl najít, vybrat a představit studie zabývající se aerobní zátěží u dětských onkologických pacientů.

V rešeršní části práce byly použito dvacet čtyři studií získaných z databáze Medline. Studie se zabývají vlivem pohybové intervence u pediatrických pacientů na jejich fyzické funkce, antropometrické parametry, únavu, imunitu a kvalitu života.

Z výsledků vyplývá, že pohybová aktivita kombinovaného typu i aerobního typu je bezpečná a proveditelná v různých fázích léčby pediatrického onkologického onemocnění a že může mít pozitivní vliv na aerobní zdatnost, svalovou sílu, únavu a kvalitu života.

KLÍČOVÁ SLOVA

Aerobní zátěž, dětská onkologie, pohybová aktivita, onkologie, děti, rakovina, pohybová intervence

BIBLIOGRAPHICAL RECORD

NEHASIL, Lukáš. *Benefits of aerobic exercise for oncology pediatric patients*. Prague: The Charles University in Prague, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2019. 121 p. Thesis supervisor Mgr. MgA. Filip Jevič.

ABSTRACT

The treatment of childhood cancer is associated with a spectrum of short-term and long-term side effects. As population of childhood cancer survivors is growing, the importance of support treatment is also growing. The potential benefits of exercise, especially aerobic exercise, are suggesting, that the exercise could increase the quality of life of the pediatric oncology patients.

The aim of this work was to find, select and describe studies, which investigate the effect of aerobic exercise in pediatric oncology.

For this bachelor's thesis twenty four studies was used from Medline and Pubmed databases.

The results show us, that combined exercise as well as aerobic exercise is safe and feasible in various phases of treatment. The results also suggested that the aerobic and combined exercise can have a positive effect on aerobic fitness, muscle strength, fatigue and quality of life.

KEYWORDS

Aerobic exercise, pediatric oncology, physical activity, oncology, pediatric, oncology, exercise intervention

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Filipa Jeviče, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato bakalářská práce byla umístěna v Ústřední knihovně Univerzity Karlovy a používána ke studijním účelům.

V Praze dne 21. 4. 2019

Lukáš Nehasil

PODĚKOVÁNÍ AUTORA

Děkuji Mgr. MgA. Filipu Jevičovi za cenné rady a návrhy, odbornou pomoc, čas a trpělivost při vedení a zpracování mé bakalářské práce. Panu doc. MUDr. Jiřímu Radvanskému CSc. A MUDr. Michalovi Procházkovi z Kliniky tělovýchovného lékařství FN Motol za pomoc při měření pacienta. Velké díky patří pacientovi za věnovaný čas. Také děkuji rodině a přátelům za podporu nejen během psaní této práce, ale i po celou dobu studia.

OBSAH

| | |
|--|----|
| SEZNAM ZKRATEK | 11 |
| ÚVOD..... | 11 |
| OBEČNÁ ČÁST..... | 12 |
| 1 ZÁTĚŽ, POHYBOVÁ AKTIVITA..... | 12 |
| 1.1 Zátěž a energie..... | 12 |
| 1.2 Adaptace na zátěž a trénink anaerobního a aerobního typu | 13 |
| 1.2.1 Adaptace na trénink/zátěž anaerobního typu | 14 |
| 1.2.2 Adaptace na trénink/zátěž aerobní typu..... | 15 |
| 1.3 Tělesná zátěž u dětí, rozdíly dítě/dospělý..... | 19 |
| 1.3.1 Aerobní část..... | 19 |
| 1.3.2 Anareobní část | 21 |
| 1.4 Benefity pohybové aktivity..... | 22 |
| 1.5 Limitující faktory zátěže..... | 23 |
| 1.5.1 Únava..... | 24 |
| 1.5.2 Přetrénování, přetížení..... | 27 |
| 2 NÁDOROVÁ ONEMOCNĚNÍ V DĚTSKÉM VĚKU | 29 |
| 2.1 klinický obraz vybraných onkologických diagnóz v dětském věku..... | 30 |
| 2.1.1 Akutní lymfoblastická leukémie..... | 30 |
| 2.1.2 Akutní myeloidní leukémie | 32 |
| 2.1.3 Hodgkinův lymfom..... | 32 |
| 2.1.4 Non-Hodgkinův lymfom..... | 33 |
| 2.1.5 Nádory CNS..... | 33 |
| 3 ZÁTĚŽ A POHYBOVÁ AKTIVITY A ONKOLOGICKÉ ONEMOCNĚNÍ | 35 |
| 4 LIMITACE PACIENTŮ S ONKOLOGICKOU DIAGNÓZOU | 38 |
| 4.1 Limitace léčbou | 38 |
| 4.1.1 Vedlejší účinky chemoterapie..... | 40 |
| 4.1.2 Vedlejší účinky radioterapie | 42 |
| 4.1.3 Komplikace a následky transplantace kostní dřeně | 43 |

| | | |
|---------------------|---|----|
| 4.1.4 | Hospitalismus u dětí..... | 44 |
| 4.1.5 | Inaktivita, imobilizace, detréning | 44 |
| 4.1.6 | Další komplikace | 46 |
| 4.2 | Únava spojená s nádorovým onemocněním | 47 |
| SPECIÁLNÍ ČÁST..... | | 49 |
| 5 | CÍLE PRÁCE | 49 |
| 6 | METODIKA..... | 50 |
| 7 | VÝSLEDKY | 51 |
| 7.1 | Fyzická aktivita a únava | 54 |
| 7.1.1 | Testy používané k měření únavy v zahrnutých studiích..... | 55 |
| 7.1.2 | Pohybová intervence v rámci léčby | 56 |
| 7.1.3 | Pohybová intervence u přeživších | 57 |
| 7.1.4 | Pohybová intervence u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně | 58 |
| 7.2 | Fyzická aktivita a kardiorespirační zdatnost..... | 60 |
| 7.2.1 | Testy používané k hodnocení kardiorespirační zdatnosti..... | 61 |
| 7.2.2 | Pohybová intervence v rámci léčby | 62 |
| 7.2.3 | Pohybová intervence u přeživších | 65 |
| 7.2.4 | Pohybová intervence u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně | 67 |
| 7.3 | Fyzická aktivita a svalová síla/svalová vytrvalost..... | 70 |
| 7.3.1 | Metody používané k hodnocení svalové síly..... | 71 |
| 7.3.2 | Pohybová intervence v rámci léčby | 72 |
| 7.3.3 | Pohybová intervence u přeživších | 74 |
| 7.3.4 | Pohybová intervence u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně | 76 |
| 7.4 | Fyzická aktivita a imunita..... | 77 |
| 7.4.1 | Pohybová intervence v rámci léčby | 78 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 7.4.2 | Pohybová intervence u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně | 78 |
| 7.5 | Fyzická aktivita a složení těla | 81 |
| 7.5.1 | Pohybová intervence v rámci léčby | 81 |
| 7.5.2 | Pohybová intervence u přeživších | 82 |
| 7.6 | Fyzická aktivita a rozsah pohybu | 84 |
| 7.6.1 | Pohybová intervence v rámci léčby | 84 |
| 7.6.2 | Pohybová intervence u přeživších | 85 |
| 7.6.3 | Pohybová intervence u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně | 86 |
| 7.7 | Fyzická aktivita a kvalita života | 87 |
| 8 | KAZUISTIKA – VLASTNÍ MĚŘENÍ | 88 |
| 9 | DISKUSE | 91 |
| 9.1 | Počet studií s dětskými probandy | 92 |
| 9.2 | Použití aerobní pohybové aktivity v zahrnutých studiích..... | 92 |
| 9.3 | Vliv pohybové aktivity na vybrané veličiny | 93 |
| 9.3.1 | Vliv pohybové aktivity na kardiopulmonální zdatnost | 93 |
| 9.3.2 | Vliv pohybové aktivity na imunitní systém | 93 |
| 9.3.3 | Vliv pohybové aktivity na svalovou sílu | 94 |
| 9.3.4 | Vliv pohybové aktivity na únavu | 95 |
| 9.3.5 | Vliv pohybové aktivity na složení těla | 95 |
| 9.3.6 | Vliv pohybové aktivity na rozsah pohybu | 95 |
| 9.4 | Porovnání intervencí pod přímou supervizí a domácích programů..... | 96 |
| 9.5 | Diskuse k vlastnímu měření..... | 97 |
| | ZÁVĚR..... | 98 |
| | REFERENČNÍ SEZNAM | 99 |
| | PŘÍLOHY | 113 |
| 1 | PŘÍLOHA Č. 1 – PREPARÁTY POUŽÍVANÉ V DĚTSKÉ ONKOLOGII V RÁMCI CHEMOTERAPIE A JEJICH NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY (ŠRÁMKOVÁ 2006)..... | 113 |

| | | |
|---|---|-----|
| 2 | PŘÍLOHA Č. 2 – ORIGINÁLNÍ PODOBA DOTAZNÍKU PEDSQL 4.0 (VARNI 1998)..... | 118 |
| 3 | PŘÍLOHA Č. 3 – PERCENTILOVÝ GRAF ZÁVISLOSTI VÝŠKY NA VĚKU PRO CHLAPCE (DOBŠÁK ET AL. 2010)..... | 122 |

SEZNAM ZKRATEK

| | |
|--------|---|
| A.-V. | Arteriovenózní diference |
| ALL | Akutní lymfoblastická leukémie |
| AML | Akutní myeloblastická leukémie |
| ATP | Adenosintrifosfát |
| BMI | Body mass index |
| CIpeak | Cardiac index peak |
| CMP | Centrální mozková příhoda |
| CNS | Centrální nervový systém |
| CPr | Kreatinfosfát |
| DF | Dechová frekvence |
| DIC | Diseminovaná intravaskulární koagulopatie |
| DKK | Dolní končetiny |
| DMO | Dětská mozková obrna |
| EBV | Virus Epstein-Barrové |
| FFM | Fat free mass |
| FK | Fibrilace komor |
| FT | Tepová frekvence |
| GF | Growth factor |
| GMFM | Gross motor function measure |
| GVHD | Graft versus host disease |
| HRpeak | Heart rate peak |
| HRQoL | Health related quality of life |
| IGF | Insulin-like growth factor |

| | |
|---------|--|
| IGFB | Insulin-like growth factor-binding protein |
| ISCHS | Ischemická choroba srdeční |
| Kl. | Kloub |
| mm. | Svaly |
| MV | Minutový vdej |
| NK | Nature killers |
| OŠD | Odklad školní docházky |
| PA | Pohybová aktivita |
| PedsQL | Pediatric Quality of Life Inventory |
| QoL | Quality of life |
| ROM | Range of motion |
| SAO2 | Saturace kyslíkem |
| SF | Srdeční frekvence |
| TK | Tlak krve |
| TUDS | Time up and down stairs |
| TUG | Time up and go |
| VO2max | Maximální spotřeba kyslíku |
| VO2peak | Vrcholná spotřeba kyslíku |
| HRmax | Maximální tepová frekvence |
| 1RM | One repetition maximum |
| 9MWT | Nine minute walk test |

ÚVOD

Díky pokrokům medicíny a vědy roste počet dětských pacientů vyléčených z onkologického onemocnění (Winter, Müller, Hoffmann, Boos & Rosenbaum 2009). S přibývajícím počtem získává ještě více na důležitosti nejen jejich přežití, ale i kvalita jejich života a redukce možných omezení (Huang & Ness 2011). Omezení daná nemocí samotnou, hospitalizací a vedlejšími účinky léčby netrvají pouze po dobu nemoci či léčby, ale mohou působit i dlouhou dobu od vyléčení z primárního onemocnění. Mezi hlavní problémy a omezení, které zhoršují kvalitu života, můžeme řadit ztrátu fyzické kondice a síly, zhoršení motorických funkcí, únavu, problémy s váhou, poruchy růstu a vývoje, kognitivní dysfunkce, sekundární malignita a plejádu dalších individuálně se projevujících nežádoucích účinků léčby a základního onemocnění, které se odráží na fyzických, psychických a sociálních funkcích jedince (Winter et al. 2009; Huang & Ness 2011). Efekt a tíže těchto problémů, je výrazně akcentovaná dětským věkem.

Shrnující review studie u dospělých pacientů ukázaly pozitivní vliv pohybové aktivity na vedlejší účinky léčby a omezení nemocí samotnou (Baumann, Bloch & Beulertz 2013). Ukazuje se, že u dětí vyléčených či léčených s onkologickým onemocněním je nízká úroveň fyzické aktivity, což s sebou nese své následky (Wolin, Ruiz, Tuchman & Lucia 2010). Vzniklo několik studií zabývajících se vlivem zátěže na dětské pacienty s onkologickým onemocněním v různých fázích léčby. Studie se zabývají efektivitou a proveditelností různých tréninkových programů a pohybových intervencí a jejich vlivem na zdraví, jednotlivé fyzické funkce a kvalitu života. Právě aerobní zátěž je poměrně málo prozkoumanou a využívanou možností a pomocí výsledků provedených studií je možné ji zařadit do rehabilitační léčby.

Tato práce si klade za cíl popsat vliv aerobní zátěže na dětské pacienty s onkologickou diagnózou. Pomocí rešerše najít a vybrat studie, které se problematikou dětské onkologie a pohybovou aktivitou, hlavně aerobního typu, zabývají a představit jejich zaměření, pohybový program a výsledky.

OBEČNÁ ČÁST

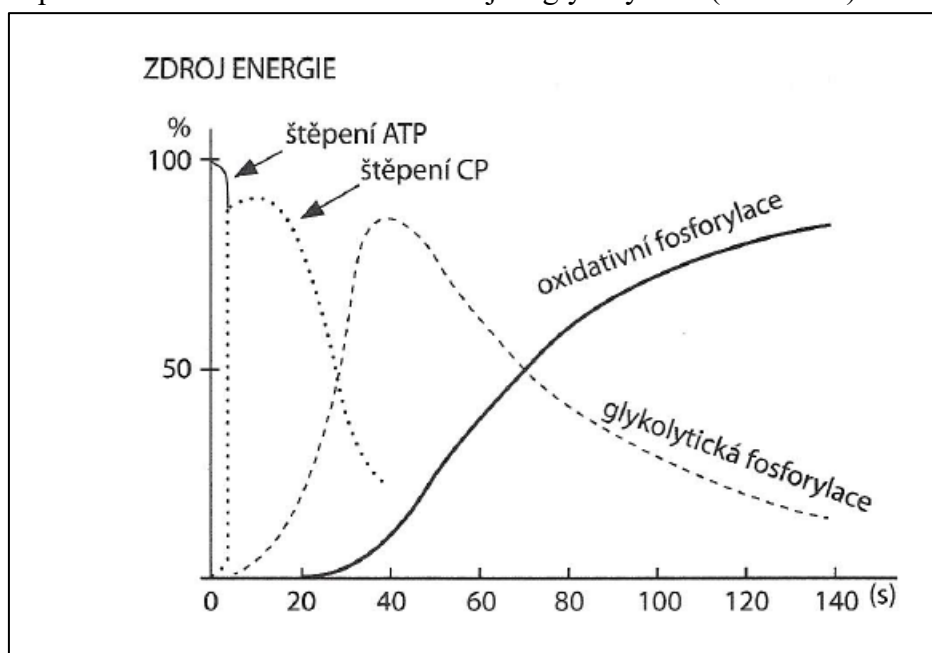
1 ZÁTĚŽ, POHYBOVÁ AKTIVITA

1.1 ZÁTĚŽ A ENERGIE

Pohybová aktivita (PA) ač jako součást každodenní rutiny, zaměstnání či více či méně organizovaného tréninku je výsledkem svalové činnosti. Ke stahu svalového vlákna je zapotřebí energie, kterou je možné získat různými způsoby.

V počáteční, iniciační fázi pohybu, která trvá u lehké až střední intenzity zátěže 2-3 minuty (Máček & Radvanský c2011), se organismus dostává zpět do rovnovážného stavu, z kterého byl vychýlen zvýšenou poptávkou po větším množství energie a větší potřebou O_2 , ale jeho prozatímním nedostatečným příjmem.

Bezprostřední energie potřebná pro svalovou činnost je získávána ze štěpení ATP (Trojan 2003). Zásoba ATP vystačí na cca 4s (Katch F., McArdle & Katch V. 2013), ale je možné ho znovu získat rychlou resyntézou ADP s kreatinfosfátem, který se hydrolyzou štěpí na kreatin a fosfát a uvolňuje se značné množství energie (Ganong 2005). Jelikož množství kreatinfosfátu je pouze $25-80\text{mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ svalové hmoty (Máček & Radvanský c2011) a je možné s ním pokrýt pouze prvních 30s zátěže (Kisner & Colby c2007), souběžně se štěpením kreatinfosfátu se začne rozvíjet i glykolytická (anaerobní) fosforylace ADP, jejímž



Obrázek 1 Časové schéma uplatnění energetických zdrojů na začátku zátěže (Máček & Radvanský c2011)

produktem, kromě resyntézy ATP je lakatát (Ganong 2005), který zůstává ve svalové buňce nebo může příležitostně difundovat do krevního oběhu (Hale 2003). Glykolytická fosforylace vrcholí kolem 30-90s sekund od začátku zátěže (Kisner & Colby c2007) a mezi 2 až 4 minutou klesá na úkor oxidativní (aerobní) fosforylace (Obrázek 1.), která se později stává dominantní (Katch et al. 2013). Během glykolitické fosforylace není bezprostředně potřeba O₂ a samotná fosforylace probíhá v matrix svalové buňky, zatímco aerobní oxidativní fosforylace probíhá na membráně mitochondrií a vyžaduje dodávku O₂ (Kisner & Colby c2007).

Při intenzitě zátěže nad 60-70 % maxima zůstává glykolytická fosforylace důležitou formou fosforylace i po vzestupu oxidativní fosforylace (Máček & Radvanský c2011). Tyto tři energetické systémy (systém kreatinfosfátu, aneorobní a aerobní fosforylace) pracují souběžně v závislosti na intenzitě zátěže, trvání zátěže a úrovni trénovanosti (Katch et al. 2013). „Pokud vezmeme jako protichůdné příklady běžecký závod na 100 m zaběhnutý v čase 9.8 s a maratonský běh (42 195 m) zaběhnutý s časem pod 2 h a 6 min, poměr anaerobního a aerobního metabolismu pro resyntézu ATP je zhruba 9:1 při závodu na 100 m a 0,1:9,9 při maratonském běhu“ (Hale c2003, 212).

Podle převážného způsobu hrazení potřebné energie je možné rozdělit pohybovou aktivitu na tzv. aerobní či anaerobní. Aktivity s trváním do 2 minut nebo aktivity s náhlými krátkými zvýšenými nároky na dodávku energie závisí hlavně na anaerobním hrazení, zatímco u aktivity s trváním nad 4 minuty je dominantní aerobní hrazení energie (Katch et al. 2013).

1.2 ADAPTACE NA ZÁTĚŽ A TRÉNINK ANAEROBNÍHO A AEROBNÍHO TYPU

Adaptace na tělesnou zátěž je soubor mechanismů zasahující do významných systémů těla, které ve fylogenezi lidského druhu sloužily k energetické ekonomizaci pohybové aktivity, a aby požadovaná aktivita znamenala co nejmenší vychýlení z homeostázy (Máček & Radvanský c2011). Dochází k neurologickým, fyzikálním a biochemickým změnám v kardiovaskulárním a svalovém aparátu, které vedou k tomu, že stejnou fyzickou práci je možné provést s menšími fyziologickými nároky (Kisner & Colby c2007).

Úroveň adaptace či schopnosti organismu reagovat na zatížení je možné popsat pojmem trénovanost či anglickým *level of fitness* (Máček & Radvanský c2011). Zvýšení úrovně adaptace dochází tréninkem (Máček & Radvanský c2011), který, podle délky trvání prováděné aktivity a úrovně zatížení, může cílit na určité mechanismy. Například na jedné straně sekundová vysoce intenzivní aktivita svalů, která rozvíjí svalovou sílu, sílu šlach a ligament a na straně druhé 20-30 minut trvající aktivita submaximální intenzity, která rozvíjí vytrvalostní schopnosti (Kisner & Colby c2007). Výsledná adaptace na určitý stimulus je různá i ve věkově homogenní skupině se stejnou trénovaností a začátkem tréninku (Katch et al. 2013). Při výzkumech s dvojčaty se během několikátýdenního tréninku potvrdila výrazná genetická komponenta adaptace (Katch et al. 2013).

Zvýšení trénovanosti a pozitivních důsledků plynoucích ze zvýšené adaptace je možné využít ke zlepšení sportovních výkonů či jako preventivní a léčebnou metodu (Máček & Radvanský c2011).

1.2.1 Adaptace na trénink/zátěž anaerobního typu

Při opakované zátěži s dominantním anaerobním hrazením dochází ke zvětšení počtu a zvýšení aktivity klíčových enzymů glykolytické fáze anaerobního uvolňování energie, přičemž jejich zvýšení není tak výrazné jako u enzymů zapojených do aerobní fosforylace při aerobním tréninku (Katch et al. 2013; Máček & Radvanský c2011; McArdle, Katch F. & Katch V. 2010). Při biopsii svalových buněk bylo také zjištěno zvýšené množství anaerobních substrátů jako ATP, PCr a volného fosfátu (Katch et al. 2013). Máček & Radvanský (c2011) udávají zvýšení substrátů u mladých mužů po silovém tréninku trvajícím čtyři týdny: PCr +5,1 %, Kreatin +35,2 %, ATP +17,1 % a glykogen +32 %. „*Další studie ukazují zvýšené množství ATP a celkového kreatinfosfátu obsažených v trénovaných svalech sprinterů a rychlostních cyklistů v porovnání s vytrvalostními běžci a silničními závodníky*“ (Katch et al. 2013, 413). Při maximálních výkonech probandů trénujících anaerobní PA je patrná vysoká hladina laktátu v krvi, která může být způsobena zvětšenými zásobami svalového glykogenu a větší odolností proti únavě (Máček & Radvanský c2011).

Na rozdíl od aerobní aktivity při silovém či odporovém cvičení, jako zástupců převážně anaerobně hrazených aktivit, nedochází ke snížení periferního odporu cév, což u aktivit vyšší intenzity může vést k zvýšení krevního tlaku (Máček & Radvanský c2011).

1.2.2 Adaptace na trénink/zátěž aerobního typu

1.2.2.1 Metabolická adaptace

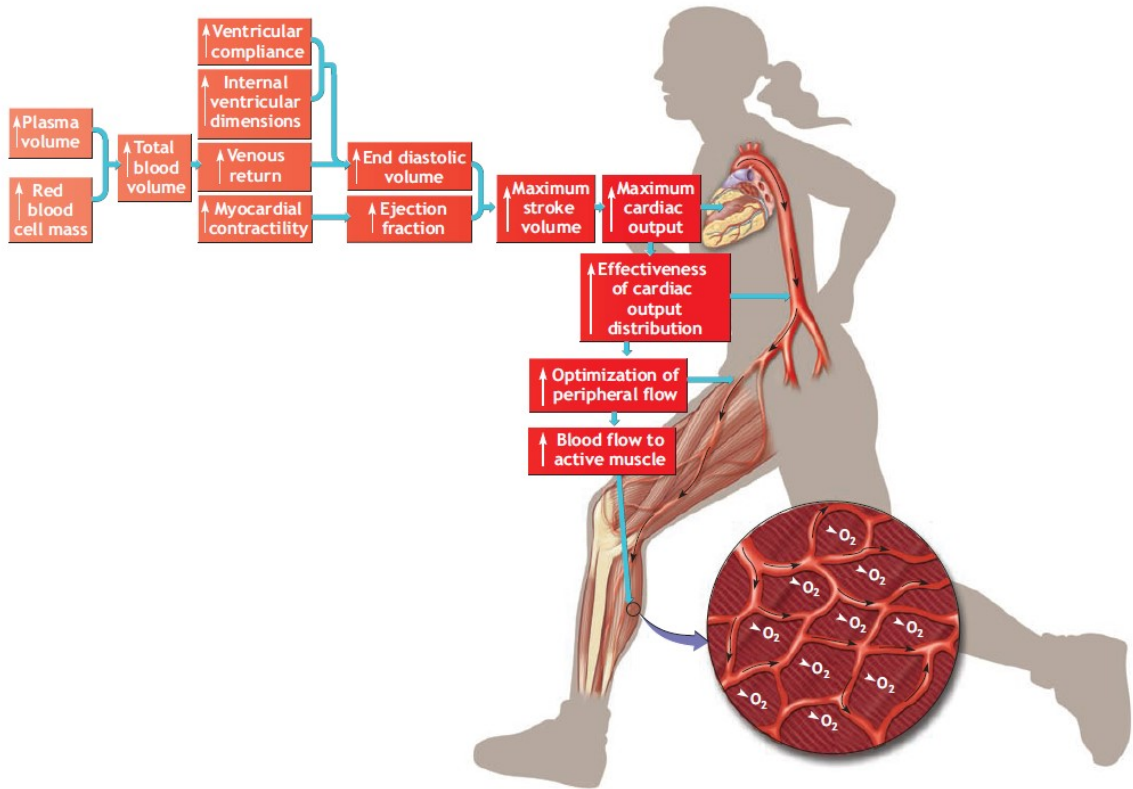
Pravidelná aerobní aktivita má efekt bez ohledu na věk, pohlaví nebo zdravotní stav. Efekt je zřejmý hlavně u pomalých svalových vláken, kde se zvětší velikost jednotlivých mitochondrií (Katch et al. 2013) a zároveň se zvýší i jejich počet (McArdle et al. 2010). Máček & Radvanský (c2011) udávají, že se současně zvýší aktivita oxidativních enzymů, která po ročním tréninku může vzrůst až o více než 100 %. Podle McArdle et al. (2010) mohou hlavně enzymatické změny za možnost provádět u vytrvalců dlouhou PA bez akumulace laktátů v krvi.

Během aerobního tréninku dochází ke zlepšení schopnosti oxidovat mastné kyseliny, zvýší se aktivita tuk mobilizujících enzymů v adipocytech a tuk metabolizujících enzymů ve svalových vláknech (Katch et al. 2013) a v porovnání s netrénovaným se při stejné aktivitě využívá více tukových zásob na úkor glukózy získávané ze svalových zásob, ale i glukózy přijímané z krve, při střední až submaximální intenzitě zátěže (McArdle et al. 2010). Tato adaptace umožňuje delší vytrvalostní PA a umožňuje trénink s vyšším absolutním zatížením bez známek únavy provázející vyčerpání zásob svalového glykogenu (Katch et al. 2013). V případě využívání uhlovodíků jako paliva při maximálním zatížení je možné také zaznamenat zvýšené množství energie uvolněné aerobní cestou v porovnání s netrénovanými jedinci (McArdle et al. 2010). Jako důvod využívání uhlovodíků při maximální zátěži Katch et al. (2013) uvádí větší rychlost odbourávání uhlovodíků a zároveň větší množství získané energie (o 6 %) uvolněné ze stejného množství tuků za stejné spotřeby kyslíku.

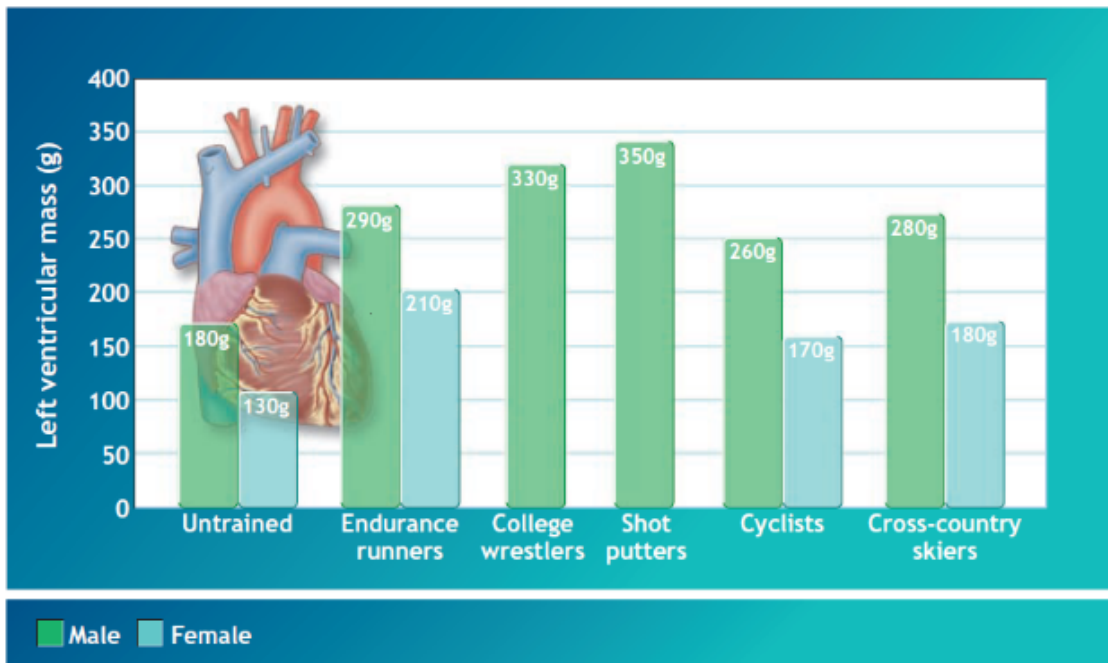
Během vytrvalostního tréninku dochází k selektivní hypertrofii svalových vláken a zvyšuje se aerobní potenciál všech druhů svalových vláken bez změny jejich typu (McArdle et al. 2010).

1.2.2.2 Kardiovaskulární adaptace

Kardiovaskulární adaptace probíhá na několika úrovních, od ekonomizace srdeční činnosti (Máček & Radvanský c2011) až po vyšší obsah myoglobinu ve svalových vláknech (Kisner & Colby c2007), všechny tyto změny vedou k lepší dodávce O₂ v případě potřeby (Obrázek 2).



Obrázek 3 Adaptace oběhového ústrojí na aerobní trénink (McArdle et al. 2010)



Obrázek 2 Porovnání váhy levé srdeční komory různých atletů a netrénovaných jedinců (McArdle et al. 2010)

Máček & Radvanský (c2011) uvádí, že přímý efekt vytrvalostní svalové aktivity na aktivitu myokardu je možné prokázat až po delším trvání tréninku, pakliže trénink má

dostatečně dlouhé trvání a intenzitu. Jelikož srdeční sval pracuje 24 hodin denně, krátké časové úseky s vyššími nároky nevyvolají měřitelné změny. V případě dlouhé a pravidelné expozice vytrvalostní PA je ale možné pozorovat změny, které mohou být vyvinuté až do takzvaného sportovního srdce, zvyšuje se váha a objem srdce se zvětšeným levým ventrikulárním end-diastolickým objemem, dochází k excentrické hypertrofii a mírně i ke koncentrické hypertrofii srdečních stěn (Katch et al. 2013), váhy levé srdeční komory různých atletů s porovnáním netrénujících viz obrázek č. 3. Srdeční objem u vytrvalostních sportovců může být až o 25 % větší v porovnání s lidmi stejného věku a sedavým způsobem života (McArdle et al. 2010). Je otázkou, nakolik k adaptaci napomáhá vytrvalostní trénink a nakolik hraje roli genetický faktor. Samotný myokard se také adaptuje, dochází ke snížení chronotropie a dromotropie a ke zvýšení kontraktibility, což vede ke klidové bradykardii, menší akceleraci tepové frekvence při submaximální zátěži, prodloužení intervalu P-Q na EKG a zvětšení tepového objemu při nezvětšeném srdci (Máček & Radvanský c2011). Máček & Radvanský c2011 dále udávají, že u trénovaných osob je zvýšená aktivita autonomního nervového systému. Zatímco ale u sedavého způsobu života převažuje aktivita sympatiku, u aktivních jedinců převažuje aktivita parasympatiku. Dochází také ke změně respektive snížení systolického i diastolického TK během klidu a zatížení submaximální intenzity, u probandů obou pohlaví, s předešlým sedavým způsobem života, přibližně o 6-10 mm Hg (Katch et al. 2013).

Díky zvýšené syntéze a retenci albuminu dochází již po třech až šesti trénincích k zvýšení objemu plazmy o 12-20 % (McArdle et al. 2010). „*Tato adaptace zlepšuje cirkulaci a termoregulační dynamiku a facilituje dodávku O₂ ke svalům během PA*“ (Katch et al. 2013, 417). Konkrétně dochází ke zvýšení tepové rezervy, end-diastolického objemu a tepového objemu (Máček & Radvanský c2011). Podle McArdle et al. (2010) zvýšený cirkulační objem napomáhá k tréninkem indukované excentrické hypertrofii srdce.

Zvýšená a.-v. O₂ difference, ukazuje na zvýšenou schopnost svalu extrahovat O₂ z arteriální krve. Katch, McArdle & Katch (2011) uvádí, že po 55 dnech lehkého a středně intenzivního tréninku dospělých se maximální extrakce kyslíku zvýšila o 13 %.

Adaptačním mechanismem, který napomáhá i k větší a.-v. diferencii, je změna distribuce a toku krve (Máček & Radvanský c2011). Díky zvýšenému minutovému objemu, zvýšení činnosti svalové pumpy, centrální redistribuci, což znamená zmenšenému průtoku splachnickou oblastí, a schopnosti rychlé produkce oxidu dusíku buňkami endotelu jako reakce na aktuální potřebu průtoku, dostávají aktivní svaly, hlavně svaly s větším podílem

oxidativních svalových vláken, větší podíl MV (Máček & Radvanský c2011). Zároveň dochází ke zvýšené kapilarizaci svalové tkáně (Katch et al. 2013) i k zvětšení průřezu srdečních cév a ke zvýšené kapilarizaci myokardu (Máček & Radvanský c2011).

1.2.2.3 Adaptace dýchání

„Výsledkem adaptace dýchání je snížení dechové práce proti neadaptovaným, čímž by se mělo snížit nebo uvolnit určité množství kyslíku pro jiné účely.“ (Máček & Radvanský c2011, 29). Po dvacetitýdennímu aerobnímu tréninku se sníží potřeba O₂ dýchacích svalů, vzroste svalová vytrvalost o 16 % (Katch et al. 2013) a sníží se energetický ekvivalent pro kyslík (Máček & Radvanský c2011). Díky zvýšené možnosti dýchacích svalů metabolizovat laktát pro získávání energie se sníží i celkové množství laktátu a zvýší se i dodávka kyslíku pro ostatní svaly na úkor svalů dýchacích (McArdle et al. 2010).

S tréninkem se při stejné zátěži zvyšuje extrakce O₂ z vdechovaného vzduchu, což je umožněno snížením dechové frekvence a zvětšením dechového objemu, což znamená, že vdechovaný vzduch zůstává v alveolech delší dobu (Máček & Radvanský c2011). Katch et al. (2013) toto tvrzení dokládá analýzou vydechovaných plynů, kdy u netrénovaných jedinců bylo zjištěno 17 % O₂, zatímco trénovaní se pohybovali od 14 % do 15 % při zátěži stejné intenzity.

1.2.2.4 Adaptace dalších systémů

V kombinaci s odporovým cvičením vytrvalostní trénink zvyšuje podíl aktivní svalové hmoty a redukuje tukovou tkáň, což může být profitem pro obézní a lidi s nadváhou (Katch et al. 2013; McArdle et al. 2010).

Díky většímu objemu plazmy a rychleji reagujícím termoregulačním procesům mají trénovaní jedinci menší problémy s přehříváním tělesného jádra (Katch et al. 2013).

Pravidelná PA vyvolá i změny v centrálním nervovém systému. Dochází ke zpřesnění pohybu a jeho lepší koordinaci (Máček & Radvanský c2011). Zlepšuje se také reakce některých smyslových ústrojí, Máček & Radvanský (c2011) udávají například zlepšení zraku po tenisovém tréninku a zlepšení zrakové kontroly a stability těla u gymnastů.

Svaly pracují koordinovaněji a zlepšuje se biomechanická účinnost. Nesmíme opomenout adaptaci podpůrného ústrojí, dochází k většímu ukládání minerálů do kostí, dochází k zesílení vaziva a zvyšuje se počet satelitních buněk (Máček & Radvanský c2011).

1.3 TĚLESNÁ ZÁTĚŽ U DĚTÍ, ROZDÍLY DÍTĚ/DOSPĚLÝ

PA u dětí nejenže napomáhá růstu a vývoji, ale určité množství pohybu je pro dětský organismus k jeho správnému vývoji nezbytné (Powers & Howley 2009).

Průměrný dětský klidový tep je 126 u dívek a 135 u chlapců a k dospělým hodnotám se dostává během puberty, systolický TK od narození roste a ustaluje se několik let před pubertou a hodnoty diastolického TK rostou mezi 4 až 14 rokem a pak už se jen lehce mění během puberty (Kisner & Colby c2007). Vitální kapacita plic koreluje s váhou, ale největší změna ve smyslu plus je během puberty, zatímco dechová frekvence se snižuje ze 30 dechů za minutu na 16 mezi 17 a 18 rokem (Kisner & Colby c2007). Dětský organismus toleruje větší a.-v. O₂ diferenci než dospělý (Kisner & Colby c2007).

1.3.1 Aerobní část

VO₂ max, jako ukazatel maximální aerobní výkonnosti, v dětství lineárně roste. Křivka je až do puberty velice podobná pro chlapce a dívky (Kisner & Colby c2007). Ve 12 letech se růst VO₂ max u dívek začne rapidně zpomalovat, u chlapců se začne zvyšovat a rozdíl mezi pohlavími se začne zvětšovat (Máček & Radvanský c2011). V případě, že dítě má dostatečné denní množství PA, vytrvalostní trénink nezvýší jeho VO₂ max, na rozdíl od dorostenců a dospělých, o více než 5 % (Máček & Radvanský c2011). Některé studie ale zjistily vyšší VO₂max na kg tělesné váhy u chlapců a dívek trénujících vytrvalostní běh (Rowland et al. 1994; Mayers & Gutin 1979), cyklistiku (Rowland, Wehnert & Miller 2000) a plavání (Cunnigham & Eynon 1973) oproti netrénujícím. Armstrong & Van Mechelen c2008 ale uvádí, že například ve studii s dvanáctiletými vytrvalostními běžci bylo jejich VO₂max na kg tělesné hmotnosti vyšší, ale vyjádřeno v absolutních číslech se VO₂max jen málo lišilo od kontrolní skupiny. Což znamená, že vyšší VO₂max na kg váhy bylo způsobené nízkou tělesnou hmotností. Ale nízká tělesná hmotnost může být také interpretována jako adaptace na vytrvalostní trénink (Armstrong & Van Mechelen c2008). Longitudinální studie uváděné v Armstrong & Van Mechelen (c2008) mají různé výsledky, co se týče signifikantních rozdílů VO₂ max trénovaných skupin dětí a adolescentů oproti kontrolním skupinám. Massicotte a MacNab (1974) zkoumali efekt tréninku různých intenzit na VO₂ max a signifikantní rozdíl oproti kontrolní skupině byl zaznamenán pouze u skupiny s nejvyšší intenzitou (zátěž trvala 12 min denně, 3 dny v týdnu, SF byla 170-180 úderů za minutu). Armstrong & Van Mechelen (c2008) dále uvádí, že zvýšené VO₂max u aerobně

trénujících dětí a adolescentů může být také způsobeno zvýšenými srdečními parametry. „*Elitní běžci měli zvýšené parametry levé srdeční komory, i přestože tloušťka srdeční stěny byla stejná jako u kontrolní skupiny*“ (Armstrong & Van Mechelen c2008, 517). Rozměry srdce u dětí se i přes vytrvalostní trénink neliší od dětí netrénujících, neobjevuje se takzvané sportovní srdce, které je možné pozorovat u dospělých vytrvalců (Máček & Radvanský c2011). Obert et al. (2003) zjistil signifikantní rozdíl v srdečním a tepovém indexu u aerobně trénujících dětí oproti netrénujícím. Jelikož ale aerobní trénink nemá vliv na srdeční kontraktilitu (Obert et al. 2003; Geroge, Gates & Tolfrey 2005), ani další studie nezjistil signifikantní rozdíl v srdečním objemu při tréninku kratším než 26 měsíců, Armstrong & Van Mechelen (c2008) usuzují, že to může být, mimo jiné, způsobeno morfologickými změnami myokardu.

Podobně jako u dospělých i u vytrvalostně trénujících dětí vlivem tréninku dochází k většímu tonu parasymptiku, a tím pádem i k nižší klidové srdeční frekvenci (Armstrong & Van Mechelen c2008).

U dětí také nenalzáme klasické somatické typy (štíhlého vytrvalce s vysokým VO_2 max, silového sportovce s nižším VO_2 max atd.) jako u dospělých (Máček & Radvanský c2011).

U menších dětí je vyšší hodnota VO_2 max na kg tělesné hmotnosti, což znamená, že dítě vydá při pohybu více energie na kg hmotnosti než dospělý. Máček & Radvanský (c2011) to vysvětluje nižší pracovní účinností, která je dána vyšším bazálním metabolismem u dětí, nezralou motorikou a menšími proporcemi, jako například kratšími končetinami. Tréninkem je ale možné snížit podíl nižší koordinace při složitějších aktivitách.

Při zátěži 40 % a 60 % VO_2 max nebyl zjištěn rozdíl mezi dětmi a dospělými při reakci na zátěž ve ventilaci a spotřebě kyslíku, SF u dětí rostla pomaleji, ale výrazný rozdíl je v hladině laktátu v krvi, která u dětí po 10 minutách začne klesat. Je to známkou metabolizování laktátu a tím i dostatečné dodávky kyslíku v průběhu zátěže (Máček & Radvanský c2011). U vytrvalostně trénujících dětí je hladina laktátu v krvi ještě menší než u netrénujících dětí, což může být známkou tréninkem způsobené větší oxidativní kapacity svalů (Armstrong & Van Mechelen c2008). U trénujících dětí byla zjištěna i nižší srdeční frekvence během submaximální zátěže, (Mayers & Gutin 1979; Rowland, Wehnert & Miller 2000) v porovnání s netrénujícími.

Při delší zátěži u dětí roste hrazení energie z tukových zásob, zvyšuje se rektální teplota a dochází k mírnému zvýšení plazmatického objemu (Máček & Radvanský c2011). Na rozdíl od dospělých je u dětí, hlavně u dívek, až do konce puberty větší podíl energie hrazen oxidativním způsobem (Máček & Vávra 1988). Dětský organismus je bez problémů schopný zvládnout vytrvalostní zátěž (Máček & Radvanský c2011) a chová se při reakci na vytrvalostní zátěž podobně jako trénovaný dospělý (Máček & Vávra 1988).

1.3.2 Anareobní část

Ačkoliv většina spontánních dětských aktivit je krátká nebo se skládá z krátkých na sebe navázaných výkonů, zdálo by se tedy, že bude hrazena anaerobním způsobem, podíl takto hrazené energie je proti dospělým velice malý a naopak oxidativní složka je výrazně vyšší (Máček & Radvanský c2011). Děti reagují jinak než dospělí a tyto aktivity hradí převážně oxidativně, Máček & Radvanský (c2011) to vysvětlují rychlou resyntézou ATP mezi dvěma zátěžemi. U dětí v porovnání s dospělými je menší anaerobní výkonnost jak v absolutních, tak relativních číslech (Bar-Or & Rowland 2004). Zatímco se s růstem aerobní výkon příliš nemění, anaerobní roste (Bar-Or & Rowland 2004). Máček & Radvanský (c2011) udávají, že u mladších dětí stoupá spotřeba kyslíku rychleji než u starších po pubertě.

Cirkulační poměry u dětí jsou jiné, cesta od centra na periferii je kratší a krev proudí v relativně širších tepnách (Máček & Radvanský c2011), díky tomu se na začátku zátěže kyslík dostává do pracujících svalů rychleji a není třeba tolik energie hradit glykolyticky, což má za následek i menší vzestup hladiny laktátu (Bar-Or & Rowland 2004). Děti mají také nízké zásoby svalového glykogenu, s věkem stoupají zásoby i jeho využití při zátěži (Máček & Radvanský c2011; Bar-Or & Rowland 2004). U malých chlapců je také rozdíl v enzymatické výbavě konkrétně v enzymu fosfofruktokináza, jehož je výrazně menší množství u chlapců než u mladých mužů i než je možné nalézt u dospívajících chlapců, naproti tomu u 13-15letých dívek a mladých žen se množství tohoto enzymu neliší (Bar-Or & Rowland 2004).

U adolescentů je anaerobní výkonnost dobře ovlivnitelná (Máček & Radvanský c2011) a anaerobním tréninkem u dětí je možné zvýšit anaerobní kapacitu svalu (Armstrong & Van Mechelen c2008). Ford et al. (2011) udávají nejlepší trénovatelnost dětí pro sprinty tzv. okno možností mezi 7 a 9 rokem a poté mezi 11 a 13 lety pro dívky a 13 až 15 pro chlapce. Po 4 měsíčním tréninku je možné změřit vyšší ATP, CPr, větší zásobu svalového glykogenu i větší enzymatickou aktivitu (Armstrong & Van Mechelen c2008). Ve studii

Cadefau et al. 1990 bylo naměřeno výrazné zvýšení zásob svalového glykogenu, jeho využívání během zátěže i vyšší aktivitu anaerobních enzymů při jen lehce zvýšeném zatížení u atletů ve věku 16-18 let. Podle Armstrong & Van Mechelen (c2008) ale podobné výsledky není možné očekávat u jedinců, jejichž tréninkové zatížení se blíží jejich tréninkovým limitům.

Další vliv na anaerobní metabolismus může mít i dědičnost, Bar-Or & Rowland (2004) udávají až 50 % podíl dědičnosti na anaerobním výkonu. Máček & Radvanský (c2011) i Bar-Or & Rowland (2004) poukazují také na souvislost mezi anaerobním výkonem a neuromuskulární koordinací respektive vyzrálostí CNS, což Bar-Or & Rowland (2004) dokládají výzkumem s předčasně narozenými dětmi, které měly oproti dětem narozeným v termínu výrazně horší výsledky ve Wingate testu, který zjišťuje maximální anaerobní výkon a anaerobní kapacitu. Benefity pro anaerobní výkonnost může mít i aerobní trénink (Armstrong & Van Mechelen c2008).

1.4 BENEFITY POHYBOVÉ AKTIVITY

Některé benefity pohybové aktivity vychází hlavně z adaptačních mechanismů, viz kapitola 1.2 Adaptace na zátěž a trénink anaerobního a aerobního typu. Dalšími možnými benefity jsou psychologické benefity, které jsou nezávislé na věku jednice (Katch et al. 2013): redukce anxiety, redukce neurotismu, zlepšení nálad, zlepšení sebeúcty a sebevědomí, snížení nízké až střední deprese a redukce různých druhů stresu (McArdle et al. 2010). Hošek (2013) popisuje i velkou psychosociální dimenzi pohybové aktivity napříč věkovým spektrem.

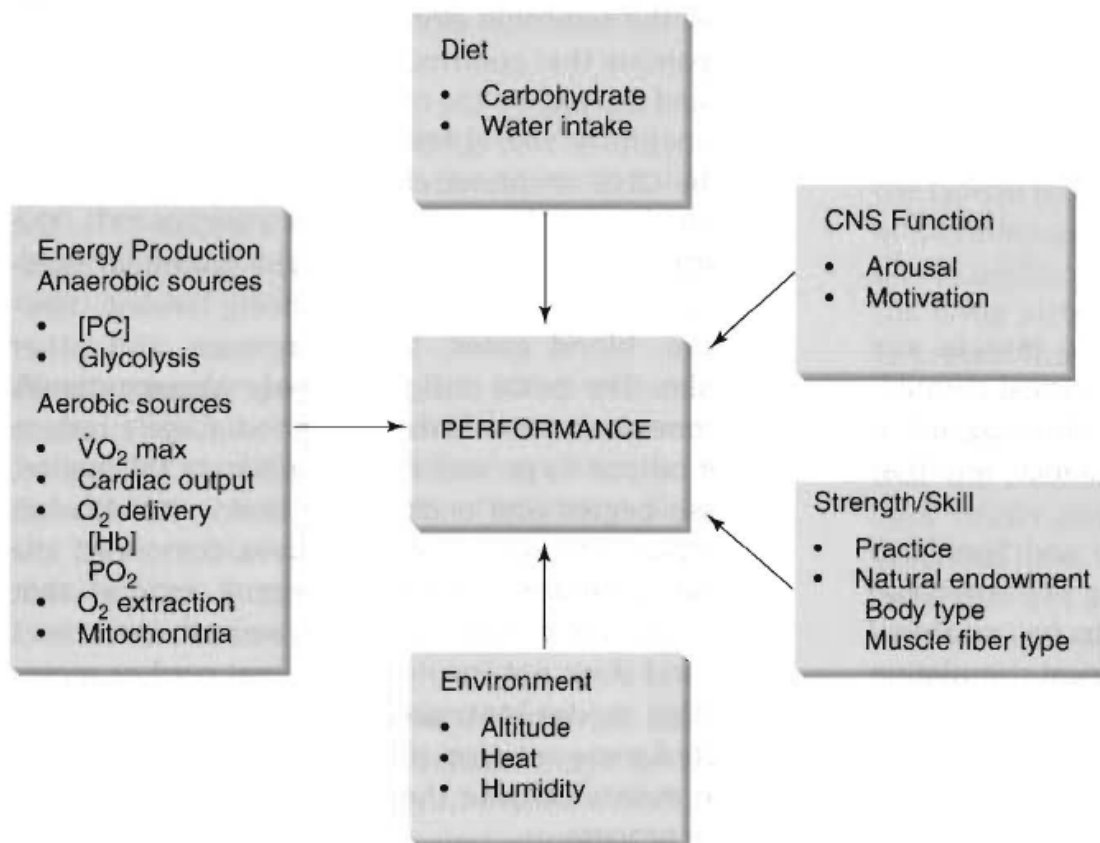
U dospělých jedinců snižuje vyšší úroveň pohybové aktivity riziko ISCHS, CPM, hypertenze, osteoporotických fraktur, diabetu mellitu 2. typu, některých rakovin, anxiety a deprese (Äijö et al. 2016). Pohybová aktivita a úroveň trénovanosti kardiovaskulárního a respiračního aparátu silně souvisí i s mortalitou a morbiditou (Äijö et al. 2016). Riziko inaktivity například u CMP je stejné jako u ostatních rizikových faktorů, ale prevalence inaktivity je přibližně třikrát větší (Armstrong & Van Mechelen c2008).

Dostatek spontánního pohybu, včetně neorganizovaných her i organizovaného sportu, je u dětí prevencí k nadváze a obezitě. Nadváha a obezita v dětství výrazně zvyšuje riziko inzulínové resistance a diabetu druhého typu, metabolického syndromu, hypertenze, rakoviny, nemocí žlučníku a aterosklerózy v dospělosti (Schonfeld-Warden & Warden

1997). Dalším rizikem je přechod obezity i do dospělého věku a v neposlední řadě zvýšená morbidita a mortalita v dospělosti, nehledě na aktuální váhu dospělého jedince (Must et al. 1993). Pohybové programy pro děti zlepšují jejich vytrvalostní zdatnost, tělesnou flexibilitu, sílu a rovnováhu (Babin, Katić & Bonacin 2001). Pravidelná PA má pozitivní vliv na mineralizaci kostí (Alexander & Matthews c2009) a v dospívání je asociovaná s nižším diastolickým TK v dospělosti (Hernelahti et al. 2004).

1.5 LIMITUJÍCÍ FAKTORY ZÁTĚŽE

Limitující faktory zátěže jsou rozdílné podle druhu zátěže, trvání a podle energetického hrazení. Obecnou limitací je schopnost aktivitu provést. Limitace může být ze strany rozsahu pohybu v kloubech, tělesnou konstitucí, akutním zraněním, chronickou nemocí či obtížemi s nemocí spojenými, nedostatečnou úrovní trénovanosti, psychickým stavem nebo faktory okolního prostředí. Některé aktivity není také možné provést bez



Obrázek 4. Některé faktory ovlivňující výkon (Powers & Howley 2009)

dlouhého tréninku či dostatečných psychomotorických schopností. Schéma na obrázku 4 shrnuje některé faktory ovlivňující výkon, které zároveň mohou být jeho limitací.

U krátké zátěže hrazené anaerobním způsobem je jedním z limitujících faktorů celkový počet tzv. rychlých vláken, distribuce a recruitment svalových vláken a kapacita glykolytického systému získávání energie - množství a rychlosti resyntézy ATP, množství kreatinfosfátu a kapacita glykolytických enzymů (Powers & Howley 2009). Dalším determinantem je motivace a úroveň vybuzení organismu, stejně jako technika a zkušenosti v provádění PA získané tréninkem (Powers & Howley 2009).

U delších aktivit energeticky hrazených převážně aerobním způsobem hrají mnohem větší roli vlastnosti prostředí, jako je teplota, vlhkost a schopnosti organismu se s nimi vyrovnat, stejně tak výživové aspekty jako hydratace a získané cukry (Powers & Howley 2009). Tyto faktory jsou tím více důležité, čím je aktivita delší. Další limitace je ze strany transportního a ventilačního ústrojí a celého mechanismu oxidativního získávání energie. Srdeční výdej, trénink, kapacita mitochondrií a enzymů, hladiny laktátu a další faktory, které se podílejí na výsledné VO_2 max se projeví na výsledném podaném výkonu (Powers & Howley 2009). I v případě prolongovaných aktivit je důležitá technika a s tím výsledná ekonomika prováděné aktivity.

1.5.1 Únava

Únavu je možné definovat jako pokles výkonnosti a neschopnost pokračovat v další práci (Máček & Radvanský c2011; Dylevský 1997; Powers & Howley 2009). Únavu je možné pozorovat jak po jednorázové, tak po opakované zátěži (Dylevský 1997). Máček & Radvanský (c2011) udávají dvě hlavní příčiny únavy, které se mohou kombinovat: svalovou činnost a mentální únavu. Dylevský (1997) rozděluje únavu na fyziologickou, a když přesáhne určitou prahovou hodnotu, tak uvádí únavu patologickou, viz kapitola 1.5.2 *Přetížení, přetrénování*. Patologická únava vzniká také při některých onemocněních (Máček & Radvanský c2011). Fyzickou fyziologickou únavu dále můžeme rozdělit podle jejího zdroje na centrální, vycházející z CNS a z vedení elektrického vzruchu, a periferní.

Centrální únava je koncept, ohledně kterého existují důkazy pro i proti (Powers & Howley 2009). Jedná se o ochranný mechanismus, který by měl fungovat jako prevence potenciálního poškození organismu, a jako průvodní jevy, vzestupu koncentrace serotoninu a dopaminu, by měly být pozorovatelné pocity nevole, ospalosti, ztráty motivace a pokles síly kontrakce ve svalových vláknech (Máček & Radvanský c2011). *„Není však možné srovnávat vliv periferních a těchto centrálních faktorů, protože tyto se uplatňují jen za zvláštních okolností, především při dlouhodobých intenzivních zátěžích a snad i při*

maximálních krátkodobých silových výkonech, kdy v obou případech ovlivňují i stav faktorů periferních“ (Máček & Radvanský c2011, 21). Některé studie poukazují na limitační vliv CNS na výkon, který ovlivňuje nábořem svalových jednotek a frekvencí impulzů, jiné poukazují na limit, po němž je sval neschopen stahu, nehledě na frekvenci impulzů z CNS, a limitaci tedy přikládají periferním mechanismům (Powers & Howley 2009).

Co se týče periferních mechanismů, schopnost svalové membrány přenášet akční potenciál může souviset s únavou, stejně jako opakovaná stimulace sarkolemy může vést k nižší frekvenci akčních potenciálů a následně může dojít k uvolnění menšího množství Ca^{2+} potřebného ke svalové kontrakci (Powers & Howley 2009).

Únavu je také možné asociovat s vyčerpáním energetických zdrojů a s tím s metabolickými a oběhovými příčinami únavy. Máček & Radvanský (c2011) uvádí jako důvody deficit energetických zásob, deficit látek potřebných ke spalování, respektive deficit kyslíku a snížení kapacity svalu tyto látky využívat.

Další faktory, které mohou únavu ovlivňovat, jsou vnější podmínky, jako teplota a vlhkost prostředí, hluk, kvalita ovzduší a charakter terénu (Dylevský 1997; Máček & Radvanský c2011). Dále také záleží na stavu organismu, dostatečném odpočinku před výkonem, přítomnosti poruch cirkadiálních rytmů, na adaptaci při překročení časových pásem, na trénovanosti a v neposlední řadě na charakteru prováděného zatížení (Máček & Radvanský c2011; Dylevský 1997).

Při nástupu únavy je možné postupně pozorovat: hyperémii pokožky, tachykardii na úrovni 200 % klidové hodnoty SF, drobné známky poruch koordinace, tachypnoe s prohloubeným dýcháním a občasným stridorem, zpomalené vnímání pojmů a zpracovávání vjemů, poruchy prostorového vnímání, vjem svalové bolesti a svalového napětí, bolesti a pocit tlaku v hlavě a specifický pocit únavy (Dylevský 1997).

1.5.1.1 Únava – rozdíl dítě a dospělý

U dětí při zátěži maximální intenzity bylo zjištěno, že únava přichází později než u dospělých (Armstrong & Van Mechelen c2008; Ratel, Huché & Williams 2006). Ratel et al. (2006) na řadě studií dokládá, že dětem stačí kratší doba než dospělým na zotavení mezi krátkými maximálními výkony a dětské opakující se výkony jsou důslednější a přesvědčivější. Zatím není zcela známá příčina menší unavitelnosti a rychlejší regenerace u dětí, Armstrong & Van Mechelen (c2008) uvádí, že rozdíl je způsoben možným rozdílným nábořem motorických jednotek, morfologií svalů, metabolismem a neuromuskulární

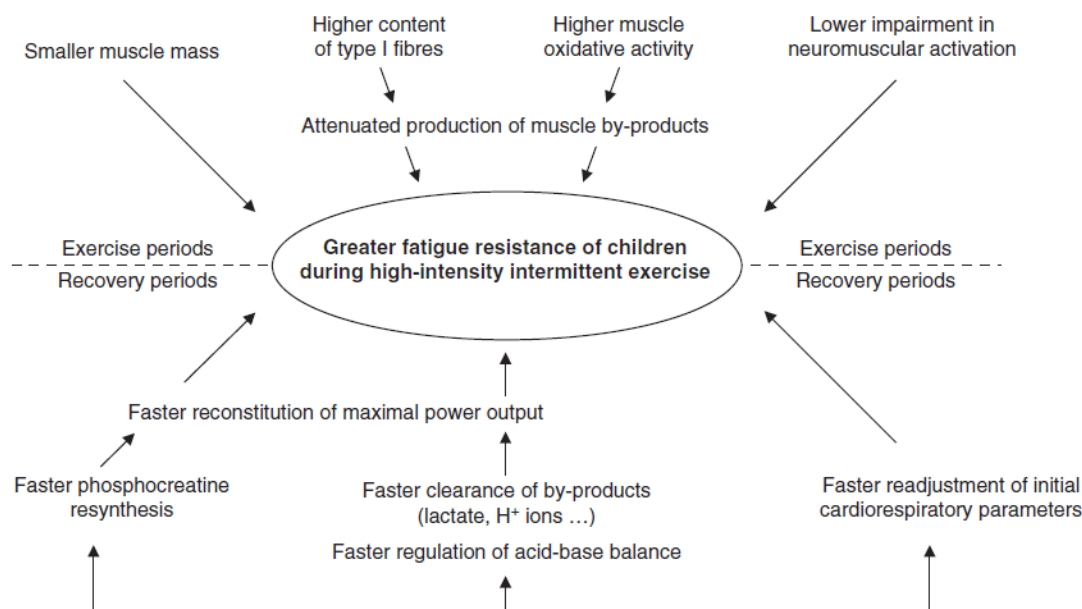
aktivací. Ratel et al. (2006) dále udává velké možné ovlivnění maximálního výkonu motivací u dětí.

U dětí je při PA větší zastoupení oxidativního hrazení energie než glykolytického viz kapitola 1.3 *Tělesná zátěž u dětí, rozdíly dítě/dospělý*, což má za následek menší množství nahromaděných metabolitů, což může mít významný vliv na unavitelnost a následnou rychlost regenerace (Ratel et al. 2006). I jiný poměr zastoupení jednotlivých svalových typů může hrát roli, ale tato hypotéza není zatím podpořena dostatečným množstvím výsledků (Ratel et al. 2006).

Děti před pubertou byly schopné vícekrát vyprodukovat maximální volní sílu než probandi v pubertálním a postpubertálním období (Pääsuke, Ereline & Gapeyeva 2000). Vysvětlení tohoto jevu je v menším počtu zapojených motorických jednotek při maximální volní kontrakci u mladších jedinců, než jaký je u probandů v pubertálním období a u mladých dospělých (Pääsuke et al. 2000). Toto zjištění spolu s nižší svalovou hmotou dětí v porovnání s dospělými (Ratel et al. 2006) může pomoci vysvětlit možnost většího počtu opakujících se maximálních výkonů a menší unavitelnosti dětí. Schéma na obrázku 5 shrnuje možné mechanismy nižší svalové únavy u dětí.

Rychlejší regenerace u dětí může být vysvětlena rychlejším obnovením zásob kreatinfosfátu díky větší oxidativní aktivitě svalů a rychlejším metabolizováním metabolitů,

Muscle Fatigue in Children



Obrázek 5. Možné mechanismy snížené svalové únavy u dětí (Ratel et al. 2006)

jako je laktát a H^+ (Ratel et al. 2006). Těmto mechanismům napomáhají vstřícnější oběhové parametry jako kratší cirkulační čas krve a kratší čas difuze mezi svalem a kapilárami (Ratel et al. 2006), ale i vyšší tepová frekvence po zátěži u dětí (Ohuchi et al. 2000).

1.5.2 Přetrénování, přetížení

Po ukončení zátěže při známkách fyziologické únavy během zotavování příznaky mizí (Máček & Radvanský c2011), nedojde-li však k přerušení nebo změně zátěže přechází únava v patologickou (Dylevský 1997). Jedná se o únavu, která má fyzickou i psychickou složku (Katch et al. 2013). Dylevský (1997) uvádí, že na vzniku patologické únavy se také podílí neadekvátní zátěž, změny osy těla a jeho jednotlivých částí, změny prostředí, kde PA probíhá, a roli také hraje stupeň adaptace na zátěž. Známkami akutní patologické únavy jsou pocity slabosti, bolesti hlavy, nauzea, dušnost, nitkovitý pulz, pokles krevního tlaku, kolapsy, změny svalového tonu jako spasmy, tetanické stahy a záškuby a další (Dylevský 1997).

Patologická únava může být i chronická, jedná se o synonymum přetrénování (Dylevský 1997). Ačkoliv slovo přetrénování asociuje sportovní činnost, nejedná se o stav známý pouze u sportovců, objevuje se i u seniorů či nemocných s různými diagnózami, popřípadě psychickou patologickou únavu je možné pozorovat například i u studentů, vědců, herců, manažerů a dalších (Dylevský 1997).

Příznaky můžeme rozdělit do několika skupin. Mezi příznaky souvisící s výkonem patří: postupný pokles podávaného výkonu, který je nevyrovnaný, přetrvávající únava a liknavost, nepřiměřeně dlouhá regenerační doba po výkonu, poruchy rytmických pohybů a nejistota při nácviu nových prvků (Katch et al. 2013; Dylevský 1997). Časté bolesti hlavy a břicha, insomnie, přetrvávající lehká ztuhlost a bolest kloubů a svalů, zácpy nebo průjmy, amenorea a jiné poruchy menstruačního cyklu, stejně tak i zvýšený srdeční výdej v klidu či při chůzi jsou zástupci fyzických příznaků přetrénování, které mohou mít psychosomatickou složku (Katch et al. 2013). Další skupinou jsou příznaky související s psychikou, jako je nechutenství nebo naopak zvýšená chuť k jídlu, zažívací poruchy, spavost/nespavost, pocit vnitřního neklidu a napětí, permanentní pocit únavy, zvýšená nemocnost, změny reakční doby, změny nálad, apatie, neadekvátní psychické reakce až agresivita, změny charakteru a osobnosti, poruchy soustředění, poruchy vnímání okolního prostředí, deprese a další (Katch et al. 2013; Dylevský 1997).

Katch et al. (2013) uvádí dvě možné klinické formy přetrénování. U méně běžné formy je v klidu zvýšená aktivita sympatické části autonomního nervového systému. Autor udává, že charakteristická hyperexcitabilita a neklid, který tuto formu přetrénování provází, může odrážet psychický a emoční stres, způsobený interakcí tréninků či soutěží s běžným životem. Druhá běžnější forma je takzvaná parasympatická forma, která se kvalitativně podobá první formě, je ale kratší a po několika dnech až týdnech odpočinku je možné sledovat obnovení původní výkonnosti.

2 NÁDOROVÁ ONEMOCNĚNÍ V DĚTSKÉM VĚKU

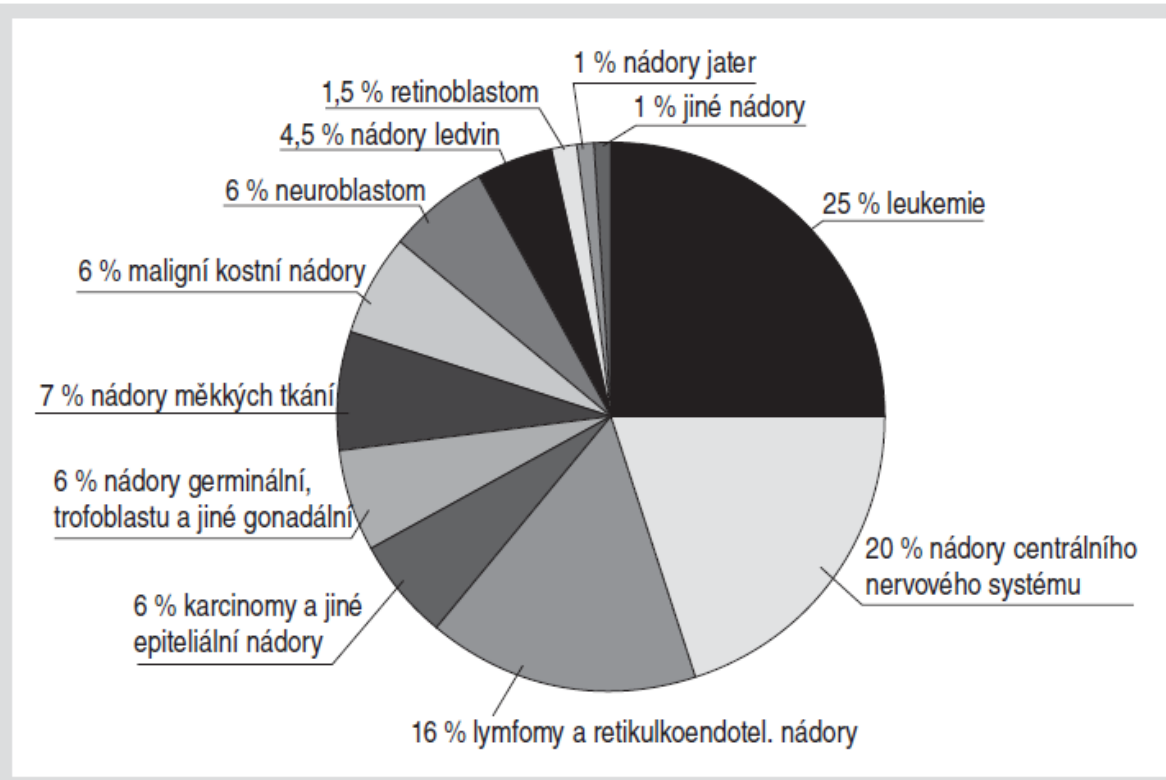
Ačkoliv jsou nádorová onemocnění v dětském a mladistvém věku oproti dospělé populaci vzácná (incidence v ČR: 130-140 na 1 000 000 dětí za rok, méně než 1 % z incidence v celé populaci napříč věkovým spektrem), jedná se, po úrazech, o druhou nejčastější příčinu úmrtí u dětí (Kepák, Štěrba, Kadlecová & Holnerová 2005; Štěrba 2009). Příznaky, kterými se onkologické onemocnění u dětí manifestuje, jsou často nespecifické, různorodé a různou měrou vyjádřené a velmi lehce zaměnitelné s častějšími onemocněními,

Tabulka 1. Nespecifické příznaky nádorových onemocnění u dětí a mladistvých

| |
|--|
| neprospívání, únava, malátnost |
| hmotnostní úbytek, nechutenství |
| nevysvětlitelné subfebrilie nebo febrilie |
| bledost |
| poruchy chování, změny povahy, změny nálad |
| poruchy spánku |
| poruchy, změny pohybového stereotypu |

Obrázek 6 Tabulka nespecifických příznaků nádorových onemocnění u dětí a mladistvých (Kepák et al. 2005)

Graf 1. Distribuce jednotlivých typů dětských nádorů (data Kliniky dětské onkologie FN Brno a LF MU v Brně 1998–2004, n = 654)



Obrázek 7 Graf distribuce typů dětských nádorů (Kepák et al. 2005)

což mnohdy vede nejprve k symptomatické léčbě obtíží a až poté, po neúspěchu terapie, opakovaných problémech s progresí obtíží a po objevení se dalších příznaků, například systémového postižení, je přikročeno k dalším vyšetřením a k podezření mimo jiné i na onkologickou diagnózu (Kepák et al. 2005; Štěrbá 2018). „*Nádory u dětí se mohou projevit příznaky specifickými nebo příznaky nespecifickými, některé nádory však mohou být i zcela asymptomatické*“ (Kepák et al. 2005, 2). Souhrn nespecifických obtíží viz obrázek 6.

„*Biologicky jde u dětí o velmi „agresivní“, rychle rostoucí nádory, s velkým podílem růstové frakce*“ (Štěrbá 2018). Dětské nádory bezprostředně ohrožují na životě i svým metastázami, které se objevují velmi časně, na druhou stranu tyto vlastnosti vedou k větší radiosenzitivitě a chemosenzitivitě (Štěrbá 2018). Na rozdíl od dospělé části populace je i zastoupení různých druhů nádorových onemocnění značně odlišné, histogeneticky u dětí převažují nádory z neuroektodermu a mezodermu (Štěrbá 2018), v největším zastoupení jsou akutní leukémie, následují nádory centrálního nervového systému a maligní lymfomy (Kepák et al. 2005). Zastoupení jednotlivých typů dětských nádorů viz graf na obrázku 7.

Jak již bylo zmíněno výše, kromě nespecifických příznaků a asymptomatických nádorů se mohou onkologická onemocnění manifestovat i příznaky specifickými pro dané nádorové onemocnění či příznaky, které jsou u jednotlivých typů nádorového onemocnění nejčastější, viz obrázek 8.

2.1 KLINICKÝ OBRAZ VYBRANÝCH ONKOLOGICKÝCH DIAGNÓZ V DĚTSKÉM VĚKU

2.1.1 Akutní lymfoblastická leukémie

Akutní lymfoblastická leukémie je nejčastějším maligním onemocněním dětského věku, vzniká nekontrolovanou proliferací prekurzorů lymfocytů (Starý 2010), nejčastěji se vyskytuje mezi 2-6 lety věku (Šrámková 2006). „*Incidence ALL je 3-4 nové případy/100 000 dětí a rok a je vyšší v hospodářsky vyspělých zemích než v zemích rozvojových*“ (Starý 2010, 1). Může se projevovat zvětšením uzlin, hepatosplenomegálií a hemoragickou diatézou (Starý 2010). Příznaky se mohou rozvíjet v řádu týdnů až měsíců nespecificky, jako únava, nechutenství, bolesti kostí, kloubů a páteře, stejně jako bledost, nebo se ALL může manifestovat v řádu dní krátce trvajícimi horečkami a krvácivostí až rozvíjejícím se obrazem multiorgánového selhání

| Tabulka 3: Nejčastější příznaky dle typu nádorového onemocnění | |
|--|---|
| Typ nádoru | Nejčastější příznaky |
| akutní leukemie | teploty, infekce špatně reagující na léčbu, krvácivé projevy (epistaxe, petechie, purpura), bolesti zad, dolních končetin, kloubů, patologické zvětšení lymfatických uzlin, hepato/splenomegalie, noční pocení, bledost, malátnost, únava, neprospívání |
| nádory centrálního nervového systému | příznaky nitrolební hypertenze (bolesti hlavy, ranní zvracení bez nevolnosti), změny chování, zhoršení prospěchu ve škole, diplopie, poruchy zraku, křeče, poruchy hlavových nervů, makrocefalie (u kojenců), parézy, poruchy čítí u nádorů páteřního kanálu, zástava růstu |
| maligní lymfomy | lymfadenopatie, zpravidla nebolestivá, kašel, dušnost, dysfagie, syndrom horní duté žíly, bolesti břicha až obraz náhlé příhody břišní, hepato/splenomegalie, „B“ symptomatologie: febrilie, hmotnostní úbytek, noční pocení |
| neuroblastom | heterogenní příznaky podmíněné typem, věkem a klinickým stadiem: hmatný nádor, bolesti kostí a kloubů, zejména noční, neurologické potíže (protruze bulbu, parézy), febrilie, neprospívání, bolesti břicha, periorbitální hematomy |
| Wilmsův nádor | viditelná abdominální masa, zvětšení objemu břicha, nechutenství, nausea, zvracení, průjem, zácpa, hematurie, hypertenze |
| germinální nádory gonadální | chlapci: nebolestivé, tuhé zvětšování varlete, zarudnutí, otok, hydrokéla, dívky: bolesti v podbřišku, hmatná rezistence, zvětšování objemu břicha, poruchy střevní pasáže, obě pohlaví (hormonálně aktivní nádory): předčasná puberta, feminizace, virilizace, kašel, event. hemoptýza jako projev plicních metastáz |
| germinální nádory extragonadální | mediastinální: kašel, dušnost, stridor, bolesti na hrudi, retroperitoneální: poruchy pasáže stolice, poruchy mikce, bolesti břicha, sakrokokcygeální: viditelný tumor, poruchy pasáže stolice, poruchy mikce, slabost dolních končetin, parézy, intrakraniální: bolesti hlavy, oční symptomatologie, diabetes insipidus |
| nádory kostí | bolest, zvláště noční (může být intermitentní), patologická zlomenina, zduření, otok, porucha funkce, sub/febrilie, hmotnostní úbytek, dušnost jako projev plicních metastáz |
| nádory měkkých tkání | parameningeální lokalizace: parézy hlavových nervů, rinolalie, poruchy zraku a sluchu, chronická sekrece z ucha, oblast močového měchýře: polakisurie, dysurie, retence moče, enuréza, inkontinence, hematurie, zvracení, zácpa, končetiny: zduření, otok, porucha funkce, bolesti |
| retinoblastom | bělavý reflex zornice, strabismus, porucha zraku, zvětšení, protruze bulbu, nereagující mydriatická zornice |
| hepatoblastom a hepatocelulární karcinom | zvětšování objemu břicha, hepatomegalie, bolesti břicha, meteorismus, nauzea, zvracení, sub/febrilie, ikterus |
| maligní melanom | změna barvy, tvaru, velikosti preexistujícího pigmentového névu, někdy je prvním projevem lymfadenopatie, primární nádor se vůbec nemusí nalézt |
| nádory štítné žlázy (karcinomy) | zduření v místě štítné žlázy, otok, lymfadenopatie na krku |

Obrázek 8 Tabulka s nejčastějšími příznaky u určitých typů nádorových onemocnění (Kepák et al. 2005)

(Starý 2010). Při leukemické infiltraci CNS se objevují příznaky jako bolesti hlavy, ranní zvracení a dvojité vidění, v krevním obrazu je možné pozorovat rozvoj anémie a neutropenie (Starý 2010).

2.1.2 Akutní myeloidní leukémie

Akutní myeloidní leukémie vzniká nekontrolovanou proliferací hematopoetických prekurzorů (Starý 2010). AML je častější u dospělých, dětské pacienty jsou většinou starší děti a dospívající (Šrámková 2006), medián věku je u dětí je 10 let, incidence je 1 případ/100 000 dětí a rok, celkově AML tvoří 15% leukémií dětského věku (Starý 2010). Jedním z prvních projevů AML, může být hyperplazie dásní nebo leukemická infiltrace kůže, další klinické projevy jsou anémie, hemoragická diatéza, subfebrilie až febrilie, únava, celková slabost, bolesti kostí a břicha, později pak krvácení do kůže a sliznic jako důsledek trombocytopenie a koagulopatie (Starý 2010; Šrámková 2015). Při vysoké hyperleukocytóze společně s DIC může být pacient ohrožen na životě krvácením či multiorgánovým selháním (Starý 2010).

2.1.3 Hodgkinův lymfom

Hodgkinův lymfom je relativně vzácné onkologické onemocnění, které se řadí k nejlépe vyléčitelným lymfomům a výrazně se odlišuje biologickými vlastnostmi i klinickými projevy od ostatních lymfomů (Kořen & Trněný 2015; Marková 2010). Marková (2010) udává incidenci ve vyspělých státech Evropy a Severní Ameriky 2,9 na 100 000 obyvatel, přičemž 70 % pacientů je ve věku 17-35 let a častěji tímto druhem lymfomu onemocní muži v poměru muži:ženy: 3:2. U vzniku Hodgkinova lymfomu se udává silná asociace s virem Epstein-Barrové (EBV), prodělání infekce EBV zvyšuje riziko manifestace Hodgkinova lymfomu a v některých případech je možné prokázat EBV v nádorových buňkách (Kořen & Trněný 2015).

Nejčastějším příznakem Hodgkinova lymfomu u mladších jedinců je nebolestivé zvětšení lymfatických uzlin v oblasti krku, nadklíčku, popřípadě třísel, mediastinální expanze, dále pak cyklické febrilie, zvýšené noční pocení, hubnutí, svědění a únava (Kořen & Trněný 2015; Marková 2010). Méně často při postižení kostí jejich bolestivost, hyperkalcemie, při postižení jater či sleziny bolesti podžebrí a vzácněji další příznaky (Kořen & Trněný 2015).

2.1.4 Non-Hodgkinův lymfom

Na rozdíl od Hodgkinova lymfomu incidence non-Hodgkinových lymfomů každoročně stoupá o 3-4 % (Pytlík, Berková & Ptáčník 2013). Non-Hodgkinův lymfom zahrnuje skupinu lymfomů původem ze zralých i nezralých B-lymfocytů a T-lymfocytů, které se nacházejí v lymfatické tkáni, popřípadě i v kostní dřeni (Starý 2014). Diagnostikován může být pacient napříč věkovým spektrem, většina pacientů je ale staršího věku (Vášová, Šmardová, Kalvodová, Navrátil & Vorlíček 2002), častěji je postižena mužská část populace a v dětském věku jsou postiženi více dospívající než děti (Starý 2014). U dětí převažují lymfomy s rychlým nárůstem nádorové masy a vysokou malignitou, ve větší polovině případů u dětí lymfom vychází z buněčné řady B-lymfocytů (Starý 2014). Příznakem onemocnění non-Hodgkinovým lymfomem je podobně jako v případě Hodgkinova lymfomu nebolestivé zvětšení lymfatických uzlin, febrilie nad 38°C, zvýšení nočního pocení, úbytek hmotnosti, déletrvající slabosti, svědění kůže, kašel nebo dušnost a otoky či bolesti různých částí těla (Vášová 2002). U Burkittova lymfomu, který je u dětí poměrně častým druhem lymfomu, může být klinický obraz velmi dramatický, s výrazně prominujícím břichem, neprůchodností infiltrovaných střev, popřípadě se selháváním ledvin (Starý 2014).

2.1.5 Nádory CNS

Po leukémiích a lymfomech jsou nádory centrální nervové soustavy druhým nejčastějším typem nádorového onemocnění u dětí a představují nejpočetnější heterogenní skupinu solidních nádorů dětského věku, 20 % solidních nádorů u dětských a 9-10 % u dospívajících pacientů (Pavelka 2011; Churáčková 2008). Incidence je přibližně o několik desetin větší u chlapců (Churáčková 2008), Pavelka 2011 udává incidenci 2,7-3,3 na 100 000 dětí. „*Popisuje se dvouvrcholový výskyt - 1. vrchol u dětí do 5 let a 2. vrchol nad 10 let věku*“ (Churáčková 2008, 263). Přesná etiologie není zcela jasná, uvádí se souvislost s některými vrozenými syndromy, chromozomálními abnormalitami, konkrétně s monozomií chromozomu 22, vrozenou či získanou imunopresí, transplacentárním přenosem léků a s expozicí některým organickým sloučeninám, jako jsou například nitrosaminy, hydraziny a další (Churáčková 2008). Prokazatelný vliv má také ionizující záření, Pavelka (2011) udává, že dětské pacienti po léčebném ozáření v rámci léčby akutní leukémie nebo non-Hodgkinova lymfomu mají v rozmezí 5 až 25 let zvýšené riziko manifestace sekundárních malignit centrální nervové soustavy. Dalším faktorem, který

zvyšuje riziko vzniku nádoru CNS 6-9krát je nádor CNS u rodiče či sourozence (Pavelka 2011).

Nádory CNS u dětí mají na rozdíl od nádorů CNS u dospělé části populace určitá specifika, mají odlišný histologický původ, tendenci k šíření likvorovými cestami i extrakraniálně, jinou převládající lokalizaci a odlišné symptomy (Pavelka 2011), také se ve většině případů jedná o primární nádor CNS a ne o metastázy (Churáčková 2008).

Příznaky nádorů centrální nervové soustavy mohou být následkem přímé infiltrace mozkové či míšní tkáně, vznikají neurologické poruchy příslušné část CNS, jako jsou například hemiparézy, senzitivní a kognitivní poruchy, poruchy zraku, sluchu a polykání, popřípadě mozečkový syndrom (Churáčková 2008). Dalšími příznaky jsou příznaky z důvodu zvýšení intrakraniálního tlaku a vzniku nitrolební hypertenze, u kojenců a malých dětí často vyjádřené jako makrocefalie, popřípadě mohou sekundárně vznikat endokrinní abnormality (Churáčková 2008).

3 ZÁTĚŽ A POHYBOVÁ AKTIVITY A ONKOLOGICKÉ ONEMOCNĚNÍ

Pohybová aktivita se zdá pro své hormonální, metabolické, kardiovaskulární, psychické a další benefity ideální pro snížení rizika vzniku rakoviny a zároveň by pravidelná PA mohla předcházet či redukovat některé komplikace a onemocnění, které se s rakovinou objevují (Stuebinger 2015). „*The British Regional Heart Study, longitudinální studie trvající 19 let s 8000 muži ve věku mezi 40 a 59 lety, ukázala, že středně náročná a náročná pohybová aktivita je spojena se signifikantní redukcí výskytu rakovin obecně...*“ (Courneya & Friedenreich c2011, 295). Courneya & Friedenreich (c2011) dále uvádí, že existuje přesvědčivá evidence pro efekt PA na riziko vzniku kolorektálního karcinomu, pravděpodobná souvislost s rakovinou prsu a endometria, možná souvislost s rakovinou prostaty, plic a ovarií, zatímco pro ostatní druhy rakovin zatím není dostatek přesvědčivých důkazů a studií. U rakoviny gastrointestinálního traktu je docela zřejmá souvislost mezi PA a rizikem vzniku, Steindorf et al. (2015) uvádí až 20-30 % menší riziko vzniku kolorektálního karcinomu při zvýšené PA, u rakoviny endometria je nejspíše možná redukce rizika v průměru o 20-30 %, ale ne všechny studie se shodují v nalezení souvislostí, u ostatních, jako je rakovina prostaty a rakovina urinogenitálního ústrojí, jsou pouze limitovaná data a u rakoviny plic zatím není jasná souvislost (Courneya & Friedenreich c2011). McArdle et al. (2010) dále uvádí studii na téměř 122 000 ženách, která popisuje snížení rizika rakoviny prsu o 20 % při hodině PA denně. U nádorových onemocnění může mít PA vliv značně nepřímý, například u rakoviny jícnu je riziko vzniku akcentované pyrózou a gastroesofageálním refluxem, jenž je asociován s obezitou, které může zvýšená pravidelná PA předcházet (Stuebinger 2015). Podobný případ Stuebinger (2015) uvádí i u rakoviny žlučníku, u něž jedním z možných rizikových faktorů, které může PA preventovat, je hyperlipidémie a výskyt žlučových kamenů. Pravidelná PA také napomáhá ke snížení a potlačení tvorby rakovinotvorných zárodků pomocí následujících mechanismů, podle McArdle et al. (2010): snižuje hladinu cukru a inzulínu v krvi, zvyšuje produkci kortikosteroidních hormonů, produkci protizánětlivých cytokinů a produkci interferonu, stimuluje leukocyty a zvyšuje expresi inzulínového receptoru T-buněk, stimuluje syntézu glykogenu, zvyšuje metabolismus kyseliny askorbové a má příznivé účinky proti provirům a onkogenní aktivaci.

Před začátkem léčby může PA pomoci s psychickým a emocionálním vyrovnáním se s nemocí, zlepšit fyzickou kondici potřebnou k překlenutí možného inaktivního období, například po operačním zákroku, a svým působením někdy i oddálit začátek klasické léčby (Courneya & Friedenreich c2011). Během léčby mohou profity PA zmírnit vedlejší účinky léčby, zachovávat fyzické schopnosti, předcházet ztrátě svalové hmoty a zvýšení množství tukové tkáně, zlepšovat psychický stav a kvalitu života pacienta a napomáhat účinnosti léčby (Courneya & Friedenreich c2011; Katch et al c2011). Po fázi intenzivní léčby hraje PA velkou roli v obnovení fyzických funkcí, zlepšení kvality života a zvýšení nezávislosti a funkční kapacity, zlepšení chronických či dlouhodobých vedlejších účinků léčby, jako je únava, lymfatické edémy, ztráta kostní hustoty a zvýšené množství tukové tkáně (Courneya & Friedenreich c2011; McArdle et al. 2010; Katch et al c2011). Po skončení léčby či během remise PA také snižuje pravděpodobnost výskytu dalších onemocnění, k nimž jsou pacienti po léčbě nádorového onemocnění náchylní, jako je osteoporóza, nemoci srdce a diabetes mellitus druhého typu (Courneya & Friedenreich c2011).

Studie popisující vliv aerobní pohybové aktivity během léčby rakoviny prsu ukazují výrazné zlepšení nauzei provázející chemoterapii při 10týdenním programu, který trval 20-30 minut třikrát týdně při intenzitě 60-80 % maximální tepové frekvence, signifikantní zvýšení VO_2 max při 10týdenním tréninku při intenzitě zátěže 60-85 % tepové rezervy (Macvivar, Winningham & nickel 1989; Courneya & Friedenreich c2011), zatímco během dvoutýdenního tréninkového programu s každodenním tréninkem na běhacím páse s intenzitou 70 % maximální tepové frekvence Dimeo et al. (2003) nepopisuje změnu fyzické výkonnosti. Další studie zjišťují oproti kontrolním skupinám statisticky významné zlepšení psychického stavu, fyzické kondice, únavy, zlepšení kvality života (Courneya & Friedenreich c2011) a zvýšení aktivity NK buněk (Na et al. 2000).

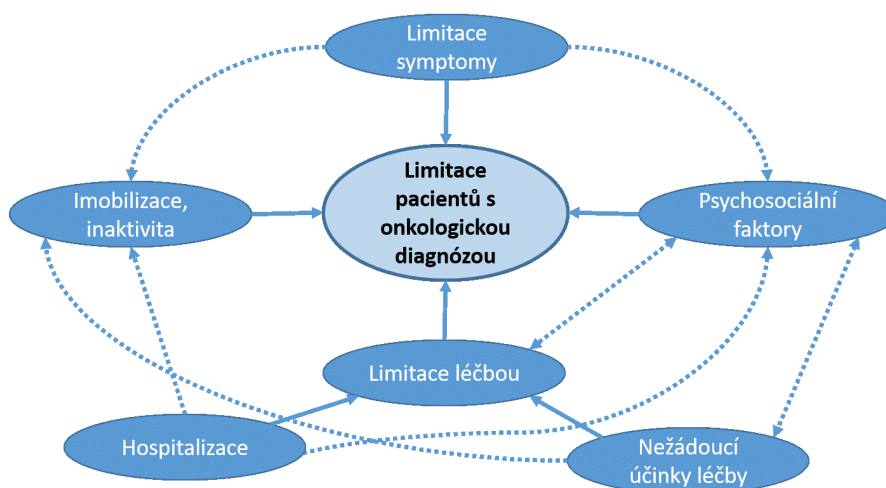
Galvão & Newton (2005) na studii Segal et al. (2003), které se účastnili muži s rakovinou prostaty, dokládá pozitivní vliv odporového tréninku, při němž byly zapojeny svaly horní i dolní části těla, na snížení únavy, zvýšení kvality života a svalové síly, při nezměněném složení těla. Jelikož studie trvala 12 týdnů, autor se domnívá, že vzestup svalové síly souvisel více s adaptací nervové soustavy než se změnou morfologie svalu. Ve studii Adamsen et al. (2003), které se zúčastnilo 23 probandů s různým nádorovým onemocněním, bylo zaznamenáno zvýšení maximální svalové síly o 32,5 % i VO_2 max o 16 % při kombinaci intervalovém tréninku intenzity 60-100 % maximální tepové frekvence, odporového tréninku 85-95 % 1RM s 5 až 8 opakováními s relaxačním tréninkem.

Během sedmiměsíčního tréninkového programu, který se skládal z cyklistické aktivity 30-40 minut pětikrát týdně v prvních týdnech a poté s nižší frekvencí, v intenzitě kolem 60 % maximální tepové frekvence, byl zkoumán vliv na NK buňky a další leukocyty a psychické faktory jako „*satisfaction of life*“ (spokojenost se svým životem) u žen po ukončení léčby rakoviny prsu. „*Satisfaction of live*“ stoupla v prvních pěti týdnech a poté během dalších měsíců klesala, zatímco počet NK buněk zůstal nezměněný, zvýšil se počet granulocytů a snížil se počet lymfocytů a monocytů (Galvão & Newton 2005). Další studie poukazuje na zvýšení koncentrace hemoglobinu a maximálního podaného výkonu u šestitýdenního programu, kdy skupina pacientů s různým nádorovým onemocněním každý všední den absolvovala zátěž na běhacím pásu v intenzitě 3 mmol/l laktátu na litr kapilární krve (Galvão & Newton 2005; Dimeo et al. 1997).

U některých nádorových onemocnění, jako je rakovina prsu, prostaty a kolorektální karcinom, je přesvědčivá evidence vlivů PA během léčby i po skončení léčby, u dalších, jako je rakovina plic, gynekologické nádory a další, jsou pouze limitovaná data, a přestože existují studie o pozitivním vlivu PA během léčby i po jejím skončení, trpí často metodickými nedostatky a je potřeba silnější evidence pro dokázání vlivu PA na průběh nemoci, léčbu a na období po skončení léčby (Courneya & Friedenreich 2011; Galvão & Newton 2005).

4 LIMITACE PACIENTŮ S ONKOLOGICKOU DIAGNÓZOU

Limitace dětských pacientů s onkologickou diagnózou vychází jak přímo z povahy nemoci, která je limituje ve fyzické aktivitě i sociálně, tak i z léčby a z vedlejších účinků léčby. I hospitalizace a s ní spojená inaktivita mají vliv na fyzický i psychický stav pacientů, který se u dětských pacientů akcentuje s jejich vysokou fyziologickou potřebou spontánního pohybu a prostředím nemocnic (Obrázek 9). V dalších kapitolách jsou rozebrány jednotlivé vlivy, představení vybraných diagnóz a vedlejší účinky léčby.



Obrázek 9 Schéma faktorů limitace pacientů s onkologickou diagnózou a jejich vzájemné vztahy, plnými šipkami jsou vyznačeny interakce jednotlivých oblastí s onkologickým pacientem, přerušovanými poté jejich vzájemné propojení

4.1 LIMITACE LÉČBOU

U ALL i AML je indikovaná rozdílná léčba chemoterapií, u ALL se jako prevence infiltrace mozku u dětí s nejvyšším rizikem této komplikace používá ozařování kránie (Starý 2010) Tzv. léčebné ozáření se využívá i v případech, že se leukemické blasty usadí v nějakém orgánu a poškozují jeho funkci, u chlapců typicky varlata (Šrámková 2006). Ačkoliv leukemické blasty jsou rozptýlené po celém těle (Šrámková 2006), ozařování takto velké plochy se již nepoužívá. „Pozdní následky celotělového ozáření ovlivňující po mnoha letech po terapii morbiditu i mortalitu pacientů v důsledku výskytu sekundárních malignit, endokrinních deficitů apod. vedou nadále ke snaze nahradit celotělové ozáření v přípravě dětských pacientů s ALL, tak jak se to podařilo u většiny ostatních diagnóz“ (Řípa 2015, 120). Jako součást léčby u nepříznivých typů leukémie (Šrámková 2006) je častěji v případě

ALL a v méně případech u AML (Starý 2010) indikovaná transplantace kostní dřeně (Šrámková 2015; Řípa 2015). V rámci přípravných protokolů k transplantaci je zařazené ozařování kostní dřeně a chemoterapie navazující na předchozí léčbu (Řípa 2015). V rámci tohoto hrubého náčrtu léčby bychom neměli opomenout podpůrnou léčbu, která zahrnuje transfúzi krevních derivátů, prevenci a léčbu infekčních komplikací, rehabilitaci a výživová opatření (Šrámková 2006).

Pacienti s Hodgkinovým lymfomem jsou úspěšně léčeni kombinací chemoterapie a radioterapie, Marková 2010 udává 85 % až 95 % úspěšnost léčby. U léčby časných příznivých stádií se léčba soustředí na chemoterapii s redukcí radioterapie, u časných nepříznivých stádií na kombinaci chemoterapie a radioterapie a u pokročilých stádií kombinovanou chemoterapii (Kořen & Trněný 2015). Vývoj léčby je vzhledem k nežádoucím účinkům a pozdním účinkům léčby zhoršující kvalitu života, jako je kardiotoxicita a sekundární malignity, zaměřen na větší individualizaci léčby a lepší stratifikaci rizika (Kořen & Trněný 2015; Marková 2010).

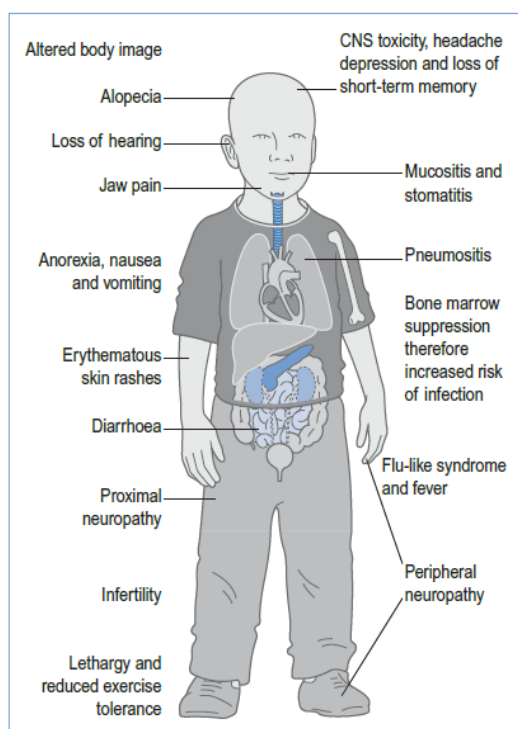
Lymfomy non-Hodgkinova typu jsou často léčeny kombinací chemoterapie a imunochemoterapie (Pytlík et al. 2013), vzácně u některých lymfomů lze použít monoterapii pouze jedním druhem cytostatik (Vášová 2002). Starý 2014 udává, že 80 % dětí lze vyléčit intenzivní chemoterapií, horší prognóza je po případném relapsu onemocnění. Pytlík et al. 2013 dále udává výrazně horší prognózu a možnosti léčby u T-lymfomů. „*Význam radioterapie u nehodgkinských lymfomů klesá*“ (Pytlík et al. 2013, 107).

U nádorů CNS je základem léčby chirurgický zákrok k odstranění nádorové masy, obnovení cirkulace mozkomíšního moku a tím i k zlepšení neurologických funkcí a k získání nádorové tkáně k určení přesné diagnózy (Churáčková 2008). Radioterapie se aplikuje lokálně, popřípadě na celou kraniospinální oblast u nádorů známých diseminací v CNS (Pavelka 2011). Vzhledem k náchylnosti nezralé dětské CNS, je snaha redukovat množství záření popřípadě jej indikovat až po dovršení pěti až deseti let (Pavelka 2011; Churáčková 2008). Z důvodu omezené propustnosti hematoencefalické bariéry je role chemoterapie v léčbě nádorů CNS limitována, některé látky, jako jsou nitrosourea, hydroxyurea, diazoquinon, ale jsou schopné přes hematoencefalickou bariéru prostoupit (Pavelka 2011; Churáčková 2008). U méně permeabilních cytostatik se mohou podávat například intratekálně a hematoencefalickou bariéru tak obejít (Churáčková 2008). Velkou roli hraje také podpůrná terapie, která se zaměřuje na úpravu nitrolební hypertenze a řešení obstrukce

mozkových cest, hormonální substituci, antiepileptickou medikaci, neuropsychologickou péči a rehabilitaci a resocializaci pacientů (Churáčková 2008).

Jelikož dětské leukemické pacienti jsou dosti komplexními pacienty, jsou během léčby hospitalizováni na speciálních odděleních a centrech (Šrámková 2006). Podobně je tomu i u ostatních dětských onkologických diagnóz, což s sebou přináší i možné limitace a následky hospitalizace a spolu s komplikacemi nemoci a vedlejšími účinky léčby i častou, větší či menší imobilizaci.

4.1.1 Vedlejší účinky chemoterapie



Obrázek 10 Běžné nežádoucí účinky chemoterapie (Pountney 2007)

Vedlejší účinky chemoterapie jsou značně individuální, typ podaných preparátů a jejich množství se projeví na manifestaci a závažnosti vedlejších účinků (Vorlíček 2013). Konkrétní používané preparáty a jejich vedlejší účinky viz přílohy.

Cytostatika jsou cílená na rychle se dělící buňky, nerozeznávají ale specificky pouze nádorové buňky, což má za následek poškození i dalších rychle se dělících tkání (Vorlíček 2013). Velice častým jevem je proto vypadávání vlasů jako důsledek destrukce svalových kořínků (Šrámková 2006) a projevy spojené s destrukcí buněk krvinek (Vorlíček 2013). Postupně klesá počet leukocytů a s nimi i imunitní schopnosti

organismu, klesá počet erytrocytů a objevují se projevy, jako je anémie, slabost, únava, nevykonnost, nesoustředěnost, závratě, pocity zimy a dušnosti, dále se snižuje tvorba i počet trombocytů, což má za následek větší krvácivost a možné větší ztráty krve (Obrázek 10), výjimečně ale může být efekt opačný s větší tendencí vzniku sraženin v krevním řečišti, tento problém může být akcentován v okolí zavedených katetrů (Vorlíček 2013).

Součástí nežádoucích účinků jsou i projevy na nervovém systému, jako projev neurotoxicity se objevuje sensorická a motorická polyneuropatie (McArdle et al. 2010),

porucha inervace svalů, poruchy aktivace a koordinace, ataxie, poruchy čítí, trofické změny a vznik bolestivých syndromů (Hradil in Kolář c2009).

V důsledku toxicity mnohých preparátů používaných v rámci léčby onkologických onemocnění dochází ke snížení kardiovaskulární výkonnosti a může dojít až k trvalému poškození myokardu, které se manifestuje jako dilatační kardiomyopatie (Hradil in Kolář c2009; Šrámková 2015). Dalším vedlejším účinkem jsou bolest svalů a úbytek svalové hmoty (McArdle et al. 2010), který spolu s negativním účinkem kortikosteroidů na svalová vlákna a kosti (Hradil in Kolář c2009), anémií, celkovou únavou a neurologickými poruchami (Hradil in Kolář c2009; McArdle et al. 2010) snižuje možný podaný výkon, nehledě na jeho anaerobní či aerobní charakter.

Dalšími projevy jsou celková dekonidice, nevolnosti a zvracení, průjmy a zácpy, obtíže se sliznicemi, poškození kůže a kožních adnex, poškození plic, jater, ledvin a močového měchýře, chemoterapie má i nežádoucí účinky na pohlavní ústrojí, sexuální funkce a psychický stav pacientů (Hradil in Kolář c2009; McArdle et al. 2010; Šrámková 2015; Vorlíček 2013). „*Dalšími častějšími pozdními následky jsou poruchy funkce štítné žlázy, event. opožděný nástup puberty. Kromě toho mají pacienti po léčbě AML přibližně 2% riziko vzniku sekundární malignity*“ (Šrámková 2015, 113).

Hradil in Kolář (c2009) dělí nežádoucí účinky podle doby, kdy se projeví, viz tabulka na obrázku 11.

| Nežádoucí účinky | Společné různým cytostatikům | Zvláštní |
|--------------------------------------|------------------------------|---|
| Bezprostřední (hodiny–dny) | nevolnost a zvracení | hemoragická cystitida (cyklofosfamid, ifosfamid) |
| | záněty žil | horečka, třesávka (bleomycin) |
| | lokální nekrózy | hypokalcémie (mitramycin) |
| | hyperurikémie | hypertenze (prokarbazin) |
| | anafylaxe | hypotenze (tenipozid) |
| | renální insuficience | kožní reakce v místě předchozího ozáření (recall) |
| | kožní rash | (aktinomycin D) |
| | teratogenní účinky | hypersenzitivní reakce (paklitaxel) |
| Časné (dny–týdny) | leukopenie | paralytický ileus (vinca-alkaloidy) |
| | trombocytopenie | retence tekutin (estrogeny) |
| | alopecie | psychóza (kortikoidy) |
| | stomatitida | DIC (L-asparagináza) |
| | průjem | plicní infiltráty (methotrexát) |
| | megaloblastóza | cerebelární ataxie (5-FU) |
| | | ototoxicita (cisplatina) |
| | | flu-like sy (DTIC) |
| Oddálené (týdny–měsíce) | anémie | periferní neuropatie (vinkristin) |
| | azoospermie | kardiotoxicita (antracykliny, mitoxantron) |
| | hepatocelulární léze | zácpa (vinkristin) |
| | hyperpigmentace | Cushingův sy (kortikosteroidy) |
| | plicní fibróza | SIADH (vinkristin, ara-C) |
| | | maskulinizace (androgeny) |
| | | feminizace (estrogeny) |
| | | cholestáza (merkaptopurin) |
| Pozdní (měsíce–roky) | | Addison-like sy (busulfan) |
| | sterilita | katarakta (busulfan) |
| | hypogonadismus | jaterní cirhóza (methotrexát) |
| | sekundární malignity | karcinom močového měchýře (cyklofosfamid) |
| | | osteoporóza (kortikosteroidy) |
| | encefalopatie (methotrexát) | |

Obrázek 11 Vedlejší účinky chemoterapie (Hradil in Kolář c2009)

4.1.2 Vedlejší účinky radioterapie

Vedlejší účinky radioterapie závisí na dávce radiačního záření, frekvenci, ozařované oblasti a vyzrálosti a věku pacienta (Pountney 2007).

Jako časné nežádoucí účinky je možné pozorovat leukopenii, trombocytopenii, změny na sliznicích, vomitus, amenorea, záněty žlučníku, jícnu a dalších orgánů (Hradil in Kolář c2009). Na kůži se účinky projevují jako zarudnutí, bolestivost, vysoušení, odlupování a ztráta elasticity (McArdle et al. 2010). Jako krátkodobé a střednědobé vedlejší účinky mohou děti po kraniospinálním ozáření pociťovat únavu, nauzeu, bolesti hlavy, popřípadě

se u nich může rozvinout anorexie a jako důsledek dočasné demyelinizace mozkových tkání se mohou objevit periody somnolence (Pountney 2007).

Jako možné pozdní účinky radioterapie Hradil in Kolář (c2009) uvádí fibrózu měkkých tkání a kontraktury, kožní atrofii a ulcerace, osteonekrózy, lymfedémy, plicní fibrózy, chronickou nefritidu a cystitidu, poruchy zraku a sluchu, endokrinní insuficienci a pozdní malignity. Zatímco časně účinky radioterapie na svalovou tkáň nejsou běžné, je možné klinicky pozorovat některé pozdní vlivy jako svalové kontrakce, oslabení svalové síly a možné patologické zlomeniny (Hradil in Kolář c2009). Pountney (2007) u dětí dále udává možný abnormální růst, u mladších dětí možný ireverzibilní efekt na CNS, a jako důsledek endokrinní dysfunkce také obezitu. Po kraniospinálním ozáření je také popsána ztráta paměti (McArdle et al. 2010) a v závislosti na věku dítěte a dávce záření možné kognitivní defekty jako špatná krátkodobá paměť, poruchy soustředění, slabší logické myšlení a celkové zhoršení výsledků měřených IQ testy (Pountney 2007). Churáčková (2008) dále akcentuje jako vedlejší nežádoucí účinky radioterapie u dětí jako výsledek endokrinopatie abnormální růst, dále deformity páteře a již zmíněnou zářením indukovanou onkogenezi.

4.1.3 Komplikace a následky transplantace kostní dřeně

Komplikace a následky transplantace kostní dřeně se dosti překrývají s vedlejšími účinky léčby chemoterapií a radioterapií, jelikož oba tyto způsoby léčby jsou součástí přípravných protokolů k transplantaci (Řípa 2015; Pountney 2007). „*Běžnými časnými potížemi způsobenými přípravou jsou nechutenství, zvracení, poškození sliznic (mukositida) a s ní spojené bolesti*“ (Řípa 2015, 121). Projevy mohou být stejné nebo i výrazně závažnější než při klasické chemoterapii (Pountney 2007).

Velmi závažnou komplikací po transplantaci může být reakce štěpu proti hostiteli („*graft versus host disease*“ – GVHD), která je s infekcemi nejčastější příčinnou úmrtí na komplikace transplantace kostní dřeně (Řípa 2015). GVHD se může projevit akutně v zažívacím traktu, játrech, na kůži či v dalších orgánech a způsobit i řadu chronických problémů (Šrámková 2006).

Pacient po prodělání imunosupresivní léčby a po transplantaci je velice náchylný k infekcím (Šrámková 2006). V prvních 2-3 týdnech převažují infekce endogenními bakteriemi a kvasinkové infekce (Řípa 2015). Dále se také objevují i virové a mykotické infekce (Šrámková 2006), i přes podpůrnou terapii širokospektrálními antibiotiky,

antimykotiky a dalšími preparáty (Řípa 2015). Těto skutečnosti nahrává i fakt, že transplantovaná kostní dřeň začne plnit svou funkci až po určité době (Šrámková 2006).

Pozdní následky spojované s transplantací kostní dřeně, kromě možných chronických komplikací spojených s GVHS a dlouhodobou imunosupresivní léčbou, souvisí s expozicí radioterapii a chemoterapii, incidence pozdních následků je u dětských pacientů až 90 % (Řípa 2015). Dochází k postižení fertility, vývoje, metabolických, endokrinních a neurokognitivních funkcí, k nimž jsou malé děti vnímavější, stejně jako k rozvoji sekundárních malignit, objevují se také poruchy zraku, vyšší kazivost zubů, aseptické kostní nekrózy a další (Řípa 2015).

Pountney (2007) zdůrazňuje vliv izolace dětí na pokles trénovanosti a svalové síly a na psychiku dětí. Autor také udává prožitky úzkostí a deprese spolu se zasažením jejich psychosociálního citění a následné dopady na jejich sebevědomí a způsob fungování v různých kolektivech včetně rodiny.

4.1.4 Hospitalismus u dětí

Hospitalismus je mentální maladaptace na nemocniční prostředí či ústavní zařízení, při kterém na dítě působí ztráta úzkého citového vztahu s rodiči, nemoc a její negativní projevy, stereotypní prostředí a deprivace z nedostatku emočních, sensorických a intelektuálních stimulů (Ondřiová & Magurová 2016). Dítě může prožívat úzkosti a deprese, může být tiché a uzavřené nebo agresivní na ošetřující personál, při těžkém průběhu dochází i k vývojové psychické regresi osobnosti dítěte (Ondřiová & Magurová 2016).

4.1.5 Inaktivita, imobilizace, detréning

Během hospitalizace může docházet ke snížení pohybové aktivity jedince a imobilizačním vlivem nemoci, komplikací a dalších vlivů se mohou manifestovat příznaky inaktivity a detréningu. Adaptační mechanismy popsané v kapitole *1.2 Adaptace na zátěž a trénink anaerobního a aerobního typu* jsou reverzibilní (Máček & Radvanský c2011), je tedy možné s prodlužující se inaktivitou či sníženou aktivitou pozorovat regresi některých parametrů.

Během inaktivity dochází ke snižování minerální kostní hustoty (Kisner & Colby c2007). V důsledku snížení tlaku na páteř a na dlouhé kosti končetin a snížení

hydrostatického tlaku v oběhovém ústrojí dochází k vyplavování vápníku z kostní hmoty, Máček & Radvanský (c2011) udává ztrátu až 1,5g týdně.

Inaktivita má vliv na celkové snižování kardiovaskulárních funkcí (Kisner & Colby c2007), dochází ke snížení objemu cirkulující krve, snižuje se nejen objem plazmy (Kisner & Colby c2007; Máček & Radvanský c2011; Hradil in Kolář c2009), ale i objem erytrocytů. Ze začátku o 5-12 %, při delším trvání inaktivity až o 20 % (Máček & Radvanský c2011), což může vést k horšímu plnění srdečních komor (Máček & Radvanský c2011; Kisner & Colby c2007). Zvyšuje se srdeční frekvence, ale vzhledem ke snížení cirkulujícího objemu a dalším parametrům je výsledkem snížený minutový srdeční objem (Hradil in Kolář c2009), Máček & Radvanský (c2011) uvádí zvýšení SF jako důsledek sníženého krevního objemu. Máček & Radvanský (c2011) dále uvádí i prodloužení doby potřebné k návratu ke klidovým hodnotám SF a z důvodu nižšího tepového objemu menší vzestup SF při sumaximální zátěži stejné výše jako před začátkem inaktivního období. Vzrůstá periferní odpor a zvyšuje se systolický i diastolický TK (Máček & Radvanský c2011). Snižuje se tolerance zátěže (Kisner & Colby c2007), vyjádřená VO_2 max, pokles je ze začátku, prvních několik týdnů, 10-20 %, poté se postupně zpomaluje a výsledná hodnota je vyšší u původně trénovaných jedinců oproti jedincům se sedavým způsobem života (Máček & Radvanský c2011). Spolu s těmito parametry, či jako jejich příčina, se mění i vegetativní ladění, převažuje aktivita sympatiku a klesá aktivita parasympatiku (Hradil in Kolář c2009). Ukazatel, který se mění pomaleji, je a.-v. difference, u krátkodobého přerušení PA, do čtyřech týdnů, nedochází k žádné změně a po čtyřech týdnech je pokles mezi 3 a 12 % (Máček & Radvanský c2011).

Mění se fibrynolitická aktivita (Máček & Radvanský c2011) a zvyšuje se riziko trombotických komplikací (Hradil in Kolář c2009). Dochází k regulačním poruchám, jako je posturální hypotenze (Hradil in Kolář c2009) a celkové snížení ortostatické tolerance (Kisner & Colby c2007).

Metabolická adaptace získaná pravidelnou PA se mění už v prvních týdnech inaktivity, snižuje se aktivita lipoproteinové lipázy, roste využívání glykogenu na úkor tuků, klesá citlivost na inzulín, snižuje se tolerance glukózy, roste postprandiální lipémie a roste hladina LDL-cholesterolu a naopak se snižuje hladina HDL-cholesterolu v krvi (Máček & Radvanský c2011). Nezatěžování mm. qadriceps posturální funkcí vede k rychlému poklesu schopnosti vychytávání lipoproteinů z krve a to až o 75 %, což Hamilton et al. 2008 zdůvodňuje právě snížením aktivity lipoproteinové lipázy. Dalšími průvodními jevy je zvýšení katabolických dějů a negativní dusíková bilance (Hradil in Kolář c2009). Klesá

i enzymatická aktivita, výrazněji a více u pomalých vláken a pomaleji u vláken rychlých, kde se výsledné hodnoty trénovaných stále pohybují o 51-80 % výše než hodnoty neaktivních osob (Máček & Radvanský c2011).

Kisner & Colby (c2007) i Hradil in Kolář (c2009) udávají pokles svalové hmoty a síly, Máček & Radvanský (c2011) popisují po dvou týdnech zmenšení plochy průřezu svalu u silově trénovaných, u pomalých vláken obdobný jev popisují až po 4 týdnech. Hradil in Kolář (c2009) udává pokles svalové síly o 3 % denně, zatímco Máček & Radvanský (c2011) až po dvoutýdenním přerušení tréninku pokles síly při izometrické a izokinetické kontrakci, po 8-12týdenním přerušení, pokles o 7-12 %. Možným vysvětlením této diskrepance může být i to, že Hradil in Kolář (c2009) popisuje stav při hospitalizaci nehledě na trénovanost a předchozí PA jedince, zatímco Máček & Radvanský (c2011) popisují vynechání určité epizody tréninků u pravidelně trénujících. Změna na srdečním svalu je patrná po 3 týdnech inaktivity, dochází ke snížení tloušťky stěny levé komory přibližně o 25 % a stejný pokles nastává u zadní stěny levé srdeční komory po 8 týdnech (Máček & Radvanský c2011). Při dlouhodobé imobilizaci může docházet ke svalovým a fasciálním kontrakturám, zkrácením šlach, k atrofii svalstva a k poruchám koordinace pohybů (Hradil in Kolář c2009; Máček & Radvanský c2011). Aby se předešlo kontrakturám a zkrácení šlach, je třeba protahovat svaly a aktivní izometrické kontrakce ve správném směru musí být alespoň 50 % 1RM (Máček & Radvanský c2011).

Hradil in Kolář (c2009) dále jako důsledky imobilizace uvádí poruchu vazomotorické a proprioceptivní adaptace, snížení dechového objemu, vznik atelektáz, respirační insuficienci, riziko plicní embolizace, snížení peristaltiky, zácpy, nechutenství, močovou retenci, litiázu a infekce vylučovacího ústrojí, možný vývoj dekubitů a zhoršené hojení ran, depresivní syndrom, pocity strachu a úzkosti intelektuální a asociální izolaci a další.

4.1.6 Další komplikace

Většina komplikací při onkologických onemocněních, vynecháme-li komplikace vycházející z léčby, je často odvozena ze symptomů nemoci. Kromě velké unavitelnosti a celkové slabosti a dalších, viz výše, jsou komplikací různé infekce, ať už bakteriální, virové, vyvolané kvasinkami nebo plísněmi (Šrámková 2006).

Další častou komplikací u leukemií vycházející z koagulopatií a trombocytopenie je krvácivost (Šrámková 2015). Dochází k častější tvorbě modřin, krvácení po narušení kožního krytu či při úrazech je výrazně delší, také se objevuje krvácení do trávicího traktu, močových cest či do dutiny lební (Šrámková 2006). Častou komplikací jsou i změny na kostech, dochází k řídnutí kostí, patologickým zlomeninám a časté bolestivosti končetin, páteře a velkých kloubů (Šrámková 2006). Jako důsledek cirkulace a odbourávání atypických blastů dochází také k poruchám funkce ledvin a jater a s tím přidruženým projevům (Šrámková 2006).

Hradil in Kolář (c2009) uvádí, že nejen léčba, ale i malignita a s ní spojené projevy jako nechutenství, poruchy příjmu potravy a následný úbytek váhy, vedou také ke svalové atrofii a katechizaci. „Podíl na katechizaci má vzestup cytokinů, např. *TNF- α* s indukci anaerobní glykolýzy, uvolněním aminokyselin ze svalů, sekrecí hepatálních lipidů, redukcí albumin syntézy a zvýšením tělesné teploty“ (Hradil in Kolář c2009, 613-614).

4.2 ÚNAVA SPOJENÁ S NÁDOROVÝM ONEMOCNĚNÍM

V případě únavy spojené s nádorovým onemocněním, tzv. *cancer-related fatigue* (CRF), se na mechanismu únavy podílí, mimo faktorů uvedených v kapitolách 1.1.5 *Únava* a 1.1.6 *Přetrénování, přetížení*, více specifických faktorů, promítají se zde výrazně vedlejší účinky léčby, projevy samotné nemoci, celkový zdravotní stav, psychický a fyzický stav jedince i faktory okolního prostředí viz schéma na obrázku 12. CRF je komplexní multimenzionální problém, charakterizovaný snížením energie a zvýšenou potřebou

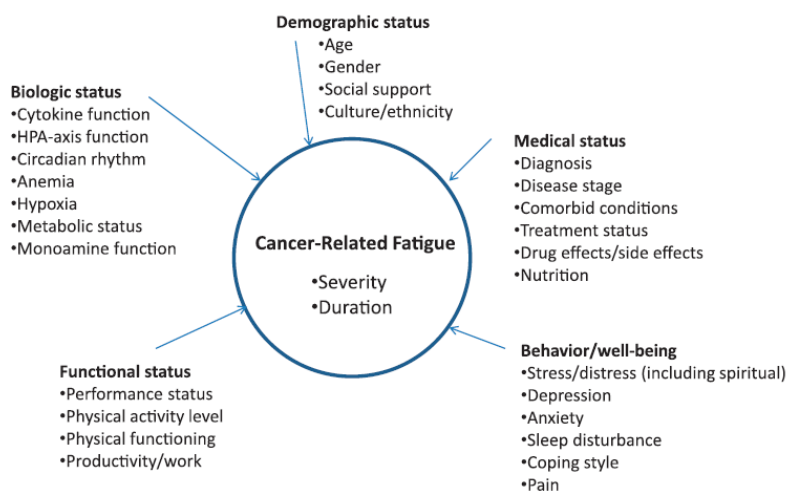


Figure 1. Correlates of cancer-related fatigue. HPA axis = hypothalamic-pituitary-adrenal axis.

Obrázek 12 schéma faktorů podílející se na únavě spojené s nádorovým onemocněním (Barsevick et al. 2013)

odpočinku, nesouvisející přímo s nedávným odpočinkem či aktivitou a jich trváním (Barsevick et al. 2013). Únava pocíťovaná onkologickými pacienty není pouze fyzického rázu, ale má i silnou psychickou, kognitivní i emoční složku (Oberoi et al. 2018). Autoři Aziz (2002), Platschek et al. (2017) i Barsevick et al. (2013) uvádí únavu asociovanou s nádorovým onemocněním jako nejčastější a nejtíživější symptom provázející nádorové onemocnění a jeho léčbu u dospělých i dětských pacientů. U dospělých pacientů se prevalence CRF pohybuje kolem 80-90%, zatímco u pediatrických pacientů mezi 50% a 76% (Oberoi et al. 2018).

Důsledkem plynoucím z CRF je neschopnost zapojit se do aktivit běžného života, častější potřeba odpočinku, změny nálady, poruchy spánku, zhoršení sociálních vztahů, pokles zájmu o vzdělávání, řada dalších psychosociálních problémů a nízká kvalita života (McCabe 2009). Nunes et al. (2017) uvádí zjištěnou silnou korelaci mezi CRF a kvalitou života u dětí a adolescentů s onkologickou diagnózou.

Hinds et al. (2007) navíc zdůrazňuje, že děti hospitalizované na klasickém pediatrickém oddělení spí o 20-25 % méně a dětské pacienty hospitalizované na jednotkách intenzivní péče až o 54 % méně času než obvykle v domácím prostředí.

SPECIÁLNÍ ČÁST

5 CÍLE PRÁCE

Hlavní cíl práce je popsat vliv aerobní zátěže na dětské pacienty s onkologickou diagnózou. Pomocí rešerše najít a vybrat studie, které se zabývají problematikou dětské onkologie a pohybovou aktivitou, a to především aerobního typu. A v neposlední řadě představit jejich zaměření, pohybový program a výsledky. Z výsledků vybraných studií zjistit a popsat vliv aerobní zátěže na únavu spojenou s nádorovým onemocněním, kardiopulmonální zdatnost, svalovou sílu, složení těla, rozsah pohybu a kvalitu života u pediatrických onkologických pacientů.

6 METODIKA

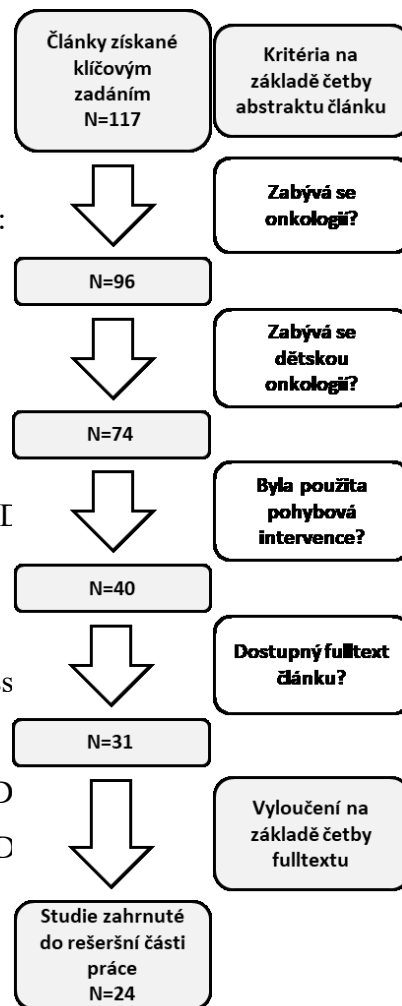
K rešeršní části práce byly informace získány převážně z cizojazyčných odborných článků a elektronických knih nalezených z vyhledávání v databázi MEDLINE přes portál PubMed, plné texty článků pak byly dále dohledávány přes portál ukaz.cuni.cz, scholar.google.com a Ovid®. Informace byly získávány z review článků a článků popisujících konkrétní pohybovou intervenci.

Pro souhrnné review články bylo použito klíčové zadání: „(“Exercise“[Mesh]) AND “Neoplasms“[Mesh]“ s nastavením limitů „children“ a „review“ a poté také: „(exercise[MeSH] AND oncology[MeSH] AND children“ s nastaveným limitem „review“.

Odborné články popisující pohybovou intervenci byly hledány pomocí zadání: „aerobic exercise AND pediatric oncology AND fatigue“, „aerobic exercise AND pediatric oncology AND flexibility“, „aerobic exercise AND pediatric oncology AND range of motion“, aerobic exercise AND pediatric oncology AND cardiorespiratory fitness „aerobic exercise AND pediatric oncology AND muscle strength“, aerobic exercise AND pediatric oncology AND immune“ a „aerobic exercise AND pediatric oncology AND body composition“. Informace o vlivu pohybové aktivity na kvalitu života byly zjišťovány pouze z review článků.

Z celkového počtu článků byly tematicky protříděny a vyřazeny články po přečtení abstraktu, a také po přečtení textu celého článku. Také odborné články, kde autor neměl přístup k celým tzv. „fulltext“ verzím článku, přes osobní registraci, ani přes přístupy Karlovy Univerzity nebo Krajské vědecké knihovny v Liberci, nebyly do práce zahrnuty, viz schéma na obrázku číslo 13.

Další informace, popřípadě informace k dalším kapitolám, byly použity z dalších publikací, elektronických článků nalezených přes zmíněné portály, knih, elektronických knih, odborných časopisů a webových stránek, viz Referenční seznam.



Obrázek 13. Schéma postupu výběru studií do rešeršní části práce.

7 VÝSLEDKY

Zatímco pohybová aktivita může mít pozitivní vliv na fyzický a psychický stav jedinců, léčba onkologického onemocnění jde svými vedlejšími účinky proti ní (Wolin et al. 2010). Populace vyléčených pacientů po prodělaném onkologickém onemocnění se historicky zvětšuje a v souvislosti s tím se objevují a akcentují krátkodobé i dlouhodobé vedlejší účinky léčby (Baumann, Bloch & Beulertz 2013). Zvětšující se počet přeživších dětské onkologické onemocnění, je výraznější u pediatrických onkologických pacientů, průzkumy ukazují, že přežití u dětských onkologických onemocnění je 75% po pěti letech a 70% po deseti letech od diagnózy na rozdíl od dospělé části populace, kde se poměr přeživších pohybuje po pěti letech od diagnózy kolem 62% (Aziz et al. 2002).

V následujících kapitolách jsou popsány účinky jednotlivých pohybových programů na vybrané parametry u pediatrických onkologických pacientů, kdy se pohybovou intervencí snaží autoři pomoci udržet či zlepšit fyzický i psychický stav dětských onkologických pacientů. Pokud byla k porovnání výsledků použita kontrolní skupina, dostávali její členové běžnou péči a pokud bylo třeba, i krátkodobě rehabilitační péči. U studií, které měly kontrolní skupinu je vždy v textu zmíněna. Studie zahrnuté do rešeršní části práce jsou shrnuty v tabulce na obrázku číslo 14 a 15.

| Autoři, rok publikace | participanti | | | | intervence | typ intervence | vliv na mětené veličiny | | | | | |
|------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------|--------------|---------------|
| | intervenci/kontrolní skupina | diagnóza | věkové rozpětí/průměr | fáze léčby/onemocnění | | | únava | kardiorespir. zdatnost | svalová síla/vytrvalost | imunita | složení těla | rozsah pohybu |
| Bogg et al. (2015) | 14 | ALL, AML | 10 | transplantace | 7 týdnů, 5x/týd, 10-60min, 2/3 PA aerobního typu, zbytek posilovací a balanční cviky | pod supervizi | ↗ | ↓ | ↗ | | | |
| Braam et al. (2018) | 33/26 | mix | 8-18 | v léčbě, nebo <12 měsíců od ukončení léčby | 12 týdnů, 2x/teďen, 45min, kruhový trénink a aerobní PA, psychologická intervence | pod supervizi | | ↔ | ↗ | ↔ | | |
| Diorio et al. (2017) | 11 | mix | 8-18 | intenzifikace | 3 týdny, 3x/týden lekce jógy 45min, balanční cviky | pod supervizi | | | | | | ↗ |
| Esbenshade et al. (2014) | 12 | ALL | 5-10 | udržovací fáze | 6 měsíců, 3x/týden, 30-45min, protažní a posílení, balanční cviky a všeobecná zdatnost | domácí program | | ↗ | ↗ | | | ↑ |
| Fluza-Luces et al. (2016) | 24/25 | solidní tumory | 4-18 | celá léčba | 20 týdnů, 3x týdně, 60-70min, 30min aerobní PA, 30min posilování | pod supervizi | ↗ | | ↑ | | | ↔ |
| Fluza-Luces et al. (2017) | 20 | solidní tumory | 11-12 | neoadjuvantní fáze | 17 týdnů, 3x/týdně, 60-70min, 30min posilování, 30min aerobní PA | pod supervizi | | | | ↔ | | |
| Hinds et al. (2007) | 14/15 | AML, solidní tumory | 7-18 | transplantace | 82 tréninků, v kuse 2-4 dny, 2x/den, 30min aerobní PA | pod supervizi | | ↔ | | | | |
| Chamorro-Viña et al. (2009) | 7 | mix | 8±4 | transplantace | 3 týdny, 5x/týden, 50min, 2 tréninky pouze aerobní PA, 3 kombinované s posilováním | pod supervizi | | ↗ | | | | |
| Chamorro-Viña et al. (2009b) | 7/13 | mix | 4-16 | transplantace | 3 týdny, 5x/týden, 50min, 2 tréninky pouze aerobní PA, 3 kombinované s posilováním | pod supervizi | | | | ↔ | | |
| Chamorro-Viña et al. (2017) | 3/3 | mix | 8-19 | po transplantaci | 10 týdnů, 3x/týden, 60min, posilování, aerobní PA | 2x domácí program, 1x pod supervizi | | | | ↗ | | |
| Järvelä et al. (2012) | 17 | ALL | 16-30 | přeživší | 16 týdnů, 3-4x/týden posilovací cviky, 3x/týden 30min aerobní PA | domácí program | | ↗ | ↑↗ | | | ↗ |
| Long et al. (2018) | 13 | mix | 16-23 | přeživší | 24 týdnů, 3x/týden, 90min, odporový trénink a aerobní PA | pod supervizi | | ↗ | ↗ | | | ↔ |

↑ - signifikantní zlepšení/ signifikantní vliv, ↗ - zlepšující se trend/částečné zlepšení/udržení úrovně/ mírně pozitivní vliv, ↔ - nebyly naměřeny signifikantní hodnoty

Obrázek 14 Přehledová tabulka studií zahrnutých do review části práce

| Autoři, rok publikace | participanti | | | | intervence | typ intervence | vliv na měřené veličiny | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--|-------------------------------|---|------------------------|-------------------------|---------|
| | intervenční/kontrolní skupina | diagnóza | věkové rozpětí/průměr | fáze léčby/onemocnění | | | únava | kardiorespir. zdatnost | svalová síla/vytrvalost | imunita |
| Marchese, Chiarello & Beverly (2004) | 13/15 | ALL | 4-18 | udržovací fáze | 4 měsíce, 5x/týden protahovací cviky, 3x týden posilování DKK, aerobní PA denně | pod supervizi, domácí program | ↔ | ↗ | | ↗ |
| Rosenhagen et al. (2011) | 10/13 | mix | 15,3±3,7 | transplantace | 34±94 dní, 3x/týden, 25min biciklový ergometr, 25min posilovací cvičení a cvičení na zlepšení koordinace | pod supervizi | ↗ | | | |
| Rueegg et al. (2017) | 150 | mix | >16 | přeživší | 1. rok, 30min posilování/týden, 2h aerobní PA/tý | domácí program | pouze design studie, v době psaní práce nebyly publikovány výsledky | | | |
| San Juan et al. (2007) | 7 | ALL | 4-7 | udržovací fáze | 8 týdnů, 3x/týden, 90-120min, posilovací cvičení a aerobní PA | pod supervizi | | ↑ | | |
| San Juan et al. (2007b) | 7 | ALL | 4-7 | udržovací fáze | 16 týdnů, 3x/týden, 90-120min, 30min aerobní PA, posilování | pod supervizi | ↑ | ↑ | | ↔ |
| San Juan et al. (2008) | 8 | mix | 8-16 | přeživší | 8 týdnů, 3x/týden, 90-120min, posilovací cvičení a aerobní PA | pod supervizi | ↗ | ↑ | | ↔ |
| Sharkey, Carey, Heise & Barber (1993) | 10 | mix | 19±3 | přeživší | 12 týdnů, 2x/týden 60min, aroební PA + po 7 týdnech 1x/týden 60min | pod supervizi | ↗ | | | |
| Su et al. (2018) | 18 | ALL, AML, solidní tumory | 3-19 | remise | 6 týdnů, chůze 5x/týden, 20-60min | bez supervize | ↑ | | | |
| Takken et al. (2009) | 4 | ALL | 6-14 | přeživší | 12 týdnů, 4x/týden vytrvalostní PA a posilovací cvičení, 2x/týden domácí cvičení | pod supervizi, domácí program | ↔ | | | ↔ |
| Tanir & Kuguoglu (2013) | 40 | ALL | 8-12 | remise | 3 měsíce, protahovací cviky 3x/den, 5x/týden, posilovací cviky 3x/týden, aerobní PA 30min 3x/týden | domácí program | ↑ | ↑ | | ↔ |
| Vercher, Hung & Ko (2016) | 1 | ALL | 3 | transplantace | 5 týdnů, 3-5x/týden, aroební PA, posilování DKK, balanční cvičení | pod supervizi | | ↑ | | |
| Yeh et al. (2011) | 12/10 | ALL | 11,01±3,56/ 12,48±3,86 | udržovací fáze | 6 týdnů, 3x/týden 30min PA erobního typu, 40-60% tepové rezervy | domácí program | ↗ | | | |

↑ - signifikantní zlepšení/ signifikantní vliv, ↗ - zlepšující se trend/částečné zlepšení/udržení úrovně/ mírně pozitivní vliv, ↔ - nebyly naměřeny signifikantní hodnoty

Obrázek 15 Přehledová tabulka studií zahrnutých do review části práce – pokračování

7.1 FYZICKÁ AKTIVITA A ÚNAVA

Chronická únava asociovaná s nádorovými onemocněními (CRF) je jedním z nejčastějších a nejtěživějších symptomů provázející nádorové onemocnění a jeho léčbu (Aziz 2002). CRF výrazně ovlivňuje různé dimenze kvality života těchto pacientů (Aziz 2002). Vermaete, Wolter, Verhoef & Gosselink (2013) i další autoři udávají CRF jako hlavní příčinu snížené pohybové aktivity u pacientů s onkologickým onemocněním. Autoři review studií Barsevick et al. (2013), Mizrahi et al. (2017), Grimshaw, Taylor & Shields (2016), Vermaete et al. (2013), McLean & Kemper (2006) a Wolin, Ruiz, Tuchman & Lucia (2010) se shodují, že pohybová aktivita může mít na CRF pozitivní vliv, zatímco Braam et al. (2016) tvrdí, že nebyl zjištěn signifikantní rozdíl CRF před a po pohybové intervenci. Podle Wolin et al. (2010) je evidence vlivu pohybové aktivity na únavu u dětských i dospělých přeživších hemato-onkologických pacientů slibná, ale slabá. Stejně tak Mizrahi et al. (2017) v review studii, která se zaměřuje na přeživší ALL pacienty, píše, že jsou studie, které ukazují signifikantní vliv PA na CRF u těchto pacientů, ale je jich malé množství. Grimshaw, Taylor & Shields (2016) připouští benefity fyzické aktivity během intenzivní fáze léčby onkologických onemocnění u dětí i dospělých, ale nijak nekomentuje průkaznost a sílu evidence. McLean & Kemper (2006) uvádí, že středně těžká PA zlepšuje únavu a fyzické funkce, ale dále nerozvádí délku trvání PA či konkrétní provedení.

Oberoi et al. (2018) píše, že aerobní cvičení, cvičení na zlepšení motorických funkcí, odporový trénink i kombinované cvičení má prokazatelný vliv na CRF u dětských i dospělých onkologických pacientů. Dále uvádí, že při použití samostatného odporového tréninku jsou výsledky slabší než u ostatních druhů cvičení. Efekt PA je u pacientů v různých stádiích léčby, jak u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně, tak i po skončení léčby. Proto autoři doporučují pohybovou aktivitu aplikovat a podporovat, při zachování bezpečnosti pro pacienty a ve všech stádiích léčby. Efekt PA na únavu byl zjištěn i u pohybových programů trvajících kratší dobu než dvanáct týdnů a při kratší době pohybové aktivity než 150 minut týdně.

Barsevick et al. (2013) také udává, že pohybová aktivita má statisticky významný vliv na CRF a jako efektivnější uvádí kombinaci aerobního a silového tréninku, narozdíl od využití pouze aerobní PA. Aerobní aktivita by podle Barsevick et al. (2013) měla trvat 150 minut týdně a silová PA by měla být zastoupena dvěma až třemi tréninky týdně se zaměřením na velké svalové skupiny. Dále uvádí větší efektivitu u pohybových intervencí,

kde probandi prováděli PA pod přímou supervizi, než u takzvaných „home-based“ intervencí, tedy intervencí na dálku, kdy pacienti provádějí pohybovou aktivitu bez přímého dohledu.

7.1.1 Testy používané k měření únavy v zahrnutých studiích

Únava asociovaná s nádorovým onemocněním byla měřena pomocí několika různých dotazníků. V tabulce na obrázku 16 jsou znázorněny studie, v kterých byly použity jednotlivé testy.

| Název testu | Studie, ve kterých byl test použit |
|---------------------------------------|--|
| Multidimensional fatigue scale | Su et al. (2018) |
| | Platschek et al. (2017) |
| PedsQL Multidimensional Fatigue Scale | Yeh, Man Wai, Lin & Chiang (2011) |
| | Bogg, Broderick, Shaw, Cohn & Naumann (2015) |
| | Rosenhagen et al. (2011) |
| CIS-20 | Takken et al. (2009) |
| | Rueegg et al. (2017) |
| The Fatigue Scale | Hinds et al. (2007) |

Obrázek 16 Tabulka znázorňující použití jednotlivých testů únavy u zahrnutých studií

„Multidimensional fatigue scale“ je dotazník vytvořený pro dětské pacienty ve věku 2-18 let. Obsahuje 18 položek ve třech oblastech, a to „general fatigue“, „sleep/rest fatigue“ a „kognitivní fatigue“. K zodpovězení jednotlivých položek je použita pětibodová škála 0-4, kdy „0“ vyjadřuje „žádný problém“ a „4“ „vždy problém“. Poté se body přepočítají na skóre, kdy 0 → 100 a 4 → 0. Čím vyšší je výsledné skóre, tím nižší je zjištěná úroveň únavy.

Dotazník „PedsQL Multidimensional Fatigue Scale“ také obsahuje 18 položek ve stejných okruzích jako „Multidimensional fatigue scale“ i výsledné skóre se počítá stejným způsobem. Rozdílné jsou body na pětistupňové škále, v „PedsQL Multidimensional Fatigue Scale“ jsou označeny čísly 1-5, kdy „1“ znamená „nikdy“ a „5“ „vždy“.

„Checklist Individual Strength“ (CIS-20) je test o dvaceti otázkách zjišťující únavu ve dvou týdnech před šetřením. Otázky jsou rozděleny do čtyř oblastí: subjektivní pocit únavy, koncentrace, motivace a fyzická aktivita. Na otázky je možné odpovědět analogovou škálou 1-7, kdy „1“ odpovídá nejlepší a „7“ nejhorší funkci. Výsledné skóre je součet bodů pohybující se od 20 do 140 bodů.

„The Fatigue Scale“ obsahuje 14 položek zjišťující výsledné skóre. Dotazník má odlišnou verzi sebehodnocení pro pacienty ve věku 7-12 let (FS-C), trvající 5-7 minut, a pro

pacienty ve věku 13-18 let (FS-A), trvající 4-5 minut. Odpovědi jsou zaznamenávány na pětibodové škále, kdy se následně přepočítávají na body, kdy 14 bodů znamená žádné symptomy únavy a 70 bodů znamená nejvyšší možnou únavu. Dále dotazník obsahuje 6-8 minut trvající moduly pro hodnocení rodiči (FS-P) s 17 položkami a verzi pro ošetřující personál (FS-S), trvající méně než minutu, kdy personál reflektuje únavu pacienta v posledních 24 hodinách.

7.1.2 Pohybová intervence v rámci léčby

Su et al. (2018) použil pohybový program pro hospitalizované pediatrické pacienty i pacienty v domácím prostředí, který se skládal pouze z monitorované chůze. Do studie bylo zahrnuto 18 dětských pacientů ve věku 3-19 let ve fázi remise s různou onkologickou diagnózou (ALL, AML, solidní tumory). Celkově pohybový program trval šest týdnů, probandi měli chodit 5krát týdně 20-60 minut, přičemž doba chůze byla každý týden delší. Vzdálenost a doba aktivity byla monitorovaná pomocí krokoměru a GPS chytrých hodinek Garmin. V případě odchodu pacienta domů probíhaly každý týden telefonické konzultace.

CRF byla měřena pomocí „Multidimensional fatigue scale“ s kategoriemi „general fatigue“, „sleep/rest fatigue“ a „cognitive fatigue“. Autoři uvádí po šesti týdnech programu signifikantní pokles skóre pro „general fatigue“ a „cognitive fatigue“, zatímco u „sleep/rest fatigue“ nebyla naměřena signifikantní změna.

Platschek et al. (2017) využíval ve svém dvanáctitýdenním programu pohybové počítačové hry a zkoumal jejich vliv na únavu a náladu u dětských hospitalizovaných i nehospitalizovaných pacientů s různým onkologickým onemocněním (leukemie, lymfom, sarkom, neuroblastom). Celkově se programu zúčastnilo 9 probandů ve věku od 8 do 14 let. Během setkání, trvajícího 50 minut včetně přestávek, pacienti hráli různé pohybové počítačové hry s použitím herní konzole Microsoft® Xbox 360 Kinect. V průměru se každý pacient zúčastnil deseti setkání. Během hraní her byla měřena tepová frekvence, která se pohybovala kolem 138 tepů za minutu, což autoři klasifikují jako středně náročnou zátěž. Pohybový program měl pozitivní vliv na „general fatigue“ i na podkategorii „sleep/rest fatigue“.

Yeh, Man Wai, Lin & Chiang (2011) v pilotní studii s 22 dětskými pacienty s ALL v udržovací fázi léčby, rozdělenými do kontrolní a intervenční skupiny, zkoumají proveditelnost a efekt šestitýdenního domácího aerobního programu na celkovou únavu

a kvalitu života. Cvičení probíhalo podle videonahrávky a trvalo 10-20min v prvních dvou týdnech, posléze 30 minut a probíhalo třikrát týdně, přičemž prvních 5min bylo věnováno zahřátí a rozcvičení. Cílová intenzita PA byla 40-60 % tepové rezervy, maximální TF byla zjištěna maximálním zátěžovým testem. Tepová frekvence byla během PA měřena pomocí sporttestru a spolu s dalšími daty zapisována rodiči a dětmi do „cvičebního“ diáře.

CRF byla měřena pomocí dotazníku „PedsQL Multidimensional Fatigue Scale“. Během šesti týdnů trvání pohybové intervence nebyl signifikantní rozdíl v celkové únavě mezi experimentální a kontrolní skupinou, v následujícím měsíci po konci pohybové intervence byl zjištěný rozdíl v úrovni celkové únavy mezi skupinami, kdy u intervenční skupiny byla celková únava menší než u kontrolní skupiny.

7.1.3 Pohybová intervence u přeživších

Takken et al. (2009) představuje studii s devíti dětskými pacienty s ALL, kteří byli zapojeni do dvanáctitýdenního tréninkového programu. Věk pacientů se pohyboval od 6 do 14 let. Kritérium výběru bylo ukončení léčby onemocnění, pacienti dostali poslední léčebnou dávku chemoterapie 12-36 měsíců před začátkem pohybového programu. Tréninkový program byl rozdělen na tři části po čtyřech týdnech. Pacienti měli dvakrát týdně navštěvovat fyzioterapeuta v místě bydliště, čas jednotlivých sezení byl 45 min, a dvakrát týdně cvičit samostatně doma podle vytvořeného manuálu.

První část tréninku byla primárně zaměřena na svalovou sílu, druhá část na aerobní zdatnost a třetí na intervalový trénink. Cvičení se skládalo z pěti cviků s jedenácti opakováními, přičemž počet opakování narůstal v průběhu programu. Také intenzita cvičení měřená pomocí sporttestru postupně vzrůstala. V první fázi byla cílová tepová frekvence mezi 66-77% maximální TF, zatímco v poslední fázi tréninku se měla pohybovat nad hranicí 90ti %.

Únava byla měřena pomocí dotazníku CIS-20. Při měření po konci tréninkového programu nebyl naměřen žádný signifikantní vliv na CRF před a po tréninkovém programu. Autoři to zdůvodňují nedostatkem motivace dětí, nudným tréninkovým programem, u části pacientů nemožností skloubit takto intenzivní cvičení se svými aktivitami a v několika případech slabou či žádnou podporu rodičů.

Rueegg et al. (2017) popisuje design studie s 150 přeživšími dětské onkologické onemocnění, rozdělenými na intervenční a kontrolní skupinu. Probandi jsou starší šestnácti

let a minimální doba od diagnostikování onemocnění je pět let. Pohybové intervence má trvat jeden rok a skládá se z domácího cvičení bez přímé supervize, které má zahrnovat minimálně 2,5 hodiny pohybové aktivity týdně. Třicet minut je vyhrazeno na posilovací cvičení a dvě hodiny na aerobní pohybovou aktivitu. Minimální čas tréninku, aby ho bylo možné započítat do tohoto souhrnu, je 20 min. Probandi zároveň byly požádány o čtvrtinové snížení času, který stráví před obrazovkou počítače, televizi či se smartphonem. K zaznamenávání pohybové aktivity mají sloužit online deníky a krokoměry, kontrola a konzultace probíhá pomocí komunikace přes telefon. Efekt pohybového programu na únavu je hodnocen analogovou škálou a dotazníkem „Checklist Individual Strength“. Bohužel v době psaní této bakalářské práce nebyly ještě publikovány výsledky studie.

7.1.4 Pohybová intervence u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně

Autoři Bogg, Broderick, Shaw, Cohn & Naumann (2015) se zaměřili na pediatrické pacienty s ALL a AML podstupující transplantaci kostní dřeně. Studie se zúčastnilo 14 pacientů s věkovým průměrem 10 let, intervence začala týden před samotnou transplantací a končila s propuštěním z nemocničního zařízení, tj. průměrně šest týdnů po transplantaci. Pohybová aktivita byla probandům nabídnuta pětkrát týdně ve dvou různých časech. Trvání jednotlivých tréninků bylo individuální od 10 do 60 minut, vzhledem ke stavu a možnostem jednotlivých probandů. Dvě třetiny času v průměru zaujímal aerobní cvičení malé až střední intenzity, dále byly zahrnuty posilovací cviky, protahování a balanční cvičení. Pacienti měly možnost si vybrat, které cvičení budou upřednostňovat, mladší volili spíše aerobní pohybovou aktivitu, zatímco starší preferovali více posilovací cvičení.

Měření zjišťovaných parametrů probíhalo při příjmu pacienta na oddělení, přibližně 14 dní před transplantací a při jeho propuštění. Únava byla měřena pomocí „PedsQL – multidemnzionální fatigue scale“, přičemž autoři zmiňují jako pozitivní efekt pohybového programu zachovanou úroveň únavy po dobu trvání programu. Jako doporučení dále uvádějí 2-3 sezení týdně s trváním 30-40 minut nízké až střední intenzity u pediatrických pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně, což považují jako bezpečné a proveditelné.

Autoři Rosenhagen et al. (2011) se zabývají efektem kombinovaného pohybového programu u dětí hospitalizovaných pro transplantaci kostní dřeně. Studie byla prováděna se skupinou 23 dětí a adolescentů s věkovým průměrem 15,3±3,7 let. Během hospitalizace

intervenční desetičlenná skupina trénovala třikrát týdně po dobu přibližně 34 ± 9 dní. Trénink se skládal z větší poloviny z vytrvalostní pohybové aktivity na bicyklovém ergometru se zátěží minimálně 0,6 watt/kg tělesné hmotnosti, která trvala přibližně dvacet minut. Během PA byly monitorovány tepová a dechová frekvence, které nesměly překročit 180-věk tepů za minutu a 35 dechů za minutu. Silový trénink byl zaměřen na trup a dolní končetiny a sestával z cviků na hlavní svalové skupiny této oblasti, pro zvýšení zátěže bylo použito sportovní náčiní. Dále byly zahrnuty cviky na rovnováhu a koordinaci. Intenzita cvičení byla upravována podle aktuálního stavu pacientů.

Výsledky studie ukazují na možné zaimplementování pohybové aktivity do režimu pacientů v izolační fázi transplantace kostní dřeně a poukazují na zlepšení únavy, která byla měřená dotazníkem „PedsQoL Fatigue scale“. Naměřené parametry sice ukazují zlepšující se trend, ale nedosahují statisticky signifikantních hodnot. Podle autorů se pacienti po transplantaci kostní dřeně bojí úrazů a komplikací, což vede k minimálnímu samostatnému cvičení, a proto zdůrazňují potřebu vedených pohybových aktivit těchto pacientů.

V pilotní studii Hinds et al. (2007) byla prováděna vytrvalostní pohybová aktivita s 29 dětskými pacienty s AML a solidními tumory ve věku 7-18 let, rozdělenými na intervenční a kontrolní skupinu. PA spočívala ve šlapání na rotopedu 30 minut dvakrát denně vždy po dobu 2-4 dní, kdy byli pacienti hospitalizováni pro podání léčebných dávek chemoterapie. Celkově bylo 82 tréninkových setkání, během kterých nebyla monitorována intenzita zátěže.

Pro měření CRF bylo použito „The Fatigue Scale“, a to ve verzích FS-C pro pacienty od 7 do 12 let, FS-A pro pacienty ve věku 13-18let, verze pro hodnocení CRF rodiči (FS-P) a nemocničním personálem (FS-S). Pacienti si zaznamenávali délku spánku do deníku a jejich spánek byl monitorován pomocí náramku, měřící dobu a efektivitu spánku.

Nebyl naměřen signifikantní rozdíl v únavě ani efektivitě a délce spánku mezi kontrolní a intervenční skupinou.

7.2 FYZICKÁ AKTIVITA A KARDIORESPIRAČNÍ ZDATNOST

Snížená kardiorepirační zdatnost je z důvodu onkologického onemocnění patrná již před zahájením léčby (Vermaete et al. 2013). Během léčby i u přeživších onkologických pacientů je kromě zvýšené únavy a zvýšeného rizika obezity také snížená kardiorepirační zdatnost (Grimshaw, Taylor & Shields (2016)), což může být také vedlejším účinkem farmaceutické léčby (Vermaete et al. 2013). Vermaete et al. (2013) dále popisuje takzvaný kruh inaktivity, bludný kruh tvořený únavou, nižší kondicí a snížením celkového denního objemu pohybové aktivity, který je pohybovou intervencí možný prolomit.

Kromě toho, že je kardiorepirační zdatnost klíčovým ukazatelem stavu kardiiovaskulárního aparátu a její úroveň může indikovat případné kardiiovaskulární onemocnění, snížení kardiorepirační zdatnosti má vliv na celkovou výkonnost a psychosociální stav pacientů (Grimshaw, Taylor & Shields (2016)).

Vermaete et al. (2013) udává, že samostatná aerobní pohybová aktivita, či v kombinaci se silovou PA či odporovým tréninkem, u pacientů s lymfomem v léčbě i přeživších, je proveditelná, bezpečná a zvyšuje kardiorepirační zdatnost. Wolin et al. (2010) ve studii zaměřené na dospělé i dětské hematoonkologické pacienty popisuje silnou a slibnou evidenci pro zlepšení kardiorepirační zdatnosti u dětských pacientů nepodstupující transplantaci kostní dřeně. A to u „distance delivered“ i „supervised“ pohybových intervencí. U dětských pacientů podstupující transplantaci kostní dřeně sice kardiorepirační zdatnost signifikantně vzrostla, ale podle Wolin et al. (2010) je studií tak málo, že lze evidenci označit pouze za slabou. Mizrahi et al. (2017) v článku zaměřeném na „distance-delivered“ PA intervenci u přeživších pacientů po léčbě ALL píše, že ačkoliv je zlepšení kardiorepirační zdatnosti nejčastěji zmiňovaným benefitem PA u zahrnutých studií, výsledky nedosahují signifikantních hodnot. Dále ale uvádí, že zlepšení je možné pozorovat a je patrné i zvýšení celkového objemu denní pohybové aktivity u pacientů podstupující PA intervenci. Braam et al. (2016) udává, že u studií zahrnutých do review byl naměřen signifikantní výsledek oproti kontrolní skupině pouze v případě jedné studie, kdy byl výsledek hodnocen pomocí zlepšení v člunkového běhu.

7.2.1 Testy používané k hodnocení kardiopulmonální zdatnosti

Kardiopulmonální zdatnost byla měřena pomocí několik různých testů. Nejčastěji bylo v uvedených studiích použito maximální zátěžové vyšetření na bicyklovém ergometru nebo běhátku. Také byl v několika studiích použit 9MWT a jeho variace 6MWT. Přehled použitých testů v jednotlivých studiích viz tabulka na obrázku 17.

| Název testu | Studie, ve kterých byl test použit |
|---|--------------------------------------|
| 9MWT | Tanir & Kuguoglu (2013) |
| | Marchese, Chiarello & Beverly (2004) |
| 6MWT | Esbenshade et al. (2014) |
| | Su et al. (2018) |
| | Bogg et al. (2015) |
| | Vercher, Hung & Ko (2016) |
| Rampový protokol na běhátku | Fiuza-Luces et al. (2016) |
| | San Juan et al. (2007b) |
| | San Juan et al. (2008) |
| | Long et al. (2018) |
| "Godfrey protocol" na ergometru | Braam et al. (2018) |
| | Takken et al (2009) |
| | Rueegg et al. (2017) |
| Zátěžové vyšetření na bicyklovém ergometru (nespecifikovaný protokol) | Järvelä et al. (2012) |
| Monitoring strdeční frekvence | Chamorro-Viña et al. (2009) |
| | Rosenhagen et al. (2011) |

Obrázek 17 Tabulka použitých testů kardiopulmonální zdatnosti u jednotlivých studií

9MWT a variace 6MWT jsou submaximální zátěžové chůzové testy, kdy probandi za určenou dobu mají ujít co největší vzdálenost. U 9MWT za devět minut a u 6MWT za šest minut. Chůze by měla být co nejrychlejší, ale není možné běžet, je možné zrychlovat, zpomalovat, popřípadě odpočívat. Výsledek testu se udává jako vzdálenost v metrech.

V některých studiích byl k měření kardiopulmonální zdatnosti použit maximální zátěžový test na běhátku. Zátěž byla postupně zvyšována pomocí zvyšující se rychlosti a náklonu běhacího pásu. Byly zaznamenávány hodnoty ventilačního prahu, VO_{2peak} popřípadě další spirometrické hodnoty, tepová frekvence a v některých studiích EKG.

Podobně jako na běhátku lze použít postupně se zvyšující zatížení i při zátěžovém vyšetření na bicyklovém ergometru. Několik autorů použilo k testování „Godfrey protocol“, kdy se postupně zvyšuje zátěž z počátečních 20W, každou minutu o dalších 20W. Během vyšetření bylo měřeno EKG, spirometrické a popřípadě další parametry. K hodnocení kardiopulmonální zdatnosti byly použity hodnoty VO_{2peak} a hodnoty ventilačního prahu.

7.2.2 Pohybová intervence v rámci léčby

Autoři Fiuza-Luces et al. (2016) se ve své studii zaměřili na pediatrické pacienty s extrakraniálními solidními tumory. 49 pacientů ve věku od 4 do 18 let v průběhu léčby, bylo rozděleno na intervenční a kontrolní skupinu. Délka pohybového programu byla přibližně dvacet týdnů, měření probíhalo před začátkem intervence, během různých fází léčby, na konci intervence, která byla shodná s ukončením léčby, a dva měsíce po ukončení léčby. Cvičení trvající 60-70 minut probíhalo pod přímou supervizí 3x týdně. 30 minut bylo věnováno aerobnímu cvičení na bicyklovém ergometru, běhacím páse, aerobním hrám, popřípadě u pacientů s chybějící dolní končetinou šlapání na rumpálu pro horní končetiny. Intenzita aerobního cvičení se pohybovala mezi 60% a 70% maximální tepové frekvence. Druhá polovina, trvající také přibližně 30 minut, byla věnována posilovacímu cvičení. Posilovací cvičení probíhalo na strojích v tělocvičně nemocničního zařízení, v době izolace přímo na pokoji pacienta s činkami, a bylo zaměřené na svalové skupiny horní i dolní poloviny těla. Jednotlivé cviky byly prováděny ve 2 až 3 sériích po 8-15 opakováních, mezi jednotlivými sériemi i cviky byla vždy 1-2 minuty pauza.

Kardiorespirační zdatnost, která byla měřena pomocí ventilačního prahu a VO_{2peak} během rampového protokolu na běhátku, sice vykazovala zlepšující se trend, ale naměřené hodnoty nedosahovaly statistické významnosti.

Ve studii San Juan et al. (2007b) autoři popisují efekt šestnáct týdnů trvajícího kombinovaného pohybového programu. Sedm probandů ve věku 4-7 let v udržovací fázi léčby ALL navštěvovalo třikrát týdně tréninky trvající 90-120 minut. Tréninky probíhaly pod přímou supervizí a kromě zahřátí a „cool down“ části zahrnovaly posilovací cvičení a aerobní aktivity. Posilovací cviky zaměřené na posílení svalů dolních končetin, horních končetin a trupu, byly vždy prováděny v jedné sérii po 8-12 opakováních. Aerobní část se skládala ze šlapání na bicyklovém ergometru, běhání, chození a z aerobních her, skákání, míčových her a dalších činností. Trvání aerobní části se postupně zvyšovalo z 10 na 30 minut. Stejně i cílová tepová frekvence při aerobní pohybové aktivitě se zvyšovala z 50 % na více než 70 % podle věku predikované tepové rezervy. Během tréninků byla tepová frekvence měřena pomocí sporttestrů.

Ukazatelé kardiorespirační zdatnosti VO_{2peak} a ventilační práh byly zjišťovány během zátěžového testu na běhátku. Porovnány byly hodnoty naměřené před tréninkem, po tréninku a po dvaceti týdnech po skončení pohybového programu. Hodnoty VO_{2peak}

i hodnota ventilačního prahu se signifikantně zlepšily při porovnání hodnot zjištěných před a po pohybové intervenci. Hodnoty naměřené po dvaceti týdnech detréningu jsou sice vyšší než hodnoty před pohybovou intervencí, ale při porovnání již nevykazují statisticky významné rozdíly. To podle autorů poukazuje na pouze částečné udržení úrovně kardiorepirační zdatnosti.

Tanir & Kuguoglu (2013) zkoumal na čtyřicetičlenné skupině dětských pacientů s ALL efekt tříměsíčního domácího pohybového programu. Pacienti ve věku 8-12 let ve fázi remise ALL byli rozděleni na experimentální a kontrolní skupinu. Experimentální skupina měla po dobu třech měsíců provádět třikrát denně pět dní v týdnu protahovací cviky, cviky na posílení DKK třikrát denně tři dny v týdnu a aktivitu aerobního typu. V rámci posilovacích cviků byly zařazeny squaty, chození po patách, chůze do schodů a posilování abduktorů kyčelních kloubů vleže na boku. Aktivita aerobního typu byla prováděna cca 30 minut třikrát týdně a pacienti měli na výběr: tancování stepu, jízdu na kole, rychlou chůzi, pomalý běh nebo skákání přes švihadlo.

Kardiorepirační zdatnost byla měřena pomocí 9MWT. Z výsledků vyplývá, že u intervenční skupiny došlo k signifikantnímu zlepšení oproti kontrolní skupině.

Do pilotní studie autorů Esbenshade et al. (2014) bylo přijato dvanáct dětí ve věku 5 až 10 let s ALL v udržovací fázi léčby do pohybového programu. Šest měsíců trvajícím program byl „home-based“ a probandi cvičili 3x týdně po dobu 30-45 minut. Cvičení bylo zaměřené na posílení svalů dolních končetin, protažení hlavních svalových skupin, dále zahrnovalo balanční cviky a cvičení na všeobecnou zdatnost. Instrukce ke cvičení byly shrnuty do textu a videa, také byli probandi každý týden telefonicky kontaktováni a každý měsíc docházeli na kontrolu, kdy jim byla měněna intenzita a čas trvání cvičení.

Aerobní zdatnost byla měřena pomocí 6MWT. Po skončení programu bylo naměřeno zlepšení o 5 a více procent u poloviny zúčastněných.

Su et al. (2018) ve své studii s osmnácti pacienty ve věku 3-19 let s různou onkologickou diagnózou ve fázi remise zkoumal vliv tréninku sestávajícího z chůze (popis studie viz výše kapitola číslo 7.1.2) nejen na únavu, ale i na aerobní zdatnost.

Aerobní zdatnost byla měřena každý týden pomocí 6MWT. Výsledky testu se již prvním týdnem zlepšily průměrně o 9,1%, během dalších měření se postupně zlepšovaly a po šestém týdnu bylo průměrné naměřené zlepšení o 34,2%.

Autoři Braam et al. (2018) ve své studii uvádí efekt dvanáct týdnů trvající intervence pro děti s různou onkologickou diagnózou (ALL, AML, lymfom, nádory CNS a další solidní nádory), která se kromě pohybových aktivit skládala i z psychologických sezení s dětmi a psychologických sezení pro rodiče. Participantů byli rozděleni na intervenční (n=33) a kontrolní (n=26) skupinu. Věk pacientů byl v rozmezí 8 až 18 let, podmínkou přijetí do studie byla stále trvající léčba onkologického onemocnění či maximálně 12 měsíců uplynulých od jejího ukončení.

Během dvanácti týdnů pacienti absolvovali 24 individuálních tréninků trvajících 45 min vedených fyzioterapeutem v místě bydliště. V rámci tréninků probíhal kruhový trénink a různé aerobní aktivity, včetně různých modifikací běhu. Intenzita PA se postupně zvyšovala, během prvních 8 tréninků byla 66-77% HR_{peak}, dalších 8 tréninků 77-90% HR_{peak} a při poledních 8 trénincích byla intenzita 90-100% HR_{peak}. Po šestém týdnu, bylo zařazeno třikrát týdně i domácí posilovací cvičení, které trvalo 11 minut a bylo doprovázeno hudbou s různými zvukovými signály, které odlišovaly jednotlivé části sestavy. Mezi 3. a 6. měsícem intervence byla pro posílení motivace zařazena jedna lekce tenisu, která probíhala v malých skupinkách věkově shodných participantů.

Psychologická intervence sestávala z šedesátiminutových sezení pro děti, která se konala každý druhý týden. Sezení byla zaměřena na zvládání efektů nemoci a vedlejších účinků léčby, sebevnímání a všeobecné psychosociální fungování. Během studie byla zařazena i dvě terapeutická sezení pro rodiče.

Změny kardiopulsační zdatnosti byly měřeny pomocí VO_{2peak}, a to ihned po skončení intervence a poté po dvanácti měsících. Nebyla naměřena žádná významná změna VO_{2peak} oproti kontrolní skupině ani při jednom ze zmíněných měření.

Marchese, Chiarello & Beverly (2004) popisuje čtyři měsíce trvající pohybovou intervenci u skupiny 28 dětských pacientů v udržovací fázi léčby ALL ve věkovém rozmezí 4-18 let, náhodně rozdělenou na kontrolní a intervenční skupinu. Intervenční skupina měla pět vedených setkání trvajících 20 minut až 1 hodinu, která obsahovala protahovací a posilovací cvičení, stejně tak i aerobní aktivitu, jež mimo jiné sloužila i k nácviku správné intenzity zátěže. Setkání byla naplánována na 2., 4., 8. a 12. týden po prvním měření. Kromě těchto setkání měla intervenční skupina domácí pohybový program, který se skládalo ze cviků na protažení, které měli probandi provádět pětkrát za týden, cviky na posílení dolních končetin, prováděné třikrát týdně a aerobní aktivity. Aerobní aktivita měla být prováděna

denně po celé čtyři měsíce a pacienti si sami vybrali pohybovou aktivitu, například chůzi, jízdu na kole nebo plavání.

Kardiorespirační zdatnost byla měřena pomocí 9MWT a nebyly zjištěny signifikantní rozdíly mezi kontrolní a intervenční skupinou.

7.2.3 Pohybová intervence u přeživších

Ve studii Takken et al. (2009) byl zjišťován vliv také na kardiorespirační zdatnost. Do studie bylo zapojeno devět dětských přeživších ALL pacientů ve věku od 6 do 14 let (podrobnější popis programu, viz výše kapitola číslo 7.1.3). Pacienti měli dvakrát týdně navštěvovat fyzioterapeuta v místě bydliště, čas jednotlivých sezení byl 45 min, a dvakrát týdně cvičit samostatně doma podle vytvořeného manuálu. Nebyly naměřeny žádné signifikantní změny v parametrech kardiorespirační zdatnosti. Aerobní zdatnost byla měřena v rámci zátěžového vyšetření na bicyklovém ergometru („Godfrey protocol“), kdy bylo měřeno EKG, tepová frekvence, TK, VO_{2peak} i další ventilační parametry.

Rueegg et al. (2017) ve studii s 150tičlennou skupinou přeživších dětské onkologické onemocnění zkoumá vliv roční pohybové intervence (podrobnější popis intervence viz výše kapitola 7.1.3) i na kardiorespirační zdatnost. Kardiorespirační zdatnost byla měřena zátěžovým vyšetřením na bicyklovém ergometru podle Gofreyho protokolu. Bohužel v době psaní této bakalářské práce nebyly ještě publikovány výsledky studie.

Järvelä et al. (2012) použil „home-based“ pohybový program trvající šestnáct týdnů. Do programu bylo zapojeno sedmnáct přeživších ALL ve věku 16-30 let. Podmínkou přijetí do studie bylo více než 10 let od diagnostikování onemocnění. Probandi cvičili tři až čtyřikrát za týden podle ilustrovaných instrukcí. Program obsahoval osm cviků na posílení gluteálních svalů a dalších svalů dolních končetin, ramenních a dalších svalů horních končetin a břišních a zádočných svalů. Cviky měly být prováděny ve třech sériích s maximálním možným počtem opakování. Další částí bylo aerobní cvičení dle vlastního výběru, prováděné alespoň třikrát týdně po 30 minutách a byl stanoven cíl počtu kroků za den.

Probandi byli telefonicky kontaktováni přibližně každé dva týdny, kdy s autory studie konzultovali možné problémy a kdy se je autoři studie snažili motivovat.

Celkový objem pohybové denní aktivity byl měřen pomocí pedometru, aerobní zdatnost pomocí VO_{2peak} zjišťovaným během zátěžového testu na bicyklovém ergometru. Zlepšení v kardiorespirační zdatnosti bylo naměřeno v průměru o 5% oproti stavu před zahájením pohybového programu. Autoři píší, že u domácích programů, včetně jejich studie, jsou obecně skromnější výsledky, na druhou stranu je výhodou použití podobného typu programu u pohybových intervencí s delší dobou trvání.

Ve studii San Juan et al. (2008) byla skupina osmi přeživších leukemické onemocnění, ve věku mezi 8-16 lety 2-12 měsíců po transplantaci kostní dřeně, zapojena do osmítýdenního pohybového programu.

Tréninky byly organizovány vždy pro dva probandy najednou třikrát týdně. Jednotlivá setkání trvala 90-120 minut a sestávala z aerobní a silové části. Na začátku bylo vždy zařazeno zahřátí a na konci „cool down“ část, která se skládala ze šlapání na bicyklovém ergometru s minimální zátěží a protažení hlavních svalových skupin. Do posilovací části programu bylo zařazeno jedenáct cviků se stroji či činkami zaměřených na hlavní svalové skupiny. Každý posilovací cvik byl prováděn v jedné sérii, která obsahovala patnáct opakování. Aerobní část se skládala ze šlapání na bicyklovém ergometru, běhání, chození a aerobních her, skákání, míčových her a dalších činností. Trvání aerobní části se postupně zvyšovalo z 10 na 30 minut, stejně tak cílová tepová frekvence při pohybové aktivitě rostla z 50 % na více než 70 % podle věku predikované tepové rezervy.

Kardiorespirační zdatnost reprezentována VO_{2peak} měřena pomocí zátěžového vyšetření na běhátku se zvýšila v porovnání s hodnotami naměřenými před začátkem pohybového programu.

Studie Long et al. (2018) se zúčastnilo třináct přeživších adolescentů a mladých dospělých ve věku 16-23 let po pěti a více letech od diagnózy různých onkologických onemocnění. V první části studie byly zaznamenávány hodnoty během klasické péče a poté byla zařazena 24 týdnů trvající pohybová intervence. Program s aerobní částí a odporovým tréninkem probíhal třikrát týdně 90 minut, ale autoři uvádí, že u třetího tréninku, který probíhal o víkendu, byla malá návštěvnost.

Cvičení na posílení hlavních svalových skupin končetin a trupu bylo organizováno jako kruhový trénink sestávající z 6-10 cviků. Mezi jednotlivými cviky byly přestávky trvající 3-5min. Cvičení s vlastní vahou i s přístroji mělo intenzitu 60-70% 3RM a 50-60%

1RM a probíhalo ve třech sériích po deseti opakování. Zátěž se zvyšovala každé 3-4 týdny nebo v případě, že intenzita na Borgově škále klesla na lehkou až střední.

Aerobní aktivita se skládala z několika submaximálních sprintů na bicyklovém ergometru nebo rumpálu s intenzitou okolo 60% maximální tepové frekvence, která byla snímána pulzním monitorovacím zařízením. Mezi jednotlivými sprinty byly 3-5 minut dlouhé pauzy. Celkově doba aerobní části trvala 10-15 minut. Postupně byl snižován čas pauz a zvyšován čas šlapání na ergometru.

Aerobní zdatnost se hodnotila maximálním zátěžovým vyšetřením na běhátku, kdy se postupně zvyšovala každé 3 minuty zátěž. Bylo naměřeno snížení klidové srdeční frekvence po konci programu oproti hodnotám během klasické péče, ostatní ukazatele poukazující na možnou změnu kardiorepirační zdatnosti, včetně VO_{2peak} , poklesly nebo se nezměnily.

Sharkey, Carey, Heise & Barber (1993) popisuje vliv dvanáctitýdenního aerobního tréninkového programu na deset přeživších pacientů po léčeném onkologickém onemocnění s využitím anthracyclinu. Kritérium pro přijetí do studie bylo uplynutí alespoň jednoho roku po poslední dávce chemoterapie. Věk pacientů v době studie byl 19 ± 3 roky. Trénink zahrnoval dvakrát týdně cvičení pod supervizí s trváním 15 minut prvního tréninku, poté 30 minut, plus 15 minut na zahřátí a na konci na vychladnutí. Sedmý týden přibyl jedenkrát týdně hodinový domácí trénink. Intenzita cvičení se pohybovala mezi 70 a 80 % maximální tepové frekvence.

Kardiorepirační zdatnost byla měřena pomocí zátěžového vyšetření. Autoři popisují zlepšující se trend hodnot VO_{2peak} (v průměru zlepšení o 8%) a ventilačního prahu (v průměru o 14%) oproti měřením před začátkem pohybového programu. Naproti tomu hodnoty HR_{peak} , CI_{peak} se nezměnily.

7.2.4 Pohybová intervence u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně

Chamorro-Viña et al. (2009) ve své studii se skupinou 7 dětí s různou onkologickou diagnózou ve věku 8 ± 4 hospitalizovaných pro allogenní transplantaci kostní dřeně zkoumá vliv tří týdnů dlouhého kombinovaného pohybového programu na imunologické a antropometrické parametry oproti třináctičlenné kontrolní skupině. Program začal v době pretransplantační fáze a končil s neutropenickou fází transplantace. Pacienti intervenční

skupiny měli 17-23 individuálních tréninků, které byly 5x týdně a každý trénink trval přibližně 50 minut. Trénink začínal rozhýbáním velkých kloubů a protažením hlavních svalových skupin, tři tréninky týdně byly pouze s aerobní zátěží nízké a střední intenzity (50-70% maximální tepové frekvence) na bicyklovém ergometru a zbylé dva tréninky byly kombinované s odporovým tréninkem, který spočíval v 8 cvicích prováděných v jedné sérii o 12-15 opakováních.

Autoři popisují zlepšení aerobní zdatnosti reprezentované snížením klidové srdeční frekvence. Tepová frekvence byla měřena pomocí sporttestrů.

Během Pohybového programu autorů Rosenhagen et al. (2011) pro děti hospitalizované v rámci transplantace kostní dřeně ve věku $15,3 \pm 3,7$ let, pacienti trénovali třikrát týdně po dobu $34,1 \pm 9,4$ dní (podrobnější popis programu viz výše kapitola 7.1.4). Trénink se skládal z větší poloviny z vytrvalostní aktivity na bicyklovém ergometru a silového tréninku, jenž byl zaměřen na trup a dolní končetiny.

Změny aerobní zdatnosti byly měřeny pomocí změn tepové frekvence. Ačkoliv naměřené údaje vykazují zlepšující se tendenci, nebyla naměřena statisticky významná změna.

Bogg et al. (2015) použili ve svém pohybovém programu kombinaci aerobního cvičení, silového tréninku, protahovacích a balančních cviků. Pacienti podstupující transplantaci kostní dřeně ve věku od 6 do 17 let se mohli rozhodnout, kterým aktivitám se budou věnovat více (podrobnější popis pohybového programu viz kapitola 7.1.4). Pohybový program začal týden před samotnou transplantací a končil s propuštěním z nemocničního zařízení.

Kardiorespirační zdatnost, která byla měřena pomocí 6MWT při příjmu a propuštění pacientů, se signifikantně zhoršila, výraznější zhoršení bylo zjištěno u dospívajících oproti prepubertálním probandům.

Vercher, Hung & Ko (2016) v případové studii popisují pětítýdenní pohybový program. Tříletý pacient po relapsu ALL po intenzivní chemoterapii čekající na transplantaci kostní dřeně cvičil 3 – 5x týdně. Cílem bylo alespoň 10 minut vytrvalostní aktivity a alespoň třikrát týdně cvičení na posílení dolních končetin a minimálně dvakrát týdně balanční cvičení. Byly použity různé pohybové aktivity, jako různé modifikace chůze, chůze do

schodů a jízda na tříkolce, pro zvýšení motivace a délky cvičení většina aktivit probíhala formou hry.

Autoři měřili aerobní zdatnost pomocí 6MWT a celkovou délku tolerované zátěže. Po pěti týdnech bylo naměřeno zlepšení v 6MWT z 57,5m na 149m, také délka tolerance zátěže se zvýšila z 16 min (druhá návštěva) na 44 min (šestá návštěva).

7.3 FYZICKÁ AKTIVITA A SVALOVÁ SÍLA/SVALOVÁ VYTRVALOST

Svalová síla u dětských onkologických pacientů není snížena pouze vedlejšími účinky léčby, ale už samotným onemocněním (Ness et al. 2015). Deisenroth et al. (2016) ve své studii uvádí, že u dětských pacientů s různou onkologickou diagnózou je v brzké době po diagnostikování onkologického onemocnění svalová síla snížena o 40-75% oproti zdravým vrstevníkům. Deficit svalové síly je zde patrný u všech svalových skupin, nejvýraznější byl ale naměřen u svalů dolních končetin (Deisenroth et al. 2016). Později, s nástupem léčby se prohlubuje deficit svalové síly a dochází zároveň i k výraznému úbytku svalové hmoty (Deisenroth et al. 2016).

Stejně jako kardiorespirační zdatnost, tak i svalová síla velice úzce souvisí s kvalitou života (Ness et al. 2015). Zlepšení svalové síly může u těchto pacientů usnadnit jejich opětovné zapojení do aktivit běžného života a pomoci jim být více nezávislí (Mizrahi et al. 2017). Deisenroth et al. (2016) i Ness et al. (2015) se shodují, že pohybová intervence zahrnující aerobní i silové cvičení by měla být zařazen co nejdříve to bude u jednotlivých pacientů možné.

Braam et al. (2016) píše, že pohybová intervence nemá signifikantní vliv na svalovou sílu či svalovou vytrvalost, Braam et al. (2017), připouští pozitivní vliv pohybové intervence na svalovou sílu a další měřené veličiny, ale z důvodu malého množství participantů a nedostatečnému designu jednotlivých studií zdůrazňuje nedostatečnou evidenci. Zhang, Kelly & Must (2017) udává, že vliv pohybové intervence na svalovou sílu je průkaznější než na jiné veličiny, jako například kardiorespirační zdatnost, „funkcional mobility“ a další. Wolin et al. (2010) udává u dětských pacientů s onkologickým onemocněním silnou evidenci pro vliv pohybové intervence na svalovou sílu. Vermaete et al. (2013) píše, že i převážně aerobní PA zlepšuje obecně fyzické funkce, pod které řadí i svalovou sílu. A podle review, zaměřené na přeživší dětské onkologické onemocnění autorů Mizrahi et al. (2017), i „distance-delivered“ pohybová intervence zlepšuje svalovou sílu. Rustler, Däggelmann, Streckmann, Block & Baumann (2019) v review popisují pozitivní vliv vibrací („whole body vibration“) na svalovou hmotu a sílu svalů dolních končetin u hendikepovaných dětí a poukazuje na možné využití vibrací i u pediatrických onkologických pacientů.

7.3.1 Metody používané k hodnocení svalové síly

Svalová síla byla měřena nejčastěji pomocí dynamometrem nebo metodou 6RM, popřípadě 5RM. Použití jednotlivých testů a měření v jednotlivých studiích viz tabulka na obrázku 18.

| Název testu | Studie, ve kterých byl test použit |
|-----------------------|--|
| 5RM | Fiuza-Luces et al. (2016) |
| 6RM | San Juan et al. (2007b) |
| | San Juan et al. (2007) |
| | San Juan et al. (2008) |
| Dynamometricky | Tanir & Kuguoglu (2013) |
| | Braam et al. (2018) |
| | Esbenshade et al. (2014) |
| | Marchease, Chiarello & Beverly (2004) |
| | Bogg et al. (2015) |
| Jiné: | |
| Järvelä et al. (2012) | počet výskoků z dřepu, výdrž ve squatu, dynamometricky síla ruky, zvedání uátěže do plné extenze v loktech |
| Long et al. (2018) | 3RM - hormí olovina těla , squoty sedy lehy a kliky za 60s |

Obrázek 18 Tabulka metod měření svalové síly u jednotlivých studií

Pomocí dynamometru byla měřena svalová síla určitých pohybů ve zvolených kloubech. Autoři Braam et al. (2018) měřili sílu v určitých pohybech velkých kloubů, po součtu z nich vypočetli výsledné skóre pro horní a dolní polovinu těla. Naopak Bogg et al. (2015) si zvolili referenční pohyb, kterým byla flexe v ramenním kloubu pro horní polovinu těla a extenze v kolenním kloubu pro dolní polovinu těla. Někteří autoři, jako například Esbenshade et al. (2014) nebo Marchease, Chiarello & Beverly (2004), měřili pouze některé pohyby v určitých kloubech, konkrétně extenzi v kolenním kloubu a sílu stisku ruky, popřípadě dorzální flexi v hlezenním kloubu.

U měření pomocí metody 6RM byla měřena maximální váha či odpor, s kterou je schopen proband udělat určitý cvik nebo pohyb právě šestkrát. Po zahřívací sérii s odhadnutou zátěží 50%, 70% a 90% daného cviku a po krátké pauze, následuje série se zatížením, které by mělo odpovídat 100-105% váhy pro 6RM. Když je série úspěšná, zvýší se po krátké pauze zátěž či odpor o 2,5-5%, pokud proband zvládne udělat cvik či pohyb opět šestkrát, váha či odpor se znovu zvýší. Obdobně probíhá měření pomocí metody 5RM, použité ve studii autorů Fiuza-Luces et al. (2016) či 3RM ve studii Long et al. (2018).

7.3.2 Pohybová intervence v rámci léčby

Ve studii Fiuza-Luces et al. (2016) zaměřené na pediatrické pacienty s extrakraniálními solidními tumory bylo zavzato 49 pacientů ve věku od 4 do 18 let v průběhu léčby rozdělených na intervenční a kontrolní skupinu (podrobný popis programu viz kapitola 7.2.2). Kombinovaný pohybový program probíhal přibližně 20 týdnů, třikrát týdně pod přímou supervizí.

Svalová síla byla měřena pomocí metody 5RM u cviků: „bench press“, upažování vsedě se závažím a pro dolní polovinu těla „leg press“. Po skončení pohybového programu bylo naměřeno signifikantní zlepšení svalové síly oproti kontrolní skupině a i v době detréningu, měření probíhalo dva měsíce po skončení programu, byla naměřena větší svalová síla u intervenční skupiny v porovnání s hodnotami změřenými před začátkem programu.

Studie autorů San Juan et al. (2007b) představuje kombinovaný pohybový program trvající šestnáct týdnů. Probandi ve věku 4-7 let v udržovací fázi léčby ALL se třikrát týdně účastnily tréninků trvajících 90-120 minut (podrobnější popis programu viz kapitola 7.2.2).

Svalová síla byla měřena pomocí metody 6RM. Při měření probíhajícím před pohybovým programem, těsně po jeho ukončení a po dvaceti týdnech detréningu byl hodnocen „bench press“ v sedě, upažení se zátěží v sedě a „leg press“. Autoři popisují signifikantní zlepšení, jak v porovnání hodnot naměřených před a po pohybovém programu, tak i v porovnání hodnot naměřených před začátkem pohybového programu ve srovnání s hodnotami zjištěnými po periodě detréningu.

Tanir & Kuguoglu (2013) zkoumal efekt tříměsíčního domácího pohybového programu na skupině pacientů s ALL ve věku 8-12 let ve fázi remise (podrobnější popis studie viz kapitola 7.2.2). Pohybová intervence se skládala z protahovacích cviků, cviků na posílení dolních končetin a aerobní aktivity, kterou si mohli probandí zvolit z nabídky.

Svalová síla dolních končetin byla měřena pomocí dynamometru. Oproti kontrolní skupině byly naměřeny signifikantní hodnoty ukazující na zlepšení svalové síly dolních končetin.

San Juan et al. (2007) ve studii se sedmi pacienty ve věku 4-7 let v udržovací fázi ALL, zkoumá efekt osm týdnů trvajícího pohybového programu. Cvičení probíhalo třikrát týdně pod přímou supervizí. Jednotlivé tréninky trvaly 90-120 minut. Na začátku bylo vždy

zařazeno patnáctiminutové zahřátí složené z protahovacích cviků pro hlavní velké svalové skupiny a šlapání na bicyklovém ergometru s minimální zátěží, na konci obdobným způsobem byla zařazena i „cool down“ část.

Program měl aerobní a posilovací část. Aerobní pohybové aktivita, zastoupená šlapáním na ergometru, běháním, chůzí a aerobními hrami, měla postupně se zvyšující intenzitu i dobu trvání. Na začátku byla intenzita 50% maximální TF, odvozené od věku, a trvání 10 minut, zatímco ke konci programu se doba trvání zvýšila na 30 minut a intenzita byla rovna nebo větší než 70% maximální TF. Hry byly zahrnuty k udržení zájmu a motivace probandů. Posilovací cvičení bylo zaměřeno na posílení hlavních svalových skupin horních a dolních končetin a svalů trupu. Skládalo se z jedenácti cviků, které probandi opakovali 8-15x v jedné sérii s postupně se zvyšující závažím/odporem.

Během tréninků byly použity sporttesty pro monitoring tepové frekvence a svalové síla se měřila pomocí metody 6RM. Pro horní polovinu těla byla síla testována u cviků „bench press“ a upažení v sedě s činkami, pro dolní polovinu těla pomocí „leg press“. Dále byly použity testy TUDS, TUG 3 a TUG 10. Kromě TUDS bylo po konci programu naměřeno signifikantní zlepšení u všech měřených testů a cviků.

Autoři Braam et al. (2018) ve své studii uvádí efekt dvanáct týdnů trvající intervence pro pediatrické pacient ve věku 8-18 let s různou onkologickou diagnózou, podmínkou přijetí do studie byla stále trvající léčba onkologického onemocnění či maximálně 12 měsíců uplynulých od jejího ukončení (podrobnější popis designu studie viz kapitola 7.2.2). Intervence se kromě pohybových aktivit, skládala i z psychologických sezení s dětmi a psychologických sezení pro rodiče. Kombinovaná pohybová aktivita probíhala jako vedené tréninky pod dohledem fyzioterapeuta v místě bydliště. Po šestém týdnu, bylo zařazeno třikrát týdně i domácí posilovací cvičení, které trvalo 11 minut a bylo doprovázeno hudbou s různými zvukovými signály, které odlišovali jednotlivé části sestavy.

Svalová síla byla měřena dynamometrem. Jako skóre hodnotící sílu horní poloviny těla byl použit součet naměřené síly v ramenním kloubu, lokti a stisku ruky. Analogicky bylo použito skóre pro dolní polovinu těla, které tvořil součet naměřených hodnot z kyčelního, kolenního a hlezenního kloubu.

Bezprostředně po skončení pohybové intervence nebylo naměřeno zlepšení, naproti tomu jako dlouhodobý efekt bylo naměřeno výrazné zlepšení ve svalové síle dolní poloviny

těla po dvanácti měsících po uplynutí programu u intervenční skupině oproti kontrolní skupině.

Esbenshade et al. (2014) v pilotní studii s dvanácti dětmi ve věku 5 až 10 let s ALL v udržovací fázi léčby, zkoumá kromě vlivu pohybové intervence na kardiorespirační zdatnost i vliv na svalovou sílu (podrobnější popis viz kapitola 7.2.2). Domácí program použitý ve studii trval šest měsíců. Cvičení bylo zaměřené na posílení svalů dolních končetin, protažení hlavních svalových skupin, dále zahrnovalo balanční cviky a cvičení na všeobecnou zdatnost.

Svalová síla byla měřena pomocí dynamometru a byly zaznamenávány hodnoty síly stisku ruky a extenze v kolenním kloubu. Výsledky ukazují u 75% pacientů zvýšení síly extenze v kolenním kloubu o 5% a více, průměrné zlepšení u síly stisku ruky bylo 16%.

Autoři Marchease, Chiarello & Beverly (2004) popisují čtyřměsíční pohybový program pro 28 dětských pacientů ve věku 4-18 let v udržovací fázi léčby ALL (podrobnější popis pohybového programu viz kapitola 7.2.2). Pohybové intervence se skládala z vedených setkání a domácího pohybového programu, zaměřeného na posílení svalů dolních končetin, zvýšení rozsahu pohybu a aerobní aktivity dle výběru probandů.

Svalová síla byla měřena dynamometrem při extenzi v kolenním kloubu a dorzální flexi v hlezenním kloubu. Nebyl zjištěn rozdíl v síle dorzální flexe v hlezenním kloubu oproti kontrolní skupině, zatímco síla extenze v kolenním kloubu se signifikantně zvýšila, jak oproti měření před začátkem pohybového programu, tak oproti kontrolní skupině.

7.3.3 Pohybová intervence u přeživších

V domácím programu autorů Järvelä et al. (2012), kterého se zúčastnilo sedmnáct přeživších ALL ve věku 16-30 let, u kterých od diagnostikování uběhlo více jak deset let, trval pohybový program šestnáct týdnů. Program obsahoval osm cviků na posílení gluteálních svalů a dalších svalů dolních končetin, ramenních a dalších svalů horních končetin a břišních a zádočných svalů (podrobnější popis programu viz kapitola 7.2.3). Další částí bylo aerobní cvičení dle vlastního výběru.

U studie byla měřena explozivní síla dolních končetin, a to počtem opakování výskoků z dřepu, vytrvalostní síla dolních končetin pomocí třicetisekundového testu výdrže ve squatu, síla stisku ruky měřená dynamometrem a síla horních končetin zvedáním zátěže

nad hlavu do plné extenze v loketních kloubech. Počtem opakování sed lehů a testy na svalovou sílu zad, byla zjišťována síla svalů trupu. Bylo zjištěno zlepšení o 6-8% u sedů lehů, výdrži ve squatu, výskoku z dřepu a síly zádových extenzorů. U ostatních měření bylo zjištěno zlepšení, ale nedosahovalo signifikantních hodnot.

Studie s dvanáctitýdenním tréninkovým programem autorů Takken et al. (2009) se zúčastnilo devět pediatrických pacientů s ALL (podrobnější popis programu viz kapitola číslo 7.1.3). Věk pacientů po ukončení léčby se pohyboval od 6 do 14 lety a poslední léčebnou dávku chemoterapie dostali 12-36 měsíců před začátkem pohybového programu.

Kombinovaný tréninkový program byl rozdělen na tři části po čtyřech týdnech. Pacienti měli dvakrát týdně navštěvovat fyzioterapeuta v místě bydliště, čas jednotlivých sezení byl 45min, a dvakrát týdně cvičit samostatně doma podle vytvořeného manuálu.

Autoři k měření svalové síly použili dynamometr a zjišťovali sílu stisku ruky, abdukce v ramenním kloubu, flexe v kyčelním kloubu, extenze v kolenním kloubu a dorzální flexe v hleznu. Nebyly zjištěny žádné rozdíly v hodnotách naměřených před a po skončení intervence.

Autoři San Juan et al. (2008) popisují osmitýdenní pohybovou intervenci pro skupinu osmi přeživších leukemické onemocnění ve věku mezi 8-16 lety, kteří byli 2-12 měsíců po transplantaci kostní dřeně (podrobný popis pohybové intervence viz kapitola 7.2.3). Pohybová intervence probíhala třikrát týdně 90-120 minut pod přímo supervizí a skládala se z aerobních pohybových aktivit i posilovacích cvičení s cvičebním náčiním.

Sval síla byla měřena metodou 6RM u cviků: „bench press“ v sedě, abdukce se závažím v sedě, „leg press“. Autoři uvádí zlepšení svalové síly oproti hodnotám naměřeným před začátkem pohybové intervence.

Ve studii autorů Long et al. (2018) byl zkoumán vliv 24 týdnů trvajících kombinovaného pohybového programu pro přeživší onkologické onemocnění ve věku 16-23 let (podrobnější popis programu viz kapitola 7.2.3). Kromě aerobní části sestávající se z několika submaximálních sprintů bylo zařazeno i cvičení na posílení hlavních svalových skupin končetin a trupu. Cvičení probíhalo třikrát týdně 90 minut.

Svalová síla horní poloviny těla testována metodou 3RM, svalová síla a svalová vytrvalost pomocí počtu opakování squatů, sedů lehů a kliků za 60 sekund. U svalové síly

a vytrvalosti byly zjištěny signifikantní výsledky pouze u síly m. biceps brachii a střední pozitivní vliv na možný počet provedených kliků.

7.3.4 Pohybová intervence u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně

Ve studii autorů Bogg et al. (2015) se pediatričtí pacienti s ALL a AML s věkovým průměrem 10 let podstupující transplantaci kostní dřeně zúčastnili kombinovaného pohybového programu (podrobný popis pohybové intervence viz kapitola 7.1.4). Program byl složen z posilovacích a balančních cviků a aerobní pohybové aktivity.

Svalová síla byla měřena dynamometrem. Flexe v ramenním kloubu byla referenční hodnotou pro horní polovinu těla a extenze v kolenním kloubu pro dolní polovinu těla. Podle naměřených hodnot se podařilo udržet stejnou svalovou sílu, naměřené hodnoty před a po skončení programu se nelišily.

7.4 FYZICKÁ AKTIVITA A IMUNITA

Imunitní systém díky své schopnosti rozeznat a různým možnostem eliminace hraje důležitou roli v boji s rakovinou i nádorovými buňkami (Fairey, Courneya, Field & Mackey 2002). Preparáty používané v rámci chemoterapie k léčbě onkologických onemocnění mají imunosupresivní vliv a snižují počet T buněk, B buněk, NK buněk a neutrofilů (Fairey et al. 2002). Podobně i radioterapie má negativní efekt na proliferaci a funkci buněk imunitního systému a i operační řešení některých typů rakoviny s sebou nese krátkodobé snížení počtu makrofágů a imunoglobuliny produkujících B lymfocytů (Fairey et al. 2002). Potlačení imunitního systému poté vede k častějšímu výskytu různých infekčních onemocnění u onkologických pacientů (Kruijzen-Jaarsma, Révész, Bierings, Buffart & Takken 2013).

Dlouhodobá středně intenzivní pohybová aktivita by mohla mít pozitivní stimulační vliv na imunitní systém, měla by posílit reakci proti rakovinovým buňkám a snížit pravděpodobnost relapsu onemocnění či sekundárních malignit (Fairey et al. 2002). Naproti tomu nárazová pohybová aktivita s vysokou intenzitou má imunosupresivní efekt a vede ke zvýšené citlivosti na infekce a vyšší pravděpodobnosti výskytu rakoviny (Fairey et al. 2002; Kruijzen-Jaarsma et al. 2013).

Baumann, Bloch & Beulertz (2013) v review studii udává, že nebyl zjištěn negativní vliv pohybové intervence na imunitní systém, ale výsledky dokládající pozitivní vliv pohybové intervence jsou dosti omezené. Fairey et al. (2002) ve své studii zaměřené převážně na dospělé přeživší udává signifikantní zlepšení parametrů imunitního systému u čtyřech ze šesti zahrnutých studií. Autoři popisují zlepšení aktivity NK buněk, zlepšení funkce monocytů a počtu cirkulujících granulocytů. Kruijzen-Jaarsma et al. (2013) udává limitovanou evidenci pozitivního vlivu krátkodobé i dlouhodobé pohybové aktivity na počet lymfocytů a udržení hladiny monocytů u pediatrických onkologických pacientů. Dále popisuje slabou evidenci pro zvýšení počtu neutrofilů a snížení počtu dendritických buněk a eozinofilů po dlouhodobé PA. Silnou evidenci udává u efektu na cytotoxicitu NK buněk, počtu NK buněk a na stabilizaci počtu T lymfocytů. Podle autorů nebyl zjištěn efekt na počty granulocytů, bazofilů, efekt krátkodobého cvičení na kapacitu neutrofilů a ani efekt dlouhodobého cvičení na proliferaci a cytotoxickou aktivitu neutrofilů.

Ačkoliv výsledky naznačují, že by pohybové intervence mohla mít pozitivní vliv na imunitní systém a snížení počtu sekundárních malignit u přeživších, je třeba více studií, aby bylo možné tuto tezi potvrdit (Fairley et al. 2002).

7.4.1 Pohybová intervence v rámci léčby

Ve studii Fiuza-Luces et al. (2017) autoři popisují sedmnáct týdnů trvající intervenci pro 20 pediatrických pacientů ve věku 11-12 let se solidními tumory. Pohybový program pod přímou supervizí probíhal celou neoadjuvantní fází chemoterapie a skládal se ze třech 60-70 minut trvajících tréninků týdně, které probíhaly v nemocniční tělocvičně či v pokoji pacienta. 30 minut bylo věnováno aerobní pohybové aktivitě spočívající ve šlapání na bicyklovém ergometru, běhání na běhacím páse, šlapání na rumpálu pro pacienty s chybějící dolní končetinou a aerobních her. Intenzita aerobní části monitorovaná sporttestrem se pohybovala mezi 60% a 70% maximální tepové frekvence zjištěné před začátkem programu zátěžovým vyšetřením. Další 30 minut bylo věnováno posilovacím cvičením, která se zaměřovala na posílení hlavních svalů horních a dolních končetin i svalů trupu. Cvičení probíhalo na strojích v nemocniční tělocvičně nebo s činkami na pokoji pacienta. Každý cvik byl prováděn ve 2-3 sériích s 8-15 opakováním, mezi jednotlivými sériemi byla 1-2 minuty pauza.

Měření imunologických parametrů proběhlo po začátku léčby, po jejím skončení a dva měsíce poté. Nebyly naměřeny signifikantní hodnoty svědčící pro změnu počtu či cytotoxicity NK buněk ani počet cytokínů, asociovaných s imunitním systémem. Byl ale zaznamenán trend stabilní hladiny KIR2DS4 tvořeného NK buňkami u intervenční skupiny proti zvyšujícímu se počtu u kontrolní skupiny. KIR2DS4. KIR („killer Ig-like receptor“) je counfounder, který může ovlivnit funkci NK buněk. Podle autorů je pozitivním zjištěním, že pohybový program neohrožuje obnovu imunitních buněk a je bezpečný i proveditelný navzdory agresivní léčbě solidních tumorů.

7.4.2 Pohybová intervence u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně

Chamorro-Viña et al. (2010) popisuje přibližně tři týdny trvající program pod přímou supervizí pro dvacetičlennou skupinu pediatrických pacientů ve věku 4-16 let s různou onkologickou diagnózou (ALL, AML, neuroblastom, rabdomyosarkom) podstupující

transplantaci kostní dřeně. Probandi byli rozděleni na intervenční (n=7) a kontrolní (n=13) skupinu. Intervenční skupina se účastnila pětikrát týdně pohybového programu, třikrát týdně zaměřeného pouze na aerobní pohybovou aktivitu a dvakrát týdně v kombinaci s odporovým tréninkem. Program začal v pretransplantační fázi a končil s koncem neutropenické fáze. Na začátku a na konci každého tréninku bylo rozhýbání a protažení hlavních svalových skupin. Aerobní část trvající 10-40 minut se skládala ze šlapání na bicyklovém ergometru, cílová tepová frekvence měřená sporttesrem se pohybovala mezi 50-70% maximální tepové frekvence predikované podle věku, když bylo třeba, měl pacient 1-2 minuty pauzu. Posilovací cvičení bylo zaměřeno na hlavní svalové skupiny dolních a horních končetin i svaly trupu. Probandi cvičili s vlastní vahou, činkami a Therabandy různých tuhostí.

Měření imunologických parametrů probíhalo při příjmu k hospitalizaci, těsně před začátkem pohybového programu, patnáct dní po transplantaci s koncem pohybového programu a propuštěním z nemocničního zařízení a po 30 dnech po transplantaci. Měřeny byly počty leukocytů, monocytů a lymfocytů, různé subpopulace lymfocytů a dendritické buňky. Nebyly zjištěny signifikantní hodnoty svědčící pro efekt pohybové aktivity na některý z měřených imunologických parametrů. Byl zjištěn výraznější pokles dendritických buněk v kontrolní skupině oproti intervenční skupině. Jako výsledek autoři dále uvádí proveditelnost pohybového programu u pediatrických pacientů v době transplantace a imunosuprese.

Studie autorů Chamorro-Viña et al. (2016) se zúčastnilo šest dětí ve věku 8-19 let s různou onkologickou diagnózou rozdělených na kontrolní a experimentální skupinu. Deset týdnů trvající kombinovaný pohybový program začal třicet dní po transplantaci kostní dřeně. Dvakrát týdně probandi cvičili doma pod dohledem rodičů a jedenkrát týdně v nemocničním zařízení, cvičení trvalo vždy přibližně 60 minut. Týden před propuštěním domů byli pacienti seznámeni s pohybovým programem.

Na začátku a na konci programu byla zařazená část s nízkou intenzitou, během které probandi šlapali na bicyklovém ergometru s minimální zátěží a protahovali hlavní svalové skupiny. Setkání probíhající v nemocničním prostředí mělo dvě části. Aerobní část spočívala s šlapání na ergometru, chůzi a aerobních her, zahrnující skákání, míčové a skupinové hry použité pro větší motivaci a adherenci. Během tréninků byla sporttestrem monitorována tepová frekvence, která se měla pohybovat mezi 50% a 70% maximální tepové frekvence predikované podle věku. Posilovací cvičení sestávalo z jedenácti cviků na hlavní svalové skupiny končetin a trupu. Každý cvik byl prováděn v jednom setu s 8-12 opakováním. Když

probandi zvládli udělat více než 12 opakování, byla jim zátěž zvýšena o 5% u cviků pro horní polovinu těla a o 10% pro dolní polovinu těla.

Domácí program se skládal z 20-30 minut trvající aerobní pohybové aktivity a 30 minut posilovacích cvičení a cvičení na protažení. Protahovací a posilovací cvičení byla prováděna pomocí konzole Nintendo Wii. Domácí program probíhal formou kruhového tréninku s 1-2minutovým odpočinkem mezi jednotlivými cviky. Intenzita aerobní části byla 50-70% maximální tepové frekvence a intenzita posilovacích cviků kolem 70-80% 1RM.

Imunologické parametry byly měřeny týden před startem pohybového programu a po jeho ukončení. Bylo zjištěno signifikantní zvýšení počtu nejvíce cytotoxické podskupiny NK buněk CD56^{dim}, v porovnání před a po pohybovém programu. U kontrolní skupiny byl vzestup těchto buněk výrazně menší. U podskupiny CD56^{bright}, které jsou méně cytotoxické, ale produkují velké množství imunitu regulujících cytokínů, nebyly naměřeny signifikantní změny. Také byl zjištěn až 8x větší poměr v cytotoxicitě NK buněk před/po programu u experimentální oproti kontrolní skupině. Nebyly naměřeny statisticky významné hodnoty svědčící pro změnu hladin některého z cytokínů. Autoři poukazují na zjištění, že středně intenzivní pohybová aktivita může mít vliv na redistribuci podskupin CD56 a na cytotoxicitu NK buněk, ale upozorňují, že se jedná zatím o předběžné výsledky popsané na malém vzorku a je potřeba s nimi takto nakládat.

7.5 FYZICKÁ AKTIVITA A SLOŽENÍ TĚLA

Jedním z vedlejších účinků chemoterapie je ztráta svalové hmoty a přírůstek hmotnosti, respektive zvýšení hmotnosti tukové tkáně (Aziz 2002). Hmotnost pediatrických onkologických pacientů se zvyšuje během léčby onemocnění i po jejím ukončení, nejvýraznější váhový přástek je možné pozorovat v indukční fázi léčby a v prvních šesti měsících udržovací fáze (Zhang, Kelly & Must 2017). Přeživší, především před pubertou a adolescenti, onemocnění mají vyšší BMI než jejich zdraví vrstevníci (Zhang, Kelly & Must 2017). BMI se může dále zvyšovat i po ukončení léčby, autoři Zhang et al. (2014) udávají rostoucí podíl nadváhy a obezity u přeživších po pěti letech na 40% oproti 20% po ukončení léčby. Podle autorů Zhang et al. (2014) je problém s obezitou a vyšším BMI výraznější u ženské části populace přeživších dětských onkologických pacientů.

Mladí dospělí přeživší pediatrické onkologické onemocnění mají až 7x větší pravděpodobnost obezity, kardiovaskulárních onemocnění a dalších komorbidit spojených s nadváhou a obezitou (Armstrong et al. 2009; Zhang, Kelly & Must 2017; Aziz 2002).

Přestože pohybová aktivita, schopná redukovat množství tělesného tuku, by mohla působit příznivě na složení těla přeživších pediatrické onkologické onemocnění, podle autorů Zhang, Kelly & Must (2017) nestačí pouze zvýšit množství pohybu, ale je třeba k vyvážení poměru energetického příjmu/výdeje i nutriční intervence.

Wolin et al. (2010) udává slabou evidenci pro vliv intervenčních programů na složení těla. Braam et al. (2016) píše, že výsledky studií popisující vliv pohybové intervence na složení těla a tělesnou hmotnost nedosahují statisticky významných hodnot. Také Mizrahi et al. (2017) v review zaměřené na domácí pohybové programy píše, že je malý počet studií dokládající pozitivní statisticky významný vliv domácích pohybových programů na udržení váhy a složení těla. Přestože redukce obezity a prevence kardiovaskulárních onemocnění není evidentní, vzhledem k malému počtu a různorodosti studií, dlouhodobější studie poukazují na slibný trend (Zhang, Kelly & Must 2017). Autoři se domnívají, že by mohla pomoci i větší propagace zdravého životního stylu v populaci přeživších.

7.5.1 Pohybová intervence v rámci léčby

Ve studii Braam et al. (2018) autoři popisují efekt dvanáct týdnů trvající intervence pro pediatrické pacient ve věku 8-18 let s různou onkologickou diagnózou pacientů v léčbě onkologického onemocnění nebo uplynutí maximálně 12 měsíců od jejího ukončení

(podrobnější popis designu studie viz kapitola 7.2.2). Intervence se skládala z pohybových aktivit a z psychologických sezení s dětmi a psychologických sezení pro rodiče. Kombinovaná pohybová aktivita probíhala jako vedené tréninky pod dohledem fyzioterapeuta v místě bydliště. Po šestém týdnu bylo zařazeno třikrát týdně i domácí posilovací cvičení, které trvalo 11 minut.

Bylo zjištěno zlepšení kostní hustoty měřené denzitometrií v lumbální části páteře u intervenční i kontrolní skupiny, ale nebyl zjištěn signifikantní vliv na množství tělesného tuku.

Autoři Fiuza-Luces et al. (2016) popisují pohybový program pro skupinu 49 pacientů s extrakraniálními solidními tumory ve věku 4-18 let v době léčby onemocnění (podrobný popis programu viz kapitola 7.2.2). Kombinovaný pohybový program trvající přibližně dvacet týdnů zahrnoval třikrát týdně cvičení trvající 60-70 minut.

Z tělesné váhy a výšky autoři počítali BMI. Nebylo zjištěno žádné statisticky významné zlepšení ani trend poukazující na změnu složení těla.

7.5.2 Pohybová intervence u přeživších

Ve studii autorů Long et al. (2018) byl použit 24 týdnů trvající kombinovaný pohybový program pro pacienty ve věku 16-23 let přeživší onkologické onemocnění (podrobnější popis programu viz kapitola 7.2.3). Kromě aerobní části sestávající se z několik submaximálních sprintů bylo zařazeno i cvičení na posílení hlavních svalových skupin končetin a trupu. Cvičení probíhalo třikrát týdně 90 minut.

Bylo měřeno složení těla pomocí absorptiometrie. Autoři zjišťovali množství tělesného tuku, váhu tukuprosté hmoty, BMI, výšku a váha celého těla. Nabyly zjištěny žádné rozdíly ve složení těla či tělesné váze před a po pohybovém programu.

Järvelä et al. (2012) použili domácí pohybový program trvající šestnáct týdnů pro pacienty přeživší ALL ve věku 16-30 let (podrobnější popis programu viz kapitola 7.2.3). Probandi podstupující kombinovaný program měli cvičit podle ilustrovaných instrukcí tři až čtyřikrát za týden. Každé dva týdny autoři pacienty telefonicky kontaktovali pro možnost konzultace a motivace.

Kromě tělesné váhy a výšky a následného vypočítání BMI byl měřen obvod pasu a boků a procento tělesného tuku pomocí kaliperu. V porovnání hodnot před začátkem a po

konci pohybového programu bylo zjištěno mírné snížení procenta tělesného tuku, zatímco tělesná váha ani BMI se nezměnila.

Design studie Rueegg et al. (2017) popisuje pohybovou intervenci pro skupinu 150 přeživších onkologické onemocnění. Probandi ve věku od šestnácti let a více než pět let po diagnostikování onkologického onemocnění jsou rozděleni na kontrolní a intervenční skupinu (podrobný popis programu viz kapitola 7.1.3).

Ve studii je měřena váha, výška a relativní a absolutní procento tělesného tuku měřené kaliperem. Procento tukové tkáně a procento tukuprosté hmoty je také měřeno absorptiometricky pomocí denzitometru. Pomocí počítačové tomografie je také zjišťována plocha průřezu svalů v oblasti lýtky a předloktí. V době psaní této bakalářské práce nebyly ještě publikovány výsledky studie.

7.6 FYZICKÁ AKTIVITA A ROZSAH POHYBU

Snížený rozsah pohybu, speciálně v případě sníženého rozsahu dorzální flexe v hlezenním kloubu, může vést k různým pohybovým problémům (Beulertz et al. 2015). Ke správnému stereotypu chůze je potřeba určitý možný úhel v hlezenním kloubu. Když je dorzální flexe nedostatečná, může být vlivem kompenzačního pohybu, který se u dětí vyvine jednodušeji než u dospělých, narušen správný stereotyp chůze (Loudon, Manske & Reiman 2013). Omezená flexibilita také může ovlivnit rozvoj motorických dovedností a celkový objem pohybové aktivity, což může ovlivnit tělesnou váhu, složení těla a také kvalitu života (Beulertz et al. 2015). Autoři Beulertz et al. (2015) speciálně vyzdvihují časté omezení rozsahu pohybu u dětských onkologických pacientů, u kterých byl v rámci léčby použit vincristine.

Braam et al. (2016) udává středně signifikantní pozitivní vliv pohybové aktivity na pasivní rozsah DF v hleznu u jedné ze zahrnutých studií, u ostatních podle autorů nebyl zjištěn statisticky významný efekt. Baumann, Bloch & Beulertz (2013) ve své review uvádějí pro ovlivnitelnost flexibility pohybovou aktivitou smíšené výsledky. Zatímco Mizrahi et al. (2017) v review zaměřeném na domácí pohybovou intervenci uvádí, že domácí pohybové programy zlepšují fyzické funkce, pod které řadí i flexibilitu.

7.6.1 Pohybová intervence v rámci léčby

Ve studii Tanir & Kuguoglu (2013) se skupina čtyřiceti dětských pacientů ve věku 8-12 let ve fázi remise ALL zúčastnila tříměsíčního domácího pohybového programu (podrobný popis programu viz kapitola 7.2.2). Pohybový program obsahoval posilovací a protahovací cvičení a aerobní aktivitu, kterou si probandí mohli vybrat z dané nabídky.

Rozsah pohybu v hlezenním kloubu byl měřen goniometricky. Nebyly naměřeny signifikantní hodnoty, svědčící pro vliv pohybového programu na flexibilitu

Čtyřměsíčního pohybového programu autorů Marchease, Chiarello & Beverly (2004) se zúčastnila skupina 28 pediatrických pacientů v udržovací fázi ALL ve věku 4-28 let (podrobnější popis pohybového programu viz kapitola 7.2.2). Několik cvičení probíhalo pod přímou supervizí, ale součástí intervence byl i domácí pohybový program skládající se z cvičení na posílení hlavních svalových skupin, protahovacích cvičení a aerobní pohybové aktivity.

U intervenční skupiny bylo zjištěno signifikantní zlepšení aktivního rozsahu dorzální flexe v hlezenním kloubu oproti měření před začátkem pohybového programu, zatímco u kontrolní skupiny zůstal aktivní rozsah stejný. Přesto, že se rozsah u intervenční skupiny zlepšil, stále byl statisticky významně nižší než průměr zdravé populace ve stejném věku.

Autoři San Juan et al. (2007b) popisují efekt šestnáct týdnů trvajících kombinovaného pohybového programu na sedm probandů ve věku 4-7 let v udržovací fázi léčby ALL (podrobný popis programu viz kapitola 7.2.2). Tréninky probíhající třikrát týdně pod přímou supervizí trvaly 90-120 minut a skládaly se z posilovacích cviků a aerobní pohybové aktivity.

Goniometricky byla měřena aktivní i pasivní dorzální flexe v hlezenním kloubu. Nebyl zjištěn signifikantní rozdíl v měření před a po programu ani po dvacetitýdenní periodě detréningu.

V pilotní studii autorů Esbenschade et al. (2014) se dvanáct pediatrických pacientů ve věku 5 až 10 let s ALL v udržovací fázi léčby zúčastnilo šest měsíců trvajících domácího pohybového programu (podrobnější popis viz kapitola 7.2.2). Program obsahoval posilovací a protahovací cviky i cviky na všeobecnou zdatnost.

Pomocí goniometru byl měřen pasivní rozsah dorzální flexe v hlezenním kloubu. U většiny probandů bylo zjištěno výrazné zlepšení v rádech desítek procent, u dvou naopak pokles v porovnání s měřením před a po pohybovém programu.

7.6.2 Pohybová intervence u přeživších

Ve studii San Juan et al. (2008) byl použit osmitýdenní pohybový program, kterého se zúčastnilo osm přeživších leukemické onemocnění, ve věku mezi 8-16 lety. Probandi byli 2-12 měsíců po transplantaci kostní dřeně (podrobný popis pohybové intervence viz kapitola 7.2.3). Pohybová intervence probíhala třikrát týdně 90-120 minut pod přímou supervizí a skládala se z aerobních pohybových aktivit i posilovacích cvičení s cvičebním náčiním.

Byl měřen aktivní a pasivní rozsah dorzální flexe v hleznu. Zjištěná čísla nevykazují statisticky významné hodnoty.

7.6.3 Pohybová intervence u pacientů podstupujících transplantaci kostní dřeně

Ve studii Diorio et al. (2017) se autoři zaměřili na efekt jógy na flexibilitu. Přibližně třítydenního programu se zúčastnilo 11 pediatrických onkologických pacientů ve věku od 8 do 18 let ve fázi intenzifikace, připravovaných na transplantaci kostní dřeně. Lekce jógy trvaly přibližně 45 minut a probíhaly třikrát týdně. Každá lekce měla šest sekcí: dechové cvičení, zahřátí, jógové pozice (různé náročnosti), balanční cvičení, „cool down“ a závěrečnou relaxaci. Náročnost cvičení, délka a jednotlivé jógové pozice byly upravovány podle aktuálního stavu a možností jednotlivých probandů. V případě, že nebyl stav pacientů optimální, bylo prováděno třicetiminutové cvičení na lůžku s vynecháním jógových pozic a balančních cviků. Cvičení probíhalo na pokojích pacientů pod přímou supervizí.

Rozsah pohybu nebyl měřen goniometricky ani jinou objektivní metodou. Výsledkem studie je vytvoření funkčního jógového programu, který je proveditelný, bezpečný a podle dotazníku a rozhovorů s rodiči i probandy zlepšil celkovou mobilitu, ztuhlost a pohyblivost u některých kloubů těla.

7.7 FYZICKÁ AKTIVITA A KVALITA ŽIVOTA

Se zvětšujícím se počtem přeživších onkologické onemocnění roste důležitost nejen délky přežití, ale i kvalita života během léčby i po jejím ukončení (Aziz 2002). Vedlejší účinky léčby a samotného onemocnění mohou mít negativní, ale v některých případech i pozitivní vliv na psychické funkce, které se odráží v kvalitě života, (Aziz 2002). Podle Cournea & Firedenreich (2001) pohybové aktivita ve správném množství může mít pozitivní vliv na kvalitu života skrze zlepšení fyzické i psychické kondice a udržení soběstačnosti.

Autoři Bauman et al. (2013) uvádí, že pohybová intervence má pozitivní efekt na se zdravím související kvalitu života během léčby i po jejím skončení. Naopak Braam et al. (2016) ve svém review píše, že žádná ze zahrnutých studií neuvádí signifikantní vliv pohybové intervence na kvalitu života dětských onkologických pacientů. Wolin et al. (2010) v review studii zaměřené na přeživší onkologické onemocnění udává, že u přeživších pediatrických onkologických pacientů, kteří nepodstoupili transplantaci kostní dřeně, se pohybová intervence neukazuje jako efektivní ve zlepšení kvality života, přestože některé studie udávají pozitivní vliv. Naopak u pacientů, kteří transplantaci kostní dřeně podstoupili, je popisováno signifikantní zlepšení kvality života. Studií, které popisují vliv pohybové intervence na tyto pacienty, je ale zatím velmi malé množství (Wolin et al. 2010).

Další autoři review článků nepíší explicitně o zlepšení kvality života, ale o zlepšení psychických funkcí, které se v šetření kvality života zohledňuje. Pozitivní efekt pohybových programů je popisován například na zlepšení interpersonálních vztahů, sebehodnocení, negativní nálady (Grimshaw et al. 2016; Mizrahi et al. 2017, Vermeate et al. 2013).

8 KAZUISTIKA – VLASTNÍ MĚŘENÍ

Rodinná anamnéza:

- matka (rok narození 1977) zdravá, letuška
- otec (rok narození 1973), pracuje ve stavebnictví
- sestra (5 let), tupozrakost
- bratr (8,5 let), kongenitální katarakta levého oka
- bratr matky, M. Down
- onkologická anamnéza negativní

Osobní anamnéza:

Dítě z třetí fyziologické gravidity, porod spontánně v termínu, bez známek poporodní asfyxie. Porodní váha 3800 g, porodní délka: 51 cm. Dnes je DJ jedenáct let, byla mu diagnostikována akutní lymfoblastická leukémie 23. 9. 2016, objevila se únava, kolapsové stavy, hemorrhagická diatéza a koagulopatie.

Úrazy: Fraktura prstů DK v sedmi letech, trauma kolenního kloubu v předškolním věku. Operace: Ne. Hospitalizace: 2x v batolecím věku pro FK.

Sociální anamnéza:

Bydlí v rodinném domě ve vesnici poblíž Kladna s rodiči a sourozenci. Doma pes a želva. Je žákem 4. třídy ZŠ, neměl OŠD.

Sportovní anamnéza:

Před diagnostikou od sedmi let hrál DJ lední hokej a prakticoval příležitostně sportovní aktivity s rodinou. Během léčby prošel projektem malé jógy, kdy absolvoval dvakrát sérii deseti lekcí. Dnes v rámci pohybové aktivity občasně jezdí na kole a začíná se postupně znovu zapojovat do tréninků ledního hokeje.

Nynější onemocnění:

23. 9. 2016 diagnostika T-ALL, únava, kolapsové stavy, hemorrhagická diatéza a koagulopatie. Podle testů byl zařazen do „high risk“ protokolu, který se vyznačuje delší fází intenzifikace, léčba dle „ALL BFM AIEOP 2009“. 29. 9. 2016 zavedení centrálního žilního katetru, 33. den po diagnóze – remise, 3.-8. 1. 2017 akutní GIT toxicita – zvracení, rozvoj mukozitidy a následně virová gastroenteritis. Po 20. 4. hospitalizace pro rozvoj minerálního rozvratu s hypoNa, hypoproteinemií a periferní polyneuropatií. 19.-29. 9. 2017 preventivní ozařování kránie z důvodu možných metastáz, postradiační syndrom, zlepšení

spontánně. Konec července 2018 insulinoterapie, steroidní diabetes, leukopenie, krátké přerušování léčby. Od ledna 2018 v udržovací fázi léčby, ukončení léčby podzim 2018.

Vyšetření:

Pacient je orientován v místě, osobě i čase, pokynům rozumí a zvládá je na výzvu provést.

Stoj stabilní, předsunutí a vytočení levé dolní končetiny více zevně, oploštění příčné klenby nohou bilaterálně. Achillovy šlachy v ose, kolena v ose, levé více zevně, pánev v rovině, hrudník symetrický. Není patrné omezení pohyblivosti jednotlivých kloubů. Stoj na jedné končetině několik sekund vydrží. Není patrná skoliotická křivka páteře. Oslabené dolní fixátory lopatek, ramenní klouby v lehké protrakci, předsun hlavy.

Při chůzi občas možné pozorovat narušení krokového cyklu, kdy DJ kulhal na levou dolní končetinu. Chůze do schodů ani běh na krátkou vzdálenost není pro pacienta problém.

V rámci vlastního měření byly zaznamenávány údaje o tělesné váze a výšce a byl měřen TUDS a TUG 3m, submaximální zátěžové vyšetření W 170 a PedsQL ve verzi 4.0 pro pacienty ve věku 8-12 let (originální podobu dotazníku viz přílohy), s částí pro sebehodnocení a hodnocení rodičem.

DJ měří 161cm, podle růstového grafu závislosti výšky na věku pro chlapce se nachází nad 97 percentilem (Percentilový graf závislosti výšky na věku viz přílohy). Váha je 61,5kg, což znamená, že podle $BMI = [kg]/[m^2]$, vychází BMI na 23,73 při zaokrouhlení na dvě desetinná čísla. Čas provedeného TUG 3m testu byl 5,45s a TUDS 11,46s. Hodnota W 170 byla naměřena $1,4 \text{ watt} \cdot \text{kg}^{-1}$, což poukazuje na nižší zdatnost než je běžné u zdravých vrstevníků, naměřené hodnoty viz tabulka na obrázku 19.

| Pacinet: DJ | Datum: 9.8.2018 | | |
|-------------|-----------------|------------|---------|
| | Váha: 61,5kg | Výška: 161 | věk: 12 |
| | TF | TK | SaO2 |
| Horizont | 85 | 120/75 | 99 |
| BO | 108 | 120/60 | 99 |
| 1 W·kg-1 | 145 | 140/60 | 98 |
| 1,5 W·kg-1 | 175 | 160/60 | 96 |
| W 170 | 1,4 W·kg-1 | | |

Obrázek 19 Tabulka s naměřenými hodnotami testu W 170

Výsledné skóre v PedsQL vyšlo velice podobně v sebehodnocení pacienta 23 bodů respektive 73,6 % a hodnocení rodiče-matky 23 bodů respektive 72,2 %. Lišilo se ale skóre v některých oblastech, v oblasti emocionálních a sociálních problémů vycházelo sebehodnocení s vyšším počtem bodů než hodnocení matky, naopak v oblastech tělesného zdraví a školních činností vychází sebehodnocení s nižším počtem bodů, podrobné výsledky viz tabulka na obrázku 20, v tabulce na obrázku 21 jsou možné odpovědi na otázky a jejich přepočty na procentuální skóre

Hlavní problém pacienta:

Snížená kardiorespirační zdatnost a svalová síla, vadné držení těla.

Krátkodobý rehabilitační plán:

Korekce pohybového stereotypu, nácvik správného držení těla, edukace autokorekce.

Dlouhodobý rehabilitační plán:

Zvýšení kardiorespirační zdatnosti, zvýšení svalové síly a v co největším rozsahu navrácení do pohybových aktivit.

| možné odpovědi | nikdy | téměř nikdy | někdy | často | téměř vždy |
|----------------|-------|-------------|-------|-------|------------|
| skóre | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0-100% | 100 | 75 | 50 | 25 | 0 |

Obrázek 21 možné odpovědi a přepočtení na procentuální hodnoty

| PedsQL 4.0 | | samohodnocení dětského | % jednotlivých oblastí | hodnocení rodiče (matky) | % jednotlivých |
|--|--|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Tělesné zdraví a aktivity (problémy v oblasti...) | 1. Ujít více než 100 metrů | 0 | 84,38 | 0 | 93,75 |
| | 2. Běh | 0 | | 1 | |
| | 3. Sportování nebo cvičení | 2 | | 1 | |
| | 4. Zvedání něčeho těžkého | 1 | | 0 | |
| | 5. Samostatně se vykoupat nebo sprchovat | 0 | | 0 | |
| | 6. Pomáhání doma | 0 | | 0 | |
| | 7. Pocity bolesti | 2 | | 0 | |
| | 8. Nízká hladina energie/únava | 0 | | 0 | |
| Emocionální zdraví (problémy v oblasti...) | 1. Pocity strachu | 1 | 85,00 | 3 | 65,00 |
| | 2. Pocity smutku | 0 | | 0 | |
| | 3. Pocity hněvu | 0 | | 0 | |
| | 4. Potíže se spánkem | 1 | | 0 | |
| | 5. Obavy z toho, co se mi přihodí | 1 | | 4 | |
| Společenské činnosti (problémy v oblasti...) | 1. Vycházení s ostatními dětmi | 1 | 70,00 | 1 | 60,00 |
| | 2. Ostatní děti se se mnou nechtějí kamarádit | 0 | | 0 | |
| | 3. Ostatní děti si ze mě utahují | 0 | | 0 | |
| | 4. Nedokážu věci, které dokážou ostatní děti.... | 2 | | 4 | |
| | 5. Držet krok při hře s ostatními dětmi | 3 | | 3 | |
| Školní činnosti (problémy v oblasti...) | 1. Udržení pozornosti při vyučování | 0 | 55,00 | 0 | 70,00 |
| | 2. Zapomínám věci | 3 | | 1 | |
| | 3. Stíhat školní povinnosti | 3 | | 2 | |
| | 4. Chybím ve škole, protože se necítím dobře | 0 | | 0 | |
| | 5. Chybím ve škole, protože musím k lékaři/hospitalizace | 3 | | 3 | |
| Celkové PedsQL skóre/% průměr | | 23 | 73,59 | 23 | 72,19 |

Obrázek 20 Souhrn výsledků dotazníku PedsQL od pacienta a rodiče-matky

9 DISKUSE

9.1 POČET STUDIÍ S DĚTSKÝMI PROBANDY

Slabinou některých použitých review článků je často malý počet zahrnutých studií s pediatrickými onkologickými pacienty. Oberoi et al. (2018) použil ve svém review pouze jednu studii s pohybovou intervencí a Kruijsen-Jaarsma et al. 2013 (2013) tři studie s pohybovou intervencí pro dětské onkologické pacienty. U dospělých pacientů je větší nejen celkové množství studií a početnější kohorty pacientů, ale i větší počet studií zaměřených přímo na aerobní aktivity a jejich efekt. Jmenovat je možné například studii Courneya et al. (2009) se 122 pacienty s lymfomem, který naměřil po dvanáctidenním tréninkovém programu signifikantní zlepšení fyzických funkcí včetně aerobní zdatnosti, kvality života, depresivních stavů a dalších parametrů. Nebo také Oldervoll, Kaasa, Knobel & Loge (2003), který po dvaceti týdnech aerobního cvičení u pacientů s Hodgkinovým lymfomem naměřil zlepšení únavy a zlepšení fyzických funkcí včetně aerobní zdatnosti. Je možné, že počet dětských pacientů s onkologickým onemocněním, které by bylo možné zařadit do takovýchto studií, je menší, a autoři těchto studií raději využijí kombinovaný trénink pro větší možnost ovlivnění fyzických funkcí pacientů. Dalším důvodem pro relativně malé kohorty pacientů může být také etické hledisko práce a zatěžování dětských onkologických pacientů. Provedené studie ale ukazují bezpečnost a proveditelnost pohybových programů v různých fázích léčby.

9.2 POUŽITÍ AEROBNÍ POBYBOVÉ AKTIVITY V ZAHRNUTÝCH STUDIÍCH

Použité pohybové intervence u dětských onkologických pacientů většinou zahrnují aerobní PA společně s odporovým, silovým tréninkem nebo s protahovacími či balančními cviky. Pouze ve studiích autorů Hinds et al. (2007), Su et al. (2018) a Yeh et al. (2011) byla použita pouze aerobní pohybová aktivita. Podle literatury je u dětských onkologických pacientů z důvodu nemoci, ale i jako vedlejší účinek léčby, snižena nejen kardiorespirační zdatnost, ale i svalová síla, svalová hmota a další fyzické funkce (Vermaete et al. 2013, Ness et al. 2015). Možným důvodem tedy může být potřeba rozvíjet aerobní i anaerobní zdatnost, jelikož aktivity běžného denního života vyžadují jak určitou úroveň aerobní zdatnosti, tak i svalovou sílu a rozsah pohybu.

Dalším důvodem může být pozitivní vliv kombinace aerobní zátěže s odporovým tréninkem na aerobní zdatnost, podíl aktivní svalové hmoty a redukci tukové tkáně (Katch et al. 2013; McArdle et al. 2010). Bylo zjištěno, že u dětské části populace má i aerobní trénink pozitivní vliv na anaerobní výkonnost (Armstrong & Van Mechelen c2008), zatímco pouze vytrvalostní trénink a vývoj parametrů aerobní zdatnosti i u zdravých dětí je komplikovaný, a ne vždy byly prokázány signifikantní výsledky jejich zlepšení při aerobním tréninku (Armstrong & Van Mechelen c2008).

Z důvodu použití kombinovaných pohybových programů není možné od sebe odlišit vliv a možný efekt na jednotlivé parametry aerobní a anaerobní pohybové aktivity (Wolin et al. 2010). Kromě hlubšího pochopení problematiky by poté bylo možné více individuálně přizpůsobit pohybový program podle potřeb jednotlivých pacientů.

9.3 VLIV POHYBOVÉ AKTIVITY NA VYBRANÉ VELIČINY

9.3.1 Vliv pohybové aktivity na kardiorespirační zdatnost

Čtrnáct z 24 zahrnutých studií měřilo vliv PA na kardiorespirační zdatnost. Kromě tří bylo zjištěno zlepšení, popřípadě signifikantní zlepšení oproti kontrolní skupině či oproti stavu před začátkem pohybového programu. Zjištění je v souladu se zjištěním autorů Wolin et al. (2010)), kteří uvádí silnou evidenci o vlivu PA na zlepšení aerobní zdatnosti a svalové síly u dětských onkologických pacientů, naproti tomu Huang & Ness (2011) poukazuje na smíšené výsledky efektu PA a z výsledků zahrnutých studií nevyvozuje jasně pozitivní efekt PA na kardiorespirační zdatnost.

Z výsledků zahrnutých studií se zdá, že kardiorespirační zdatnost je dobře ovlivnitelná pohybovou aktivitou, a to i u krátkých pohybových programů. Pouze tři týdny trvající pohybová intervence pod přímou supervizí autorů Chamorro-Viña et al. (2009) s pacienty podstupující transplantaci kostní dřeně kardiorespirační zdatnost zlepšila.

9.3.2 Vliv pohybové aktivity na imunitní systém

Podle autorů Fairey et al. (2002), by dlouhodobá středně intenzivní pohybová aktivita mohla mít pozitivní efekt na imunitní systém. Při třítýdenním pohybovém programu autorů (Chamorro-Viña et al. 2009b) nebyl zjištěn vliv na imunitu. Při aplikaci desetitýdenního programu pod přímou supervizí kombinovanou s domácím programem (Chamorro-Viña et

al. 2017) byl zjištěn vliv na imunitu pouze částečný a u pohybové intervence Fiuza-Luces et al. (2017) trvající sedmnáct týdnů nebyl zjištěn žádný efekt. Výsledky zahrnutých studií jsou v souladu se zjištěním autorů Baumann, Bloch & Beulertz (2013), kteří píší, že nebyl zjištěn negativní efekt pohybové aktivity na imunitní systém.

Žádná ze studií zahrnutých do této práce ani použitých v nalezených review článcích zkoumající efekt pohybové aktivity na imunitní systém u pediatrických onkologických pacientů svou délkou nepřesáhla sedmnáct týdnů. Je tedy možné, že pro zajištění zmíněného efektu uváděného autorů Fairey et al. (2002) nebylo trvání studií dostatečně dlouhé. Zatím žádný z autorů nalezených studií se nezabýval problematikou vlivu PA na imunitu u přeživších pacientů. Je možné, že to je důvod absence dlouhodobějších studií, studie s delším trváním zkoumající vliv PA na ostatní parametry mají jako probandy právě přeživší.

Možným vysvětlením lepších výsledků pohybového desetitýdenního programu (Chamorro-Viña et al. 2017) oproti delší pohybové intervenci (Fiuza-Luces et al. 2017) může být rozdílná fáze léčby a nemoci, ve které se probandi nacházeli. V případě studií Fiuza-Luces et al. (2017) i Chamorro-Viña et al. (2009b) byli pacienti v době programu léčeni intenzivními dávkami chemoterapie, při přípravě na transplantaci kostní dřeně popřípadě agresivnější léčbou u pacientů se solidními tumory. Zatímco v případě desetidenního programu pohybová intervence začala až 30 dní po transplantaci kostní dřeně.

9.3.3 Vliv pohybové aktivity na svalovou sílu

Efekt pohybové aktivity na svalovou sílu byl zkoumán ve dvanácti zahrnutých studiích, z toho v šesti případech byly naměřeno statisticky významné zlepšení a pouze v jednom případě nebyl zjištěn ani částečně pozitivní vliv. Výsledky zahrnutých studií jsou částečně v souladu s Mizrahi et al. (2017), který udává, že i „distance-delivered“ pohybová intervence zlepšuje svalovou sílu. Výsledky domácích programů zahrnutých do této práce, přes zlepšující se trend naměřených hodnot či částečné zlepšení, nedosahovaly statisticky významných hodnot.

San Juan et al. (2007) a San Juan et al. (2008) popisuje signifikantní zlepšení svalové síly po osmitýdenním pohybovém programu pod přímou supervizí. Nesignifikantní zlepšení bylo u pohybovém programu pod přímou supervizí autorů Bogg et al. (2015) zjištěno už po sedmém týdnu a u domácího programu autorů Esbenshade et al. (2014) bylo zjištěno částečné zlepšení již po šesti týdnech. Svalová síla se tedy stejně jako kardiorespirační

zdatnost zdá relativně snadno ovlivnitelná i v krátkodobém měřítku, a to u pohybových programů pod přímou supervizí či domácích pohybových programů.

9.3.4 Vliv pohybové aktivity na únavu

Vliv na únavu spojenou s nádorový onemocněním byl sice zjištěn u některých studiích už po šesti týdenních pohybových intervencích, ale kromě studie autorů Su et al. (2018) nebylo zjištěno signifikantní zlepšení. Což je v rozporu s review článkem autorů Oberoi et al. (2018), kteří uvádí, že aerobní cvičení, cvičení na zlepšení motorických funkcí, odporový trénink i kombinované cvičení má prokazatelný vliv na CRF u dětských i dospělých onkologických pacientů. Barsevick et al. (2013) také udává statisticky významný vliv kombinované pohybové aktivity na únavu u dětských a dospělých pacientů. Naproti tomu autoři Braam et al. (2016), Wolin et al. (2010) a Mizrahi et al. (2017) uvádí nedostatečnou či slabou evidenci pro vliv pohybové aktivity na únavu. Ze zahrnutých studií zkoumaných vliv PA na CRF (n=7) pouze jedna popisuje signifikantní zlepšení a čtyři částečné zlepšení nebo pozitivní trend.

9.3.5 Vliv pohybové aktivity na složení těla

Vliv na složení těla nebyl zahrnutými studii zjištěn v krátkodobé ani střednědobém měřítku u pacientů podstupujících léčbu ani u přeživších. Järvelä et al. (2012) zjistili mírné snížení procenta tuku při zachované tělesné váze a BMI. Zjištění je v souladu s autory Wolin et al. (2010), Braam et al. (2016) a Mizrahi et al. (2017).

9.3.6 Vliv pohybové aktivity na rozsah pohybu

Signifikantní zlepšení v rozsahu pohybu bylo zjištěno u pohybového programu autorů Marchease, Chiarello & Beverly (2004), výrazné zlepšení u většiny probandů v programu Esbenshade et al. (2014) a u autorů Diorio et al. (2017) částečné zlepšení již po třech týdnech trvajícím programu. Autoři San Juan et al. (2008) a San Juan et al. (2007b), využívali protahovací a uvolňovací cviky pouze v části věnované zahřátí a závěrečné konečné fázi. Naproti tomu Diorio et al. (2017) i Marchease, Chiarello & Beverly (2004) použili cviky na protažení v hlavní části programu, což může být důvodem rozdílných výsledků.

Z výsledků se zdá, že pro signifikantní zlepšení rozsahu pohybu je třeba provádět protahovací cviky alespoň pětkrát týdně. Ve studii Tanir & Kuguoglu (2013), měly být protahovací cviky sice prováděny třikrát denně pět dní v týdnu po dobu čtyřech měsíců, nebylo ale zjištěno zlepšení v rozsahu pohybu. Možným důvodem by mohlo být fakt, že se jednalo o domácí program bez přímé supervize, a tudíž mohla být nízká motivace a nedodržování pohybového plánu bylo neuspokojivé. Ale u kardiorespirační zdatnosti, měřené na stejné skupině, bylo zjištěn signifikantní zlepšení.

9.4 POROVNÁNÍ INTERVENČÍ POD PŘÍMOU SUPERVIZÍ A DOMÁCÍCH PROGRAMŮ

Z výsledků vyplívá, že v některých fyziologických parametrech, jako je kardiorespirační zdatnost a svalová síla, jsou výraznější pozitivní výsledky u pohybových programů prováděných pod přímou supervizí oproti domácím pohybovým programům. To je i v souladu s tvrzením autorů Järvelä et al. (2012), kteří píší, že u domácích programů jsou výsledky skromnější. U domácích programů byl, v případě studií autorů Su et al. (2018) a Tanir & Kuguoglu (2013), taktéž zjištěn signifikantní vliv PA na kardiorespirační zdatnost a u autorů Tanir & Kuguoglu (2013) a Järvelä et al. (2012) na svalovou sílu.

Naopak u vlivu pohybové aktivity na rozsah pohybu byl zjištěn signifikantní vliv pouze u studií s domácím pohybovým programem. Důvodem je ale pravděpodobně podoba pohybového programu, kdy autoři zahrnuli cviky na protažení do hlavní části programů, a ne pouze do částí věnovaným zahřátí a „cool down“. Podrobněji viz kapitola 9.3.6.

Domácí programy jsou podle Järvelä et al. (2012) výrazně jednodušší na organizaci. Jelikož ale domácí programy jsou často pro pacienty v udržovací fázi léčby či pro přeživší, je těžké určit, nakolik je zlepšení opravdu pohybovým programem, a nakolik mají vliv i ostatní aktivity, jako různé pohybové kroužky, vlastní pohybová aktivita, aktivní rodinný program či i zcela běžné hodiny tělesné výchovy ve škole, popřípadě přirozená rekonvalescence po případném ukončení léčby. Nelze také diferencovat motivační a další vlivy domácího prostředí.

Mnoho pohybových intervencí nemá kontrolní skupiny, autoři často porovnávají naměřené hodnoty před a po pohybové intervenci. Je tedy třeba brát v úvahu zrání motoriky u mladších dětských pacientů, což může mít zkreslující vliv na výsledky sledování.

9.5 DISKUSE K VLASTNÍMU MĚŘENÍ

U pacienta bylo spočítáno BMI, které vyšlo 23,73, což se ve věkové kategorii DJ nachází mezi 90-97 percentilem. Podle slov pacienta i rodiče množství tukové tkáně s léčbou onemocnění výrazně vzrostlo.

Naměřená hodnota testu W 170 poukazuje na nižší zdatnost. Není ale možné určit, zda snížení zdatnosti je pouze důsledek léčby (Huang & Ness 2011), nebo byla již těsně před diagnózou z důvodu nemoci snižena. Není ani možné říci, jak se zdatnost vyvíjela od konce intenzivní části léčby a jaký vliv na pacienta měla již proběhlá a probíhající PA. Záměrem práce bylo pacienta změřit vícekrát, a to po konci intenzifikace a ideálně mezi měření vložit pohybovou intervenci. Ukázal se však problém s nalezením vhodného pacienta, který by byl ochoten se do studie zapojit.

Při porovnání naměřených hodnot DJ v naměřených hodnotách TUG 3m a TUDS testu s výsledky probandů z vybraných studií je patrná podobnost naměřených hodnot v TUG testu s výsledky naměřených před pohybovou intervencí ve studiích Marchese et al (2004), San Juan et al. (2007) a San Juan et al. (2007b), zatímco u ve studii Takken et al. (2009) byl naměřen kratší čas ve zdolání testu. Vysvětlením může být jiná fáze léčby probandů ve studii Takken et al. (2009), kteří byli 12-36 měsíců po skončení léčby, zatímco se studiích Marchese et al (2004), San Juan et al. (2007) a San Juan et al. (2007b) byli pacienti v udržovací fázi léčby stejně jako DJ.

V TUDS testu výsledky DJ byly horší než výsledky naměřené ve studiích Marchese et al (2004), San Juan et al. (2007), San Juan et al. (2007b) a San Juan et al. (2008). Vysvětlením hodnot DJ může být polyneuropatie a její následky, která může způsobit menší jistotu a rychlost ve ztížených podmínkách, jako jsou například schody.

ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo popsat vliv aerobní zátěže na dětské onkologické pacienty. Do rešeršní části práce bylo vybráno dvacet čtyři studií, které se zabývají vlivem pohybové aktivity na dětské pacienty s onkologickou diagnózou. Šestnáct pohybových programů probíhalo pod přímou supervizí, v pěti byl použitý domácích programů a tři kombinovaly oba přístupy. Tyto studie ve svých pohybových intervencích měly převážně aerobní zátěž v rámci kombinovaného tréninku. Pouze ve studiích autorů Hinds et al. (2007), Su et al. (2018) a Yeh et al. (2011) byla použita pouze aerobní pohybová aktivita.

Z popsaných studií vyplývá, že pohybová aktivita kombinovaného typu i aerobního typu je proveditelná v různých fázích léčby pediatrického onkologického onemocnění. Z naměřených hodnot je možné soudit, že pohybová aktivita může mít pozitivní vliv na aerobní zdatnost, svalovou sílu, únavu a kvalitu života. U ostatních měřených veličin jsou zatím smíšené výsledky. Někteří autoři popisují i konkrétní doporučení pro dávkování, intenzitu a dobu trvání pohybové aktivity. Například autoři Bogg et al. (2015) ve své studii zaměřené na pediatrické pacienty podstupující transplantaci kostní dřeně doporučují jako tolerované, bezpečné a proveditelné 2-3 sezení týdně s trváním 30-40 minut kombinované PA nízké až střední intenzity.

Bude třeba ještě více studií s početnými kohortami a kontrolními skupinami, aby se vliv pohybové aktivity více objasnil a bylo možné oproti kontrolním skupinám určit i konkrétní benefity a vlivy aerobního tréninku na dětské onkologické pacienty.

REFERENČNÍ SEZNAM

KNIŽNÍ ZDROJE

- ALEXANDER, Michael A. a Dennis J. MATTHEWS. *Pediatric rehabilitation: principles and practice*. 4th ed. New York: Demos Medical, c2009, s. 624. ISBN 978-1-933864-37-2.
- ARMSTRONG, Neil. a Willem. VAN MECHELEN. *Paediatric exercise science and medicine*. 2nd ed. New York: Oxford University Press, c2008, s. 650. ISBN 978-019-9232-482.
- BAR-OR, Oded a Thomas W. ROWLAND. *Pediatric Exercise Medicine: From Physiologic Principles to Health Care Application*. USA: Human Kinetics, 2004, s. 501. ISBN 0880115971.
- COURNEYA, Kerry S. a Christine Marthe FRIEDENREICH. *Physical activity and cancer*. New York: Springer, c2011. Recent results in cancer research, 186. ISBN 978-364-2042-300.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Pohybový systém a zátěž*. Praha: Grada, 1997, s. 252. ISBN 80-716-9258-1.
- GANONG, William F. *Přehled lékařské fyziologie / William F. Ganong ; [překlad Pavel Bravený ... et al.] ; [editoři překladu Jan Herget, Karel Rakušan]*. 2005, s. 890. ISBN 8072623117.
- HALE, Tudor. *Exercise physiology: a thematic approach*. Hoboken, NJ: Wiley, c2003. ISBN 04-708-4683-6.
- HRADIL, Vítězslav. *Léčebná rehabilitace v onkologii*. KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009, s. 609-622. ISBN 978-80-7262-657-1.
- KATCH, V.L., W.D. MCARDLE a F.I. KATCH. *Essentials of Exercise Physiology: Fourth Edition*. 2013, 1 - 699. ISBN 9781469837529.
- KATCH, Victor L., William D. MCARDLE a Frank I. KATCH. *Essentials of exercise physiology*. 4th ed. Philadelphia, c2011, s. 699. ISBN 978-160-8312-672.
- KISNER, Carolyn. a Lynn Allen. COLBY. *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. 5th ed. Philadelphia: F.A. Davis, c2007, s. 928. ISBN 978-0-8036-1584-7.

- MÁČEK, M.; VÁVRA, J. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. 2. vyd. Praha: Avicenum, 1988, s. 353.
- MÁČEK, Miloš a Jiří RADVANSKÝ. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, c2011, s. 245. ISBN 978-807-2626-953.
- MCARDLE, William D. *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance / William D. McArdle, Frank I. Katch, Victor L. Katch*. 2010, s. 1038. ISBN 9780781797818.
- POUNTNEY, Teresa E. *Physiotherapy for children*. New York: Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2007, s. 376. ISBN 978-075-0688-864.
- POWERS, Scott K. a Edward T. HOWLEY. *Exercise physiology: theory and application to fitness and performance*. 7th ed. New York, NY: McGraw-Hill Higher Education, 2009, s. 640. ISBN 978-0-07-337647-9.
- STUEBINGER, G. *Sports and Exercise Training as Therapy in Cancer: The Impact on the 24 Most Common and Deadliest Cancer Diseases Worldwide*. 1. Graz, Austria: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015, s. 126. ISBN 978-3-658-09504-8.
- ŠRÁMKOVÁ, Lucie. *Dětská leukémie: průvodce pro rodiče*. V Praze: Haima - Unie pro pomoc dětem s poruchou krvetvorby, 2006, s. 72. ISBN 80-239-8904-9.
- TROJAN, Stanislav. *Lékařská fyziologie / Stanislav Trojan a kolektiv*. 2003, s. 771. ISBN 8024705125.
- VÁŠOVÁ, I, L ŠMARDOVÁ, L KALVODOVÁ, M NAVRÁTIL a J VORLÍČEK. *Diagnóza ne-Hodgkinův lymfom: informace pro pacienty a jejich blízké*. Brno: Masarykova univerzita, 2002, s. 22. ISBN 80-210-2856-4.
- VORLÍČEK, Jiří. *Chemoterapie a vy: rady pro nemocné léčené chemoterapií*. 5., přeprac. a dopl. vyd., 2. vyd. [v] Medical Tribune CZ. Praha: Masarykův onkologický ústav Brno ve spolupráci se společností Teva Pharmaceuticals CR a s nakl. Medical Tribune CZ, 2013, s. 40. ISBN 978-80-87135-51-8.

ODBORNÉ ČLÁNKY

- ADAMSEN, L., J. MIDTGAARD, M. RORTH, et al. Feasibility, physical capacity, and health benefits of a multidimensional exercise program for cancer patients undergoing chemotherapy. *Supportive Care in Cancer* [online]. 2003, 11(11), 707-716 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1007/s00520-003-0504-2. ISSN 0941-4355. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00520-003-0504-2>
- ÄIJÖ, M., M. KAUPPINEN, U. M. KUJALA a T. PARKATTI. Physical activity, fitness, and all-cause mortality: An 18-year follow-up among old people. *Journal of Sport and Health Science* [online]. 2016, 5(4), 437-442 [cit. 2018-03-22]. DOI:

10.1016/j.jshs.2015.09.008. ISSN 20952546. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2095254615000952>

ARMSTRONG, Gregory T., Qi LIU, Yutaka YASUI, Joseph P. NEGLIA, Wendy LEISENRING, Leslie L. ROBISON a Ann C. MERTENS. Late Mortality Among 5-Year Survivors of Childhood Cancer: A Summary From the Childhood Cancer Survivor Study. *Journal of Clinical Oncology* [online]. 2009, 27(14), 2328-2338 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1200/JCO.2008.21.1425. ISSN 0732-183X. Dostupné z: <http://ascopubs.org/doi/10.1200/JCO.2008.21.1425>

AZIZ, Noreen M. Cancer Survivorship Research: Challenge and Opportunity. *The Journal of Nutrition* [online]. 2002, 132(11), 3494S-3503S [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1093/jn/132.11.3494S. ISSN 0022-3166. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jn/article/132/11/3494S/4768325>

BABIN, J, R KATIĆ, D ROPAC a D BONACIN. Effect of Specially Programmed Physical and Health Education on Motor Fitness of Seven-Year-Old School Children. *Collegium Antropologicum* [online]. 2001, 25(1), 153–165 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://dbonacin.com/DOBROMIR/PDFS/CollegA2001-2.pdf>

BARSEVICK, A. M., M. R. IRWIN, P. HINDS, A. MILLER, a. BERGER, P. JACOBSEN, S. ANCOLI-ISRAEL, B. B. REEVE, K. MUSTIAN, A. O'MARA, J.-S. LAI, M. FISCH, D. CELLA. Recommendations for High-Priority Research on Cancer-Related Fatigue in Children and Adults. *JNCI Journal of the National Cancer Institute*. 2013, 105(19), 1432-1440. DOI: 10.1093/jnci/djt242. ISSN 0027-8874. Dostupné také z: <https://academic.oup.com/jnci/article-lookup/doi/10.1093/jnci/djt242>

BOGG, Tina Fung Ting, Carolyn BRODERICK, Peter SHAW, Richard COHN a Fiona Leigh NAUMANN. Feasibility of an inpatient exercise intervention for children undergoing hematopoietic stem cell transplant. *Pediatric Transplantation* [online]. 2015, 19(8), 925-931 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1111/petr.12614. ISSN 13973142. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/petr.12614>

BAUMANN, F. T., W. BLOCH a J. BEULERTZ. Clinical exercise interventions in pediatric oncology: a systematic review. *Pediatric Research* [online]. 2013, 74(4), 366-374 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1038/pr.2013.123. ISSN 0031-3998. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/pr2013123>

BEULERTZ, Julia, Amanda WURZ, Nicole CULOS-REED, Carolina CHAMORRO VIÑA, Wilhelm BLOCH a Freerk T. BAUMANN. Ankle Dorsiflexion in Childhood Cancer Patients. *Cancer Nursing* [online]. 2015, 38(6), 447-457 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1097/NCC.0000000000000223. ISSN 0162-220X.

BRAAM, Katja I, Patrick VAN DER TORRE, Tim TAKKEN, Margreet A VEENING, Eline VAN DULMEN-DEN BROEDER a Gertjan JL KASPERS. Physical exercise training interventions for children and young adults during and after treatment for childhood cancer. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 1996-09-01 [cit.

2019-04-12]. DOI: 10.1002/14651858.CD008796.pub3. ISSN 14651858. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008796.pub3>

BRAAM, K.I., E.M. VAN DIJK-LOKKART, J.M. VAN DONGEN, et al. Cost-effectiveness of a combined physical exercise and psychosocial training intervention for children with cancer: Results from the quality of life in motion study. *European Journal of Cancer Care* [online]. 2017, 26(6) [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1111/ecc.12586. ISSN 09615423. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/ecc.12586>

BRAAM, Katja I., Elisabeth M. VAN DIJK-LOKKART, Gertjan J. L. KASPERS, et al. Effects of a combined physical and psychosocial training for children with cancer: a randomized controlled trial. *BMC Cancer*[online]. 2018, 18(1) [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1186/s12885-018-5181-0. ISSN 1471-2407. Dostupné z: <https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-018-5181-0>

CADEFAU, J., J. CASADEMONT, J. M. GRAU, J. FERNÁNDEZ, A. BALAGUER, M. VERNET, R. CUSSÓ a A. URBANO-MÁRQUEZ. Biochemical and histochemical adaptation to sprint training in young athletes. *Acta Physiologica Scandinavica* [online]. 1990, 140(3), 341-351 [cit. 2018-03-22]. DOI: 10.1111/j.1748-1716.1990.tb09008.x. ISSN 00016772. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1748-1716.1990.tb09008.x>

COURNEYA, Kerry S. a Christine M. FRIEDENREICH. Framework PEACE: An organizational model for examining physical exercise across the cancer experience. *Annals of Behavioral Medicine* [online]. 2001, 23(4), 263-272 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1207/S15324796ABM2304_5. ISSN 0883-6612. Dostupné z: <https://academic.oup.com/abm/article/23/4/263-272/4631495>

COURNEYA, K. S., Ch. M. SELLAR, C. STEVINSON, M. L. MECNEELY, C. J. PEEDLE, Ch. M. FRIEDENREICH, K. TANKEL, S. BASI, N. CHUA, A. MAZUREK a T. REIMAN. Randomized Controlled Trial of the Effects of Aerobic Exercise on Physical Functioning and Quality of Life in Lymphoma Patients. *Journal of Clinical Oncology* [online]. 2009, 27(27), 4605-4612 [cit. 2018-08-04]. DOI: 10.1200/JCO.2008.20.0634. ISSN 0732-183X. Dostupné z: <http://ascopubs.org/doi/10.1200/JCO.2008.20.0634>

CUNNIGHAM, D. A. a R. B. EYNON. The working capacity of young competitive swimmers, 10–16 years of age. *Medicine and Science in Sports* [online]. 1973, 5(4), 227–231 [cit. 2018-03-22]. DOI: . 5(4):227–231, DEC 1973. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/medicine-science-sports/masis/1973/00/540/working-capacity-young-competitive-swimmers-10-16/3/00005756>

ČERŇAN, M a T SZOTKOWSKI. Moderní léčba akutní myeloidní leukemie. *Transfuze a hematologie dnes*[online]. 2017, 2017, 1, 16-28 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://www.prolekare.cz/transfuze-hematologie-dnes-clanek/moderni-lecba-akutni-myeloidni-leukemie-61042>

DEISENROTH, Anne, Regine SÖNTGERATH, Anne Judith SCHUSTER, Christine VON BUSCH, Gerhard HUBER, Katharina ECKERT, Andreas E. KULOZIK a Joachim

- WISKEMANN. Muscle strength and quality of life in patients with childhood cancer at early phase of primary treatment. *Pediatric Hematology and Oncology* [online]. 2016, 33(6), 393-407 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1080/08880018.2016.1219796. ISSN 0888-0018. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08880018.2016.1219796>
- DIMEO, F.C., J. KEUL, M.H.M. TILMANN, H. BERTZ, L. KANZ a R. MERTELSMANN. Aerobic exercise in the rehabilitation of cancer patients after high dose chemotherapy and autologous peripheral stem cell transplantation. *Cancer* [online]. 1997, 79(9), 1717 - 1722 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0142(19970501)79:91717::AID-CNCR123.0.CO;2-0. ISSN 0008543X.
- DIMEO, Fernando, Stefan SCHWARTZ, Thomas FIETZ, Tabata WANJURA, Dieter BÖNING a Eckhard THIEL. Effects of endurance training on the physical performance of patients with hematological malignancies during chemotherapy. *Supportive Care in Cancer* [online]. 2003, 11(10), 623-628 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1007/s00520-003-0512-2. ISSN 0941-4355. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00520-003-0512-2>
- DIORIO, Caroline, Amanda CELIS EKSTRAND, Tanya HESSER, Cathy O'SULLIVAN, Michelle LEE, Tal SCHECHTER a Lillian SUNG. Development of an Individualized Yoga Intervention to Address Fatigue in Hospitalized Children Undergoing Intensive Chemotherapy. *Integrative Cancer Therapies* [online]. 2016, 15(3), 279-284 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1177/1534735416630806. ISSN 1534-7354. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1534735416630806>
- ESBENSHADE, Adam J., Debra L. FRIEDMAN, Webb A. SMITH, Sima JEHA, Ching-Hon PUI, Leslie L. ROBISON a Kirsten K. NESS. Feasibility and Initial Effectiveness of Home Exercise During Maintenance Therapy for Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia. *Pediatric Physical Therapy* [online]. 2014, 26(3), 301-307 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1097/PEP.000000000000053. ISSN 0898-5669. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00001577-201426030-00005>
- FAIREY, Adrian S., Kerry S. COURNEYA, Catherine J. FIELD a John R. MACKEY. Physical exercise and immune system function in cancer survivors. *Cancer* [online]. 2002, 94(2), 539-551 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1002/cncr.10244. ISSN 0008-543X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/cncr.10244>
- FIUZA-LUCES, CARMEN, JULIO R. PADILLA, LUISA SOARES-MIRANDA, et al. Exercise Intervention in Pediatric Patients with Solid Tumors [online]. 2017, 49(2), 223-230 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001094. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00005768-201702000-00001>
- FORD, PAUL, MARK DE STE CROIX, RHODRI LLOYD, ROB MEYERS, MARJAN MOOSAVI, JON OLIVER, KEVIN TILL a CRAIG WILLIAMS. The Long-Term Athlete Development model: Physiological evidence and application. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2011, 29(4), 389-402 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2010.536849?scroll=top&needAccess=true>

GALVÃO, D. A. a R. U. NEWTON. Review of Exercise Intervention Studies in Cancer Patients. *Journal of Clinical Oncology* [online]. 2005, 23(4), 899-909 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1200/JCO.2005.06.085. ISSN 0732-183X. Dostupné z: <http://ascopubs.org/doi/10.1200/JCO.2005.06.085>

GEORGE, K. P., P. E. GATES a K. TOLFREY. The impact of aerobic training upon left ventricular morphology and function in pre-pubescent children. *Ergonomics* [online]. 2005, 48(11-14), 1378-1389 [cit. 2018-03-22]. DOI: 10.1080/00140130500101080. ISSN 0014-0139. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140130500101080>

GOHAR, S. F., M. COMITO, J. PRICE a Victoria MARCHESE. Feasibility and parent satisfaction of a physical therapy intervention program for children with acute lymphoblastic leukemia in the first 6 months of medical treatment [online]. 2011, 56(5), 799-804 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1002/pbc.22713. ISSN 15455009. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/pbc.22713>

GRIMSHAW, Sarah L., Nicholas F. TAYLOR a Nora SHIELDS. The Feasibility of Physical Activity Interventions During the Intense Treatment Phase for Children and Adolescents with Cancer: A Systematic Review [online]. 2016, 63(9), 1586-1593 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1002/pbc.26010. ISSN 15455009. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/pbc.26010>

HAMILTON, Marc T., Genevieve N. HEALY, David W. DUNSTAN, Theodore W. ZDERIC a Neville OWEN. Too little exercise and too much sitting: Inactivity physiology and the need for new recommendations on sedentary behavior. *Current Cardiovascular Risk Reports* [online]. 2008, [1923]-, 2(4), 292-298 [cit. 2018-03-21]. DOI: 10.1007/s12170-008-0054-8. ISSN 1932-9520. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s12170-008-0054-8>

HERNELAHTI, Miika, Esko LEVÄLAHTI, Riitta L. SIMONEN, Jaakko KAPRIO, Urho M. KUJALA, Arja L. T. UUSITALO-KOSKINEN, Michele C. BATTIE a Tapio VIDEMAN. Relative roles of heredity and physical activity in adolescence and adulthood on blood pressure. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2004, 97(3), 1046–1052 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <https://www.physiology.org/doi/pdf/10.1152/jappphysiol.01324.2003>

HINDS, P. S., M. HOCKENBERRY, S. N. RAI, L. ZHANG, B. I. RAZZOUK, L. CREMER, K. MCCARTHY a C. RODRIGUEZ-GALINDO. Clinical Field Testing of an Enhanced-Activity Intervention in Hospitalized Children with Cancer. *Journal of Pain and Symptom Management* [online]. 2007, 33(6), 686-697 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1016/j.jpainsymman.2006.09.025. ISSN 08853924. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0885392407000401>

- HINDS, Pamela S., Marilyn HOCKENBERRY, Shesh N. RAI, Lijun ZHANG, Bassem I. RAZZOUK, Lola CREMER, Kathy MCCARTHY a Carlos RODRIGUEZ-GALINDO. Clinical Field Testing of an Enhanced-Activity Intervention in Hospitalized Children with Cancer. *Journal of Pain and Symptom Management*. 2007, 33(6), 686-697. DOI: 10.1016/j.jpainsymman.2006.09.025. ISSN 08853924. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0885392407000401>
- HOŠEK, Václav. Wellness, Well-being and Physical Activity. KREJČÍ, Milada., ŠAUEROVÁ, Markéta. (Eds.) *Acta Salus Vitae*. Num. 1, Is. 1, 2013. ISSN 1805-8787. Dostupné z: <http://odborne.casopisy.palestra.cz/index.php/actasalusvitae/article/view/11/9>
- HUANG, T.-T. a K. K. NESS. Exercise Interventions in Children with Cancer: A Review. *International Journal of Pediatrics* [online]. 2011, 2011, 1-11 [cit. 2018-08-04]. DOI: 10.1155/2011/461512. ISSN 1687-9740. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/ijpedi/2011/461512/>
- CHAMORRO-VIÑA, C., J. R. RUIZ, E. SANTANA-SOSA, M. González Vicent, L. Madero, M. Pérez, S. J. Fleck, A. Pérez, M. Ramírez a A. Lucía. Exercise during Hematopoietic Stem Cell Transplant Hospitalization in Children [online]. 2010, , 1- [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181c4dac1. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-900000000-99351>
- CHAMORRO-VIÑA, Carolina, Jaime VALENTÍN, Lucía FERNÁNDEZ, et al. Influence of a Moderate-Intensity Exercise Program on Early NK Cell Immune Recovery in Pediatric Patients After Reduced-Intensity Hematopoietic Stem Cell Transplantation. *Integrative Cancer Therapies* [online]. 2016, 16(4), 464-472 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1177/1534735416679515. ISSN 1534-7354. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1534735416679515>
- CHURÁČKOVÁ, M. Nádory centrálního nervového systému u dětí a mladistvých. *Onkologička* [online]. 2008, 3(4), 263-267 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z: <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2008/04/07.pdf>
- JÄRVELÄ, Liisa S., Jukka KEMPPAINEN, Harri NIINIKOSKI, Jarna C. HANNUKAINEN, Päivi M. LÄHTEENMÄKI, Jukka KAPANEN, Mikko AROLA a Olli J. HEINONEN. Effects of a home-based exercise program on metabolic risk factors and fitness in long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia [online]. 2012, 59(1), 155-160 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1002/psc.24049. ISSN 15455009. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/psc.24049>
- KEPÁK, T., J. ŠTĚRBA, V. KADLECOVÁ a P. HOLCNEROVÁ. Kdy pomýšlet na nádorové onemocnění v ambulanci praktického lékaře pro děti a dorost?. *Pediatric pro praxi*. 2005, 2(2), 76-80, [cit. 2018-03-24]. ISSN 1213-0494. Dostupné z: https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-200502-0006_Kdy_pomyslet_na_nadorove_onemocneni_u_deti.php

- KRUIJSEN-JAARSMA, Mirjam, Dóra RÉVÉSZ, Marc B. BIERINGS, Laurien M. BUFFART a Tim TAKKEN. Effects of Exercise on Immune Function in Patients with Cancer: a Systematic Review. *Exercise immunology review*. 2013, 19, 120-143.
- KOŘEN, J. a M. TRNĚNÝ. Hodgkin's Lymphoma – the Treatment Approaches Development and Current Trends. *Klinická onkologie* [online]. 2015, 28(Suppl 3), 3S87-3S94 [cit. 2018-07-10]. DOI: 10.14735/amko20153S87. ISSN 0862495X. Dostupné z: <http://www.linkos.cz/klinicka-onkologie-journal/search-for-articles/skupina/a/zobrazit/ids/4820/>
- MACVICAR, M. G., M. L. WINNINGHAM a J. L. NICKEL. Effects of Aerobic Interval Training on Cancer Patients' Functional Capacity. *Nursing Research* [online]. 1989, 38(6), 348-353 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1097/00006199-198911000-00007. ISSN 0029-6562. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00006199-198911000-00007>
- MARCHESE, V. G., L. A. CHIARELLO a Beverly J. LANGE. Effects of physical therapy intervention for children with acute lymphoblastic leukemia [online]. 2004, 42(2), 127-133 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1002/pbc.10481. ISSN 1545-5009. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/pbc.10481>
- MARKOVÁ, J. Hodgkinův lymfom – slovo úvodem. *Onkologie* [online]. 2010, 4(3), 148-148 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z: https://www.internimedicina.cz/artkey/xon-201003-0002_Hodgkinuv_lymfom-slovo_uvodem.php
- MASSICOTTE, Denis R. a Ross B. J. MACNAB. Cardiorespiratory adaptations to training at specified intensities in children. *Medicine and Science in Sport* [online]. 1974, 6(4), 242-246 [cit. 2018-03-22]. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/medicine-science-sports/masis/1974/06/040/cardiorespiratory-adaptations-training-specified/6/00005756>
- MAYERS, N. a B. GUTIN. Physiological characteristics of elite prepubertal cross-country runners. *Medicine and Science in Sport* [online]. 1979, 11(2), 172-176 [cit. 2018-03-22]. Dostupné z: <http://ovidsp.tx.ovid.com/sp-3.28.0a/ovidweb.cgi?&S=BOPPFPAHMBDDMEKMNCFKABLBPFJIAA00&Current+Search+Results=1>
- MCCABE, Margaret. Fatigue in children with long-term conditions: an evolutionary concept analysis. *Journal of Advanced Nursing* [online]. 2009, 65(8), 1735-1745 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2009.05046.x. ISSN 03092402. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2648.2009.05046.x>
- MCLEAN, Thomas W. a Kathi J. KEMPER. Lifestyle, Biomechanical, and Bioenergetic Complementary Therapies in Pediatric Oncology. *Journal of the Society for Integrative Oncology* [online]. 2006, 4(4) [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.2310/7200.2006.018. ISSN 1715-894X. Dostupné z: http://journals.bcdecker.com/CrossRef/showText.aspx?path=JCI/volume 04, 2006/issue 04, November/JCI_2006_0018/JCI_2006_0018.xml

- MIZRAHI, David, Claire E. WAKEFIELD, Joanna E. FARDELL, et al. Distance-delivered physical activity interventions for childhood cancer survivors: A systematic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* [online]. 2017, 118, 27-41 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1016/j.critrevonc.2017.08.008. ISSN 10408428. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S104084281730063X>
- MUST, A., P. F. JACQUES, G. E. DALLAL, C. J. BAJEMA a W. H. DIETZ. Long-Term Morbidity and Mortality of Overweight Adolescents. *New England Journal of Medicine* [online]. 1992, 327(19), 1350-1355 [cit. 2018-03-22]. DOI: 10.1056/NEJM199211053271904. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM199211053271904>
- NA, YM, MY KIM, YK KIM, YR HA a D. S. YOON. Exercise therapy effect on natural killer cell cytotoxic activity in stomach cancer patients after curative surgery. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2000, 81(6), 777-779 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1016/S0003-9993(00)90110-2. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999300901102>
- NESS, Kirsten K., Sue C. KASTE, Liang ZHU, et al. Skeletal, neuromuscular and fitness impairments among children with newly diagnosed acute lymphoblastic leukemia [online]. 2014, 56(4), 1004-1011 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.3109/10428194.2014.944519. ISSN 1042-8194. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/10428194.2014.944519>
- NICOLINI-PANISSON, R. D'A. a M. V. F. DONADIO. Normative values for the Timed 'Up and Go' test in children and adolescents and validation for individuals with Down syndrome. *Revista Paulista de Pediatria* [online]. 2014, 56(5), 490-497 [cit. 2018-08-04]. DOI: 10.1111/dmcn.12290. ISSN 00121622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/dmcn.12290>
- OBERT, P., S. MANDIGOUTS, S. NOTTIN, A. VINET, L. D. N'GUYEN a A. M. LECOQ. Cardiovascular responses to endurance training in children: effect of gender. *European Journal of Clinical Investigation* [online]. 2003, 33(3), 199-208 [cit. 2018-03-22]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1046/j.1365-2362.2003.01118.x>
- OBEROI, Sapna, Paula D. ROBINSON, Danielle CATAUDELLA, et al. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* [online]. 2018, 122 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1016/j.critrevonc.2017.12.011. ISSN 10408428. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1040842817303992>
- OHUCHI, H., H. SUZUKI, K. YASUDA, Y. ARAKAKI, S. ECHIGO a T. KAMIYA. Heart rate recovery after exercise and cardiac autonomic nervous activity in children. *Pediatric Research* [online]. 2000, 47(3), 329 - 335 [cit. 2018-03-16]. DOI: 10.1203/00006450-200003000-00008. ISSN 00313998.
- OLDERVOLL, L.M., S. KAASA, H. KNOBEL a J.H. LOGE. Exercise reduces fatigue in chronic fatigued Hodgkins disease survivors—results from a pilot study. *European Journal of Cancer* [online]. 2003, 39(1), 57-63 [cit. 2018-08-04]. DOI: 10.1016/S0959-

- 8049(02)00483-5. ISSN 09598049. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959804902004835>
- ONDRIOVÁ, I a D MAGUROVÁ. Špecifiká hospitalizmu u detského pacienta. Praktický lékař [online]. 2016, 96(6), 272-274 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z:
<http://www.prolekare.cz/prakticky-lekar-clanek/specifika-hospitalizmu-u-detskeho-pacienta-59728>
- LONG, Treya M., Shoshana R. RATH, Karen E. WALLMAN, et al. PLOS ONE [online]. 2018, 13(8) [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1371/journal.pone.0201449. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0201449>
- PÄÄSUKE, M., J. ERELINÉ a H. GAPEYEVA. Twitch contraction properties of plantar flexor muscles in pre- and post-pubertal boys and men. European Journal of Applied Physiology [online]. 2000, 82(5-6), 459-464 [cit. 2018-03-22]. DOI: 10.1007/s004210000236. ISSN 1439-6319. Dostupné z:
<http://link.springer.com/10.1007/s004210000236>
- PAVELKA, Z. Nádory centrálního nervového systému u dětí. Neurologie pro praxi [online]. 2011, 12(1), 52-58 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z:
<https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2011/01/14.pdf>
- RATEL, S., P. DUCHÉ a C. A. WILLIAMS. Muscle Fatigue during High-Intensity Exercise in Children. Sports Medicine [online]. 12, 2006(36), 1031-1065 [cit. 2018-03-22]. Dostupné z:
https://www.researchgate.net/publication/6675439_Muscle_Fatigue_during_High-Intensity_Exercise_in_Children
- PLATSCHEK, Anna-Maria, Laura KEHE, Vera ABELN, Frank BERTHOLD, Thorsten SIMON a Heiko STRÜDER. Computer-Based Exercise Program: Effects of a 12-Week Intervention on Mood and Fatigue in Pediatric Patients With Cancer^[SEP]. Clinical Journal of Oncology Nursing [online]. 2017, 21(6), E280-E286 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1188/17.CJON.E280-E286. ISSN 1092-1095. Dostupné z:
<http://cjon.ons.org/cjon/21/6/computer-based-exercise-program-effects-12-week-intervention-mood-and-fatigue-pediatric>
- PYTLÍK, R, A BERKOVÁ a V PTÁČNÍK. Moderní diagnostika a léčba nehodgkinských lymfomů. Interní medicína pro praxi [online]. 2013, 15(3-4), 105-109 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z:
https://www.internimedica.cz/artkey/int-201303-0003_Moderni_diagnostika_a_lecba_nehodgkinskych_lymfomu.php
- ROSENHAGEN, A., M. BERNHÖRSTER, L. VOGT, B. WEISS, A. SENN, S. ARNDT, K. SIEGLER, M. JUNG, P. BADER A W. BANZER. Implementation of Structured Physical Activity in the Pediatric Stem Cell Transplantation. Klinische Pädiatrie [online]. 2011, 223(03), 147-151 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1055/s-0031-1271782. ISSN 0300-8630. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0031-1271782>

- ROWLAND, T., M. WEHNERT a K. MILLER. Cardiac responses to exercise in competitive child cyclists[online]. 2000, 1992, 32(4), 747-752 [cit. 2018-03-22]. DOI: 10.1097/00005768-200004000-00005. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-200004000-00005>
- ROWLAND, T., V. UNNITHAN, N. MACFARLANE, N. GIBSON a J. PATON. Clinical Manifestations of the 'Athlete's Heart' in Prepubertal Male Runners. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 1994, 15(08), 515-519 [cit. 2018-03-22]. DOI: 10.1055/s-2007-1021097. ISSN 0172-4622. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2007-1021097>
- RUEEGG, Corina S., Susi KRIEMLER, Simeon J. ZUERCHER, et al. A partially supervised physical activity program for adult and adolescent survivors of childhood cancer (SURfit): study design of a randomized controlled trial [NCT02730767]. *BMC Cancer* [online]. 2017, 17(1) [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1186/s12885-017-3801-8. ISSN 1471-2407. Dostupné z: <https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-017-3801-8>
- RUIZ, J. R., S. J. FLECK, J. L. VINGREN, M. RAMÍREZ, L. MADERO, M. S. FRAGALA, W. J. KRAEMER a A. LUCÍA. Preliminary Findings of a 4-Month Intrahospital Exercise Training Intervention on IGFs and IGFbps in Children with Leukemia. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2010, 24(5), 1292-1297 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181b22ac5. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-201005000-00019>
- RUSTLER, Vanessa, Julia DÄGGELMANN, Fiona STRECKMANN, Wilhelm BLOCH a Freerk T. BAUMANN. Whole-body vibration in children with disabilities demonstrates therapeutic potentials for pediatric cancer populations: a systematic review. *Supportive Care in Cancer* [online]. 2019, 27(2), 395-406 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1007/s00520-018-4506-5. ISSN 0941-4355. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00520-018-4506-5>
- ŘÍPA, P. Transplantace kmenových buněk krvetvorby v terapii akutní lymfoblastické leukémie dětského věku. *Česko-slovenská pediatrie* [online]. 2015, 70(2), 114-123 [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <http://www.prolekare.cz/cesko-slovenska-pediatrie-clanek/transplantace-kmenovych-bunek-krvetvorby-v-terapii-akutni-lymfoblasticke-leukemie-detskeho-veku-52131>
- SAN JUAN, A. F., S. J. FLECK, C. CHAMORRO-VIÑA, J. L. Maté-Muñoz, S. Moral, J. García-Castro, M. Ramírez, L. Madero, A. Lucia. Early-Phase Adaptions to Intrahospital Training in Strength and Functional Mobility of Children with Leukemia. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2007b, 21(1), 173-177 [cit. 2018-07-31]. Dostupné z: <https://search.proquest.com/openview/63a02a2f001b5f5770a3f26869091143/1?pq-origsite=gscholar&cbl=30912>
- SAN JUAN, A. F., S. J. FLECK, C. CHAMORRO-VIÑA, J. L. MATÉ-MUÑOZ, S. MORAL, M. PÉREZ, C. CARDONA, M. F. DEL VALLE, M. HERNÁNDEZ, M.

- RAMÉREZ, L. MADERO a A. LUCIA. Effects of an Intrahospital Exercise Program Intervention for Children with Leukemia [online]. 2007, 39(1), 13-21 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1249/01.mss.0000240326.54147.fc. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-200701000-00004>
- SAN JUAN, A., C. CHAMORRO-VIÑA, S. MORAL, M. FERNÁNDEZ DEL VALLE, L. MADERO, M. RAMÍREZ, M. PÉREZ a A. LUCIA. Benefits of Intrahospital Exercise Training after Pediatric Bone Marrow Transplantation. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 2008, 29(5), 439-446 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1055/s-2007-965571. ISSN 0172-4622. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2007-965571>
- SEGAL, R. J., R. D. REID, K. S. COURNEYA, et al. Resistance Exercise in Men Receiving Androgen Deprivation Therapy for Prostate Cancer. *Journal of Clinical Oncology* [online]. 2003, 21(9), 1653-1659 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1200/JCO.2003.09.534. ISSN 0732-183X. Dostupné z: <http://ascopubs.org/doi/10.1200/JCO.2003.09.534>
- SHARKEY, A. M., A. B. CAREY, Ch. T. HEISE a G. BARBER. Cardiac rehabilitation after cancer therapy in children and young adults. *The American Journal of Cardiology* [online]. 1993, 71(16), 1488-1490 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1016/0002-9149(93)90625-M. ISSN 00029149. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/000291499390625M>
- SCHONFELD-WARDEN, Nancy a Craig H. WARDEN. PEDIATRIC OBESITY. *Pediatric Clinics of North America*[online]. 1997, 44(2), 339-361 [cit. 2018-03-22]. DOI: 10.1016/S0031-3955(05)70480-6. ISSN 00313955. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031395505704806>
- SPEYER, E., A. HERBINET, A. VUILLEMIN, S. BRIANÇON a P. CHASTAGNER. Effect of adapted physical activity sessions in the hospital on health-related quality of life for children with cancer: A cross-over randomized trial [online]. 2010, 55(6), 1160-1166 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1002/pbc.22698. ISSN 15455009. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/pbc.22698>
- STARÝ, Jan. Akutní leukemie u dětí. *Onkologie* [online]. 2010, 4(2), 120-124 [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2010/02/14.pdf>
- STEINDORF, Karen, Dorothea CLAUSS, Joachim WISKEMANN, Martina SCHMIDT a Martina. Physical Activity and Gastrointestinal Cancers: Primary and Tertiary Preventive Effects and Possible Biological Mechanisms. *Sports* [online]. 2015, 3(3), 145-158 [cit. 2018-03-22]. DOI: 10.3390/sports3030145. ISSN 2075-4663. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2075-4663/3/3/145>
- SU, Hsiu-Lan, Li-Min WU, Shyh-Shin CHIOU, Pei-Chin LIN a Yu-Mei LIAO. Assessment of the effects of walking as an exercise intervention for children and adolescents with cancer: A feasibility study. *European Journal of Oncology Nursing* [online]. 2018, 37,

- 29-34 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1016/j.ejon.2018.10.006. ISSN 14623889. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1462388918301261>
- ŠRÁMKOVÁ, L. Akutní myeloidní leukémie v dětském věku. Česko-slovenská pediatrie [online]. 2015, 70(2), 108-113 [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <http://www.prolekare.cz/cesko-slovenska-pediatrie-clanek/akutni-myeloidni-leukemie-v-detskem-veku-52127>
- ŠTĚRBA, J. Dětská onkologie – slovo úvodem. Onkologie [online]. 2009, 3(4), 1 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z: https://www.onkologiecs.cz/artkey/xon-200904-0002_Detska_onkologie-slovo_uvodem.php
- TAKKEN, T., P. VAN DER TORRE, M. ZWERINK, E. H. HULZEBOS, M. BIERINGS, P. J. M. HELDERS a J. VAN DER NET. Development, feasibility and efficacy of a community-based exercise training program in pediatric cancer survivors. Psycho-Oncology [online]. 2009, 18(4), 440-448 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1002/pon.1484. ISSN 10579249. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/pon.1484>
- TANIR, M. K. a Sema KUGUOGLU. Impact of Exercise on Lower Activity Levels in Children with Acute Lymphoblastic Leukemia: A Randomized Controlled Trial from Turkey. Rehabilitation Nursing [online]. 2013, 38(1), 48-59 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1002/rnj.58. ISSN 02784807. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/rnj.58>
- VERCHER, Paula, You-jou HUNG a Mansoo KO. The Effectiveness of Incorporating a Play-based Intervention to Improve Functional Mobility for a Child with Relapsed Acute Lymphoblastic Leukaemia: A Case Report. Physiotherapy Research International [online]. 2016, 21(4), 264-270 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1002/pri.1663. ISSN 13582267. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/pri.1663>
- VERMAETE, Nele, Pascal WOLTER, Gregor VERHOEF a Rik GOSSELINK. Physical activity, physical fitness and the effect of exercise training interventions in lymphoma patients: a systematic review. Annals of Hematology [online]. 2013, 92(8), 1007-1021 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1007/s00277-013-1689-1. ISSN 0939-5555. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00277-013-1689-1>
- WINTER, C., C. MÜLLER, Ch. HOFFMANN, J. BOOS a D. ROSENBAUM. Physical activity and childhood cancer [online]. 2009, n/a-n/a [cit. 2018-08-05]. DOI: 10.1002/pbc.22271. ISSN 15455009. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/pbc.22271>
- WOLIN, K. Y., J. R. RUIZ, H. TUCHMAN a A. LUCIA. Exercise in adult and pediatric hematological cancer survivors: an intervention review. Leukemia [online]. 2010, 24(6), 1113-1120 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1038/leu.2010.54. ISSN 0887-6924. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/leu201054>
- YEH, Ch. H., J. P. MAN WAI, U.-S. LIN a Y.-Ch. CHIANG. A Pilot Study to Examine the Feasibility and Effects of a Home-Based Aerobic Program on Reducing Fatigue in Children With Acute Lymphoblastic Leukemia. Cancer Nursing [online]. 2011, 34(1), 3-

12 [cit. 2018-07-31]. DOI: 10.1097/NCC.0b013e3181e4553c. ISSN 0162-220X. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00002820-201101000-00002>

ZAINO, Ch. A., V. G. MARCHESE a Sarah L. WESTCOTT. Timed Up and Down Stairs Test: Preliminary Reliability and Validity of a New Measure of Functional Mobility. *Pediatric Physical Therapy* [online]. 2004, 16(2), 90-98 [cit. 2018-08-04]. DOI: 10.1097/01.PEP.0000127564.08922.6A. ISSN 0898-5669. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00001577-200401620-00003>

ZHANG, Fang Fang, Angie Mae RODDAY, Michael J. KELLY, Aviva MUST, Cathy MACPHERSON, Susan B. ROBERTS, Edward SALTZMAN a Susan K. PARSONS. Predictors of being overweight or obese in survivors of pediatric acute lymphoblastic leukemia (ALL) [online]. 2014, 61(7), 1263-1269 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1002/pbc.24960. ISSN 15455009. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/pbc.24960>

ZHANG, Fang Fang, Michael J. KELLY a Aviva MUST. Early Nutrition and Physical Activity Interventions in Childhood Cancer Survivors. *Current Obesity Reports* [online]. 2017, 6(2), 168-177 [cit. 2019-04-12]. DOI: 10.1007/s13679-017-0260-0. ISSN 2162-4968. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s13679-017-0260-0>

INTERNETOVÉ STRÁNKY A DALŠÍ

DOBŠÁK, P., Z. PLACHETA, P. HOMOLKA a S. PAVLOVÁ. *Tělesné předpoklady a pohybové schopnosti mládeže pro trénink ledního hokeje*. Brno: Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně, 2010.

STARÝ, J. Nehodgkinské lymfomy u dětí a dospívajících. *Www.linkos.cz* [online]. Brno, 2014 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/pacient-a-rodina/onkologicke-diagnozy/lymfomy-c81-85/nehodgkinske-lymfomy-u-deti-a-dospivajicich/>

ŠTĚRBA, J. Úvod do problematiky dětské onkologie. *Http://telemedicina.med.muni.cz* [online]. Brno: Institut biostatistiky a analýz Masarykovy univerzity, 2018 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z: <http://telemedicina.med.muni.cz/pdm/detska-onkologie/index.php?pg=obecna-onkologie--uvod>

VARNI, J. W. PedsQL Measurment Model for the Pediatric Quality of Life Inventory. *PedsQL Measurment Model for the Pediatric Quality of Life Inventory* [online]. Lyon, 1998 [cit. 2018-08-09]. Dostupné z: <http://www.pedsq.org/pedsq12.html>

PŘÍLOHY

1 Příloha č. 1 – preparáty používané v dětské onkologii v rámci chemoterapie a jejich nežádoucí účinky (Šrámková 2006)

Prednison, dexamethazon

| Název přípravku | Prednison, Fortecortin, Dexamethazon |
|--|--------------------------------------|
| Obvyklá forma podání | tablety |
| <p>Kromě toho, že dokáží ničit některé leukemické buňky, mají podobné účinky jako hormony nadledvin. Ovlivňují například tvorbu krvinek v kostní dřeni, ukládání tuku, využívaní cukru a mají protizánětlivé účinky.</p> | |
| <p>Hlavní nežádoucí účinky</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velká chuť k jídlu a přibývání na váze. Ukládání tuku je patrné hlavně na trupu a v obličeji, končetiny zůstávají štíhlé. • Kožní projevy – někdy se tvoří jizvičky (tzv. strie). Často, zvláště u dospívajících, se objevuje akné. • Svalová slabost – projevuje se obtížemi při chůzi do schodů, vstávání ze dřepu, u malých dětí poleháváním a odmítáním chůze. • Zvýšení hladiny krevního cukru – přechodná cukrovka, projevující se žízní a častým močením. Vyžaduje zavedení diety jako pro lidi s cukrovkou, někdy i přechodné podávání inzulínu. • Prořídnutí kostí – postižena bývá zejména páteř, kde může dojít až ke zlomeninám obratlů. Zlomeniny však mohou být vyvolány i základním onemocněním. • Zvýšení krevního tlaku, urychlení srdeční akce. • Změny nálady – většinou rozmrzelost, někdy zejména u starších dětí, se může objevit nepřiměřený smutek až depresivní stavy. • Bolesti břicha, pálení žáhy, někdy až vznik žaludečního vředu. • Snížená obranyschopnost proti infekcím. Infekce se mohou rozvinout nezvykle rychle, a přitom u nich nebývá odpovídající „pocit nemoci“. | |

Vincristin (VCR), vindesin (VDS)

| | |
|--|----------------------|
| Název přípravku | Vincristin, Eldisine |
| Obvyklá forma podání | nitrožilní injekce |
| Hlavní nežádoucí účinky | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nevolnost, zvracení, zácpa. • Potlačení krvetvorby v kostní dřeni. • Vypadávání vlasů. • Porucha chůze, někdy bolesti v končetinách, třes rukou, zhoršení písma. • Pálení a tvorba puchýřů v místě, kde se lék dostal mimo žílu. | |

Daunorubicin (DNR), doxorubicin (DOX), idarubicin (IDA)

| | |
|--|---|
| Název přípravku | Cerubidine, Doxolem, Doxorubicin, Adriblastina, Zavedos |
| Obvyklá forma podání | krátká infuze |
| Hlavní nežádoucí účinky | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Jako nežádoucí účinek se může objevit poškození srdečního svalu. Pravděpodobnost tohoto poškození je úměrná celkové dávce léku (tedy množství léku, které dostal pacient v průběhu celé léčby). Celková dávka v běžných léčebných protokolech je menší než ta, která tento účinek obvykle vyvolává. Toxický efekt se projeví zhoršením srdeční činnosti, zrychlením tepu, zadýcháváním se. <p>Ostatní nežádoucí účinky jsou podobné jako u jiných cytostatik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nevolnost, zvracení. • Poruchy krvetvorby v kostní dřeni. • Vypadávání vlasů. • Pálení a tvorba puchýřů v místě, kde se lék dostal mimo žílu. | |

6-Thioguanin (6-TG)

| | |
|---|---------|
| Název přípravku | Lanvis |
| Obvyklá forma podání | tablety |
| Hlavní nežádoucí účinky | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Snížení tvorby krvinek. • Nechutenství, nevolnost. | |

Asparagináza (L-ASP)

| | |
|---|---|
| Název přípravku | Asparaginase, Erwinase, Oncaspar |
| Obvyklá forma podání | nitrožilní infuze |
| Hlavní nežádoucí účinky | |
| Jsou dva nežádoucí účinky tohoto léku, které vyžadují okamžitý lékařský zásah: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Alergická reakce, která se projeví během podávání léku vyrážkou, svěděním kůže, pálením a slzením očí, třesavkou, dušností. • Podráždění slinivky břišní, projevující se výraznou bolestí břicha a zvracením. Na rozdíl od předchozí reakce se může objevit až za určitou dobu po podání léku. | |
| K dalším nežádoucím účinkům patří: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zvýšení hladiny krevního cukru, zejména při současném podávání prednisonu nebo dexamethazonu. • Výraznější sklon ke krvácení. • Nevolnost, zvracení, nechutenství. • Únava. | |

Cytosin arabinosid (ARA-C)

| | |
|--|---|
| Název přípravku | Alexan, Cytosar |
| Obvyklá forma podání | nitrožilní infuze, nitrožilní i podkožní injekce, někdy i podání do mozkomíšního moku |
| Hlavní nežádoucí účinky | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Poškození jater, někdy se zjevným žlutým zbarvením kůže a očního bělma, jindy patrné jen jako zvýšení jaterních testů. • Nevolnost a zvracení bývá u tohoto léku výraznější než u jiných cytostatik. • Průjmy. • Bolesti hlavy. • Snížení tvorby krvinek v kostní dřeni. | |
| Při podávání vysokých dávek se navíc mohou objevit závratě, poruchy rovnováhy, křeče, samovolné kmitavé pohyby očí (tzv. nystagmus) nebo zánět spojivek. | |

6-Mercaptopurin (6-MP)

| | |
|---|-----------------------------------|
| Název přípravku | Merkaptopurin, Puri-Nethol |
| Obvyklá forma podání | tablety |
| Hlavní nežádoucí účinky | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Poškození jater. • Snížení tvorby krvinek. • Nevolnost, zvracení. | |

Methotrexát (MTX)

| | |
|--|--|
| Název přípravku | Methotrexat, Methotrexate |
| Obvyklá forma podání | delší nitrožilní infuze, pro udržovací léčbu jsou určeny tablety; je možné ho podat do mozkomíšního moku |
| Hlavní nežádoucí účinky | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Poškození jater. • Poškození sliznice trávicího ústrojí s průjmy nebo poškození sliznice úst s tvorbou aft. • Poškození plic s dušností. • Snížení tvorby krvinek. • Vypadávání vlasů. • Nevolnost, zvracení. • Kožní vyrážky. | |

Cyklofosfamid (CPH)

| | |
|--|--|
| Název přípravku | Endoxan, Cytoxan, Cyclophosphamide |
| Obvyklá forma podání | nitrožilní infuze s následnou infuzí tekutin |
| Hlavní nežádoucí účinky | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Poškození sliznice močových cest, které se projevuje potížemi při močení a přítomností krve v moči. • Snížení tvorby krvinek. • Nevolnost, zvracení. | |

Etoposid (VP-16)

| Název přípravku | Vepesid, Lastet, Etoposid |
|--|----------------------------|
| Obvyklá forma podání | nitrožilní infuze, tablety |
| Hlavní nežádoucí účinky | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Snížení tvorby krvinek. • Vypadávání vlasů. • Nevolnost, zvracení. • Bolesti břicha, bolesti hlavy. • Zčervenání kůže. • Přechodně zvýšená teplota. • Pokles krevního tlaku. • Alergická reakce – vyrážka, svědění, pálení očí, potíže při dýchání. | |

Mitoxantron

| Název přípravku | Refador |
|--|-------------------|
| Obvyklá forma podání | nitrožilní infuze |
| Hlavní nežádoucí účinky | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Jsou obdobné jako u daunorubicinu, i po tomto léku může docházet k poškození srdečního svalu. Pravděpodobnost tohoto poškození je úměrná celkové dávce léku (tedy množství léku, které dostal pacient v průběhu celé léčby). Celková dávka v běžných léčebných protokolech je menší než ta, která tento účinek obvykle vyvolá. Toxický efekt se projeví zhoršením srdeční činnosti, zrychlením tepu, zadýcháváním se. <p>Ostatní nežádoucí účinky jsou podobné jako u jiných cytostatik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nevolnost, zvracení. • Poruchy krvetvorby v kostní dřeni. • Vypadávání vlasů. | |

2 Příloha č. 2 – originální podoba dotazníku PedsQL 4.0 (Varni

| | | | | | | |
|---|---|--|--|---|--|--|
| <table border="1" style="border-style: dotted; border-color: black;"><tr><td style="padding: 2px;">ID# _____</td></tr><tr><td style="padding: 2px;">Date: _____</td></tr></table> | ID# _____ | Date: _____ | | | | |
| ID# _____ | | | | | | |
| Date: _____ | | | | | | |
| <h1 style="margin: 0;">PedsQLTM</h1> <h2 style="margin: 0;">Paediatric Quality of Life Inventory</h2> <p style="margin: 5px 0;">Version 4.0 - English (Canada)</p> <p style="margin: 10px 0;">CHILD REPORT (ages 8-12)</p> | | | | | | |
| <p>DIRECTIONS</p> <p>On the following page is a list of things that might be a problem for you. Please tell us how much of a problem each one has been for you during the PAST MONTH by circling:</p> <ul style="list-style-type: none">0 if it is never a problem1 if it is almost never a problem2 if it is sometimes a problem3 if it is often a problem4 if it is almost always a problem <p>There are no right or wrong answers. If you do not understand a question, please ask for help.</p> | | | | | | |
| <table style="width: 100%; border: none;"><tr><td style="font-size: small;">PedsQL 4.0 - (8-12) 01/00</td><td style="font-size: small; text-align: center;">Not to be reproduced without permission</td><td style="font-size: small; text-align: right;">Copyright © 1998 JW Varni, Ph.D. All rights reserved</td></tr><tr><td colspan="3" style="font-size: x-small;">PedsQL Generic Core Scale - Canada/English - Version of 30 May 12 - MAPI Institute. PedsQL-4.0-Core-C_AU4_0_eng-CA.doc</td></tr></table> | PedsQL 4.0 - (8-12) 01/00 | Not to be reproduced without permission | Copyright © 1998 JW Varni, Ph.D. All rights reserved | PedsQL Generic Core Scale - Canada/English - Version of 30 May 12 - MAPI Institute. PedsQL-4.0-Core-C_AU4_0_eng-CA.doc | | |
| PedsQL 4.0 - (8-12) 01/00 | Not to be reproduced without permission | Copyright © 1998 JW Varni, Ph.D. All rights reserved | | | | |
| PedsQL Generic Core Scale - Canada/English - Version of 30 May 12 - MAPI Institute. PedsQL-4.0-Core-C_AU4_0_eng-CA.doc | | | | | | |

1998)

PedsQL 2

In the PAST MONTH, how much of a problem has this been for you ...

| ABOUT MY HEALTH AND ACTIVITIES (problems with...) | Never | Almost Never | Sometimes | Often | Almost Always |
|--|-------|--------------|-----------|-------|---------------|
| 1. It is hard for me to walk more than one block | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. It is hard for me to run | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. It is hard for me to do sports activities or exercise | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. It is hard for me to lift something heavy | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. It is hard for me to take a bath or shower by myself | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6. It is hard for me to do chores around the house | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7. I hurt or ache | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8. I have low energy | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

| ABOUT MY FEELINGS (problems with...) | Never | Almost Never | Sometimes | Often | Almost Always |
|---|-------|--------------|-----------|-------|---------------|
| 1. I feel afraid or scared | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. I feel sad or blue | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. I feel angry | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. I have trouble sleeping | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. I worry about what will happen to me | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

| HOW I GET ALONG WITH OTHERS (problems with...) | Never | Almost Never | Sometimes | Often | Almost Always |
|--|-------|--------------|-----------|-------|---------------|
| 1. I have trouble getting along with other children | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. Other children do not want to be my friend | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. Other children tease me | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. I cannot do things that other children my age can do | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. It is hard to keep up when I play with other children | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

| ABOUT SCHOOL (problems with...) | Never | Almost Never | Sometimes | Often | Almost Always |
|--|-------|--------------|-----------|-------|---------------|
| 1. It is hard to pay attention in class | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. I forget things | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. I have trouble keeping up with my schoolwork | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. I miss school because of not feeling well | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. I miss school to go to the doctor or hospital | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

PedsQL 4.0 - (8-12) Not to be reproduced without permission

Copyright © 1998 JW Varni, Ph.D. All rights reserved

01/00

PedsQL Generic Core Scale - Canada/English - Version of 30 May 12 - MAPI Institute.

PedsQL-4.0-Core-C_AU4.0_eng-CA.doc

ID# _____

Date: _____

PedsQL™

Pediatric Quality of Life Inventory

Version 4.0 English (Canada)

PARENT REPORT for CHILDREN (ages 8-12)

DIRECTIONS

On the following page is a list of things that might be a problem for **your child**. Please tell us **how much of a problem** each one has been for **your child** during the **past ONE month** by circling:

- 0 if it is **never** a problem
- 1 if it is **almost never** a problem
- 2 if it is **sometimes** a problem
- 3 if it is **often** a problem
- 4 if it is **almost always** a problem

There are no right or wrong answers.
If you do not understand a question, please ask for help.

PedsQL 2

In the past ONE month, how much of a problem has your child had with ...

| PHYSICAL FUNCTIONING (problems with...) | Never | Almost Never | Some- times | Often | Almost Always |
|---|-------|-----------------|----------------|-------|------------------|
| 1. Walking more than one block | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. Running | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. Participating in sports activity or exercise | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. Lifting something heavy | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. Taking a bath or shower by him or herself | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6. Doing chores around the house | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7. Having hurts or aches | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8. Low energy level | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

| EMOTIONAL FUNCTIONING (problems with...) | Never | Almost Never | Some- times | Often | Almost Always |
|--|-------|-----------------|----------------|-------|------------------|
| 1. Feeling afraid or scared | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. Feeling sad or blue | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. Feeling angry | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. Trouble sleeping | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. Worrying about what will happen to him or her | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

| SOCIAL FUNCTIONING (problems with...) | Never | Almost Never | Some- times | Often | Almost Always |
|--|-------|-----------------|----------------|-------|------------------|
| 1. Getting along with other children | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. Other kids not wanting to be his or her friend | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. Getting teased by other children | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. Not able to do things that other children his or her age can do | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. Keeping up when playing with other children | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

| SCHOOL FUNCTIONING (problems with...) | Never | Almost Never | Some- times | Often | Almost Always |
|---|-------|-----------------|----------------|-------|------------------|
| 1. Paying attention in class | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. Forgetting things | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. Keeping up with schoolwork | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. Missing school because of not feeling well | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. Missing school to go to the doctor or hospital | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

3 Příloha č. 3 – percentilový graf závislosti výšky na věku pro chlapce (Dobšák et al. 2010)

