

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
KATEDRA SPORTOVNÍCH HER

Vitální kapacita plic u krasobruslařek v
žákovských kategoriích

Bakalářská práce

Vypracovala:
Kristýna Hrdličková

Vedoucí práce:
PaedDr. Marie Sedláčková

2020

Touto formou bych ráda poděkovala vedoucí práce PaedDr. Marii Sedláčkové a konzultantovi doc. Mgr. Michalu Štefflovi, Ph.D., za pomoc s hledáním zajímavého tématu, a také za poskytnutí metodických rad a konzultací, které mi při zpracování bakalářské práce velmi pomohly.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala sama a uvedla jsem všechny použité zdroje.

V Praze, dne

.....

Kristýna Hrdličková

ABSTRAKT

Název práce: Vitální kapacita plic u krasobruslařek v žákovských kategoriích

Cíle práce: Cílem bakalářské práce bylo 1. porovnat klidové hodnoty usilovné vitální kapacity (FVC) krasobruslařek s děvčaty ve stejném věku; 2. zjistit vliv volné jízdy na změny respiračních funkcí u krasobruslařek v žákovských kategoriích.

Metoda: Empirický výzkum byl prováděn pomocí osobního spirometru na vzorku 20 krasobruslařek ve věku 11–14 let. Hodnoty byly měřeny v klidovém stavu a po zátěži. K porovnání FVC mezi krasobruslařkami a děvčaty z jiných sportovních odvětví bylo využito dat získaných v rámci festivalu sportu pro děti „Sport’áček“. Data byla analyzována pomocí neparametrických statistických metod.

Výsledky: Klidové FVC bylo u krasobruslařek v porovnání s děvčaty z ostatních odvětví statisticky významně nižší a to i po transformaci na FVC index (FVC/BMI). Hodnoty vybraných respiračních ukazatelů se bezprostředně po zátěži ani minutu po zátěži statisticky významně neměnily, byl však pozorován trend jejich zvýšení bezprostředně po zátěži v porovnání s klidovými hodnotami.

Závěr: Tréninkové zatížení v krasobruslení jako faktor může negativně ovlivnit FVC. Pravděpodobně může docházet ke zvýšení FVC a dalších vybraných ukazatelů bezprostředně po zátěži.

Klíčová slova: krasobruslení, spirometrie, dýchání, starší školní věk

ABSTRACT

Title: The vital capacity of lungs in novice figure skaters

Aims: The main aims of this study were 1. to compare the forced vital capacity (FVC) at rest between young female figure skaters and girls of the same age; 2. to find how the free skate influences respiratory functions in young female figure skaters.

Method: A personal spirometer was used to test the 20 young female figure skaters aged 11–14 years in this empirical research. Data from a festival of sport for kids “Sport’áček” were used to compare FVC among young female figure skaters and athletes from several other sports. Data were analyzed using non-parametric statistic methods.

Results: Compared to athletes from other sports, FVC of young female figure skaters was significantly lower, the same result was also found after conversion on FVC index (FVC/BMI). The level of selected respiratory measures did not differ significantly immediately after free skate nor a minute after the performance. However, there was an increasing trend found immediately after free skate compared to the level at rest.

Conclusions: Specific training loads in the figure skating may negatively influence FVC. FVC as well as some other respiratory measures may slightly increase immediately after performance.

Key words: figure skating, spirometry, breathing, older school age

OBSAH

Abstrakt.....	4
Abstract.....	5
1 Úvod.....	8
2 Teoretická východiska	11
2.1 Historie krasobruslení.....	11
2.1.1 Počátky bruslení	11
2.1.2 Moderní bruslení	12
2.1.3 Krasobruslení u nás	13
2.2 Pravidla krasobruslení	15
2.2.1 Soutěžní kategorie v krasobruslení	15
2.2.2 Instituce	16
2.2.3 Hodnocení krasobruslení.....	16
2.3 Fyziologie dýchání	18
2.3.1 Obecná fakta.....	18
2.3.2 Tlaky v plicích.....	19
2.3.3 Výměna plynů v plicích	19
2.4 Spirometrie	21
2.4.1 Dechové objemy a kapacity	21
2.4.2 Rizika a vliv prostředí	22
3 Cíle a úkoly.....	24
3.1 Cíle	24
3.2 Úkoly	24
3.3 Hypotézy.....	24
4 Metodologie	25
4.1 Studijní vzorek.....	25
4.2 Testování respiračních funkcí.....	25
4.3 Náplň volné jízdy	30
4.3.1 Český pohár.....	30
4.3.2 Pohár ČKS.....	30
4.4 Analýza dat.....	31
5 Výsledky	32
5.1 Porovnání naměřených dat a dat z festivalu sportu „Sport’áček“	32
5.2 Regresivní analýza (závislost na sportu)	40

5.3	Hodnoty naměřené u krasobruslařek	42
6	Diskuze	48
7	Závěr	51
	Seznam zkratk	52
	Seznam tabulek	53
	Seznam obrázků a grafů	54
	Literatura	55

1 ÚVOD

Sport je dnes fenomén, který vyvolává řadu otázek. Krasobruslení patří k velmi specifickým sportovním odvětvím. Již samotné označení spojující slova „kraso“ a „bruslení“ charakterizuje jeho dvě nepostradatelné složky – sportovní a umělecký projev (Hrázská, 2006). Krasobruslení je řazeno mezi koordinačně-estetické sportovní disciplíny. Zahrnuje v sobě nutnost zvládnutí technické stránky jednotlivých bruslařských prvků, ale také ladnost a krásu jednotlivých pohybů pro perfektní estetický dojem. Patří do stejné skupiny sportů, jako jsou například moderní nebo sportovní gymnastika. Na rozdíl od moderní gymnastiky se krasobruslení věnují i muži.

Krasobruslení rozdělujeme do tří základních kategorií. Sólóvé bruslení, to je rozděleno do kategorií mužů a žen. Jako další je párové bruslení, které rozdělujeme do dvou kategorií, a to jsou taneční páry a sportovní dvojice. Taneční páry ve svých jízdách neprovádějí skoky, naopak sportovní dvojice předvádějí skokové prvky, zvedané figury, odhazované skoky, aj. Poslední a nejmladší kategorií je synchronizované bruslení, které jako jediné dosud nebylo zařazeno do programu ZOH.

Krasobruslení je hodnoceno stejně jako gymnastika rozhodčími. Každému prvku je přiděleno jisté bodové ohodnocení, jehož hodnota se odvíjí od úspěšnosti provedení. Body se dělí do dvou skupin, a to technické skóre a předvedení. Vrchol každého krasobruslaře jsou jako pro většinu sportovců Olympijské hry, které se konají jednou za čtyři roky, každý rok se koná Mistrovství světa a Mistrovství Evropy v krasobruslení, další významnou soutěží je seriál Grand Prix, všechny tyto závody jsou mezinárodní úrovně pod záštitou bruslařské unie ISU. V České republice se o krasobruslení a krasobruslařské soutěže stará Český krasobruslařský svaz. Závody jsou rozděleny dle úrovně na soutěže Českého poháru a Poháru Českého krasobruslařského svazu.

Krasobruslení je velmi technicky i fyzicky náročný sport, proto se s tímto sportem začíná podobně jako v gymnastice ve velmi útlém věku. Tento věk je kolem 4–6 let, pokud se chce bruslař pokusit o vrcholovou úroveň. V tomto útlém věku se musí dítě naučit základy bruslení. Bruslení je definováno jako jízda v hranách a obloucích. Pro tento účel se trenéři řídí podle základní metodické řady, která má připravit dítě na další tréninky na ledě. Základní metodická řada zahrnuje jízdu vpřed, jízdu vzad, zastavení na ledě, obrat z jízdy vpřed do jízdy vzad a zpět, překládání vpřed a vzad. Příprava krasobruslařů neprobíhá pouze na ledové ploše, ale také mimo led. Suchá příprava je u

každé věkové kategorie trochu jiná, u dětí předškolního a mladšího školního věku se suchá příprava zaměřuje na všestranné pohybové dovednosti, postupem času se trénink mimo led zaměřuje na nácvik technických, nejčastěji skokových prvků prováděných na ledě, kondiční přípravu, držení těla v podobě baletu či tréninky flexibility. Právě pro velkou náročnost na pohybový aparát se vrcholový věk u krasobruslení pohybuje při dnešním trendu kolem 15–19 roku života.

Základní prvky krasobruslení jsou skoky, piruety a kroky. Skoky v krasobruslení jsou: Kadet (základní skok, pouze půlobrat), Axel, Salchow, Toe-loop, Rittberger, Flip a Lutz. Tyto skoky se podle úrovně a kategorie krasobruslení provádějí s jedním a některé až se čtyřmi obraty. Piruety jsou náročné hlavně na koordinaci, flexibilitu, zpevnění těla a velice důležitá je také prostorová orientace. Kroky slouží jako taneční a spojovací prvky, ze kterých se mohou pomocí skládání kroků za sebe tvořit krokové pasáže. V párovém bruslení se objevují zvedané figury, synchronní krokové pasáže, odhazované skoky, u tanečních párů i předepsané taneční kroky. Synchronizované bruslení má pozice v držení, prolínání, objevují se zde také skupinové zvedané figury.

Přesné somatické faktory, které by předurčovaly výkony v krasobruslení nelze snadno určit. Podle jistého trendu, který se v krasobruslení objevuje, můžeme tyto determinanty odhadnout. V ženském krasobruslení je výhodnější dívka s nižším vzrůstem, průměrný vzrůst je podle veřejných dokumentů na webových stránkách ISU kolem 160 centimetrů. Výška nad 170 centimetrů je pouze výjimkou. Může za to výhodnější postavení těžiště závodníka, se kterým se v krasobruslení pracuje. Čím níže se těžiště nachází, tím lépe s ním může závodník pracovat a jeho koordinace je snazší. V mužské seniorské kategorii se vzrůst krasobruslařů liší o něco více, v poslední době se však na předních příčkách v žebříčku objevují muži nižšího tělesného vzrůstu. Ideální somatotyp dle složení těla je pro krasobruslení mezomorfní-ektomorf. Člověk menší a drobnější postavy, přesto však s dobrým zastoupením svalové hmoty. Pro sport obecně jsou velmi důležité psychické faktory, mnoho sportovců je v dnešní době na podobné fyzické úrovni, co však odlišuje vítěze od poražených je psychická odolnost a bezprostřednost, která pomáhá vyhrávat těm nejlepším bruslařům na světě. Faktem však zůstává, že pro co nejlepší sportovní výkon musí být krasobruslař vybaven co nejlepší všestranností. Nejedná se jenom o provedení pohybu, ale je zde zahrnuta i interpretace hudby a vložení umění do každé jízdy.

V krasobruslení se pohybujeme v anaerobním krytí, tedy bez přístupu kyslíku. Dle Bernacikové, Kapounkové a kolektivu (2010) je toto krytí zastoupeno přibližně ze 70%, z 30% se pohybujeme v aerobním krytí, za přístupu vzduchu. Právě využívání kyslíku při krasobruslařském výkonu a předpoklady pro úspěšné provedení volné jízdy se staly tématem mojí bakalářské práce. Terénní metodou pomocí spirometru, jsem měřila vitální kapacitu plic a její změny při zátěži. Výzkum těchto změn se může dále zabývat respiračními změnami a chorobami, které může krasobruslení podněcovat.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Historie krasobruslení

2.1.1 Počátky bruslení

Při výletu do prvopočátků sportů vycházejících z bruslení, musíme nejdříve mluvit o bruslení jako takovém. To se teprve mnohem později rozdělilo na dvě různá sportovní odvětví: krasobruslení a rychlobruslení. Bruslařské dějiny rozdělujeme na dvě hlavní časová období. První období počítáme od pravěku až po první polovinu 19. století. Druhé období historie bruslení začíná v polovině 19. století a trvá až do dnešní doby moderního bruslení (Mílová, Šinkovský, 2011).

V historických pramenech a archeologických vykopávkách se zjistilo, že klouzání po zamrzlých plochách se objevovalo již v pravěku. Dříve se bruslení využívalo jako způsob dopravy na dlouhých cestách za potravou. V pravěkých bruslích nemůžeme hledat žádnou podobnost s těmi dnešními. Jednalo se o kostěné brusle, které byly na jednom konci vybroušeny do ostré čepele. Pro odraz se využívaly dlouhé hole. Tento fakt spojuje dohromady počátky bruslení a lyžování. Důkazy o existenci tohoto klouzání po ledě se objevily v archeologických výzkumech na mnoha územích Evropy. Tato naleziště byla například na území dnešní Velké Británie, Skandinávie, Ruska a dokonce i na území České republiky.

Revoluci ve využívání pohybu na ledových plochách učinili přibližně ve 4. století našeho letopočtu Keltové, kteří začali zpracovávat železo. Změnili podobu bruslí z kostěných na železné. Tyto brusle byly na ledě mnohem ovladatelnější a hbitější. Brusle měly podobu tenkého železného pásku, který byl uchycen do dřevěné desky. Stáří nejstarších nalezených bruslí, které jsou ze železa, se odhaduje na 2000 let.

Jak čas plynul, tak přestalo být bruslení pouze způsobem dopravy, ale začalo se stávat i oblíbenou zimní zábavou. Dokazují to obrazy známých holandských umělců, jakými jsou například Pieter Breughel či Rembrandt. Ti na svých obrazech znázornili oblíbenou lidovou zábavu, kterou se stalo bruslení na zamrzlých kanálech. Na ledě se pořádaly různé průvody a karnevaly. Dokonce i císař Rudolf II. v roce 1610 pořádal na svém dvoře karnevaly na ledě.

Další zpráva je z Nizozemí z roku 1697. Bruslaři a jezdci na koních mezi sebou uzavírali sázky! Vítězili prý dvounozí závodníci, kteří na bruslích ujeli v jednom dni až 40 mil, zatímco jejich soupeři na koních zdolali sotva polovinu. Ve Frísku se pořádaly ve všech městech pravidelně bruslařské výlety (Šťastná-Königová, 1985).

Dalším panovníkem, který pořádal karnevaly a bály na ledě byl francouzský král Ludvík XVI. Bruslení si získalo oblibu u všech společenských tříd i přes fakt, že zpočátku si bruslení mohla dopřávat pouze vyšší společenská vrstva. Vyšší společenská vrstva využívala pro své bruslení železných bruslí, chudší obyvatelstvo využívalo stále brusle kostěné. Bruslení se nezaměřovalo na výkony, ale bylo považováno za kulturní událost.

2.1.2 Moderní bruslení

Velmi významným milníkem v moderním bruslení se stalo založení prvního bruslařského klubu ve skotském městě Edinburgh v roce 1744. Bruslení se stávalo čím dál tím oblíbenější sportovní disciplínou, a tak začaly vycházet i různé publikace, zabývající se metodikou a prvky bruslení. První tištěnou knihu s názvem „A treatise on skating“, v překladu Pojednání o bruslení vydal v roce 1772 důstojník Robert Johns. Zabýval se v ní hlavně bruslařskými prvky, kterými byly v této době například oblouky, vlnovky a trojky.

Za zakladatele moderního bruslení je považován Američan Jackson Haines, původním povoláním tanečník, bruslící zpočátku pouze pro radost. V letech 1864 a 1865 vyhrál mistrovství Spojených států a začal vystupovat na exhibičních představeních. Na svém turné po evropských městech, při němž navštívil mimo jiné Vídeň, Paříž, Stockholm nebo Prahu, zaznamenal své největší úspěchy. Divákům Hainesovo bruslení doslova učarovalo a bylo označováno za vzor obratnosti a elegance. Neustále se snažil své jízdy obohacovat o nové taneční prvky a propracovávat bruslařský styl. Po jeho vzoru nadále rozvíjeli bruslařské umění Hainesovi žáci. Podle Hainese rovněž vznikla první pravidla bruslení, která později převzala Mezinárodní bruslařská unie (ISU) založená v roce 1892. Ta platila s menšími úpravami po mnoho let (Hrázská,2006).

Krasobruslení bylo stále populárnější po celém světě a i z toho důvodu začaly vznikat nové prvky a vybavení se modernizovalo. Velkou zásluhu na modernizaci krasobruslení měl švédský krasobruslař Ulrich Salchow, který se zaměřil na modernizaci bruslařských

nožů, vynalezl totiž brusle, které měly jako první na špičce svého nože zoubky, ty pomáhaly lepšímu odrazu a provedení krokových prvků na ledě, užitečné byly také při skokových prvcích. Ulrich Salchow vymyslel a také jako první předvedl skok, který byl na jeho počest pojmenován Salchow. Poprvé ho předvedl v roce 1909. Salchow patří dodnes do řady skokových prvků v krasobruslení.

V meziválečném období se mezi nejznámější krasobruslaře řadila například norská reprezentantka Sonja Henie, která se stala desetinasobnou mistryní světa a zavedla do krasobruslení novou módu. Zkrátila totiž závodní sukně a to až ke kolenům, za tuto změnu módy nejprve sklidila spoustu kritiky, ale krátká sukně se rychle uchytila a přetrvává dodnes. Henie prokládala svojí sportovní kariéru také kariérou herečky. Oblíbeným meziválečným bruslařem se stal Rakušan Karl Schäffer.

Velmi významným obdobím pro krasobruslení bylo období po druhé světové válce. Začal se klást větší důraz na atraktivnější volnou jízdu, která byla na rozdíl od povinné jízdy pro diváky zajímavější. Vznikaly nové skoky a obtížnosti jednotlivých prvků.

2.1.3 Krasobruslení u nás

Bruslení se rozšířilo i do českých zemí, zde se stalo oblíbenou volnočasovou činností pražanů, kteří bruslili na zamrzlé Vltavě. I v Čechách byla vydána první bruslařská příručka, bylo to v roce 1887, kdy vydal Augustin Krejčí „Nauku bruslení“. První bruslařský klub, který vznikl v Praze roku 1888, byl Bruslařský závodní klub (BZK), založený známým propagátorem tělesné kultury Josefem Rösslerem-Ořovským. V tom stejném roce se konalo i první mistrovství Čech v nově pojmenovaném sportovním odvětví, v krasobruslení. Od roku 1922 zaštiťoval rychlobruslaře a krasobruslaře nově vzniklý Bruslařský svaz republiky Československé. O rok později, tedy v roce 1923 byl tento svaz přijat mezi členy unie ISU. Do roku 1931 se u nás bruslilo pod širým nebem, v Praze nejčastěji na Vltavě. V roce 1931 byl v Praze vybudován první zastřešený stadion s umělou ledovou plochou v Československu, nacházel se na ostrově Štvanice.

Známé osobnosti Československého krasobruslení byly například Alena Vrzáňová, která se stala dvojnásobnou mistryní světa, další byl například Karol Divín. Ten se stal medailistou jak na Olympijských hrách, tak na mistrovství světa a získal dva tituly mistra Evropy. Nejznámějším tanečním párem se stali sourozenci Romanovi. Dalšími zvučnými jmény jsou například Hana Mašková nebo Ondrej Nepela. Na konci

20. století reprezentoval naši zemi například Jozef Sabovčík či Petr Barna. Ve sportovních dvojicích Radka Kovaříková a René Novotný (Hrázská, 2006).

2.2 Pravidla krasobruslení

2.2.1 Soutěžní kategorie v krasobruslení

Krasobruslení rozdělujeme do kategorií – sólové bruslení, taneční páry, sportovní dvojice a synchronizované bruslení. V sólové kategorii startují muži a ženy odděleně. Krasobruslařské páry se musí vždy skládat z muže a ženy. Synchronizované bruslení je jedinou kategorií, ve které mohou v jedné kategorii a týmu startovat muži i ženy dohromady.

Aby mohl krasobruslař začít startovat na závodech ať už Českého poháru nebo Poháru Českého krasobruslařského svazu, musí dosáhnout věku 6 let. Rozhodující je vždy 1. červenec před danou sezónou, k tomuto datu musí závodník splnit určenou věkovou hranici. Závodí se v kategoriích - Nováčci mladší (dívky), Nováčci starší (dívky), Nováčci (chlapci), Žactvo nejmladší, Žactvo mladší, Žactvo, Junioři, Senioři, Mix Age a Adult. Jsou dány horní a dolní věkové hranice pro každou z těchto kategorií. Závodníci soutěžící v žákovské či juniorské kategorii mohou v jakékoliv části sezóny přejít do vyšší kategorie, musí však splňovat dolní věkovou hranici kategorie, do které se chystají přestoupit. Tento přestup je však pouze jednosměrný, nelze se vrátit zpět do nižší závodní kategorie. V kategoriích Nováčci mladší a Nováčci je přestup také možný, může se však uskutečnit až po Mistrovství ČR žactva v dané přestupové sezóně.

Tabulka 1 – Rozdělení dle věkových kategorií

Kategorie	Sólové bruslení	Sportovní dvojice	Taneční páry	Synchronizované bruslení
Nováčci mladší (dívký)	DVH 6 let HVH 7 let			
Nováčci starší (dívký)	DVH 7 let HVH 8 let			
Nováčci (chlápce)	DVH 6 let HVH 8 let			
Žactvo nejmladší	HVH 10 let			
Žactvo mladší	HVH 12 let	DVH 7 (10) let HVH 15 let	DVH 7 (10) let HVH 15 let	DVH 7 let HVH 12 let
Žactvo	DVH (10) let HVH 15 let	DVH 10 let HVH 15, 17 let	DVH 10 let HVH 15, 17 let	DVH 7 (10) let HVH 15 let
Junioři	DVH 12 (13) let HVH 19 let	DVH 13 let HVH 19, 21 let	DVH 13 let HVH 19, 21 let	DVH 12 (13) let HVH 19 let
Senioři	DVH 15 let HVH neomezena	DVH 15 let HVH neomezena	DVH 15 let HVH neomezena	DVH 15 let HVH neomezena
Mix Age				Věk není omezen
Adult	DVH 15 let HVH neomezena			DVH 21 let 75% týmu 25 let

(Zdroj: <https://www.czechskating.org/files/documents/d312d07a51749eab8ca9c821c15969fd.pdf>)

Vysvětlivky:

DVH – dolní věková hranice

HVH – Horní věková hranice

číslivky v závorkách znázorňují dolní věkovou hranici mezinárodních soutěží

číslivky oddělené čárkou znázorňují věkovou hranici ženy, muže v krasobruslařském páru

2.2.2 Instituce

Nejvyšší krasobruslařskou institucí se roku 1892 stala Mezinárodní bruslařská unie ISU (International Skating Union). Tato unie zajišťuje soutěže mezinárodního charakteru, stanovuje pravidla a směrnice. ISU se nestará pouze o krasobruslení, ale též o rychlobruslení a short track.

Každá země má vlastní svaz krasobruslení. U nás se o krasobruslení stará Český krasobruslařský svaz. Je nejvyšším krasobruslařským orgánem u nás. Mezi pravomoci ČKS patří organizace vzdělávání trenérů a rozhodčích, zajišťuje národní soutěže a vydává pravidla krasobruslení u nás.

2.2.3 Hodnocení krasobruslení

Krasobruslení se v dnešní době na drtivé většině soutěží hodnotí pomocí ISU systému hodnocení. Tento systém byl uznán kongresem v roce 2004, který se pokusil vytvořit objektivnější a spravedlivější systém pro hodnocení bruslařů. Bodový systém ISU se začal využívat v sezóně 2004/05. Systém je plně automatizován a pomocí počítačové

techniky se bruslaři při jízdě natáčejí a je tedy možné si daný prvek opakovaně prohlédnout a spravedlivě jej ohodnotit. Hodnotící panel je rozdělen na rozhodčí, technické specialisty a technickou kontrolu. Tento systém je mezinárodně uznáván a využívá se na všech mezinárodních závodech. V národních soutěžích se dříve používal hlavně u soutěží Českého poháru a na Mistrovství republiky. Nyní se ISU systém využívá i u soutěží Českého krasobruslařského svazu. Stále se může objevovat systém OBO, tedy systém, který není na bázi počítačové techniky, ale na bázi zvedání kartiček s bodovým hodnocením.

Podle starých pravidel, kdy závodníci bojovali o nejvyšší známky, kterými byly po dlouhá léta tzv. šestky (6.0) se soutěžilo naposled na mistrovství světa v Dortmundu v roce 2004 (Mílová, Šinkovský, 2011).

Protože je krasobruslení koordinačně-estetický sport, hodnotí se zvláště technická hodnota programu a jeho předvedení, tedy estetický dojem.

2.3 Fyziologie dýchání

2.3.1 Obecná fakta

Dle Bernáškové a Polacha (2015) dělíme dýchání do dvou skupin, a to automatické a volní. Automatické dýchání je řízeno z prodloužené míchy, která dává signál dýchacím svalům. Volní dýchání je řízeno mozkovou kůrou. Tato centra dávají signál pro provedení nádechu (aktivní děj). Pro kontrolu efektivnosti dýchání se v organismu nacházejí chemoreceptory, ty kontrolují parciální tlaky dýchacích plynů.

Pod pojmem dýchání si obecně představujeme výměnu dýchacích plynů, tj. kyslíku a oxidu uhličitého. Zahrnujeme pod něj ventilaci (vnější dýchání), tj. výměnu mezi atmosférickým vzduchem a vzduchem v plicních alveolech, a pak tzv. respirační (vnitřní dýchání), tj. výměnu plynů jednak mezi alveoly a krví, jednak mezi krví a tkáněmi. Výměna plynů probíhá po tlakovém spádu cestou difuze (Mourek, 2012).

Dýchací systém je systém průchodů (dýchacích cest), které můžeme z anatomického i klinického hlediska rozdělit na horní a dolní dýchací cesty. Anatomicky končí horní dýchací cesty hrtanovou částí hltanu, klinicky k nim však patří i hrtan a krční část průdušnice. Stěna dýchacích cest je vyztužena chrupavkami a elastickými vlákny, která zajišťují pružnost a brání kolapsu dýchacích cest. Dýchací systém slouží k výměně plynů mezi vzduchem a krví, fonaci, regulaci acidobazické rovnováhy a vylučování látek (Hudák, Kachlík a kolektiv, 2017).

Ventilace neboli vnější dýchání se skládá ze dvou na sebe navazujících dějů, a to vdechu a výdechu. Vdech je aktivním dějem, při kterém se zapojuje bránice (lat. Diaphragma), která je hlavním vdechovým svalem. Dalšími svaly, které se aktivně podílejí na vdechu, jsou zevní mezižeberní svaly, ty napomáhají roztahování hrudního koše. Při klidovém nádechu se dutina hrudní zvětší přibližně o 350 ml. Toto číslo je objem kyslíku, který se při vdechu dostává do plic. Druhým dějem je výdech neboli expirium. Expirium je v případě klidového režimu dějem pasivním – pasivním je proto, že se v něm neangažují žádné svaly a díky elasticitě plic a hrudní stěny se plíce smrští do původní velikosti. To znamená, že se z plic vypudí stejný objem vzduchu, jaký byl přijat vdechem. Tím jsou připraveny na další vdech.

- Klidové dýchání – eupnoe
- Zrychlené dýchání – tachypnoe (polypnoe)
- Prohloubené dýchání – hyperpnoe
- Zástava dechu - apnoe

(Mourek, 2012)

V klidovém režimu jsou žebra relaxována, dojde-li k fyzické zátěži, do dýchacího cyklu se zapojují i mezižeberní svaly. Mezižeberní svaly se začnou zapojovat tehdy, když je nutno dodávat do těla více kyslíku, zvýšit tedy ventilaci. Hlavními svaly tohoto systému jsou Mm. Intercostales externi, který táhne hrudní koš dopředu a nahoru. Mm. Intercostales interni táhne hrudní koš v opačném směru než Mm. Intercostales externi, tento pohyb je dolů a zpět. V pouze menší míře se do cyklu zapojuje Mm. Intercostales intimi.

2.3.2 Tlaky v plicích

Jelikož by bylo velmi složité jít při dýchání proti atmosférickému tlaku, tlakové změny se odehrávají pouze v plicích (hrudní koš). Plyn směřuje vždy do míst s nižším tlakem. Při nádechu, když proudí kyslík do plic, je tlak v alveolách (plicních sklípkách) oproti atmosférickému tlaku negativní. Při výdechu je to přesně naopak, alveolární tlak je vůči atmosférickému tlaku pozitivní.

Dle Fontany a kol. (2018), by plíce po vyjmutí z hrudního koše okamžitě selhaly. To je zapříčiněno tím, že jejich objem se udržuje elasticitou hrudního koše, kde se drží pomocí podtlaku. Podtlak je v pleurální dutině, tato dutina je vyplněna pleurální tekutinou. Pleurální tlak je tedy tlak v pleurální tekutině, který je vždy negativní.

Transpulmonární tlak je rozdílem mezi alveolárním a pleurálním tlakem. Slouží k určení elastických sil hrudníku a plic.

2.3.3 Výměna plynů v plicích

Lidský organismus spotřebuje každou minutu 250 mililitrů kyslíku, za 24 hodin to je kolem 360 litrů. Kyslík je v organismu nutný v aerobním metabolismu na výrobu energie. 80–95 procent využitelné energie je spotřebováno na udržování iontových gradientů, svalovou práci a metabolismus (Polach, 2015).

Plíce mají dvojitý oběh. Je to oběh nutritivní (výživný) cestou aa. a vv. bronchiales, který jako u kterékoliv jiné tkáně či orgánu zajišťuje výživu a odvod zplodin

metabolizmu, a oběh funkční (malý, plicní) mezi pravou srdeční komorou a levou plicí, zajišťující výměnu dýchacích plynů mezi krví alveolárním vzduchem (Mourek, 2012).

Hlavním úkolem dýchací soustavy je roznášení kyslíku do orgánů těla. Kyslík se tělem přenáší krví, která obsahuje hemoglobin. Hemoglobin je druh proteinu, který v sobě obsahuje železo, má charakteristickou červenou barvu a nachází se ve všech červených krvinkách. Tento protein na sebe váže kyslík.

Dle Mourka (2012) se na jeden gram hemoglobinu dokáže navázat 1,39 mililitrů kyslíku, což znamená, že do litru krve se dokáže navázat 150-200 mililitrů kyslíku. Množství kyslíku, které se dokáže navázat na hemoglobin, není vždycky stejné množství. Navázání může ovlivnit například množství oxidu uhličitého, pH a nebo teplota.

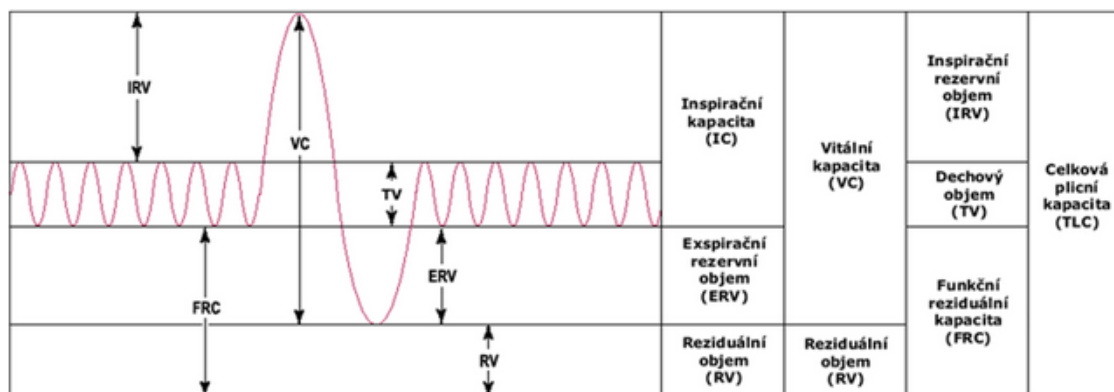
2.4 Spirometrie

2.4.1 Dechové objemy a kapacity

Dle Mourka (2012) je základním plicním objemem minutová ventilace, je to objem vzduchu, který v klidovém režimu prodýcháme za 1 minutu. Velikost minutové ventilace se může zvětšovat při větší fyzické námaze či při prohloubení dechu. Přibližná hodnota klidové ventilace je kolem 7,5 litru. Toto číslo se může měnit podle některých faktorů, například podle pohlaví, věku, velikosti těla, složení těla, trénovanosti. Dalším ukazatelem je dechová frekvence, to znamená, kolik dechů provedeme za minutu. V klidovém režimu se počet vdechů pohybuje kolem 16–17 za minutu. V matematickém přepočtu vychází, že za jeden vdech se proventiluje 500 mililitrů vzduchu. Pokud se jedinec dostane do fyzické zátěže, dechová frekvence se zvyšuje, její hodnota může přesáhnout až 100 vdechů za minutu. Objem ventilovaného vzduchu se dále rozděluje na vzduch v mrtvém dýchacím prostoru, vzduch v alveolách a alveolární vzduch. Dalším objemem, který se měří je reziduální objem, to je takový objem vzduchu, který zůstane v plicích po maximálním výdechu. Dále můžeme při zjišťování dechových objemů pozorovat expirační a inspirační rezervní objem. Expirační rezervní objem určuje, kolik vzduchu můžeme ještě vydechnout po maximálním výdechu, tento objem je přibližně 1,1 litru. Inspirační rezervní objem naopak ukazuje, kolik vzduchu lze dále vdechnout po maximálním nádechu, tomu náleží přibližně 2–3 litry vzduchu.

Dechový objem, který nás bude v této bakalářské práci zajímat úplně nejvíce je vitální kapacita plic (VKP). Vitální kapacita se skládá ze tří složek – dechového objemu, expiračního rezervního objemu a inspiračního rezervního objemu. Je to změna v objemu mezi nádechem a výdechem. Vitální kapacita plic není u každého jedince stejná. Závisí na ní věk, pohlaví, výška, hmotnost, objem těla, fyzická zdatnost, zdravotní stav. Čím vyšší vitální kapacita je, tím lépe. Změny ve výsledcích testů vitální kapacity mohou signalizovat nežádoucí změny v těle testovaného. Vitální kapacita plic je jedním z klinických vyšetření sportovců, ale i netréovaných jedinců. Pro její měření se využívá spirometr. Spirometr měří hodnoty FVC, FEV1, PEF.

- FVC – vitální kapacita plic při maximálním výdechu celého objemu plic
- FEV1 – množství vzduchu, které člověk vydechne v první sekundě usilovného výdechu
- PEF – maximální rychlost výdechu



Graf 1 – Grafické znázornění respiračních ukazatelů zdatnosti dýchací soustavy
 (Zdroj: <https://www.enviroexperiment.cz/biologie-stredni-skola/vitalni-kapacita-plic-a-funkcni-test-zdatnosti-dychaci-soustavy>)

2.4.2 Rizika a vliv prostředí

Rizikové faktory pro dýchací soustavu, které můžeme u krasobruslení nalézt, spočívají hlavně v prostředí, ve kterém se tento sport provozuje. Jedná se hlavně o okolní teplotu vzduchu, která může mít na dýchání jedince značnou roli. Na stadionech se okolní teplota v zimním období pohybuje kolem 0–10 stupňů Celsia, v letním období je teplota maximálně 15 stupňů. Studený okolní vzduch a zátěž mohou zaujímat hlavní roli s respiračními problémy krasobruslařek.

Jak vyplývá ze studie Abbottové a Hechtové (2013), které se zabývaly rizikovými faktory u synchronizovaného bruslení. Prostředí, ve kterém se krasobruslení provozuje, tedy zimní stadiony, by mohlo být zdrojem dýchacích obtíží u krasobruslařek. Dle jejich studie si krasobruslařsky po tréninku mohou stěžovat na dušnost, obtíže s dýcháním a může se u nich objevovat kašel. V některých případech se můžou projevit i známky astmatu. Příčinou je zřejmě ledový vzduch, kterému jsou krasobruslařky pravidelně vystavovány, ale také látky, které může v ovzduší zanechávat rolba na úpravu ledové plochy. Ledový vzduch a zvýšená frekvence dýchání při zátěži, může vést ke smrštění průdušek, ledový vzduch může také dýchací cesty vysušovat.

Mannix a spol. (1996) učinili studii o amerických krasobruslařích, u kterých měřili vliv prostředí na pokles vitální kapacity plic a změny při dýchání. Problémy s dýchací soustavou se objevují i u běžné nespportující populace, u sportovců je však prokázáno, že jejich vitální kapacita se může vlivem těžkých tréninků snižovat. Podle nich je tento fakt zapříčiněn studeným prostředím a suchým vzduchem, který vysušuje sliznice

dýchací soustavy a stažení průdušek. Pomocí spirometrie testovali přes sto amerických krasobruslařů, u některých z nich bylo indikováno astma. U všech testovaných se objevil pokles vitální kapacity po zátěži.

Dle Provost-Craigové a spol. (1996) má sport v chladném prostředí za důsledek zúžení průdušek. Hlavním důvodem tohoto jevu je podle studie vysoká zátěž v chladném prostředí. Studie prokázala 30 % výskytu zužování průdušek u sta testovaných bruslařů. Objevily se také případy sípotu a kašle po tréninku. Tento výsledek signalizuje větší potřebu zajímat se tímto problémem a více jej zkoumat. Ne však jen u krasobruslařů, ale u všech sportovních odvětví, prováděných v chladném prostředí.

Dle studie Khana (2012) bylo astma pozorováno u vrcholových sportovců identifikováno vyšší procento výskytu astmatu než u ostatní populace. Ve studii se zabýval také srovnáním sportovců na letních Olympijských hrách a Olympijskými hrami v Naganu 1998. Výsledkem bylo zjištění, že sportovci na zimních Olympijských hrách mají vyšší procento výskytu astmatu, než sportovci, kteří se účastnili letních Olympijských her. 22,4 % ze 196 měřených sportovců přiznalo, že užívá léky na astma, byla u nich zjištěna diagnóza astmatu, nebo obojí.

Wilber a kolektiv (2000) se zaměřili na měření olympijských sportovců z Nagana 1998. Studovali sportovce ze zimních sportů jako je například biatlon, rychlobruslení, běžecké lyžování a krasobruslení. Testy byly prováděny pomocí spirometrie, vždy po zátěži (po 5, 10 a 15 minutách). Hlavním cílem bylo zjišťování výskytu bronchospasmu (zúžení průdušek) u sportovců. Dle jejich studie má chladné počasí vliv na dýchací soustavu sportovců. Ať už vysycháním sliznice dýchacích cest, či na vznik předpokladů pro dýchacích obtíže.

Dle Portera (2013) je bronchospasmus (zužování průdušek) u krasobruslařů běžným jevem. Je to způsobeno chladným okolním vzduchem na stadionech, ve kterém jsou fyzicky zatěžováni. Dále na dýchací cesty působí výpary z rolby, které se do vzduchu mohou uvolňovat (oxid uhelnatý, oxid dusičitý).

3 CÍLE A ÚKOLY

3.1 Cíle

Cílem bakalářské práce bylo 1. porovnat klidové hodnoty usilovné vitální kapacity (FVC) krasobruslařek s děvčaty ve stejném věku; 2. zjistit vliv volné jízdy na změny respiračních funkcí u krasobruslařek v žákovských kategoriích.

3.2 Úkoly

- Literární rešerše
- Nábor probandek
- Sběr dat
- Analýza dat
- Interpretace výsledků
- Vyvození závěrů

3.3 Hypotézy

Hypotéza č. 1 – FVC krasobruslařek se nebude statisticky významně lišit od dívek věnujících se jiným sportům

Hypotéza č. 2 – U vybraných respiračních ukazatelů dojde ke statisticky významným změnám v porovnání s klidovým stavem

4 METODOLOGIE

Bakalářská práce byla realizována jako dvě nezávislé studie. V první studii byla porovnávána klidová FVC krasobruslařek s referenčními hodnotami. V druhé části byla zjišťována závislost FVC/FEV1 při volné jízdě. První část byla realizována jako průřezová studie, druhá část jako kvazi-experiment.

4.1 Studijní vzorek

Do výzkumu pro tuto bakalářskou práci bylo vybráno 20 krasobruslařek ve věku 11–14 let závodící v žakovských kategoriích. Ve skupině se objevily závodnice Českého poháru i Poháru ČKS. Tomuto vzorku byla změřena klidová vitální kapacita plic a pozátěžová vitální kapacita. Ke každé měřené krasobruslařce jsme získali slovní souhlas rodičů i samotných bruslařek. K porovnání s referenčními hodnotami byla použita data získaná v rámci festivalu sportu pro děti „Sportáček“. Práce byla realizována jako součást dlouhodobého projektu se souhlasem Etické komise UK FTVS č. 100/2015 (Příloha č. 1).

4.2 Testování respiračních funkcí

Testování probíhalo v prosinci 2019 na zimním stadionu Nikolajka v klubu KK Stadion Praha a také v pražských Holešovicích v klubu SKK Sparta Praha.

Před samotným měřením pomocí spirometru absolvovaly bruslařky krátkou cca dvacetiminutovou rozcvičku. Ta obsahovala tyto části:

- Zahřátí organismu
- Mobilizace
- Dynamické protažení
- Skoková průprava
- Zopakování choreografie závodních jízd
- Protažení

Rozcvičením rozumíme přípravu hybného systému na další intenzivnější zatížení s důrazem na prevenci poškození pohybového aparátu (Skopová, Zítka a spol., 2013). Pro krasobruslení je velmi důležitá příprava pohybového aparátu na samotnou sportovní

zátěž. Při příchodu na led se jedinec dostane do prostředí s jinou teplotou vzduchu a nedostatečným rozcvičením může docházet k poškození pohybového aparátu.

Po rozcvičení následovala pauza dlouhá 15 minut na převlečení a obutí bruslí. V tuto chvíli bylo zahájeno první měření. Každá z bruslařek obdržela trubičku na foukání se svým identifikačním číslem. Číslem byla opatřena z hygienických důvodů, aby nedošlo k záměně. Veškeré informace o měření a jeho provádění byly podány před zahájením měření.

Bruslařky byly vyzývány podle jejich identifikačního čísla, před samotným měřením byly zjištěny tyto informace, které byly zaneseny do výsledkového archu:

- Věk
- Výška
- Hmotnost

Po vyplnění dotazníku se přistoupilo k samotnému měření vitální kapacity. Každá z bruslařek nasadila svojí foukací trubičku na spirometr. Na nos byl nasazen kolíček pro eliminaci úniku vydechaného vzduchu mimo přístroj. Nyní byly bruslařky připraveny k samotnému experimentu.

Měření bylo zahájeno klidovým rozdýcháním měřené. Následoval maximální nádech, zadržení vzduchu v plicích, obejmutí celé foukací trubičky ústy a prudké, rychlé vydechnutí celého obsahu plic. Na spirometru nás zajímaly tyto hodnoty:

- FVC
- FEV1
- PEF

Toto měření bylo provedeno dvakrát nanečisto, z důvodu ozkoušení měření přístroje, následovala dvě měření, která byla zanesena do archu. Po tomto aktu byly bruslařky vpuštěny na led. Tímto byla naměřena vitální kapacita plic v klidovém stavu.

Na ledě bruslařky začaly postupně jezdit své volné jízdy. Každá z bruslařek obdržela informaci, že okamžitě po dokončení jízdy se má dostavit k dalšímu měření. Měření po jízdě probíhalo stejným principem jako předešlé měření. Bruslařka dostala svojí trubičku na foukání, kolíček na nos a provedla test stejně jako při klidovém měření. Po naměření byla na stopkách změřena 1 minuta, po které následovalo poslední měření.

Všechny hodnoty byly zaneseny do záznamového archu, aby mohly být dále zpracovány.

Kromě výše uvedených respiračních ukazatelů, byl vypočítán ještě FVC index a to tak, že byla FVC dělena BMI. Tímto způsobem byla absolutní hodnota FVC vztažena k tělesným proporcím. FVC index jako relativní ukazatel potom lépe reflektuje reálný stav právě v kontextu s výškou a hmotností jednotlivých sportovkyň. Vzhledem ke statistickým významným rozdílům ve výšce i hmotnosti, lze považovat tento ukazatel za velmi objektivní.



Obrázek 1 – Kompletní sada na měření vitální kapacity plic. Sada obsahuje spirometr (značka CardinalHealth, typ microplus), kolíček na nos, dýchací papírová trubička



Obrázek 2 – Kufřík se sadou na měření vitální kapacity plic, typ microplus

4.3 Náplň volné jízdy

Testované krasobruslařky byly vybrány z kategorií Žačky a Žačky mladší. Některé z bruslařek závodí v Českém poháru, jiné v Poháru ČKS, rozdíl v těchto kategoriích je výkonnostního charakteru. K tomu jsou také přizpůsobené jízdy. Já jsem sledovala u všech bruslařek pouze volné jízdy.

4.3.1 Český pohár

- Žačky: doba jízdy 3:00 min. +/- 10 sekund
 - 6 skokových prvků (maximálně 2 kombinace nebo sekvence skoků, skok Axelového typu)
 - 2 piruety (kombinovaná pirueta se změnou nohy, pirueta se skokem nebo začínající skokem v jedné pozici se změnou nohy)
 - 1 kroková sekvence
- Žačky mladší: doba jízdy 3:00 min +/- 10 sekund
 - 6 skokových prvků (maximálně 2 kombinace nebo sekvence skoků, skok Axelového typu)
 - 2 piruety (kombinovaná pirueta se změnou nohy, pirueta začínající skokem v jedné pozici se změnou nohy)
 - 1 kroková sekvence

4.3.2 Pohár ČKS

- Žačky: doba jízdy 2:30 +/- 10 sekund
 - 6 skokových prvků (z dvojitých pouze Salchow, Toe-loop, Rittberger, skok Axelového typu, maximálně jedna skoková kombinace)
 - 2 piruety (kombinovaná pirueta se změnou nohy, pirueta bez změny pozice a nohy)
 - 1 kroková sekvence
 - 1 choreografická sekvence
- Žačky mladší: doba jízdy 2:15 +/- 10 sekund
 - 5 různých jednoduchých skokových prvků (může být zařazen Axel, 1 kombinace)
 - 2 piruety (kombinovaná pirueta bez změny nohy, bez změny pozice a bez změny nohy)
 - 1 kroková sekvence
 - 1 choreografická sekvence

4.4 Analýza dat

V rámci analýzy dat byla testována normalita rozdělení dat pomocí Kolmogorovova-Smirnovova testu. Vzhledem k tomu, že u většiny proměnných byla zamítnuta hypotéza o tom, že data pochází ze základního souboru s normálním rozdělením, byly k analýzám dat použity neparametrické metody. V rámci samotné analýzy byly vypočítány mediány a mezikvartilové rozpětí (IQR) pro každou proměnnou. Rozdíly mezi krasobruslařkami a ostatními děvčaty byly testovány pomocí Kruskal-Wallisova testu, pro post-hoc analýzu byl použit Mann-Whitney U test s Bonferroniho korekcí, kde standardní hladina významnosti α je dělena počtem porovnávání $0,05/10 = 0,005$, za statisticky významný byl potom považován takový výsledek kde $p < 0,005$. Vzhledem k tomu, že u proměnné FVC index nebyla zamítnuta hypotéza o normálním rozdělení, byl vypočítán nestandardizovaný koeficient Beta (B) pomocí generalizovaného lineárního modelu pro lepší odhad závislosti velikosti FVC indexu na jednotlivá sportovní odvětví v kontextu s krasobruslením. Model byl upraven pro výšku a věk. Velikost B nám říká, o kolik se zvýší či sníží FVC index při změně z kategorie krasobruslení na jiný sport. Pro testování rozdílů mezi klidovými hodnotami respiračních ukazatelů byl použit Friedmanův test pro opakovaná měření. Pro post-hoc analýzu byl použit Wilcoxonův test s Bonferroniho korekcí kde hladina významnosti $\alpha = 0,05/3 = 0,016$ po korekci $p < 0,016$. Kromě toho byly pro lepší přehlednost vytvořeny grafy pro každou proměnnou zvlášť. Všechny výpočty byly uskutečněny pomocí statistického programu IBM SPSS Statistics 24.

5 VÝSLEDKY

5.1 Porovnání naměřených dat a dat z festivalu sportu „Sport’áček“

Tabulka 2 – Porovnání naměřených hodnot krasobruslařek a ostatními sporty

n = 141	Krasobruslení n = 20	Nesportující n = 21	Ostatní EK sporty n = 39	Sportovní hry n = 22	Ostatní sporty n = 39	p hodnota
Věk (roky)	12 (1)	12 (2)	12 (2)	11,5 (1)	12 (2)	0,465
Výška (m)	1,50 (0,1)	1,58 (0,1)	1,52 (0,14)	1,56 (0,14)	1,59 (0,12)	0,001 ^d
Hmotnost (kg)	39,0 (8,3)	48,5 (9,7)	41,4 (13,4)	44,2 (12,8)	46,7 (11,9)	0,003 ^{a, d}
BMI (kg/m ²)	17,6 (2,6)	19,4 (3,2)	17,8 (3,2)	17,9 (3,0)	18,9 (2,3)	0,067
FVC (l)	1,7 (0,9)	2,6 (0,7)	2,3 (0,9)	2,7 (0,7)	2,7 (0,9)	< 0,001 ^{a, b, c, d}
FVC index (l/kg/cm ²)	0,10 (0,05)	0,13 (0,02)	0,13 (0,04)	0,15 (0,04)	0,14 (0,05)	< 0,001 ^{b, c, d}

Poznámka: hodnoty jsou uvedeny medián a (IQR); rozdíly byly testovány pomocí Kruskal-Wallisova testu, pro post-hoc analýzu byl použit Mann-Whitney U test s Bonferroniho korekcí $\alpha = 0,05/10 = 0,005$ po korekci $p < 0,005$.

^aKrasobruslení x nesportující
^bKrasobruslení x ostatní EK sporty
^cKrasobruslení x sportovní hry
^dKrasobruslení x ostatní sporty

V **Tabulka 2** jsou uvedeny střední hodnoty pro věk, základní antropometrické ukazatele a FVC a FVC index dívek rozdělených podle jejich sportovního zaměření. Celkový počet účastnic je 141.

Věk dívek napříč skupinami se statisticky významně neliší ($p = 0,465$), střední hodnota je téměř u všech skupin 12. Pouze medián dívek ze skupiny Sportovní hry se rovná 11,5. Grafické znázornění distribuce věku dívek v jednotlivých skupinách je uvedeno v **Graf 2**.

Další měřenou hodnotou byla výška testovaných. Zde můžeme vidět, že krasobruslařky byly v porovnání s ostatními skupinami nižší. Statisticky významně však byly nižší pouze v porovnání s dívkami ze skupiny Ostatní sporty, kde medián byl 159 centimetrů, zatímco medián výšky krasobruslařek měl hodnotu pouhých 150 centimetrů. Jak je vidět i z grafického znázornění rozložení výšky v jednotlivých skupinách, kromě jedné dívky byla výška u krasobruslařek velmi podobná a pohybovala se v úzkém rozmezí v porovnání s ostatními (**Graf 3**).

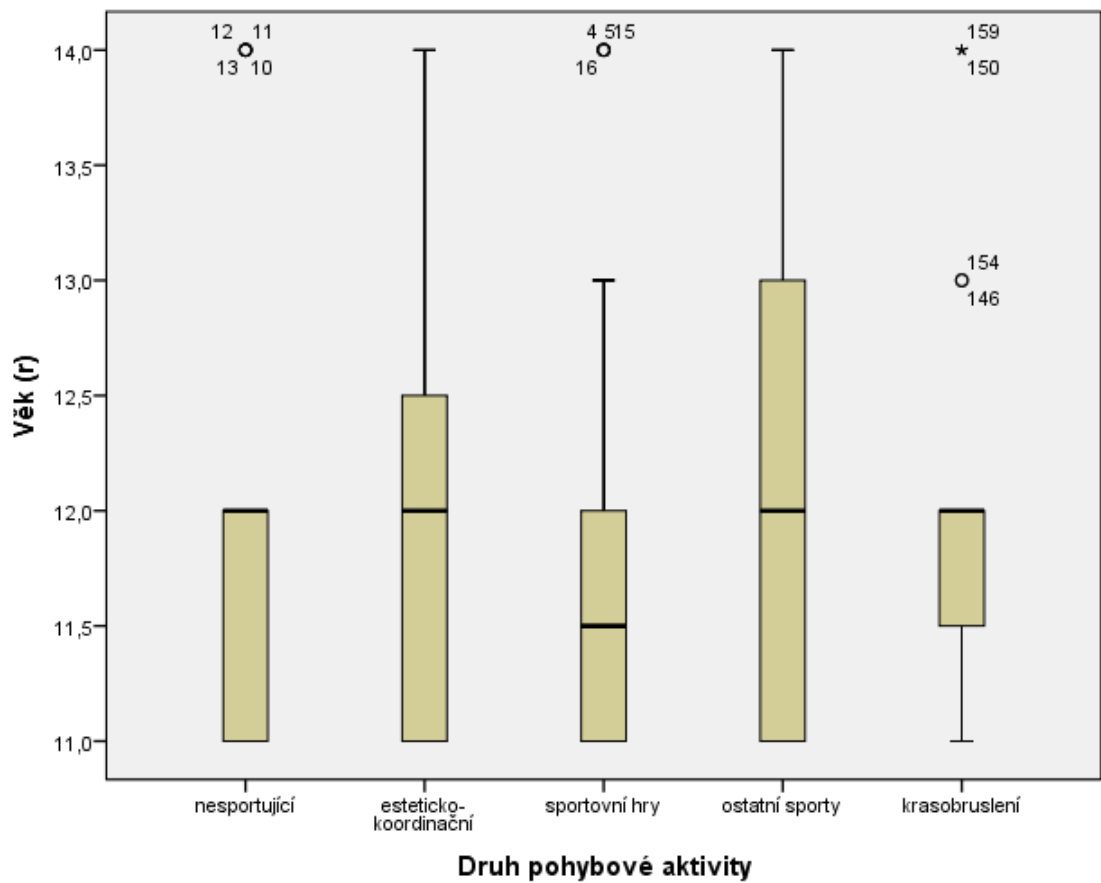
Následující měřenou hodnotou je hmotnost měřených dívek. Naměřené hodnoty ukázaly, že krasobruslařky jsou v prostřední hodnotě mezi skupinami nejlehčí. Nejvyšší statistickou odlišnost mezi krasobruslařkami a ostatními skupinami můžeme pozorovat

u skupiny nesportujících a ostatních sportů. V **Graf 4** můžeme pozorovat grafické znázornění hmotností všech měřených dívek.

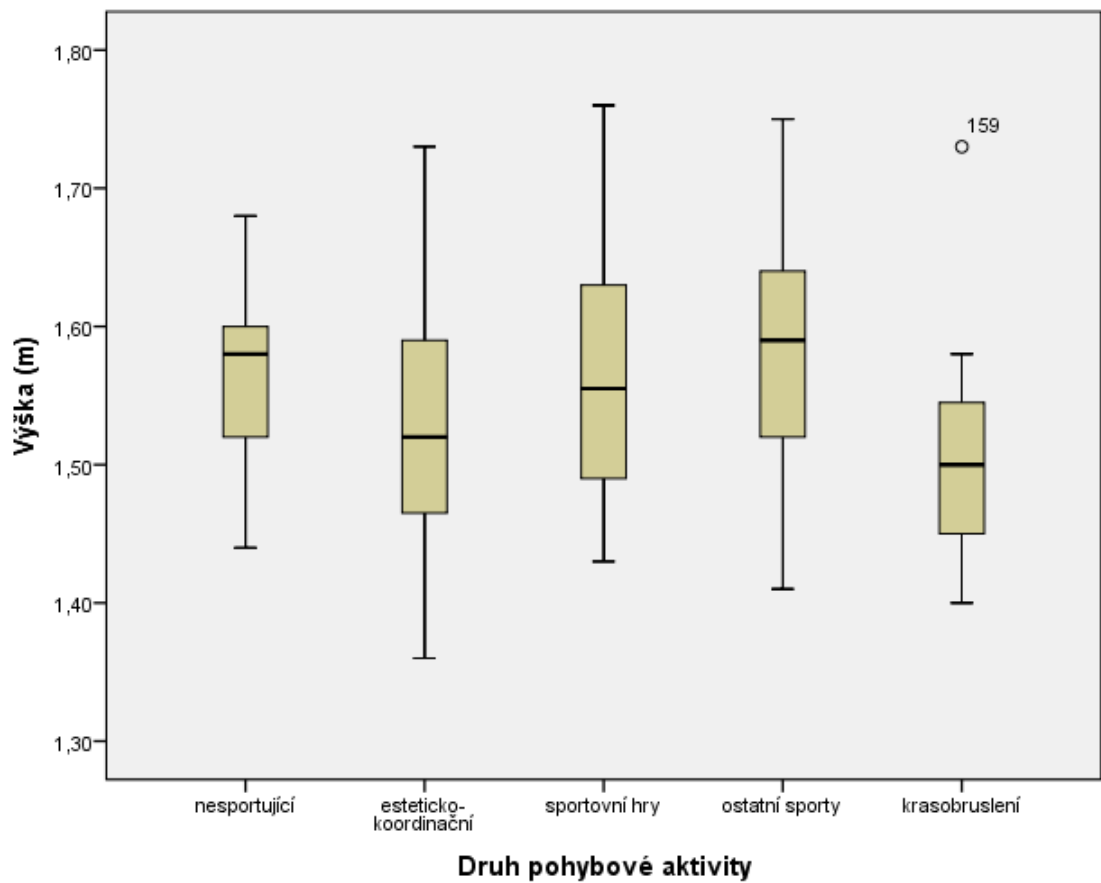
U dívek byla také měřena hodnota BMI, tedy body mass indexu. V **Tabulka 2** můžeme pozorovat, že nejnižší hodnota BMI byla v mediánu naměřena u skupiny krasobruslařek. Dle p hodnoty však můžeme zjistit, že hodnoty se mezi sebou nijak významně statisticky neliší. Grafické znázornění naměřených hodnot můžeme pozorovat v **Graf 5**.

Vitální kapacita plic, kterou můžeme opět sledovat v **Tabulka 2**, vyšla jako hodnota, u které se krasobruslařky významně liší od všech ostatních skupin. Jejich FVC vyšlo v prostřední hodnotě jako úplně nejnižší. Tento výsledek nám potvrdí **Graf 6**.

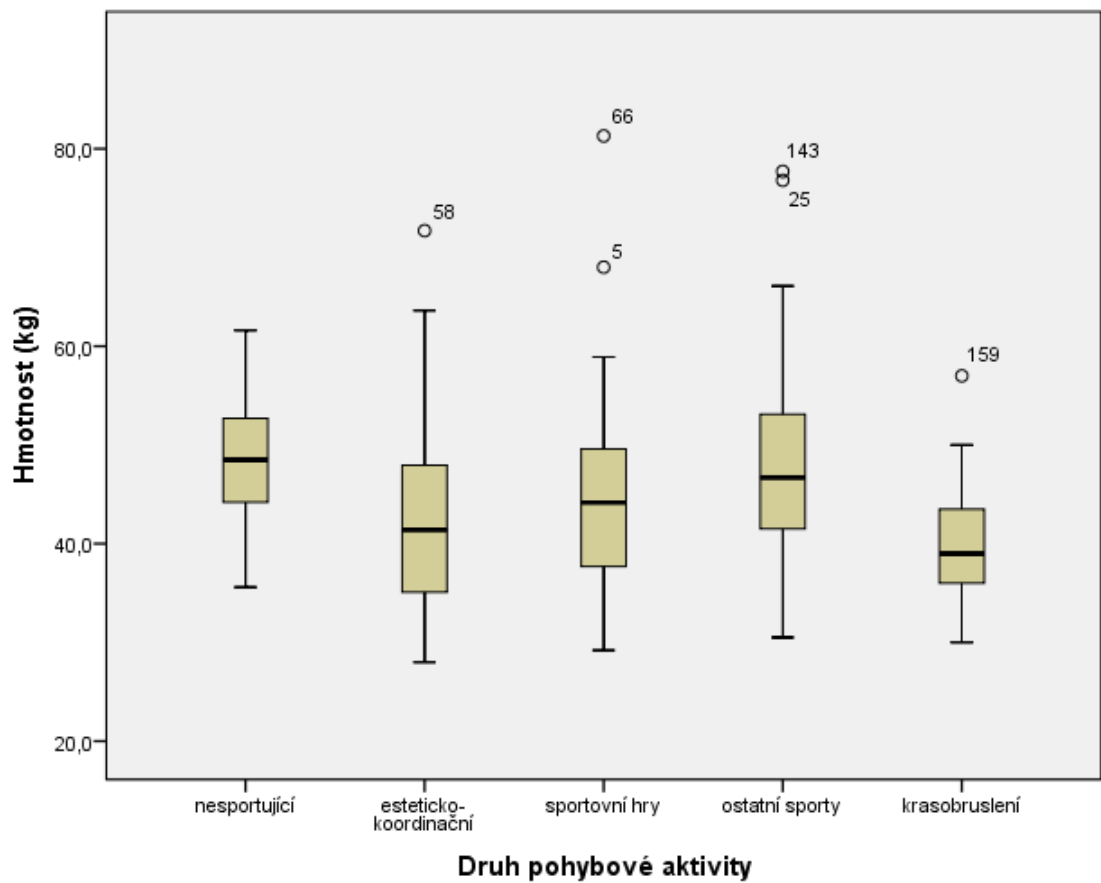
Poslední měřenou hodnotou v **Tabulka 2** se stal FVC index. V tabulce můžeme pozorovat, že významná odlišnost krasobruslařek s ostatními skupinami, byla v prostředních hodnotách naměřena u ostatních EK sportů, sportovních her a ostatních sportů. Hodnoty můžeme pozorovat v **Graf 7**.



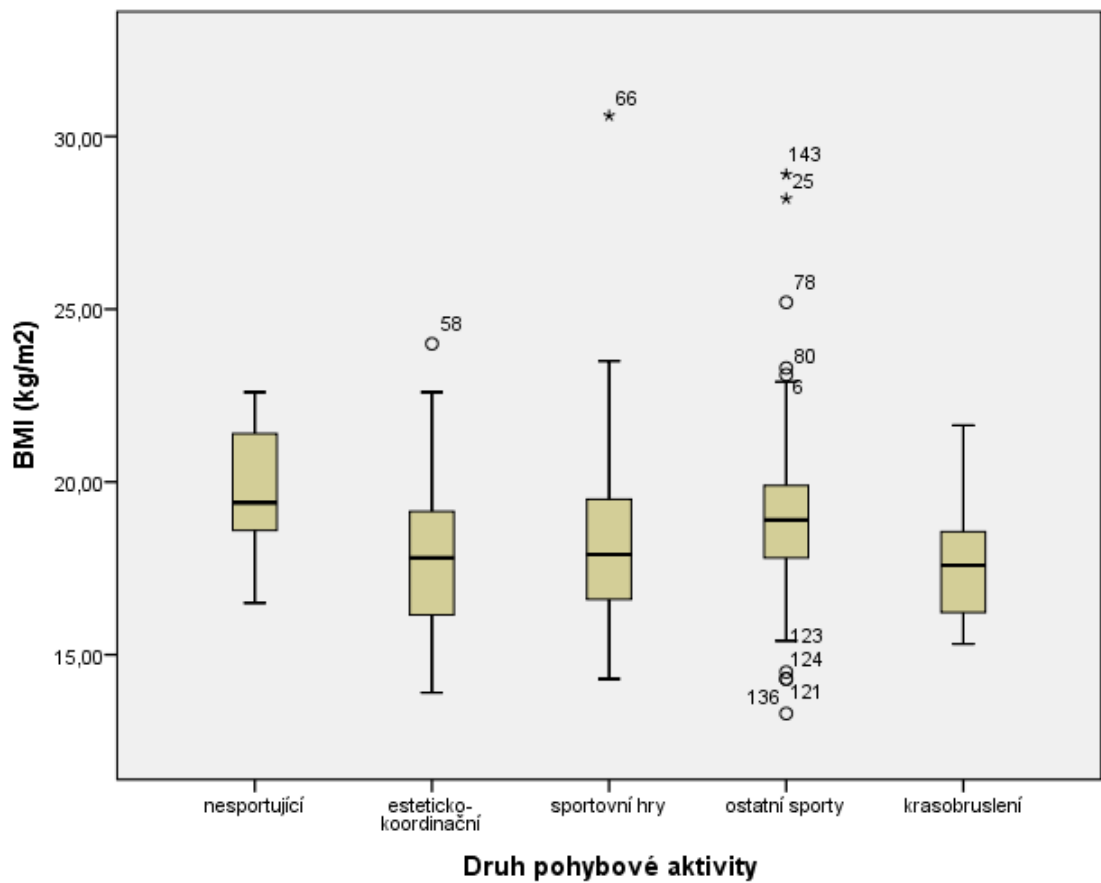
Graf 2 – Distribuce věku dívek v jednotlivých skupinách. Střední hodnota v měřených skupinách se nijak významně neliší



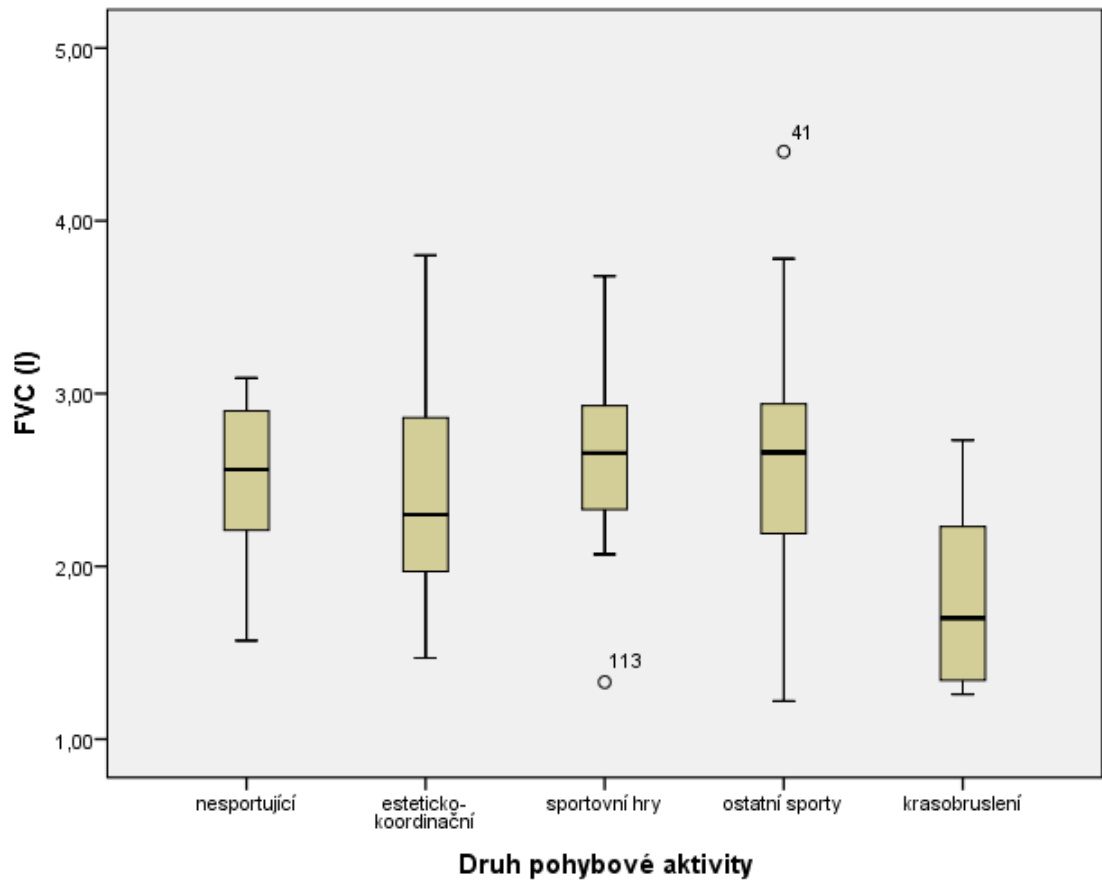
Graf 3 – Distribuce výšky dívek v jednotlivých skupinách. Skupina krasobruslařek se statisticky liší u skupiny ostatních sportů



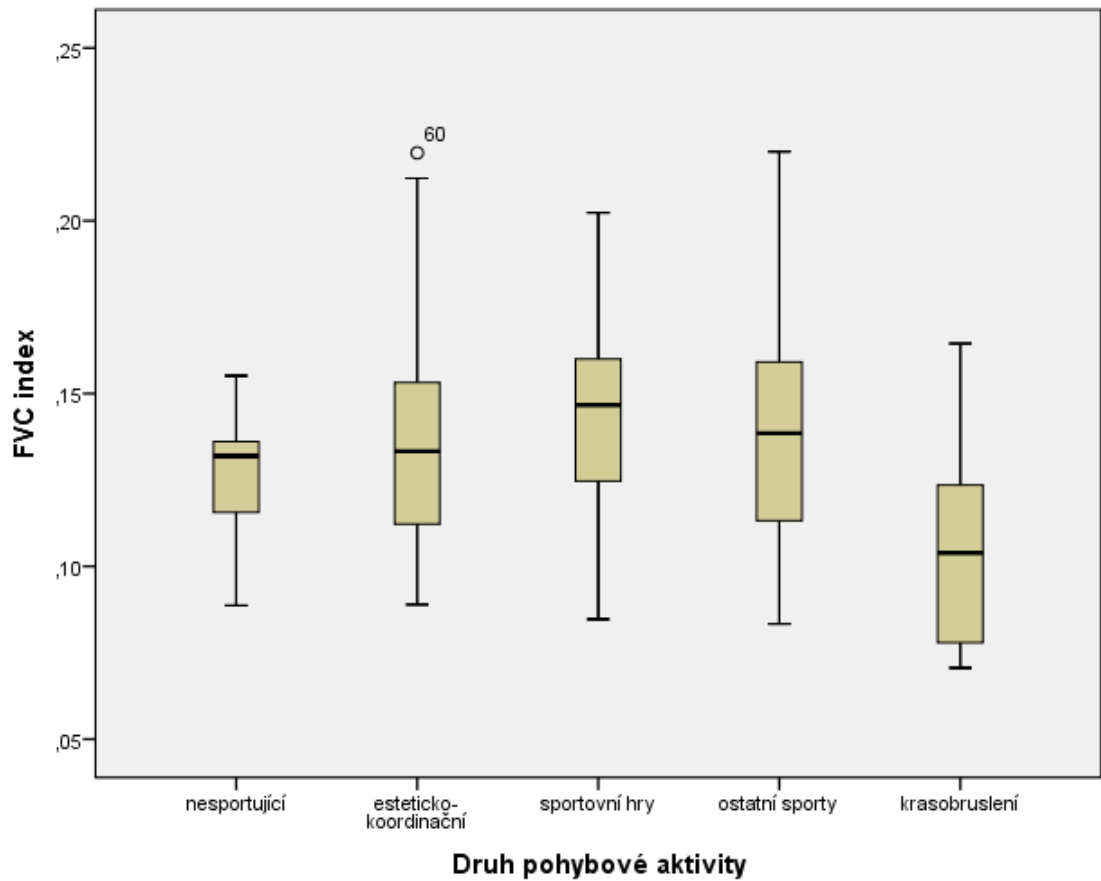
Graf 4 – Distribuce hmotnosti dívek v jednotlivých skupinách. Medián skupiny krasobruslařek se statisticky liší se skupinou nesportujících a sportovních her



Graf 5 – Distribuce BMI dívek v jednotlivých skupinách. Medián v měřených skupinách se nijak významně neliší



Graf 6 – Distribuce vitální kapacity plic dívek v jednotlivých skupinách. Medián skupiny krasobruslařek se statisticky liší se všemi ostatními hodnotami mediánu



Graf 7 – Distribuce FVC indexu dívek v jednotlivých skupinách. Medián skupiny krasobruslařek se liší se skupinou ostatních EK sportů, sportovních her a ostatních sportů

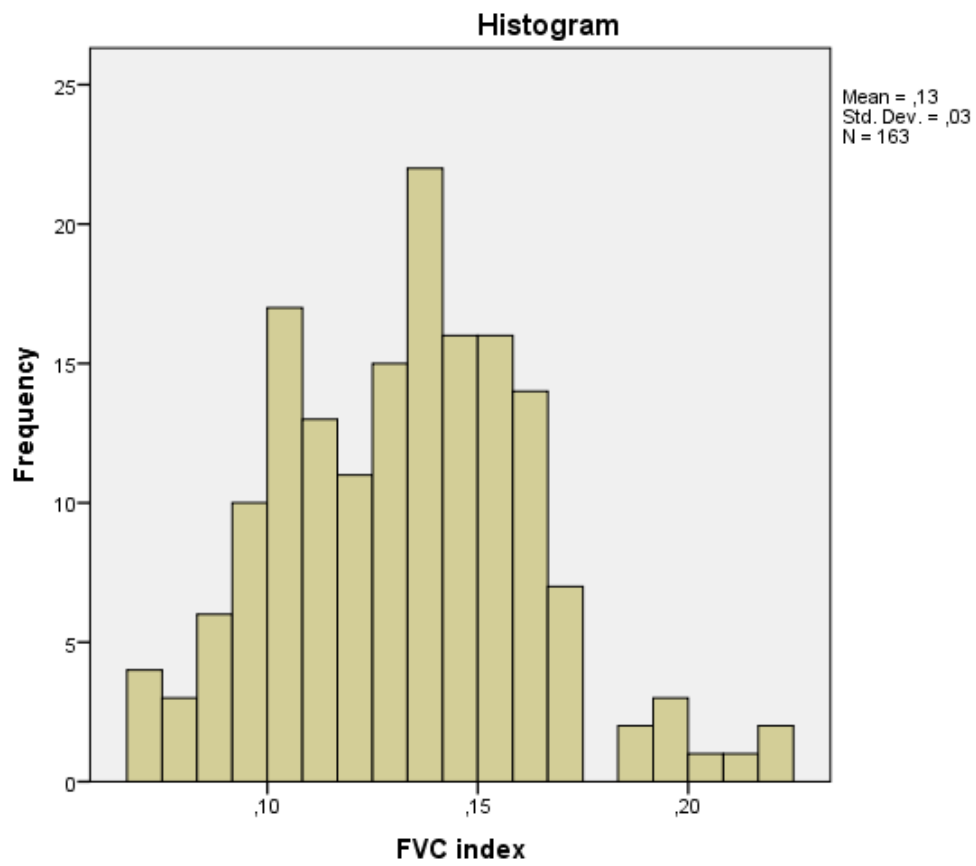
5.2 Regresivní analýza (závislost na sportu)

Tabulka 3 – Regresivní analýza naměřených dat

	B	95 % Wald interval spolehlivosti		p hodnota
		Dolní interval	Horní interval	
Ostatní EK sporty	0,027	0,014	0,041	< 0,001
Sportovní hry	0,031	0,016	0,047	< 0,001
Ostatní sporty	0,022	0,009	0,035	0,001
Nesportující	0,014	-0,002	0,029	0,084
Krasobruslení	0 ^a			
Výška	0,150	0,102	0,198	< 0,001

Poznámka: ^areferenční kategorie; B = nestandardizovaný koeficient Beta

V **Tabulka 3** můžeme pozorovat, jak se mění vitální kapacita plic v závislosti na sportu. V tabulce můžeme pozorovat, že nejvíce statisticky významná je p hodnota u ostatních esteticko-koordinačních sportů a sportovních her. FVC index vykazuje normální rozdělení, jak je patrné z **Graf 8**.



Graf 8 – Rozložení četností výkonů pro FVC index

5.3 Hodnoty naměřené u krasobruslařek

Tabulka 4 – Hodnoty klidové vitální kapacity u skupiny krasobruslařek

	Klidové FVC	FVC bezprostředně po jždě	FVC minutu po jždě	p hodnota
1	1,70 (0,9)	1,92 (0,7)	1,89 (0,9)	0,580

Poznámka: hodnoty jsou uvedeny medián a (IQR); rozdíly byly testovány pomocí Friedmanova testu, pro post-hoc analýzu byl použit Wilcoxonův test s Bonferroniho korekcí $\alpha = 0,05/3 = 0,016$ po korekci $p < 0,016$.
aKlidová x bezprostředně po jždě
bKlidová x minutu po jždě
cBezprostředně po jždě x minutu po jždě

Tabulka 4 se zabývá mediánem naměřené vitální kapacity plic u dvaceti měřených krasobruslařek. Můžeme pozorovat, že p hodnota nepoukazuje na statisticky podstatné odlišnosti v mediánech u klidové FVC, FVC bezprostředně po výkonu a následnému měření za minutu po zátěži. Hodnota klidové vitální kapacity je ve střední hodnotě nižší než zbylé hodnoty. Po zátěži se FVC zvedla, po krátkodobé regeneraci opět klesla. FVC je naměřena v litrech (l). Grafické znázornění vitální kapacity plic krasobruslařek můžeme pozorovat v **Graf 9**.

Tabulka 5 – Hodnoty vzduchu vydechnutého v první sekundě měření

	Klidové FEV ₁	FEV ₁ bezprostředně po jždě	FEV ₁ minutu po jždě	p hodnota
1	1,70 (0,9)	1,92 (0,7)	1,82 (0,8)	0,042

Poznámka: hodnoty jsou uvedeny medián a (IQR); rozdíly byly testovány pomocí Friedmanova testu, pro post-hoc analýzu byl použit Wilcoxonův test s Bonferroniho korekcí $\alpha = 0,05/3 = 0,016$ po korekci $p < 0,016$.
aKlidová x bezprostředně po jždě
bKlidová x minutu po jždě
cBezprostředně po jždě x minutu po jždě

Tabulka 5 znázorňuje množstvím vzduchu, které měřený vydechl do spirometru v první sekundě testu. P hodnota opět nevykazuje statisticky významné odlišnosti mezi prostředními hodnotami. V **Graf 10** můžeme pozorovat grafické znázornění těchto hodnot. Hodnoty jsou opět v klidovém režimu nejnižší, pozátěžové měření zvýšilo vydechnutý vzduch v první sekundě a po další minutě už FEV₁ opět klesla. Jednotky, ve kterých byl tento údaj naměřen, jsou litry (l).

Tabulka 6 – Maximální rychlost vydechovaného vzduchu

	Klidové PEF	PEF bezprostředně po jízdě	PEF minutu po jízdě	p hodnota
l/min	4,37 (1,8)	4,55 (1,8)	4,29 (1,3)	0,086

Poznámka: hodnoty jsou uvedeny medián a (IQR); rozdíly byly testovány pomocí Friedmanova testu, pro post-hoc analýzu byl použit Wilcoxonův test s Bonferroniho korekcí $\alpha = 0,05/3 = 0,016$ po korekci $p < 0,016$.
aKlidová x bezprostředně po jízdě
bKlidová x minutu po jízdě
cBezprostředně po jízdě x minutu po jízdě

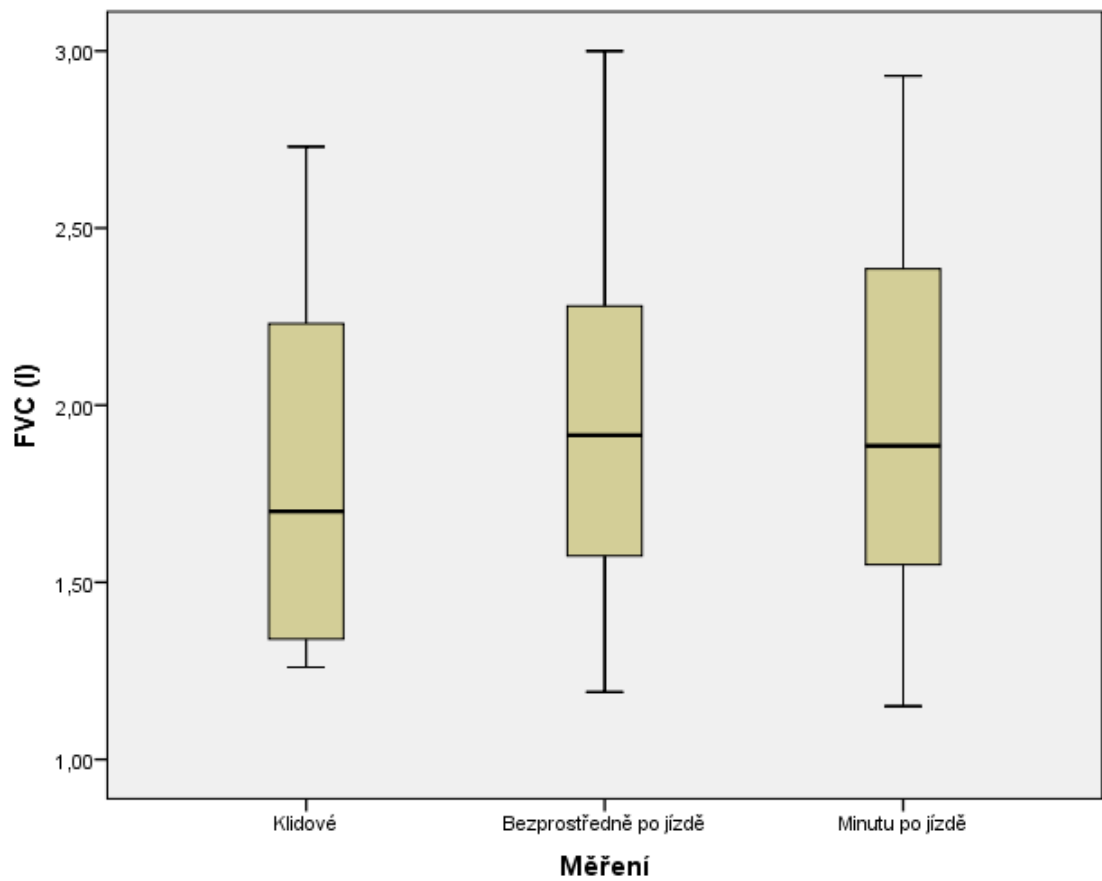
Tabulka 6 představuje medián naměřených hodnot maximální rychlosti výdechu do spirometru. Zde se hodnoty mediánů opět nijak významně statisticky neliší. Můžeme pozorovat menší zvýšení hodnot bezprostředně po zátěži. Po posledním měření se PEF snížilo, avšak zůstalo vyšší než v klidovém měření. Maximální rychlost výdechu byla měřena v litrech za minutu (l/min). **Graf 11** tyto hodnoty znázorňuje graficky.

Tabulka 7 – Hodnoty Tiffeneaova indexu u krasobruslařek

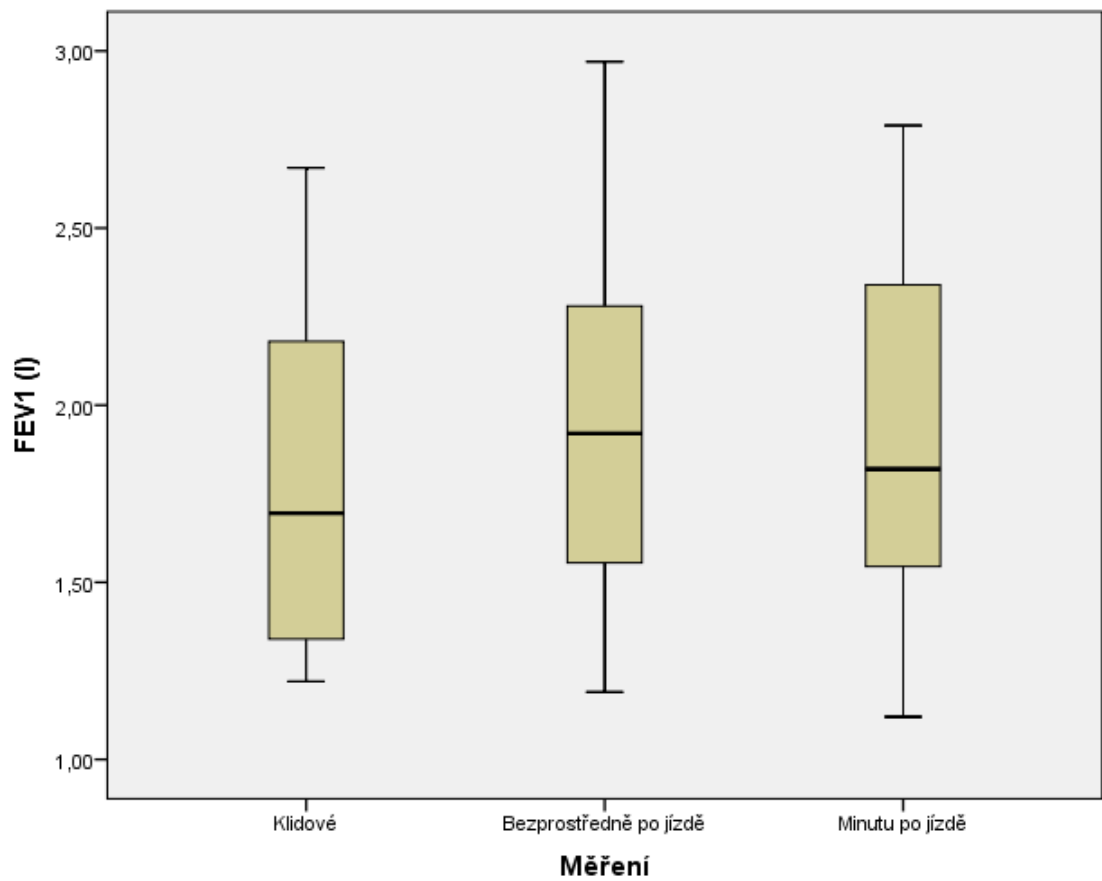
	Klidové Tiffeneaův index	Tiffeneaův index bezprostředně po jízdě	Tiffeneaův index minutu po jízdě	p hodnota
%	98,6 (3,1)	100 (1,7)	99,1 (2,5)	0,071

Poznámka: hodnoty jsou uvedeny medián a (IQR); rozdíly byly testovány pomocí Friedmanova testu, pro post-hoc analýzu byl použit Wilcoxonův test s Bonferroniho korekcí $\alpha = 0,05/3 = 0,016$ po korekci $p < 0,016$.
aKlidová x bezprostředně po jízdě
bKlidová x minutu po jízdě
cBezprostředně po jízdě x minutu po jízdě

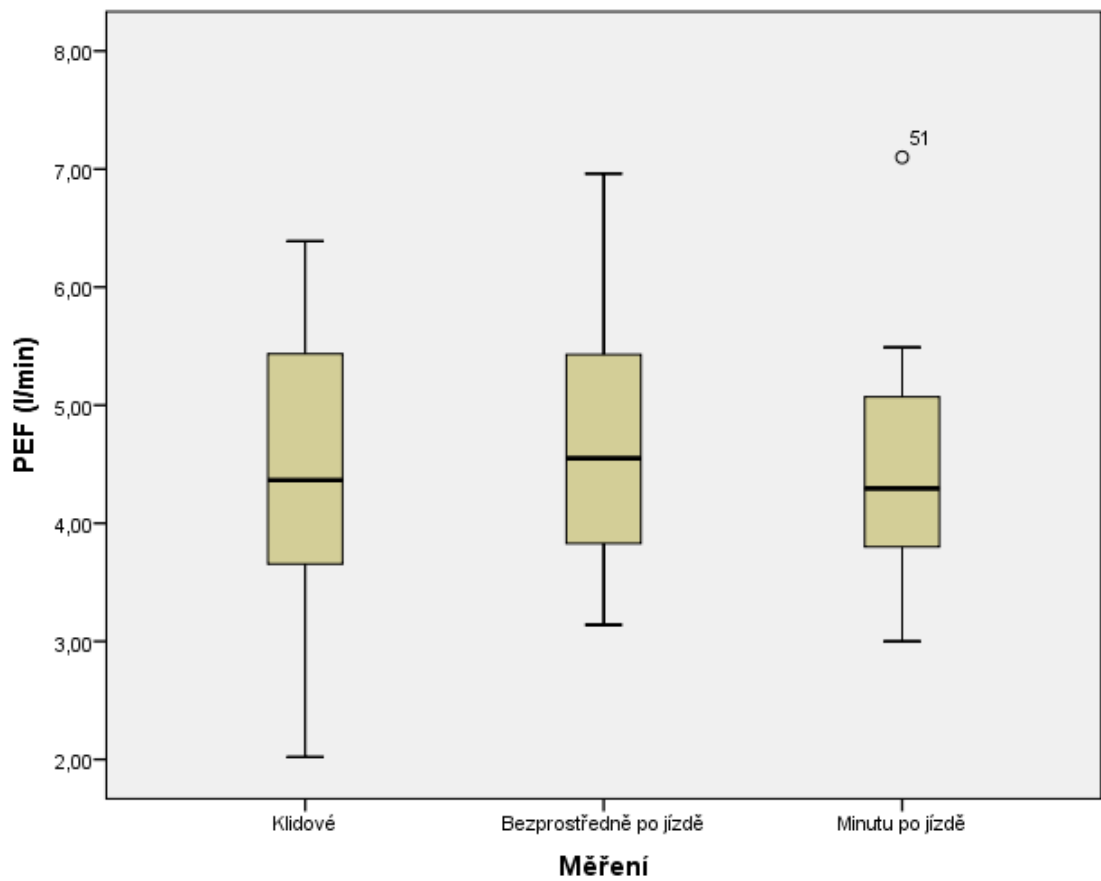
Tabulka 7 znázorňuje Tiffeneaův index, který je podílem mezi vitální kapacitou a množstvím vydechnutého vzduchu v první sekundě výdechu. **Graf 12** znázorňuje Tiffeneaův index graficky. P hodnota byla naměřena 0,071, to znamená, že se hodnoty mediánu nijak významně neliší. Opět můžeme sledovat vzestupnou tendenci Tiffeneaova indexu bezprostředně po zátěži. Po další minutě hodnota nepatrně klesla, ale stále se držela v podobné hladině. Tyto hodnoty byly měřeny v procentech (%).



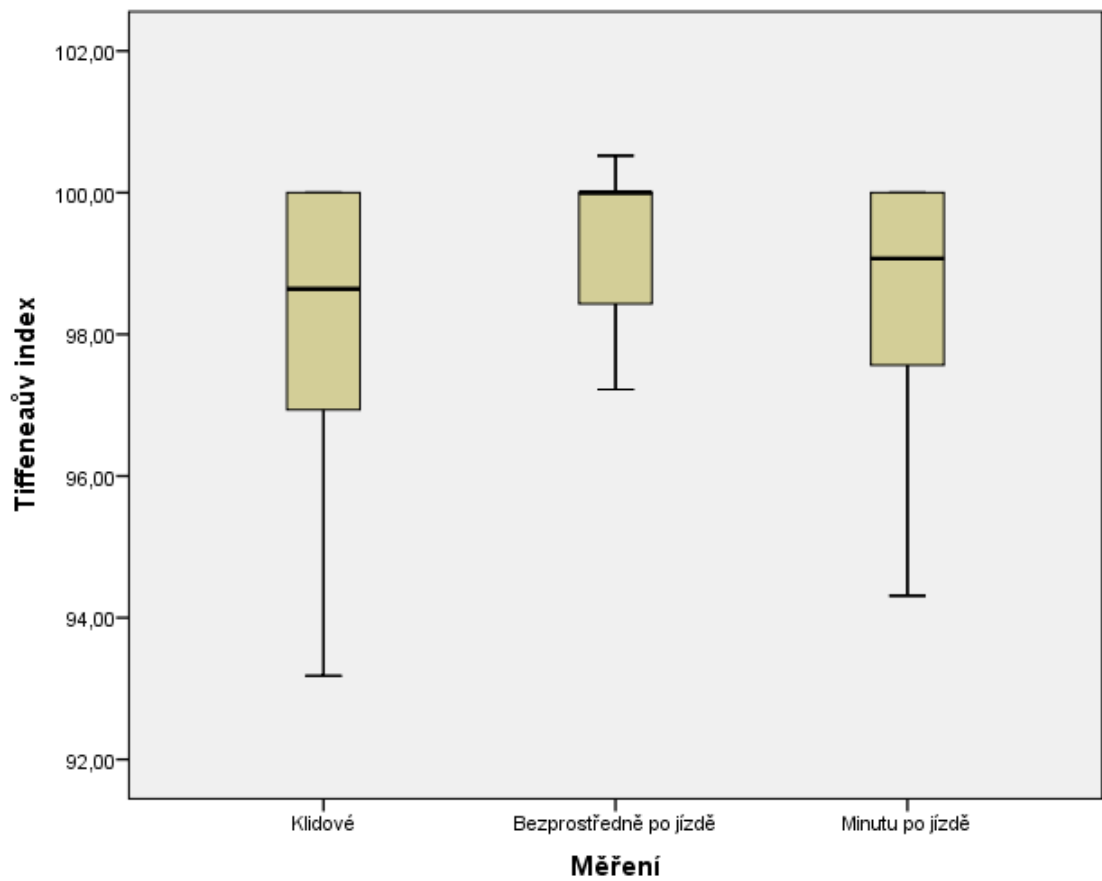
Graf 9 – Distribuce změn vitální kapacity plic u skupiny krasobruslařek. Hodnoty se nijak významně statisticky neliší



Graf 10 – Distribuce změn vzduchu vydechnutého do v první sekundě měření.
 Hodnoty se mírně liší, avšak nijak statisticky významně



Graf 11 – Distribuce změn maximální rychlosti výdechu u skupiny krasobruslařek. Hodnoty mediánů se od sebe nijak významně statisticky neliší



Graf 12 – Distribuce změn Tiffeneova indexu u skupiny krasobruslařek. Hodnoty se nijak výrazně statisticky nezměnily

6 DISKUZE

Při porovnání naměřených hodnot vitální kapacity u krasobruslařek a ostatních sportů, které byly použity z naměřených hodnot na festivalu „Sport’áček“, bylo zjištěno, že vitální kapacita plic u krasobruslařek žákovských kategorií je výrazně nižší než u ostatních sportovních odvětví, dokonce i u skupiny nesportujících dětí byla kapacita vyšší. Otázkou tedy zůstává, proč tomu tak je. Krasobruslení se provozuje na zimních stadionech, které mají v zimě i v létě poměrně stálou teplotu kolem 5–10 stupňů, studený vzduch, který krasobruslařky při zátěži vdechují, může působit na kvalitu ventilace vzduchu.

Měřením se prokázalo, že výzkum, který provedla Abbottová a Hechtová (2013) může opravdu prokazovat náchylnost krasobruslařek na dýchací problémy. Měření, která byla provedena, ukázala, že krasobruslařky mají opravdu viditelně nižší vitální kapacitu plic, než děti z ostatních sportovních odvětví. Vina se může přikládat nízké teplotě a studenému vzduchu, ale také tomu, že rolby zanechávají v ovzduší látky, které dráždí dýchací cesty. Bruslařky mohou po tréninku opravdu vykazovat příznaky podráždění dýchací soustavy.

Studie dle Khana (2012) potvrzuje, že vrcholový sportovci mají větší náchylnost na dýchací potíže, zejména na astma. Khan zjistil, že sportovci, kteří startují na zimních Olympijských hrách, mají větší procento obtíží než sportovci na letních Olympijských hrách. To potvrzuje, proč vyšly u krasobruslení tak neuspokojivé výsledky vitální kapacity plic. Chladný okolní vzduch má zřejmě doopravdy vliv na potíže s dýcháním. Věková hranice na Olympijských hrách je u krasobruslení 15 let, takže se může kvalifikovat sportovkyně, která není o mnoho starší než krasobruslařky měřené v této práci. Rozdíly mezi hodnotami by měly být vyšší hlavně z hlediska výkonnosti, dýchací obtíže se však vlivem prostředí mohou objevit jak u testovaných v tomto výzkumu, tak u olympijských sportovkyň.

Tato bakalářská práce se sice nezabývá výhradně výskytem astmatu u krasobruslařů, nicméně zjištěné hodnoty mohou potvrdit tvrzení, že ledové prostředí a suchý vzduch, který mohou doprovázet nežádoucí zplodiny z rolby či chladících zařízení, nepůsobí na dýchací cesty bruslařů prospěšně.

Dalším důvodem, který mohl mít vliv na výsledek měření je somatotyp krasobruslařek. Při zjišťování tělesné výšky a hmotnosti bylo zjištěno, že krasobruslařky jsou v prostředních hodnotách, až na jisté výjimky, nejnižší a nejlehčí. Což znamená, že jejich tělesná konstituce nevyžaduje a hlavně ani nemůže obsáhnout stejnou kapacitu vzduchu jako ostatní, vyšší a hmotnější probandi. Ideální stavba těla je pro krasobruslení malá, lehká a útlá postava. Menší procento svalové hmoty, než je například u hráčů sportovních her, má za důsledek nižší potřebu kyslíku ve svalech.

Dle Kroulíkové (2013), která se ve své diplomové práci zabývala tělesným složením krasobruslařek, tedy také somatotypem krasobruslařek došla k závěru, že v krasobruslení převažuje somatotyp mezomorfní endomorf.

Dle Mourka (2012) se počet nádechů v klidovém stavu pohybuje kolem 16–17 za minutu. Jelikož je organismus v klidu, není potřeba zvýšená ventilace vzduchu. První měření bylo provedeno po krátké rozcvičce, v šatně, kde měla děvčata čas na převlečení. Proto klidová vitální kapacita vyšla jako nejnižší hodnota měření. Pokud se organismus dostane do fyzické zátěže, ventilace vzduchu se musí zvýšit, dle Mourka (2012) se může počet nádechů zvýšit až na 100 vdechů za minutu. To potvrzuje hodnoty, které byly při měření zjištěny, hned po zátěži byly hodnoty vitální kapacity nejvyšší. Třetí, poslední měření nastalo po minutě od dokončení jízdy, celou minutu krasobruslařky stály u mantinelu, takže měly čas na krátkou regeneraci. Vitální kapacita opět klesla, ne však na stejnou úroveň jako klidová vitální kapacita.

Limitujícím faktorem tohoto měření může být například věk u měřených krasobruslařek (11–14 let). Všechny krasobruslařky byly seznámeny s používáním spirometru, a jak mají vydechovat do přístroje. Všechny dostaly možnost si zkusit měření nanečisto, aby byly výsledky co nejpřesnější. Samozřejmě však nelze s jistotou říct, že i přes tato opatření se všechny pokusy měření zdařily na sto procent. Ve výsledku se však dá říci, že i tento limitující faktor neměl zásadní vliv na měření a výsledky, které byly získány, proto se mohou brát jako prokazatelné.

Dalším limitujícím faktorem v měření by mohla být výkonnost měřené závodnice. V měřené skupině byly dívky rozděleny podle věku, jejich výkonnost se samozřejmě alespoň minimálně lišila. Čím těžší prvky má závodnice ve své jízdě, tím náročnější je jízda pro dýchací soustavu. Dle informací z Českého krasobruslařského svazu bylo

zjištěno, že délka jízdy bruslařek se pohybovala od 2:15 do 3:00 +/-10 sekund. Tento fakt může mít také vliv na naměřené hodnoty.

Limitující faktor, který není na první pohled tak viditelný, je vnitřní rozpoložení závodnic. Psychické faktory či nemoc mohou v organismu nastolit různé i fyziologické změny. Ať už nervozita z měření, tak osobní potíže či nemoc. Před měřením byli rodiče a měřené dotazováni, zda neprodělávají nebo neprodělaly nějaké onemocnění, ale nelze s jistotou určit, zda byl organismus při měření v perfektní kondici.

7 ZÁVĚR

Práce s vitální kapacitou plic a jejím zlepšením by se dle zjištěných faktů měla více objevovat v tréninkovém cyklu krasobruslařů, vyplývá to z naměřených výsledků, které byly v této práci zjištěny. První bod, který by mohl zlepšit vitální kapacitu, je cvičení v přírodě na čerstvém vzduchu jako jsou například letní soustředění v přírodě, zaměřená pouze na suchou přípravu mimo led. Dalším vhodným tréninkem pro zvýšení vitální kapacity a dostatečné využití kyslíku by se mohly stát různé aerobní aktivity, například jízda na kole, běh či plavání. Jsou to další možnosti, jak pojmout přípravu mimo led. Pobyty v přírodě by se daly zařadit spíše do období mimo sezónu, například v čase letních prázdnin. V průběhu sezóny je obtížnější tyto pobyty uskutečnit, ale trénink vitální kapacity se dá pojmout různě. Velmi dobré by mohlo být například zařazení dechových cvičení, aby bruslaři věděli, jak dýchat správně při zátěži i v klidu. Další možností je zařazení jógy do tréninkového programu, která se zabývá lehkým protahováním, koordinací a soustředěním na dech. Zlepšení vitální kapacity by mělo mít kladný dopad jak na zdraví jedince, tak na výkonnost a výsledky bruslařů.

SEZNAM ZKRATEK

BMI – body mass index

BZK – bruslařský závodní klub

ČKS – Český krasobruslařský svaz

ČR – Česká republika

DVH – dolní věková hranice

EK sporty – esteticko-koordinační sporty

FEV1 – vydechnutý vzduch v první sekundě měření

FVC – usilovná vitální kapacita

HVH – horní věková hranice

ISU – International Skating Union

KK – krasobruslařský klub

Lat. – latinsky

MČR – Mistrovství České republiky

Mm – musculi

OBO – hodnocení v krasobruslení

PEF – maximální rychlost výdechu

SKK – sportovní krasobruslařský klub

Tj. – to jest

Tzv. – takzvaný

VKP – vitální kapacita plic

ZOH – Zimní Olympijské hry

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Rozdělení dle věkových kategorií

Tabulka 2 – Porovnání naměřených hodnot krasobruslařek a ostatními sporty

Tabulka 3 – Regresivní analýza naměřených dat

Tabulka 4 – Hodnoty klidové vitální kapacity u skupiny krasobruslařek

Tabulka 5 – Hodnoty vzduchu vydechnutého v první sekundě měření

Tabulka 6 – Maximální rychlost vydechovaného vzduchu

Tabulka 7 – Hodnoty Tiffeneaova indexu u krasobruslařek

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Graf 1 – Grafické znázornění respiračních ukazatelů zdatnosti dýchací soustavy

Graf 2 – Distribuce věku dívek v jednotlivých skupinách. Střední hodnota v měřených skupinách se nijak významně neliší

Graf 3 – Distribuce výšky dívek v jednotlivých skupinách. Skupina krasobruslařek se statisticky liší u skupiny ostatních sportů

Graf 4 – Distribuce hmotnosti dívek v jednotlivých skupinách. Medián skupiny krasobruslařek se statisticky liší se skupinou nesportujících a sportovních her

Graf 5 – Distribuce BMI dívek v jednotlivých skupinách. Medián v měřených skupinách se nijak významně neliší

Graf 6 – Distribuce vitální kapacity plic dívek v jednotlivých skupinách. Medián skupiny krasobruslařek se statisticky liší se všemi ostatními hodnotami mediánu

Graf 7 – Distribuce FVC indexu dívek v jednotlivých skupinách. Medián skupiny krasobruslařek se liší se skupinou ostatních EK sportů, sportovních her a ostatních sportů

Graf 8 – Rozložení četností výkonů pro FVC index

Graf 9 – Distribuce změn vitální kapacity plic u skupiny krasobruslařek. Hodnoty se nijak významně statisticky neliší

Graf 10 – Distribuce změn vzduchu vydechnutého do v první sekundě měření. Hodnoty se mírně liší, avšak nijak statisticky významně

Graf 11 – Distribuce změn maximální rychlosti výdechu u skupiny krasobruslařek. Hodnoty mediánů se od sebe nijak významně statisticky neliší

Graf 12 – Distribuce změn Tiffeneauova indexu u skupiny krasobruslařek. Hodnoty se nijak výrazně statisticky nezměnily

Obrázek 1 – Kompletní sada na měření vitální kapacity plic. Sada obsahuje spirometr (značka CardinalHealth, typ microplus), kolíček na nos, dýchací papírová trubička

Obrázek 2 – Kufřík se sadou na měření vitální kapacity plic, typ microplus

LITERATURA

ABBOTT, Kristin a Suzanne HECHT. Medical Issues in Synchronized Skating. *Current Sports Medicine Reports*. 2013, **12**(6), 391-396. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000010.

BERNÁŠKOVÁ, Klára a Jakub POLÁCH. *Obecná Patologická Fyziologie* [online]. 2015 [cit. 2020-03-10].

BERNACIKOVÁ, Martina a Kateřina KAPOUNKOVÁ. Fyziologie sportovních disciplín: Krasobruslení [online]. 2010 [cit. 2020-04-14].

FONTANA, Josef a kol. Funkce buněk a lidského těla: Dýchací soustava. [Http://fbt.cz/skripta/vi-dychaci-soustava/](http://fbt.cz/skripta/vi-dychaci-soustava/) [online]. 2018 [cit. 2020-04-20].

HEMOGLOBIN. [Https://labtestsonline.org/tests/hemoglobin](https://labtestsonline.org/tests/hemoglobin) [online]. 2020 [cit. 2020-03-11].

HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. *Memorix anatomie*. 4. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustroval Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton, 2017. ISBN 978-80-7553-420-0.

KHAN, David A. Exercise-induced Bronchoconstriction: Burden and prevalence. *Allergy and Asthma Proceedings*. 2012, **33**(1), 1-6. DOI: 10.2500/aap.2012.33.3507.

KROULÍKOVÁ, Soňa. *Somatické charakteristiky krasobruslařek v České republice*. Praha, 2013. Diplomová práce. Univerzita Karlova. Vedoucí práce PhDr. Šárka Honsová, PhD.

MANNIX, Edward T., Mark O. FARBER, Paolo PALANGE, Pietro GALASSETTI a Felice MANFREDI. Exercise-Induced Asthma in Figure Skaters. *Chest*. 1996, **109**(2), 312-315. DOI: 10.1378/chest.109.2.312. ISSN 00123692.

MÍLOVÁ, Jana a Roman ŠINKOVSKÝ. *Základní bruslení a bruslařské sporty*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2011. ISBN 978-80-7435-089-4.

MOUREK, Jindřich. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3918-2.

PORTER, Emily B. Common Injuries and Medical Problems in Singles Figure Skaters. *Current Sports Medicine Reports*. 2013, **12**(5), 318-320. DOI: 10.1249/JSR.0b013e3182a4b94e.

PRAVIDLA KRASOBRUSLENÍ platná pro Českou republiku ČESKÝ POHÁR – SÓLOVÉ BRUSLENÍ NÁPLNĚ PROGRAMŮ A JEJICH HODNOCENÍ. [Https://www.czechskating.org/files/documents/4e4cd3fa0449df254f4f600887fc3834.pdf](https://www.czechskating.org/files/documents/4e4cd3fa0449df254f4f600887fc3834.pdf) [online]. 2019 [cit. 2020-03-10].

PRAVIDLA KRASOBRUSLENÍ platná pro Českou republiku POHÁR ČKS – SÓLOVÉ BRUSLENÍ POHÁR ČKS – KATEGORIE ADULT NÁPLNĚ PROGRAMŮ A JEJICH

HODNOCENÍ. <https://www.czechskating.org/files/documents/ef677ff39cba831546c093bcd5c7c72.pdf> [online]. 2019 [cit. 2020-03-10].

PROVOST-CRAIG, Michelle A., Kathryn S. ARBOUR, David C. SESTILI, John J. CHABALCO a E. EKINCI. The Incidence of Exercise-Induced Bronchospasm in Competitive Figure Skaters. *Journal of Asthma*. 2009.

WILBER, RANDALL L., KENNETH W. RUNDELL, LEON SZMEDRA, DAVID M. JENKINSON, JOOHEE IM a SEAN D. DRAKE. Incidence of exercise-induced bronchospasm in Olympic winter sport athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000, 32(4), 732-737. DOI: 10.1097/00005768-200004000-00003.

SHULMAN, Carole. *The complete book of figure skating*. Champaign, IL: Human Kinetics, c2002. ISBN 0-7360-3548-6.

SKOPOVÁ, Marie a Miroslav ZÍTKO. *Základní gymnastika*. 3., upr. vyd. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 978-80-246-2194-4.

ŠTASTNÁ-KÖNIGOVÁ, Jarmila. *Nekonečné stopy bruslí*. Praha: Olympia, 1985. Stadión.

VYŠETŘENÍ VITÁLNÍ KAPACITY PLIC. <https://ubi.lfl.cuni.cz/file/6416/navod-7.pdf> [online]. 2015/2016 [cit. 2020-01-13].

ŽILKOVÁ HRÁZSKÁ, Gabriela. *Krasobruslení: škola bruslení, choreografie, pravidla, vybavení, trénink*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-0984-8.