

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**2022**

**MICHAL HANKO**

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

## **Tělesného složení české snowboardcrossové reprezentace**

Diplomová práce

Vedoucí bakalářské práce:

**Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.**

Vypracoval:

**Bc. Michal Hanko**

Praha, 2022

Prohlašuji, že jsem závěrečnou (diplomovou) práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

### Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## Poděkování

Za vznik této diplomové práce děkuji prof. Ing. Václav Bunc, CSc., za ochotu a připomínky při zhotovování této práce. Zároveň bych chtěl poděkovat trenérů a závodníků české snowboardcrossové reprezentace za spolupráci při sběru dat.

## Abstrakt

**Název:** Tělesné složení české snowboardcrossové reprezentace

**Cíle:** Cílem této práce je naměřeni a zhodnocení tělesného složení jakožto faktoru ovlivňující sportovní výkon a charakterizující stav české snowboardcrossové reprezentace a porovnání s relevantními daty zahraničních autorů.

**Metody:** Data tělesného složení jsme hodnotili pomocí celotělové BIA analýzy (monofrekvenčním analyzátozem Bodystat 1500 v terénu), antropometrického vyšetření (výška, hmotnost) a poměru obvodu pasu a boků indikující riziko kardiovaskulárního onemocnění. Současně jsme zaznamenali věk a délku tréninku snowboardcrossařů. Pro analýzu dat jsme použili statistické operace (aritmetický průměr, směrodatnou odchylku, minima a maxima, statistickou a věcnou významnost). Data jsme porovnali i s relevantními výsledky reprezentantů Itálie a USA (Vernillo et al., 2016; Sands et al., 2021) a daty netréované populace (Schutz et al., 2002; Abe et al., 2018).

**Výsledky:** Zjistili jsme, že průměrné BMI českých reprezentantů ve snowboardcrossu je  $24,49 \pm 1,8$  kg/m<sup>2</sup> (muži) a  $23,95 \pm 0,94$  kg/m<sup>2</sup> (ženy). Průměrné WHR je  $0,8 \pm 0,03$  (muži) a  $0,72 \pm 0,04$  (ženy). Čeští reprezentanti se statisticky ( $p < 0,05$ ) i věcně ( $d \geq 0,8$ ) významně liší od netréované populace v hodnotách FFMI  $21,6 \pm 1,1$  kg/m<sup>2</sup> (SBX muži)  $18,3 \pm 1,2$  kg/m<sup>2</sup> (SBX ženy). Čeští mužští reprezentanti se nevýznamně statisticky ( $p \geq 0,05$ ) a věcně ( $d < 0,8$ ) liší od reprezentantů Itálie a USA v parametrech věku (jen s daty Itálie), tělesné výšky, hmotnosti a procenta tělesného tuku (jen s daty Itálie). Reprezentantky České republiky se věcně významně liší ( $d = 1,21$ ) od reprezentantek USA v hmotnosti. Ve věku a tělesné výšce se nevýznamně statisticky ( $p \geq 0,05$ ) a ( $d < 0,8$ ) věcně liší.

**Klíčová slova:** snowboarding, snowboardcross, SBX, tělesné složení, bioelektrická impedance, výkon, body mass index

## Abstract

**Title:** Body composition of the Czech national snowboardcross team

**Objectives:** The aim of this work is to measure and evaluate body composition as a factor influencing sports performance in the Czech snowboardcross team and comparison with relevant data of foreign authors.

**Methods:** We evaluated body composition data using whole-body BIA analysis (Bodystat 1500 monofrequency analyzer in the field), anthropometric examination (height, weight) and waist-hip ratio, indicating the risk of cardiovascular disease. At the same time, we recorded the age and length of training of snowboarders. We used statistical operations (arithmetic mean, standard deviation, minima and maxima, statistical and material significance) for data analysis. We also compared the data with the relevant results of national teams of Italy and the USA (Vernillo et al., 2016; Sands et al., 2021) and data from the untrained population (Schutz et al., 2002; Abe et al., 2018).

**Results:** We found that the average BMI of the Czech national team in snowboarding is  $24.49 \pm 1.8 \text{ kg/m}^2$  (men) and  $23.95 \pm 0.94 \text{ kg/m}^2$  (women). The mean WHR is  $0.8 \pm 0.03$  (males) and  $0.72 \pm 0.04$  (females). The Czech representatives significantly ( $p < 0.05$ ) and materially ( $d \geq 0.8$ ) differ significantly from the untrained population in FFMI values of  $21.6 \pm 1.1 \text{ kg/m}^2$  (SBX men)  $18.3 \pm 1.2 \text{ kg/m}^2$  (SBX women). The Czech male representatives differ insignificantly statistically ( $p \geq 0.05$ ) and materially ( $d < 0.8$ ) from the national teams of Italy and the USA in terms of age (Italy data only), body height, weight and body fat percentage (Italy data only). The female national representatives of the Czech Republic differ materially ( $d = 1.21$ ) from the US female representatives in weight. Age and body height differ insignificantly statistically ( $p \geq 0.05$ ) and ( $d < 0.8$ ).

**Keywords:** snowboarding, snowboardcross, body composition, SBX, bioelectric impedance, performance, body mass index

# **OBSAH**

<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b>	<b>10</b>
<b>1 ÚVOD</b>	<b>11</b>
<b>2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE</b>	<b>12</b>
2.1 SNOWBOARDCROSS	12
2.1.1 ZÁVODNÍ VÝKON	13
2.1.2 VÝKON	14
2.1.2.1 Somatické a biomechanické faktory	14
2.1.2.2 Fyziologické faktory	18
2.1.2.3 Kondiční faktory	19
2.1.2.4 Psychologické faktory	25
2.1.2.5 Technické faktory	25
2.1.3 TRÉNINK	30
2.1.4 SHRNUÍ	34
2.2 TĚLESNÉ SLOŽENÍ	35
2.2.1 METODY	36
2.2.1.1 Body mass index (BMI)	36
2.2.1.2 Dual energy X -ray absorpciometrie (DEXA)	38
2.2.1.3 Kaliperace	38
2.2.1.4 Bioelektrická impedance (BIA)	39
2.2.1.5 Waist/hip ratio (WHR)	40
2.3 SHRNUÍ TEORIE	42
<b>3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY</b>	<b>43</b>
3.1 CÍLE	43
3.2 HYPOTÉZY	43
3.3 ÚKOLY	43
<b>4 METODIKA PRÁCE</b>	<b>44</b>



<b>4.1</b>	<b>POPIS SLEDOVANÉHO SOUBORU</b>	<b>44</b>
<b>4.2</b>	<b>POUŽITÉ METODY</b>	<b>45</b>
4.2.1	POUŽITÉ ZAŘÍZENÍ BODYSTAT 1500	45
4.2.1.1	Práce s bodystatem	46
4.2.2	PRŮBĚH MĚŘENÍ	47
<b>4.3</b>	<b>SBĚR DAT</b>	<b>47</b>
<b>4.4</b>	<b>ČASOVÝ ROZVRH A PODMÍNKY SBĚRU DAT</b>	<b>48</b>
<b>4.5</b>	<b>VEDENÍ</b>	<b>48</b>
<b>4.6</b>	<b>ANALÝZA DAT</b>	<b>48</b>
<b><u>5</u></b>	<b><u>VÝSLEDKY</u></b>	<b><u>49</u></b>
5.1	ANALÝZA BMI	49
5.2	ANALÝZA WHR	51
5.3	POROVNÁNÍ TUKOPROSTÉ HMOTY SE ZAHRANIČNÍMI AUTORY	53
5.4	SROVNÁNÍ S DOSTUPNÝMI DATY V LITERATUŘE	55
<b><u>6</u></b>	<b><u>DISKUZE</u></b>	<b><u>57</u></b>
<b><u>7</u></b>	<b><u>ZÁVĚRY</u></b>	<b><u>62</u></b>
	<b><u>SEZNAM LITERATURY</u></b>	<b><u>64</u></b>

## **PŘÍLOHY**

### **SEZNAM PŘÍLOH**

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ATP-CP – adenosintrifosfát-kreatinfosfát

BIA – bioelektrická impedance

BM – bone minerals – kostní minerály

BMI – body mass index

BMR – hodnota bazálního metabolismu

CNS – centrální nervová soustava

DEXA – Dual energy X -ray absorpciometrie

DNS – dynamická neuromuskulární stabilizace

FM – fat mass – tuková hmota

FFDM – fat free dry mass – tukuprostá hmota neasociována s tukem

FFM – fat free mass – tukoprostá hmota

FFMI – fat free mass index – index tukoprosté hmoty

FIS – Mezinárodní lyžařská federace

FMI – fat mass index – index tukové hmoty

SBX – Snowboardcross

TFmax – maximální tepová frekvence

VO<sub>2</sub>max – maximální spotřeba kyslíku při pohybové aktivitě

WHO – Světová zdravotnická organizace

WHR – waist/hip ratio – poměr pas/boky

# 1 ÚVOD

Snowboarding je velmi populární rekreační, ale i závodní sport. V České republice se snowboarding dostává čím dál více do podvědomí veřejnosti, jen zapsaná členská základna čítá 2066 závodníků a celkově 5107 zapsaných členů svazu pod úsekem snowboarding (data [www.czech-ski.com](http://www.czech-ski.com), 29.3.2022).

Pro hodnocení efektivity tréninkového cyklu je především mezi profesionálními sportovci hojně využíváno opakované měření tělesného složení (Bouchard et al., 1994). Je třeba zhodnotit stav závodníka jako důsledek sportovního tréninku, pomocí dostupné analýzy tělesného složení. Tato analýza je zásadní pro individualizaci tréninku. Identifikace somatických faktorů snowboardingu determinuje část sportovního výkonu, může poskytnout doporučení pro celosvětový snowboarding (včetně lékařů, trenérů i sportovců) a lepší identifikaci talentů a jejich následný rozvoj (Vernillo et al., 2016).

Tato práce vychází z poznatků o snowboardcrossu. Vzhledem k nedostatku relevantních zdrojů a prací jsem musel často vycházet ze svých vlastních zkušeností a znalostí jakožto reprezentační závodník a následně jako reprezentační trenér juniorského týmu České republiky. Dále pak z poznatků o tělesném složení. Pro tento mladý sport je potřeba důkladně objasnit strukturu sportovního výkonu pomocí relevantních dat, abychom mohli zefektivnit sportovní trénink a zlepšili tak svou konkurenceschopnost. Jako cíl naší práce jsme se rozhodli analyzovat somatické faktory ovlivňující výkon, konkrétně antropometrická data a tělesné složení reprezentace České republiky. Somatické faktory jsou jedna z proměnných, které výkon ovlivňují a vytvářejí (Dovalil, 2009). Tato data se mohou stát odrazovým můstkem pro další zkoumání faktorů ovlivňující sportovní výkon.

Dostupné analýzy snowboardcrossu se shodují, že technika je v tomto sportu klíčová (Bakeš, 2008; Novák, 2015). Při vyrovnání technické připravenosti závodníků je třeba počítat i s ostatními faktory. Pro technické zvládnutí sjezdu při snowboardcrossu jsou důležité také fyzikální a biomechanické faktory, s tím souvisí například i výška nebo hmotnost jezdce.

V naší práci tedy budeme řešit tělesné složení českých reprezentantů a jejich srovnání s daty relevantních prací. Naměřená data vyhodnotíme, oddiskutujeme a vyvodíme závěry, které dopomohou k lepšímu pochopení sportovního výkonu ve snowboardcrossu.

## 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Snowboarding se tradičně dělí na 3 disciplíny – alpine, freestyle a snowboardcross. Ty to disciplíny mají své další poddisciplíny (Vernillo et al., 2016).

Tato práce se ale bude zabývat disciplínou snowboardcross, kterou v posledních letech proslavila úspěšná olympionička Eva Samková. Dostupné práce a literatura, na téma snowboardcross, se většinou věnují četnosti a nejčastějším druhům zranění (Bladin et al., 2004; Flørenes et al., 2012), popisu závodů a okrajové charakterizaci faktorů výkonu – například práce Nováka (2015). Je jen málo prací, které se věnují hodnocení aktuálního stavu snowboardcrossaře. Stavba těla je do jisté míry dána geneticky (výška, typ svalových vláken), v dospělosti se některé parametry mění a může to být také důsledkem sportovní činnosti (hmotnost, objem tukové a tukoprosté hmoty, celková voda v těle, ...). Dle Dovalila (2009) somatické předpoklady determinují sportovní výkon a v některých sportech se nemůže příslušný jedinec bez odpovídající stavby těla zařadit mezi výkonnostně nejlepší. Vzhledem k tomu jsme se rozhodli pro hodnocení aktuálního stavu českých reprezentačních závodníků jako důsledku tréninkového zatížení. Snowboarding je velmi populární sport i mezi rekreačními sportovci, je otázkou zda tento sport stačí pro snížení rizika vzniku kardiovaskulárního onemocnění a můžeme ho doporučit jakožto prevenci.

Pro potřeby naší práce je tedy třeba definovat disciplínu Snowboardcross, popsat složky tréninku a sportovního výkonu, které mohou ovlivňovat tělesné složení a popsat použité metody měření tělesného složení.

### 2.1 Snowboardcross

Snowboardcross je olympijská disciplína. Je to razantní rychlá disciplína, kde v každém kole jede speciální tratí zpravidla čtyři nebo šest závodníků současně. První dva (nebo tři) závodníci, kteří projedou cílem postupují do dalšího kola (Rosenstein, 1999).

Snowboardcross je především technicky velmi náročnou disciplínou, jedním z hlavních důvodů je nepřírozenost sjezdového postavení, kdy závodník jede bokem a má „svázané“ nohy, proto jsou kladeny velmi vysoké nároky na statickou a dynamickou rovnováhu. Průměrná délka jízdy snowboardcrossovou tratí je 1 minuta a za trénink nebo závod jich závodník provede přibližně 10, závodník musí v každé z nich podat výkon o submaximální intenzitě, důležité jsou dynamické i statické silové kompetence (Bakeš, 2008).

Pro objasnění nároků pro tento sport je nejprve nutné popsat závodní výkon. Proto je níže uvedena subkapitola závodní výkon. Následně pokračujeme už jednotlivými nároky na výkon a trénink v tomto sportu.

### **2.1.1 Závodní výkon**

Závodní výkon začíná kvalifikací. Kvalifikační jízdy (většinou 2, někdy ale jen 1) jede každý závodník sám na čas. Z kvalifikace postupuje do finálových rozjížděk 32 mužů a 16 žen (48 mužů a 24 žen, pokud je startovní brána pro 6 závodníků). Používá se také tzv. kardan systém, kdy po první kvalifikační jízdě automaticky postupuje 16/24 nejrychlejších mužů a 8/12 nejrychlejších žen a nemusí již nastupovat do druhé kvalifikační jízdy (Louthanová, 2021; Novák, 2015)

Závod snowboardcrossu jedou 4 závodníci (dříve i 6), kteří startují současně ze startovní brány a překonávají trať, která obsahuje klopené zatáčky, skoky, boule a rovné úseky. Každá taková jízda trvá průměrně 60 – 90 sekund a pro postup „pavoukem“ k vítězství jich závodník musí zvládnout 6 (Vernillo et al. 2016).

Snowboardcrossař se může dopustit při závodním i tréninkovém výkonu řady chyb. Nejčastější je netrefení rytmu pohybu v na sebe navazujících překážkách a následná ztráta rovnováhy. Snowboardisté mají vyšší míru dlouhodobých zranění ve srovnání s jinými disciplínami Mezinárodní lyžařské federace (FIS), o 37 % vyšší než freestyle a o 27 % vyšší než alpské lyžování (Flørenes et al., 2012).

## 2.1.2 Výkon

V následujících kapitolách uvádíme faktory ovlivňující sportovní výkon a dostupná data popisující faktory sportovního výkonu.

Bernaciková a kol. (2010) charakterizují snowboardcrossový výkon jako kontinuální a trvající okolo 60 sekund. Intenzita zatížení je submaximální až maximální. Metabolické krytí zajišťuje ATP-CP systém, anaerobní glykolýza a oxidativní fosforylace. Energetický výdej během závodu se pohybuje okolo 100 – 200 kJ/min. V průběhu výkonu je třeba myslet na to, že se prohlubuje acidóza a dochází k narušení koordinace.

Výkon ovlivňují různé faktory somatické, kondiční, technické, taktické a psychické. V kontextu struktury sportovního výkonu se tyto faktory dají chápat jako relativně samostatné součásti sportovního výkonu (Dovalil, 2009). Tyto faktory níže popíšeme.

### 2.1.2.1 Somatické a biomechanické faktory

Somatotyp je souhrn tvarových znaků jedince vyjádřených třemi komponentami (endomorfní, mezomorfní a ektomorfní) na sedmibodové stupnici. Vhodný somatotyp (dědičný základ je nesporný) neznamena automaticky úspěšnost sportovce, ale stavba těla v dospělosti je, včetně jiných faktorů, také důsledkem sportovní činnosti (Pavlík, 1999). Dle Nováka (2015) je optimální somatotyp pro podání dobrých výkonů ve snowboardcrossu ektomorfní mezomorf s převažující mezomorfní komponentou a minimální endomorfií. To se shoduje i s tvrzením Dovalila (2009) o vhodném somatotypu pro podání dobrých sportovních výkonů. Ze zjištění Sands a kol. (2021) vyplývá, že průměrný somatotyp snowboardcrossařů z USA je mezomorf (muži) a endomorf-mezomorf (ženy).

Somatické faktory lze sumarizovat jako stavbu těla. Tyto faktory ovlivňují biomechaniku pohybu, ovlivňují energetické možnosti výkonu a působí tak na celkový sportovní výkon. Somatické faktory ovlivňující výkon jsou:

- Výška
- Hmotnost
- Somatotyp
- Tělesné složení

Konkrétně výkon ovlivňují například i délkové rozměry jednotlivých segmentů těla a rozložení tuku. Také množství svalstva a zastoupení jednotlivých druhů svalových vláken.

(Dovalil, 2009)

Novák (2015) ve své práci uvádí, že vhodné somatické faktory pro muže jsou: výška 181 cm a hmotnost 82 kg. Pro ženy je to výška 172 cm a hmotnost 65 kg. Tato data byla získána ze sezón 2013 a 2014 z profilů jezdců na oficiálních webových stránkách FIS ([www.fis-ski.com](http://www.fis-ski.com)).

Tabulka 1 až 3 obsahuje antropometrická data - výška, hmotnost, BMI (body mass index) a somatotyp s daty tělesného složení (tuková a tukoprostá hmota) a věku od zahraničních autorů – konkrétně Italské mužské reprezentace, reprezentace USA a elitních snowboardistů z Polska.

Tabulka 1 – Průměrné somatické faktory se směrodatnou odchylkou Italské mužské reprezentace 2015/2016 (Vernillo et al., 2016)

Komponenta	Průměr	SD
<i>n</i>	10	
Věk [roky]	23,5	4,3
Výška [cm]	181,0	4,9
Hmotnost [kg]	77,2	9,2
BMI	23,6	
Fat [%]	11,9	3,5

Tabulka 2 – Průměrné somatické faktory se směrodatnou odchylkou reprezentace USA 2010-2015 (Sands et al., 2021)

Komponenta	Muži		Ženy	
	Průměr	SD	Průměr	SD
<i>n</i>	11		5	
Věk [roky]	24,8	4,1	21,3	3,9
Výška [cm]	181,0	6,8	164,6	3,6
Hmotnost [kg]	80,3	7,9	62,3	3,9
BMI	24,5		23,0	
Somatotyp	Mezomorf		Endomorf-mezomorf	

Tabulka 3 – Průměrné somatické faktory se směrodatnou odchylkou polských elitních snowboardistů (Żebrowska et al., 2012)

Komponenta	Muži		Ženy	
	Průměr	SD	Průměr	SD
<i>n</i>	5		5	
Věk [roky]	20,0	0,7	22,2	5,1
Výška [cm]	179,8	6,3	168,8	6,6
Hmotnost [kg]	71,8	6,3	60,3	9,0
BMI	22,2	1,5	21,4	2,6
FM [%]	10,6	3,2	14,9	3,3
FFM [%]	63,0	7,0	48,6	6,4

Z analýzy tabulky 1,2,3 vyplývá, že průměrný věk všech zúčastněných byl mezi 20 až 25 lety. Rozdíly ve výšce mužských vrcholových závodníků různých zemí nejsou signifikantní (přibližně 180 cm). Rozdíly hmotnosti a BMI v tabulce 1 a 2 reprezentantů Itálie a USA, také nejsou signifikantní. Data v tabulce 3 jsou od dále nespecifikovaných elitních snowboardistů.

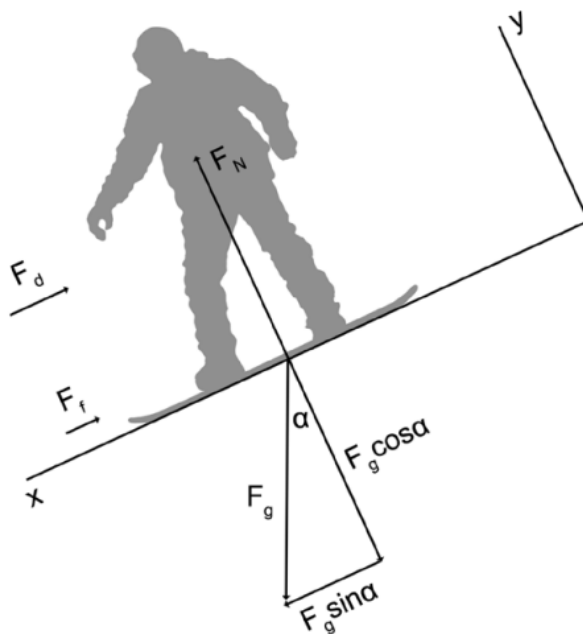
Data v tabulce 3, elitních polských snowboardistů s délkou tréninku  $7,2 \pm 1,2$  let, byla srovnávána s kontrolními skupinami (studentů tělesné výchovy a sportu) netrénovaných mužů ( $n=5$ ) a netrénovaných žen ( $n=5$ ). Statisticky významné rozdíly ( $p<0.01$ ) byly zjištěny u dat mužů, konkrétně v procentu tělesného tuku  $10,6 \pm 3,2\%$  snowboardistů a  $15,1 \pm 0,7\%$  u kontrolní skupiny.

Pro podrobnější popis výkonu ve snowboardcrossu je třeba charakterizovat síly působící na závodníka při výkonu. Vzhledem k tomu, že hmotnost snowboardistů není předepsána pravidly a lze ji poměrně snadno změnit, stává se velmi silným faktorem výkonu. Je zřejmé, že větší tělesná masa snowboardistům v něčem pomůže, a v něčem ne. V snowboardových disciplínách, kromě těch, ve kterých se bodují za náročnost, originalitu a kvalitu triků (slopestyle, halfpipe a big air), je hlavním cílem závodníka dokončení závodu rychleji než soupeř (Spasić et al., 2016).

Antropometrické parametry determinují a ovlivňují i biomechanické faktory. Vnější, působící na jezdce při sjezdu – například: gravitační síla, odpor vnějšího prostředí, tření sněhu, teplota. A vnitřní, kdy může jezdce naopak působit na prostředí – například: vlastní síla a hmotnost, aerodynamika – poloha při sjezdu, úprava skluznice snowboardu. Dále pak faktory jako: sklon svahu, nadmořská výška, ostatní závodníci (mohou například vytvářet „vzduchové pytle“ nebo měnit povrchové vlastnosti sněhu před jezdce).



Pro lepší představu vlivu biomechanických faktorů na jezdce přikládáme data z práce Spasić a kol. (2016). Na obrázku 1 vidíme síly působící na snowboardistu. Spasić a kol. (2016) na počítačové simulaci ukázali, že hmotnost závodníka má vliv na rychlost sjezdu (tabulka 4).



Obrázek 1 - Síly působící na snowboardistu při sjezdu [ $F_g$  - gravitační síla,  $F_n$  - síla jezdce,  $F_d$  - odpor vzduchu,  $F_f$  - tření,  $\alpha$  – sklon svahu,  $xy$  – horizontála a vertikála] (Spasić et al., 2016)

Tabulka 4 - Vliv hmotnosti  $m$  [kg] snowboardisty na dobu  $t$  [s] sjezdu 400m úseku (Spasić et al., 2016)

<b>m</b>	<b>t</b>	<b>m</b>	<b>t</b>	<b>m</b>	<b>t</b>	<b>m</b>	<b>t</b>	<b>m</b>	<b>t</b>
67.2	26.682	72.2	26.084			78.2	25.457	83.2	24.997
68.2	26.556	73.2	25.973			79.2	25.361	84.2	24.911
69.2	26.434	74.2	25.865	77.2	25.555	80.2	25.267	85.2	24.827
70.2	26.314	75.2	25.759			81.2	25.175	86.2	24.744
71.2	26.198	76.2	25.656			82.2	25.085	87.2	24.664

Tabulka 4 ukazuje jezdce o hmotnosti ( $m$ ) a časový úsek ( $t$ ), který je třeba pro překonání 400 m dlouhé vzdálenosti. Potvrzuje, že nižší hmotnost jezdce prodlužuje čas, který je potřeba pro překonání vzdálenosti. Například jezdce o hmotnosti 67,2 kg pojede 400 metrovou trať o 1,127 s déle než jezdce o hmotnosti 77,2 kg. Jedná se však o počítačovou simulaci a do modelu nevstupuje například pohyb jezdce nebo jiná úprava skluznice snowboardu. I přesto výzkum naznačuje, že vyšší tělesná hmotnost je pro jezdce benefitem. Mělo by se však jednat o aktivní tělesnou hmotu, myšleno svalovinu, kterou je vyšší hmotnost tvořena.

### 2.1.2.2 Fyziologické faktory

Ve snowboardcrossu převažují silové a rychlostní předpoklady, proto je z fyziologického pohledu vhodné, aby úspěšný závodník disponoval rychlými svalovými vlákny, které zajišťují rychlou a výbušnou sílu (Novák, 2015). Rychlá a výbušná síla se dá však do jisté míry ovlivnit tréninkem (Dovalil, 2009).

Z hlediska vytrvalosti by závodník měl být směřován ke krátkodobému trvání vytrvalostního výkonu 2 – 3 minuty, ale také je kladen důraz na dlouhodobější vytrvalost trvající přes 10 minut (vzhledem k několika rozjížděčkám v závodě) (Novák, 2015).

Intenzita tréninkového zatížení při jízdě závodní tratí hodnocená pomocí srdeční frekvence závodníka má hodnoty 75-80% maximální srdeční frekvence (Vernillo et al., 2016). Bernaciková a spol. (2010) říká (tabulka 5), že srdeční frekvence elitního snowboardisty při výkonu je 128-147 tepy.min<sup>-1</sup>, to odpovídá 60-80 % maximální srdeční frekvence. Na srdeční frekvenci při výkonu má také vliv zdatnost a prostředí – hlavně nadmořská výška sportoviště.

Tabulka 5 - Fyziologické parametry během sportovního výkonu snowboardistů (VO<sub>2</sub>max a SFmax) (Bernaciková et al. 2010)

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR		MUŽI	
VO <sub>2</sub>	příjem kyslíku	[% z maxima]	80-85*
		[ml·min <sup>-1</sup> ·kg <sup>-1</sup> ]	
SF	srdeční frekvence	[% z maxima]	60-80**
		[tepy·min <sup>-1</sup> ]	128-147**

Podle Žebrowske a spol. (2012) a jejich výzkumu elitních polských snowboardistů jsou maximální funkční charakteristiky testované na bicyklovém ergometru následující: průměrná VO<sub>2</sub>max 48,1±2,5 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> u mužů a 35,6±2,9 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> u žen. Maximální tepová frekvence dosahuje 192,8±8,8 tepy.min<sup>-1</sup> u mužů a 182,8±2,9 tepy.min<sup>-1</sup> u žen. Maximální hladiny laktátu jsou 14,1±2,0 mmol/l u mužů a 11,9±1,1 mmol/l u žen. Průměrný věk mužů účastnících se výzkumu byl 20±0,7 let a žen 22,2±5,1 let. V této práci data srovnávali s kontrolní skupinou (studenti tělesné výchovy a sportu) mužů (n=5) a žen (n=5). Statisticky významné rozdíly (p < 0.001) byl zjištěn jen u VO<sub>2</sub>max mužů.

Tabulka 6 - Fyziologické parametry Italských mužských snowboardcrossařů (Vernillo et al., 2016)

Komponenta	Průměr	SD
n	10	
VO <sub>2</sub> max [ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ]	51,2	4,5
Sfmax [tepy.min <sup>-1</sup> ]	189,3	9,7

Tabulka 6 obsahuje průměry a směrodatné odchylky funkčních parametrů na základě zatížení na šlapacím ergometru. Dle Vernilla a spol. (2016) je průměrné  $VO_2\max$  Italských mužských reprezentantů  $51,2\pm 4,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  a průměrně dosahují maximální srdeční frekvence  $189,3\pm 9,7 \text{ tepy.min}^{-1}$ . Dle práce Nováka (2015) jsou průměrné hodnoty nespportující populace ( $n = 192$ )  $VO_2\max = 40,8\pm 8,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  a  $SF\max = 183\pm 13,1 \text{ tepy.min}^{-1}$ . Pro vytrvalce ve věkové skupině 17 – 25 let ( $n = 218$ ) je  $VO_2\max = 64,2\pm 8,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  a  $SF\max = 189\pm 10 \text{ tepy.min}^{-1}$ . Italští snowboardcrossaři se dají nejlépe přirovnat ke kategorii ostatních sportů ( $n = 241$ ) v již zmíněné práci, kde  $VO_2\max$  v kategorii 17 – 25 let je  $54\pm 9,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  a  $SF\max = 186,7\pm 9,7 \text{ tepy.min}^{-1}$ .

### 2.1.2.3 Kondiční faktory

Pojem kondice charakterizuje specifickou připravenost organismu na určitý druh zátěže. Tělesná kondice jedince je účelově vázána na úroveň specifické pohybové činnosti (Novotná et al., 2006). Kondice a její ovlivňování (kondiční příprava) je jedna ze základních složek sportovního tréninku. Primární zaměření kondiční přípravy je ovlivňování pohybových schopností sportovce. Kondiční předpoklady – silové, rychlostní a vytrvalostní jsou ovlivňovány především formou a intenzitou zatěžování, které má aktivovat odpovídající funkční systémy, energetické zabezpečení a řízení pohybu. Vzhledem k charakteru výkonu kondiční příprava komplexně zasahuje různé fyziologické funkce lidského těla a dotýká se i funkcí psychických (Dovalil, 2009).

*„Kondiční trénink jezdců musí být zaměřen na krátkodobou vytrvalost a především výbušnou sílu, což odpovídá také tomu, že tělesný typ závodníka by měl být spíše svalový než štíhlý. Silové schopnosti závodníka by však neměly předčit koordinační a rychlostní schopnosti, na což musí být při tréninku pamatováno nejvíce“ (Novák, 2015, s. 41).*

### **Silové předpoklady**

Ruotsalainen (2012) ve své práci říká, že snowboardisté musí pracovat proti gravitační síle země, to klade vysoké požadavky na jejich silové předpoklady. Na trénovaného snowboardistu s hmotností 75 kg působí v zatačkách síla až 2750 N (viz. schéma biomechanických faktorů na obrázku 1). Tato síla může být vyšší při dopadech skoků – i více než čtyřnásobek hmotnosti závodníka. Ve snowboardcrossu se objevuje velký rozsah v pohybu kolenního kloubu při flexi a extenzi, převážně díky skokům a boulím.

Dle Vernilla a kol. (2016) soutěžní nároky na elitní snowboardisty vyžadují vysoce vyvinutou svalovou sílu, to vede i k zvětšení objemu svalové hmoty.

Snowboarding je charakteristický vysokým zatížením svalstva dolních končetin, které se při výkonu mění dle aktuální situace. Například Ruotsalainen (2012) uvádí, že při průjezdu frontsidového oblouku dochází k aktivaci rectus femoris a vastus lateralis více na zadní noze, naopak při backsidovém oblouku je aktivace těchto svalů nižší.

Podle Periče a Dovalila (2010) se silové schopnosti rozdělují na statické a dynamické (výbušná, rychlá, vytrvalostní a maximální síla):

### **1) Statická síla**

Charakteristická izometrickou kontrakcí je pro závodníka velmi důležitá, jelikož musí dokázat vydržet v určitých polohách po delší dobu a odolávat vlivům prostředí (dřep na rovinkách pro lepší aerodynamickou polohu, podřep – dřep mezi překážkami a v klopených zatáčkách, podřep při kompresích při nájezdu/seskoku z překážek)

### **2) Dynamická síla**

Je charakterizována jako izotonická kontrakce, která se projevuje pohybem celého hybného systému nebo jeho částí.

#### **a. Výbušná síla**

Síla charakteristická maximálním zrychlením s nízkým odporem je potřeba pro co nejrychlejší start ze startovních bloků, přeskočení/předskočení překážky, jako břemeno můžeme brát snowboard a další vybavení, které musí závodník na sobě mít.

#### **b. Rychlá síla**

Rychlou sílu závodník využívá například při sešlapech překážek, kdy musí provést z úplného propnutí dolních končetin co nejhlubší dřep v co nejkratším čase.

#### **c. Vytrvalostní síla**

Jako nízký odpor můžeme opět brát snowboard a ostatní vybavení. Závodník musí během tratě, která trvá kolem 1 minuty provést velké množství dřepu, výskoků a dalších pohybů, z toho důvodu je tato síla důležitá při výkonu.

#### **d. Maximální síla**

Samotná maximální síla není ve snowboardcrossu plně využitelná, ale je determinantem sil ostatních a tím pádem je také důležitá.

Z těchto poznatků můžeme usoudit, že pro závodníka je důležitý celý komplex silových schopností. Dle důležitosti pro výkon a je můžeme seřadit takto: výbušná síla, maximální síla, rychlá síla, vytrvalostní síla. Takto jsou i preferovány v tréninkovém procesu (konzultace s trenéry ČR). Důležitá je i svalová masa, která zvyšuje hmotnost závodníka.

## **Vytrvalostní schopnosti**

Podle Periče a Dovalila (2010) můžeme vytrvalostní schopnosti dělit podle délky trvání takto:

### **1) Rychlostní**

V délce trvání do 20s závodník využívá při pasážích s mnoha překážkami (startovní sekce, sekvence boulí), které se střídají s méně vytrvalostně náročnými pasážemi (rovinky, skoky, klopené zatáčky).

### **2) Krátkodobá**

V době trvání 2–3 minuty je pro závodníka nejdůležitější, jelikož v o něco kratší délce trvá zatížení odpovídající délce závodu.

### **3) Střednědobá**

V rozmezí 3–8 minut pro závodníka nehraje roli, jelikož mezi závody má vždy nejméně 10 minutovou pauzu na zotavení.

### **4) Dlouhodobá**

Trvající 8–10 minut a více je pro závodníka důležitá, jelikož musí dokázat vydržet být připravený podávat výkon po celý závod (pokud se mužský závodník dostane až do finále, tak i s kvalifikací a tréninkem před závodem sjede okolo 8 jízd)

Neumayer et al. (2003) uvádí, že je důležitá vysoká aerobní kapacita ze 3 důvodů:

- 1) Pro zvládnutí energetických nároků tréninku a závodu.
- 2) Kvůli zajištění rychlé a úspěšné regenerace mezi tréninkovými a závodními jízdami.
- 3) Pro zvládnutí celkového zatížení po celou dobu sezóny.

Ruotsalainen (2012) uvádí korelaci mezi maximálním výkonem na bicyklovém ergometru a sportovním výkonem u ženských snowboardcrossařek.

Z výše uvedeného vyplývá, že pro závodníka je nejdůležitější krátkodobá vytrvalost a důležitá je také vytrvalost rychlostní a dlouhodobá, vytrvalost střednědobá není pro závodníka důležitá. Podle těchto priorit by měl vypadat i tréninkový plán, pokud budeme mluvit o snowboardcrossaři.

### **Rychlostní schopnosti**

Komplex rychlostních schopností je do značné míry dán geneticky typem svalových vláken, nervosvalovou koordinací a velikostí svalové síly (Dovalil, 2009; Perič a Dovalil, 2010). V kontextu snowboardcrossu bude největším determinantem nejspíše velikost svalové síly (vzhledem k biomechanickým faktorům zmíněnými výše) a nervosvalová koordinace navazující na techniku (vzhledem ke specifickým požadavkům sportu) (Bakeš, 2008; Novák, 2015).

Podle Periče a Dovalila (2010) můžeme rychlostní schopnosti rozdělit na 3 základní projevy:

#### **1) Rychlost reakce**

Pro závodníka vysoce důležitá při startu (musí správně a rychle reagovat na padající bránu) a v průběhu trati, kdy musí rychle reagovat na ostatní soupeře a případné nerovnosti a změny v trati.

#### **2) Rychlost jednotlivého pohybu (acyklická)**

Taktéž velmi důležitá při všech pohybech, které by měly být co možná nejrychlejší (liší se jen rozsah).

#### **3) Rychlost lokomoce (cyklická)**

Pro závodníky také důležitá, jelikož například v sekci boulí musí dokázat ve správné frekvenci provádět sešlapy (dřepy) co nejrychleji.

Tyto 3 projevy můžeme seřadit dle důležitosti takto: rychlost acyklická, rychlost reakce a rychlost cyklická.

### **Koordinační schopnosti**

Základem koordinace je činnost centrální nervové soustavy, která řídí a organizuje oblasti důležité pro daný pohyb. Jako hlavní můžeme uvést: činnost analyzátorů, činnost

jednotlivých funkčních systémů, nervosvalová koordinace a psychologické procesy. Koordinaci můžeme dělit na všeobecnou a speciální, ta všeobecná se snaží o vytvoření širokého pohybového fondu a je východiskem pro speciální, která se odvíjí od požadavků konkrétní disciplíny. Dále pak můžeme tyto schopnosti dělit na 5-15 dílčích schopností. Nejdůležitější jsou: schopnost spojování pohybů, orientační, rozlišení pohybu a polohy jednotlivých částí těla, přizpůsobování, reakce a rovnováhy. Role těchto schopností se ve sportech projevuje v těchto 3 oblastech: všestranný pohybový rozvoj, základy pro techniku, zvládání nečekaných situací. Pro trénink se hlavně zařazují všechny druhy akrobatických cvičení (Perič a Dovalil, 2010).

Koordinální schopnosti byly hodnoceny u české snowboardcrossové reprezentace dotazníkovou formou. Posuzovány byli: schopnost přizpůsobování se aktuálním situacím, reakce, spojování pohybů, rovnováha, orientace v prostoru a rytmus. Nejdůležitější koordinační schopností (tabulka 7) je dle Nováka (2015) schopnost přizpůsobování se aktuálním situacím v závodu, dále pak reakce a schopnost spojování pohybů. Důležitou roli také hraje rovnováha. Jako málo důležité označuje schopnost orientace a rytmus.

Nedostatečná zdatnost vede k rychlejšímu nástupu únavy a zhoršení techniky pohybu, což má za následek zvýšené riziko úrazů. Podle analýzy Bakken a spol. (2011), se ukazuje, že mnoho incidentů – pádů ve snowboardcrossu je způsobeno ztrátou rovnováhy. Základem rovnováhy je vysoká úroveň činnosti vestibulárního analyzátoru ve spojení s orientačními schopnostmi (Perič a Dovalil, 2010).

Tabulka 7 - Dotazník pro Českou reprezentaci 2013/2014 o koordinačních schopnostech (Novák 2015)

Zvýrazní, které koordinační schopnosti jsou pro SBX nejdůležitější?	ES	MN	EN	DB	MJ	JF	$\mu$
f) Schopnost přizpůsobování	1	1	1	1	1	1	1,0
c) Reakce (rychlost, vhodnost a správnost pohybu)	1	1	1	1	1	0	0,8
e) Spojování pohybů	1	1	1	0	1	1	0,8
b) Rovnováha	1	1	0	1	0	1	0,7
a) Orientace	1	0	0	0	0	0	0,2
d) Rytmus	1	0	0	0	0	0	0,2
g) Nejsou důležité	0	0	0	0	0	0	0,0

## Diagnostika, motorické testy a výkonnost

Pro individualizaci tréninku je třeba získat maximum informací o závodníkovi. Tyto informace nám poskytuje diagnostika. Ve sportu diagnostiku chápeme jako metodu či soubor metod k získávání informací o pohybovém chování a jednání osob (Zháněl et al., 2005).

Můžeme jí dělit na kvalitativní a kvantitativní, také na terénní a laboratorní podle podmínek testu. Zátěžová funkční diagnostika se používá v široké oblasti sportu a týká se vyšetřování zdatnosti a výkonosti jedince. Pro toto vyšetřování se využívá celá řada postupů a metod. Přímou k hodnocení výkonosti se využívá širokého spektra laboratorních funkčních zátěžových testů i terénních vyšetření (Heller, 2018).

Ke stanovení svalové síly se používají laboratorní (využívají se především biomechanická měření) a terénní (využívají se standardizovaná tělesná cvičení) testy. (Měkota a Novosad, 2005).

Snowboardcrossaři podstupují na pravidelné bázi terénní testování kondičních schopností. Cílem testování je získání informací o aktuálním stavu kondice snowboardcrossaře. Obvykle na přelomu května a června a před začátkem závodního období na přelomu října a listopadu. Testují se v následujících testech (testy byly vybrány na základě domluvy a potřeby trenérů):

- Skok daleký snožmo – explozivita dolních končetin, 3 pokusy, hodnocen nejlepší pokus v cm
- Maximální dřep s osou na zádech (dívky do sedu na lavičku) – síla dolních končetin, jedinec musí dosáhnout určité hloubky dřepu (stehna minimálně rovnoběžně s podlahou), nejlepší pokus hodnocen v kg
- Maximální benchpress – síla trupu a horních končetin, osa se musí dotknout hrudníku, hodnocen nejlepší pokus v kg
- Maximální přitah činky (cvičenec leží na břiše na lavičce a přitahuje osu k hrudníku) – síla při startu, osa se musí dotknout podložky, hodnocen nejlepší pokus v kg
- Izometrický záběr paží – síla při startu, 3 pokusy, záběr na cca 5 sekund v poloze napodobující polohu při startu, hodnocen nejlepší pokus v kg pomocí přístroje
- Běh na 2000m – test VO<sub>2</sub>max, hromadný start, hodnoceno dosaženým časem



Tabulka 8 - Průměrné výkony se směrodatnou odchylkou v kondičních testech českého reprezentačního mužstva (Král, 2022)

Test	Muži		Ženy	
	Průměr	SD	Průměr	SD
<i>n</i>	10		9	
Skok snožmo [cm]	259,3	15,5	208,8	16,5
Dřep s osou [kg]	124,1	20,9	86,7	14,5
Benchpress [kg]	84,6	11,9	47,6	8,9
Přítah činky [kg]	80,1	10,2	48,4	7,0
Izometrie paží [kg]	49,0	7,9	30,6	8,7
Běh 2000m [čas]	8:03:33	0:37:46	10:15:42	0:55:57

V tabulce č. 8 jsou popsány výsledky v kondičních testech českých reprezentantů. Při skoku snožmo a izometrickém záběru paží mají závodníci 3 pokusy a započten je nejlepší, ostatní testy nejsou omezeny počtem pokusů. Poslední dostupná data jsou z června 2021. Jelikož někteří sportovci se nemohli dostavit na poslední měření v červnu 2021, jsou některá data starší (říjen 2020).

#### 2.1.2.4 Psychologické faktory

Snowboardcross je extrémní sport a vyžaduje jistou dávku odvahy, vzhledem k vysokým rychlostem sjezdu, velikosti skoků, náročnosti jednotlivých překážek a tím spojenými častými pády. Perič a Dovalil (2010) říkají, že v tomto typu sportů se častěji uplatňují odvážnější jedinci, ale také, že se tato vlastnost sportem formuje.

Nejvhodnějším typem temperamentu pro snowboardcross je sangvinik (stabilní extrovert). Pokud má závodník jiný temperament, tak by měli být i u něj posilovány vlastnosti typické pro sangvinika (bezprostřednost, otevřenost, optimismus a nadšení), melancholie je nežádoucí. Odvaha velmi ovlivňuje sportovní výkon závodníka, jelikož na některé překážky jsou velké a také složité na projetí. Jako nejpodstatnější psychologické schopnosti se zdají sebedůvěra a komunikace s trenérem, roli také hraje sebepoznání, koncentrace, vizualizace, imaginace, emoční stabilita, práce s motivací a aktivační úrovní a relaxace. Jako schopnost, která se jeví nedůležitá se zdá vnitřní řeč. Z toho můžeme usoudit, že psychologické schopnosti lze chápat jako celistvý soubor, který je v mentálním tréninku procvičovat jako celek (Novák, 2015).

#### 2.1.2.5 Technické faktory

Snowboarding je technicky velmi náročný sport a klade vysoké nároky na koordinaci. Závodník musí podávat konstantní výkon v měnící se rychlosti a proměnlivých podmínkách.

Také musí perfektně zvládnout základní sjezdové postavení, kdy stojí rovnoměrně na obou nohou, jeho boky jsou rovnoběžné se snowboardem a ramena mírně vytočena do směru jízdy. Z tohoto postavení dále navazují jednotlivé pohybové vzory jako dřep, sešlap, odraz, backsidový a frontsidový oblouk a aerodynamická poloha. Velmi důležitý je již zmíněný sešlap, závodník se při přejezdu překážky, například boule, nejdříve vytahuje (proti gravitační síle), přejíždí vrchol překážky a následně maximální rychlostí „sešlapuje“ do polohy hlubokého dřepu a tím využívá svou sílu pro zrychlení. V tomto případě je technika spojením koordinace, rychlosti a pohyblivosti (Bakeš, 2008; Novák, 2015; Louthanová, 2021)

Technika provedení je podle Periče a Dovalila (2010) podmíněna především faktory:

- 1) Kondiční připravenosti**
- 2) Koordinační funkcí centrální nervové soustavy (CNS)**
- 3) Psychickými vlastnostmi a schopnostmi**

Novák (2015) říká, že kondiční připravenost a psychické vlastnosti a schopnosti jsou velmi důležité pro správné zvládnutí techniky. Jako nejdůležitější faktor považuje koordinační funkčnost CNS (centrálního nervového systému).

Technická připravenost jezdce je nejdůležitějším prvkem výkonu. Pokud závodník není schopen technicky správně zvládnout jízdu, stoupá riziko zranění. Nejdůležitějším faktorem techniky je koordinačně správné zvládnutí pohybu, které je nepřirozeným postojem sjezdu o to náročnější. Po koordinačním zvládnutí pohybu přichází na řadu kondiční připravenost a psychika jezdce.

Jako dalším faktorem důležitým pro výkon je osobní zkušenost, kdy čím je sportovec starší, tím více má zkušeností, optimální věk je tedy 25 let, kdy jisté zkušenosti již má, ale ještě se to neprojeví na dalším důležitém faktoru – na kondici (Novák 2015).

Následující dotazníkové šetření (tabulka 9 a 10) z práce Nováka (2015) zkoumá vliv různých faktorů na správné zvládnutí techniky a význam technicky správného provedení pohybových aktů na sportovní výkon. Vybrané proměnné byly vybrány po konzultaci s tehdejšími trenéry České reprezentace a respondenty byli tehdejší reprezentanti a trenéři, měli odpovědět na otázku důležitosti jednotlivých faktorů výkonu ve snowboardcrossu. Dotazníky obsahují

subjektivní vyjádření probandů o vlivu různých faktorů a pohybových aktů na výkon na stupnici 1–5, kde je 1 je malý efekt a 5 je vysoký efekt.

Tabulka 9 - Dotazník pro Českou reprezentaci 2013/2014 o faktorech techniky, poslední sloupec průměrná odpověď (Novák, 2015)

Které faktory pro provedení správné techniky jízdy jsou pro SBX důležité?	ES	MN	EN	DB	MJ	JF	$\mu$
Koordinační schopnosti	5	5	5	4	5	4	4,7
Uspořádání pohybu v prostoru a čase	5	4	5	4	5	4	4,5
Pohybové čítí sportovce (vnímat pohyb, rozpoznat dobře a špatně provedený pohyb)	4	5	5	3	5	3	4,2
Psychické schopnosti	4	5	3	5	5	3	4,2
Kondiční schopnosti	5	5	4	3	4	2	3,8
Zkušenosti sportovce	4	5	4	3	3	3	3,7
Somatické faktory	3	3	3	3	4	1	2,8
Intelekt	2	1	3	1	5	3	2,5

Tabulka 10 - Dotazník pro Českou reprezentaci 2013/2014 o faktorech techniky 2, poslední sloupec průměrná (Novák, 2015)

Ohodnoťte význam technicky správného provedení níže uvedených pohybových aktů a operací pro SBX	ES	MN	EN	DB	MJ	JF	$\mu$
Jízda v zatáčkách	5	5	5	4	5	4	4,7
Sešlap skoku	5	5	5	3	5	4	4,5
Prošlapávání boulí	5	5	5	3	4	5	4,5
Jízda v kontaktu s ostatními závodníky a předjíždění	5	5	5	4	3	5	4,5
Jízda po ploše snb a základní sjezdový postoj	5	4	4	4	5	4	4,3
Technicky obtížné pasáže	3	5	5	4	4	4	4,2
Technika startů	4	5	4	3	3	4	3,8
Skákání boulí	4	4	4	3	1	5	3,5
Odraz na skoku	4	3	2	3	4	2	3,0
Rychlé pasáže (méně technické překážky s vysokou nájezdovou rychlostí)	3	4	2	4	2	3	3,0

Jak můžeme vidět na tabulce č. 9, tak nejdůležitější pohybovou operací je podle subjektivního hodnocení závodníků jízda v zatáčkách (pokud není zatáčka vedena po hraně, tak to znamená pro závodníky obrovskou ztrátu) a nejméně důležitou operací je odraz na skoku (v závodě málo využívaný, kvůli zvětšení délky letu a také jednoduchosti provedení) a rychlé pasáže (kde stačí stát nad prknem bokem a v hlubokém dřepu nebo aerodynamické poloze).

Tyto výpovědi ukazují pouze trend a neměli bychom je brát jako absolutní, vzhledem k jejich stáří a malému souboru dotazovaných, kdy i dotazovaní závodníci mají jiný osobní „styl“. Tím se mění i jejich preference výběru odpovědi.

## Taktické faktory

„Faktory taktiky v podstatě nelze doložit nijak měřitelnými parametry, jedná se pouze o subjektivní dojem závodníků a trenérů, kteří ať již po společné domluvě či samostatně uplatňovali v samotném závodě nějaké taktické prvky.“ (Novák, 2015, s. 47)

Závodník jedná dle aktuální závodní situace. Podle Periče a Dovalila (2010) jsou 3 možnosti, jak řešit soutěžní situaci – **improvizací, algoritmizací nebo vzorcem**. Ve snowboardrossu se vyskytují všechny 3 tyto možnosti. Často se objevuje improvizace, příkladem může být reagování na nečekané pohyby soupeřů. Algoritmizací v závodě můžeme rozumět průběžným zařazováním se a hledáním vzduchových „pytlů“ za soupeři. Závodník by měl mít například zažitý pohybový vzorec aerodynamické polohy v rovných částech tratě.

Tabulka č. 11 obsahuje dotaz a subjektivní vyjádření probandů o vlivu na výkon na stupnici 1–5, kde je 1 je malý efekt a 5 je vysoký efekt.

Tabulka 11 - Dotazník pro Českou reprezentaci 2013/2014 o faktorech taktiky, poslední sloupec průměrná (Novák 2015)

Které faktory taktiky jsou pro SBX důležité?	ES	MN	EN	DB	MJ	JF	$\mu$
Znalost tratě a její možnosti (předjíždění, aerodynamická poloha.....)	4	5	5	5	5	5	4,8
Znalost svých možností a předpokladů	4	4	5	4	5	5	4,5
Promýšlení situací, které mohou nastat během jízdy	3	1	3	3	3	4	2,8
Rozdělení sil (zvolení počtu tréninkových jízd.....)	2	3	1	3	2	2	2,2
Znalost předností a slabín ostatních závodníků	2	1	2	2	3	2	2,0

Při analýze subjektivního hodnocení faktorů techniky se ukazuje, že nejdůležitějším prvkem taktiky je znalost tratě, to lze docílit nastudováním tratě předem například z videa, které natočí trenér v den testování trati a poté imaginace a vizualizace tratě. Nebo také při prohlídce trati, která předchází závodě, ale i tréninku před závodem. Tomu by ovšem mělo předcházet sezení s trenérem, který navrhne řešení přejetí překážek a vytyčí správnou stopu. S tím souvisí i znalost svých možností a předpokladů, se kterými trenér dále pracuje a navrhuje řešení. Sám závodník poté musí vědět, co si může v trati dovolit a co ne (pokud má vlivem chyby závodník moc malou rychlost, tak by pro něj mělo být automatické, že na skoku nebude provádět sešlap, ale provede maximální odraz).

Do celé strategie dále vstupuje i fakt, že závodník bude v průběhu závodu pociťovat únavu. Jde o objektivní únavu jak fyzickou, tak i psychickou. Ta bude zhoršovat techniku jízdy, a to může způsobit pokles výkonnosti nebo zvýšit nebezpečí pádu.

Jelikož každá trať je stavěna jinak a s jinými parametry (kromě základních, které vyžaduje FIS), je pro závodníka obtížné se předem připravit na situace, které mohou nastat, s tím koresponduje i zjištění Nováka (2015), že se jedná o průměrný faktor taktiky (tabulka 11). Podprůměrnými se zdá být, dle tabulky 11, rozdělení sil, zejména vytrvalostních a znalost předností a slabin ostatních. Závodník nemůže předvídat kolik zvládne jízd (může ze závodu vypadnout, může se zrušit závod kvůli počasí, zranění...), proto je vhodné, když závodník stihne co nejvíce tréninkových jízd před závodem. Znalost soupeřů by se neměla podceňovat, závodník může totiž získat výhodu například na startu, pokud ví, že závodník vedle něj má starty pomalejší, proto se hned po startu bude tlačit do stopy před něj a tím mu ztíží situaci.

### 2.1.3 Trénink

Níže popsané údaje o tréninku jsou třeba pro interpretaci dat. Výkon v tréninku má specifickou a nespecifickou složku. Specifickou složku závodník trénuje „na kopci“, kde závodník věnuje čas a úsilí závodní trati nebo jejím částem. Také se objevuje trénink mimo trať – například slalom na sjezdovce nebo trénink skoků ve snowparku. Věnuje se tedy především technické přípravě (náviku a zdokonalování dovedností) a taktické přípravě (náviku sportovního boje). Zároveň při specifickém tréninku ovlivňuje i regulaci psychických stavů.

Vzhledem k charakteru závodního výkonu Novák (2015) uvádí, že trénink je zaměřen na rozvoj koordinačních schopností a silových schopností (hlavně síly explozivní), na vytrvalost (hlavně silovou), obratnost a flexibilitu. Vernillo a kol. (2016) tvrdí, že elitní snowboardisté musí disponovat vysokou svalovou silou.

Sportovní trénink snowboardcrossu klade na sportovce navíc značné nároky spojené s cestováním za sněhem ve všech obdobích. Zejména v letním období je třeba za sněhem a ideálními tréninkovými podmínkami jezdit do vyšších nadmořských výšek do ciziny, většinou evropských Alp (tabulka 12), jelikož v Česku nejsou (mimo sezónu) vhodné podmínky. Tyto nároky jsou velmi podobné pro seniorskou i juniorskou reprezentaci, protože většina podzimní přípravy závodníci stráví ve stejných termínech a areálech. V přípravném období je zařazeno, dle podmínek, jedno až tři soustředění na ledovci, kdy sportovci najíždí objem (kilometry) na sjezdovkách, opakují si a zdokonalují základy freestylu. Celé podzimní (předzávodní) období, v případě České reprezentace ve snowboardcrossu, soustředěno na ledovce Hintertux, Pitztal (oba Rakousko) a italské středisko Passo dello Stelvio. Toto období je většinou koncipováno do 6 soustředění v těchto střediscích, kdy se střídá týden „na horách“ (kde probíhá spíše specifický trénink) a týden „doma“ – kdy se sportovci a trenéři zaměřují spíše na všeobecnou kondiční přípravu a také na základní gymnastickou průpravu. Závodní období začíná přelomem listopadu a prosince, kdy jsou i první závody (pravidelně středisko Pitztal). Vrchol sezóny se liší dle výkonosti závodníka, pro juniory je to Juniorské mistrovství světa (většinou konané v březnu), pro seniory finále Světového poháru, Mistrovství světa (jednou za 2 roky) nebo Olympijské hry.

Roční tréninkový plán pro snowboardisty může být rozdělena na přechodovou, přípravnou a soutěžní fázi. Přechodná fáze slouží k fyzickému a psychickému zotavení po závodní sezóně (soutěžní fázi). Účelem přípravné fáze je vybudovat dobrý kondiční základ pro závodní sezóně. Při plánování se používá mnoho druhů strategií. Používá se lineární i nelineární periodizace.

Při plánování je nutno brát v potaz individuální potřeby každého sportovce (Ruotsalainen, 2012).

Tabulka 12 - Přehled sezóny 2019/2020 části juniorské reprezentace se znázorněním nadmořské výšky (zdroj vlastní)

Místo	Datum	Počet dnů	Nadmořská výška	Stupeň pobytu	Pobyt	Průměr		Počet dní	
						Střední	Vysoká	Střední	Vysoká
Hintertux	24.-28.5.2019	5	839-3250	střední	839				
Les2Alpes	8.-13.7.2019	6	1650-3600	vysoká	1650	1068	2067	48	17
Hintertux	22.-28.9.2019	6	839-3250	střední	839				
Hintertux	6.-12.10.2019	7	839-3250	střední	839	ZÁVOD			
Passo dello Stelvio	20.-26.10.2019	7	2752-3450	vysoká	2752	SOUSTŘEDĚNÍ			
Pitztal	3.-9.11.2019	7	1366-3450	střední	1366				
Pitztal	17.-22.11.2019	6	1366-3451	střední	1366				
Pitztal	28.11.-1.12.2019	4	1366-3452	střední	1366				
Isola 2000	17.-20.2019	4	1800-2610	vysoká	1800				
Colere	6.-8.2.2020	3	1013-2250	střední	1013				
Flumserberg	14.-16.2.2020	3	425-2222	nížká	425				
Folgaria	21.-23.2.2020	3	1180-1850	střední	1180				
Kuehtai	6.-8.3.2020	3	800-2520	střední	800				

## Kondiční trénink

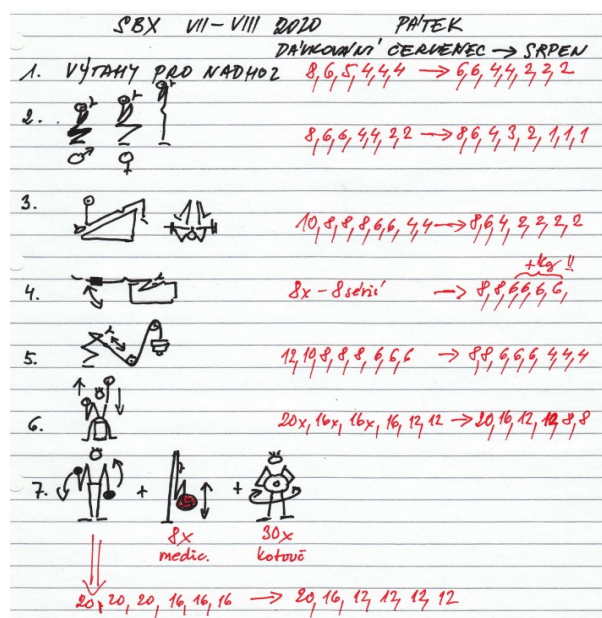
Trénink snowboardcrossu se zaměřuje na všechny aspekty kondice celoročně, avšak objem a intenzita jednotlivých složek kondičního tréninku se v průběhu cyklu mění.

Kondiční trénink zaměřený na kultivaci síly sportovcům začíná zhruba po měsíční pauze po konci sezóny, kdy sportovci dochází 3x týdně do posilovny a cvičí objemový trénink (tabulka 13). V předzávodní fázi, která začíná obvykle v září až říjnu, sportovci stále dochází 3x týdně do posilovny, ale cvičí spíše se zaměřením na budování maximální síly a výbušnosti za pomoci vícekloubových cviků (např. dřep, mrtvý tah), vzpírání a různých odhodů břemen (medicinbalů). V závodní fázi se vše orientuje dle závodních a sněhových podmínek. Silový trénink je zařazen, ale jen v takové míře, aby zajistil minimální nebo žádný pokles současného stavu trénovanosti.

Tabulka 13 - Ukázka silového tréninku v přípravném období (zdroj vlastní)

Část	Cvik	Počet sérií x opakování	Délka odpočinku	Poznámky
Rozcvičení	Kolo/veslo/švihadlo/běh	3-5 minut	x	Nízká intenzita - rozehřátí
	Roller + protažení	5 minut	x	Dynamický strečink
	Dýchání do břicha s nohama opřenými o stěnu	2x15s	15s	
	Diagonály	2x20	20s	
Hlavní	Rozehřátí s činkou	3x dle videa	60s	s dřevěnou tyčí nebo lehkou osou
	Silový trh	4x3	90-120s	Lehká osa, technika
	Dřep s osou na zádech	4x8	120s	Tak, aby poslední opakování v sérii bylo náročné, ale stále technicky správně
	Bench press	4x8	120s	Tak, aby poslední opakování v sérii bylo náročné, ale stále technicky správně
	Shyb nadhmatem	3x max	180s	Zapísovat a každý trénink víc
	Rumunský mrtvý tah na jedné noze + bulharský dřep	4x8(x2)	60s	
Závěr	Squat clinic	5 min	x	
	Roller	5 minut	x	

Tabulka č. 13 ukazuje silový trénink, cvičený juniorskou reprezentací v přípravném období. Je rozdělen do 3 částí. Každý cvik má svůj popis, objem a intenzitu. Část rozcvičení se zaměřuje na přípravu organismu na následnou hlavní část. Hlavní část se zaměřuje na budování základu pro pozdější trénink s maximálními váhami. Závěrečná část se zaměřuje na kompenzační cviky a rolování na válci.



Obrázek 2 – Ukázka silového tréninku v posilovně - konec přípravného období (Král, 2019)

Na obrázku 2 je ukázka silového tréninku v závěru přípravného období. Je zde patrný přechod od vyšších opakování k nižším za účelem budování maximální síly. V tréninku se objevují



vzpěračské cviky pro budování síly, výbušnosti a koordinace, klasické vícekloubové cviky jako dřep s osou a benchpress pro budování maximální síly, dále pak doplňkové cviky (tlaky na ramena, zakopávání, bicepsový zdvih, zvedání kolen) pro zpevnění a posílení synergických svalů a cviky napodobující specifické snowboardcrossové pohyby (přítah TRX = síla při startu z bloků, rotace trupu vzhledem k bočnímu postavení při sjezdu).

Trénink vytrvalosti snowboardcrossařům začíná zhruba po měsíční pauze po konci sezóny (obvykle na přelomu dubna a května). Přípravná fáze obsahuje objemový vytrvalostní trénink při nižší intenzitě pro rozvoj dlouhodobé vytrvalosti. Co se týče předzávodní fáze, trénink se zaměřuje spíše na rychlostní vytrvalost a krátkodobou vytrvalost. V závodní fázi se vše orientuje dle závodních a sněhových podmínek, trénink vytrvalosti je zařazován pouze tak, aby nedošlo k velkému poklesu předzávodního stavu.

Rychlostní trénink probíhá po celý tréninkový cyklus. Hlavně ale v předzávodním a závodním období, kdy se zařazují krátké sprinty, plyometrické cviky a drily pro zrychlení reakce.

Tabulka 14 - Ukázka atletického tréninku - konec přípravného období (zdroj vlastní)

Část	Obsah	Dávkování
Rozcvičení	Rozklusání	7 minut
	Protažení + mobilizace	10 minut
	SBC	30m
Hlavní	Rovinky 100m, po doběhu 10s skipping na místě, chůze zpět	6x
	Padavé starty 3x10 (start, výběh, zastavit a hned další start), pauza 1 minuta	4x
	Schody Juliska nebo kopec 100m (50m běh, 50m skipping)	5x po dvou
	2 min běh, každý další rychlejší, pauza 3 minuty	4x
Závěr	Výklus, pokud možno na boso	5-10 minut

Na tabulce č. 14 je ukázka atletického tréninku na konci přípravného období. Trénink má 3 části a jeho cílem bylo budování krátkodobé vytrvalosti.

Snowboardcrossaři pro trénink koordinace zařazují gymnastickou průpravu jednou až dvakrát týdně, kde se objevují cvičení na náradí, cvičení prostná, cvičení s náčiním a překážkové dráhy. Součástí tréninku jsou i různá rovnovážná cvičení na labilních podložkách, většinou je to součástí gymnastického tréninku nebo jsou zařazována jako samostatná jednotka.

Zároveň se sportovci celoročně věnují i regeneraci. Zejména pak strečinku a práci s fyzioterapeuty. V tréninku mají také své místo i různá dechová cvičení a cvičení pro posílení hlubokého stabilizačního systému. Obvykle se jedná o pravidelný večerní strečink v délce

zhruba 20 minut. Po tréninku na sněhu bývá zvykem zařadit kompenzační cvičení s prvky Dynamické neuromuskulární stabilizace (DNS). Fyzioterapeuté bývají k dispozici na některých reprezentačních soustředěních a pravidelně přítomní na závodech světového formátu. Jejich úkolem je kompenzace při soutěži a léčba akutních zranění.

Pro napodobení intenzity, formy a techniky se jako doplněk tréninku celoročně používá longboard a skateboard, hlavně na tzv. pumptracku, kdy pohybový vzorec je velmi podobný průjezdu snowboardcrossové trati. Také pro se využívá cyklistika, ať už pro budování aerobní kapacity, tak pro zvyšování kuráže, odolnosti a koordinace pomocí sjezdů v bikeparku.

Po shrnutí textu výše je tedy cílem přípravného období získat kvalitní dovednostní a kondiční základ. Hlavním cílem předzávodního období, vzhledem k vysokému objemu tréninku na sněhu, je zlepšení specifického výkonu. Cílem závodního období je co se týče specifického výkonu udržování a pokud možno zkvalitnění výkonu.

#### **2.1.4 Shrnutí**

Výkon ovlivňují vnitřní a vnější faktory. Jako vnější můžeme uvést, že trénink snowboardcrossu se odvíjí dle aktuálních sněhových podmínek, pokud je možnost specifického tréninku techniky, jdou ostatní složky stranou. Vnitřními faktory rozumíme vše, co ovlivňuje výkon z pohledu závodníka (Semerád a Bunc, 2021).

Nejdůležitějším vnitřním faktorem je technika. Výkon je technicky, vzhledem k nepřírozenému postavení, velmi náročný, proto tato složka hraje v tréninku prim. Při vyrovnání této složky výkonu, na nejvyšších úrovních výkonnosti, vstupují faktory kondiční, koordinační, somatické, taktické a psychické. Z kondičních faktorů především výbušnost využitelná hlavně při startu, odrazech a sešlapech, krátkodobá vytrvalost, jelikož doba trvání výkonu je okolo 60 sekund a acyklická rychlost pro zvládnutí rychlých pasáží – například startovní sekce. Z koordinačních předpokladů především schopnost rychle se přizpůsobit aktuální situaci a rovnováha na snowboardu. Ze somatických faktorů ovlivňující výkon je to především svalová hmota, která tvoří vyšší tělesnou hmotnost. Nejdůležitějším taktickým faktorem je znalost tratě. Pro zvládnutí trati je také vhodné disponovat sebedůvěrou a odvahou.

## 2.2 Tělesné složení

Jedna z možností, jak sledovat změny plynoucí z pohybového zatížení člověka a zvyšování fyzické kondice je diagnostika stanovující tělesného složení. Analýza tělesného složení zároveň napomáhá kontrolovat vliv nutriční intervence, vývojový stupeň ontogeneze, úroveň zdraví a výkonnosti a farmakologické terapie. (Špinlerová, 2016; Pařízková, 1998).

Tělesné složení informuje o zastoupení jednotlivých tělesných složek v celkové hmotnosti jedince. Závisí na stavu výživy, pohybové aktivitě, zdravotním stavu, fázi ontogenetického vývoje a dalších faktorů. Tělesné složení je odhadováno pomocí různých modelů a s nimi souvisejících a odvozených metod, které závisí s provozními a finančními možnostmi daného pracoviště (Pastucha, 2014).

Lidské tělo může být kvantifikováno na několika úrovních – atomové (jednotlivé prvky jako uhlík, vápník, ...), molekulární (voda, protein, tuk, ...), buněčné (mimobuněčná tekutina, hmota buňky, ...) a tkáňové úrovni (tuková, kostní a svalová) (Duren et al., 2008).

Snahy o rozdělení a kvantifikaci tělesné hmoty se datují do doby před více než stoletím. K rozdělení na různé složky byla použita řada modelů a metod. Ze začátku na komponenty: tukoprostá hmota (fat-free mass = FFM), tuková hmota (fat mass = FM), celková tělesná voda (total body water = TBW), tukoprostá hmota neasociována s tukem (fat-free dry mass = FFDM) a kostní minerály (bone mineral = BM). Jak se techniky zdokonalovaly, modely se vyvinuly z tradičních dvou komponent (body mass = FFM + FM) na modely se třemi, čtyřmi nebo pěti komponentami. FM je základem pro všechny modely, v závislosti na úrovni analýzy lze FFM rozdělit na kapalné (celkové, intercelulární, extracelulární) a pevné (minerály, proteiny, uhlohydráty) složky. Modely určování tělesného složení byly vyvinuty převážně na dospělých, protože se předpokládá, že různé složky jsou v ustáleném stavu a vztahy mezi nimi jsou konstantní. Úrovně složek a vztahy mezi nimi se mění s růstem a stárnutím, zároveň má na tyto komponenty, mimo jiné, vliv i systematický sportovní trénink (Malina a Geithner, 2011).

Somatické změny organismu se projeví, pokud dojde ke změně ve výživových návycích, zdravotním stavu nebo působení tělesné zátěže na jedince. Tyto somatometrické změny se projeví hlavně v zastoupení jednotlivých složek, především úbytkem nebo nárůstem tukové a svalové složky. Při pravidelném sledování tělesného složení jedince můžeme pozorovat efektivitu pohybového zatížení a stanovení úspěšnosti změny výživových návyků (Pastucha, 2014).

## 2.2.1 Metody

Metody můžeme dělit na tzv. přímé a nepřímé. Jako přímou metodu můžeme uvést pitvu, která je bezpochyby nejpřesnější metodou. Nepřímé metody mohou být zatížené řadou chyb, lze je dále dělit na standartní laboratorní metody (DEXA, ...) a terénní metody (kaliperace, bioimpedance, ...) (Bunc et al., 2001; Pařízková, 1998; Pastucha, 2014). Také je lze dělit na jednu (DEXA, denzitometrie,...) a dvakrát (BMI, BIA,...) nepřímé.

Níže jsou popsány vybrané metody měření tělesného složení:

- Body mass index (BMI) a fat free mass index (FFMI)
- DEXA
- Waist/hip ratio (WHR)
- Kaliperace
- Bioelektrická impedance (BIA)

a popis metody použité pro práci – bioelektrická impedance. Metody jsou doplněné o obrázky pro lepší představu.

### 2.2.1.1 Body mass index (BMI)

Popisný index, který je vyjádřen jako hmotnost dělená druhou mocninou výšky postavy ( $m/h^2$ ). U dospělé populace je hodnota BMI nad  $25 \text{ kg/m}^2$  asociována s vyšším rizikem morbidity a mortality. Hodnota BMI  $30 \text{ kg/m}^2$  a více indikuje obezitu. Pro děti se index nepoužívá. Také pro sportovce je index problematický vzhledem k možné větší mase svalové hmoty (Duren et al., 2008).

Tabulka 15 - Kategorie BMI [ $\text{kg/m}^2$ ] (WHO, [www.rehabilitace.info](http://www.rehabilitace.info))

BMI [ $\text{kg/m}^2$ ]	Kategorie	Zdravotní rizika
< 18,5	podváha	vysoká
18,5 - 24,9	norma	minimální
25,0 - 29,9	nadváha	nízká až lehce vyšší
30,0 - 34,9	obezita 1. stupně	zvášená
35,0 - 39,9	obezita 2. stupně (závažná)	vysoká
> 40,0	obezita 3. stupně (těžká)	velmi vysoká

Tabulka 15 se shoduje s daty na webových stránkách Světové zdravotnické organizace (WHO), konkrétně evropské pobočky ([www.euro.who.int](http://www.euro.who.int)). Má 3 sloupce, kde je každá kategorie BMI charakterizována intervalem, názvem a zdravotním rizikem.

BMI obsahuje celkovou hmotnost a neposkytuje informaci o kvalitativním složení těla (množství a kvalitě tukoprosté hmoty – FFM a tukové hmoty – FM). Avšak, tyto dvě proměnné můžeme dělit výškou v m<sup>2</sup> a dostaneme index nazvaný fat-free mass index (FFMI) a fat mass index (FMI). Tento model nám dovoluje hodnotit tyto proměnné ve vztahu k tělesné výšce (Bahadori et al., 2006). Schutz a kol. (2002) ve své práci (tabulka 16) zkoumali tělesné složení netréované populace (*n* = 2986 mužů, 2649 žen). A získali hodnoty FFMI a FMI pro tuto populaci. Tabulka 16 obsahuje zjištěné hodnoty FFMI a FMI se směrodatnou odchylkou, rozlišené dle pohlaví.

Tabulka 16 - Průměrné hodnoty se směrodatnou odchylkou FFMI a FMI netréované populace (Schutz et al., 2002)

Věk	18 - 98 let			
Pohlaví	Muži		Ženy	
Komponenta	Výsledek	SD	Výsledek	SD
FFMI [kg/m <sup>2</sup> ]	19,1	1,4	15,9	1,3
FMI [kg/m <sup>2</sup> ]	4,9	1,8	6,6	2,5

Abe a kol. (2018) (tabulka 17) ve své práci zkoumali FFMI u 95 mužských sportovců, kde silové předpoklady hrají velkou roli (hráči amerického fotbalu, powerlifteri, sumo wrestleři a vrhači koulí) a srovnávali tyto hodnoty s kontrolní skupinou 48 rekreačních sportovců.

Tabulka 17 – Průměrné tělesné složení se směrodatnou odchylkou a statistickou významností sportovců USA a rekreačních sportovců (Abe et al., 2018)

Skupina	Sportovci		Kontrolní skupina		p
	Výsledek	SD	Výsledek	SD	
<i>n</i>	95		48		
Věk [roky]	22,0	5,0	22,0	4,0	0,606
Výška [cm]	181,0	10,0	171,0	7,0	<0,001
Hmotnost [kg]	109,2	24,8	60,2	7,4	<0,001
FFM [kg]	83,3	14,5	51,3	6,3	<0,001
Tuková hmota [%]	22,1	10,6	14,7	3,0	<0,001
FFMI [kg/m <sup>2</sup> ]	25,4	2,7	17,6	1,5	<0,001

Obsahem tabulky 17 je analýza tělesného složení 95 profesionálních a 48 rekreačních sportovců. Naměřené komponenty jsou: věk, výška, hmotnost, FFM, tuková hmota a FFMI se směrodatnou odchylkou. Autoři zjistili statisticky významný rozdíl mezi těmito komponentami (*p* < 0,001), kromě věku.

Dle Schutz a kol. (2002) je koncept FFMI užitečný pro výpočet relativní svalové hypertrofie u kulturistů a jiných sportů, kde je třeba kvantitativně měřit mohutnou svalovou stavbu, aby se vyloučila falešná diagnóza nadměrného tělesného tuku na základě jednotlivých měření BMI.

### 2.2.1.2 Dual energy X -ray absorpciometrie (DEXA)

DEXA vychází z odlišné absorpce rentgenového záření o dvou odlišných energiích různými tkáněmi a měří tedy hustotu jednotlivých tkání. Výsledkem je stanovení obsahu tukové hmoty, beztukové tělesné tkáně a kostní denzity. DEXA rovněž umožňuje stanovit rozložení tukové tkáně softwarovým programem hodnotícím obsah tuku v oblasti břicha a v oblasti boků (Mullerová, 2009).

Také je označována jako „zlatý standart“. Chyba u tohoto měření je 3-4% při odhadu podílu tuku. Je využívána pro stanovení denzity kostní tkáně a podíl tukové složky je dopočítáván pomocí regresivních rovnic (Pastucha, 2014).



Obrázek 3 - DEXA Fakulty tělesné výchovy a sportu ([www.ftvs.cuni.cz](http://www.ftvs.cuni.cz))

### 2.2.1.3 Kaliperace

Jde o antropometrickou metodu, jejíž název je odvozen od speciálního měřicího přístroje „kaliperu“. Metoda je běžně využívána v tělovýchově – lékařské i klinické praxi ke zjištění množství tělesného tuku. Pomocí kaliperu se za konstantního tlaku měří tloušťka

kožních řas na těle (Vilikus et al., 2004). Měření kožních řas je používáno k charakterizování vrstvy podkožního tuku v různých částech lidského těla (Duren et al., 2008).

V Česku se využívá především kaliper typu podle Besta, můžeme se však setkat i Harpendeským typem. Měření řas má také několik doporučených postupů, nejčastěji používaný postup je ale měření kožních řas na deseti místech na těle (Vilikus et al., 2004). Pomocí součtu těchto řas se určuje hustota a z té následně procento tělesného tuku.

#### 2.2.1.4 Bioelektrická impedance (BIA)

Jedná se o neinvazivní, relativně levnou (dle použitých přístrojů), terénní a bezpečnou metodu, která se v poslední době rozšířila po celém světě. Konkrétní parametry stanovuje pomocí výpočtů, které odvozuje po změření odporu těla (odpor se mění podle obsahu tuku a vody). Primárně BIA měří objemy tekutin v těle. Svalová (tukuprostá) hmota je výrazněji hydratovaná a chová se tedy jako vodič, oproti tomu se tuková hmota chová jako izolátor. Analýza tělesného složení pomocí BIA tedy ukazuje odhady celkové tělesné vody (TBW), tukoprostou hmotu (FFM) a tukovou hmotu (FM) pomocí měření odporu těla jako vodiče vůči velmi malému konstantnímu střídavému elektrickému proudu. Hodnota odporu tkáně, tzv. bioelektrická impedance je nepřímo úměrná objemu tkáně, kterou elektrický proud prochází. Výpočet jednotlivých složek těla vychází z naměřené nebo zadané hmotnosti jedince, změřeného odporu, zadané výšky, pohlaví, věku a úrovně pohybové aktivity (Thomas et al., 1992; Duren et al., 2008; Müllerová, 2009;).

Při měření BIA se používají elektrody umístěvané na tělo. Původně byly používány přístroje se čtyřmi elektrodami (dvě na dolní končetině a dvě na horní končetině – na stejné straně těla), při svislé vodorovné poloze probanda (např. Bodystat 1500). Existují také metody měření ve svislé poloze (např. InBody, Tanita, ...), kdy proband našlapuje na elektrody umístěné v přístroji a v rukou drží madla s elektrodami, tyto metody jsou jednodušší pro probanda i personál, ale přístroje jsou hůře manipulovatelné vzhledem k jejich velikosti (viz. obrázek 4) (Müllerová, 2009).

Tyto analyzátory můžeme dělit na monofrekvenční, které využívají střídavý proud o nízké intenzitě a jednu frekvenci proudu (obvykle 50 kHz) a multifrekvenční, které využívají různé frekvence proudu (například 0–500 kHz) (Špinlerová, 2016).

Nevýhodou metody je možné ovlivnění výsledku hydratací organismu, u osob s otoky nebo v rámci retence tekutin v průběhu menstruačního cyklu – pak je množství tuku v těle podhodnoceno, naopak dehydratace vede k falešnému vyššímu obsahu tuku (Müllerová, 2009).



Obrázek 4 - BIA zařízení od výrobce Tanita ([www.ftvs.cuni.cz](http://www.ftvs.cuni.cz))

Chyby u BIA způsobené měřicím zařízením se pohybují kolem 1,5 %, nesprávné použití zařízení – hlavně elektrod může způsobit chybu až 3 %. Je potřeba vzít denní biologickou variabilitu, která je kolem 2 % (Arnoštová, 2017).

Dle Malé a kol. (2014) mohou být nevýhody BIA:

- Variabilita výsledků v závislosti od regresivních rovnic
- Předpoklad konstantní hydratace netukové hmoty
- Předpoklad modelu těla, kterým proudí proud ve stejném množství všemi segmenty

Pro účely práce bylo vzhledem k neinvazivitě, nenáročnosti a bezpečnosti vybrána právě BIA. Konkrétně pak zařízení Bodystat 1500, které je kompaktní a nenáročné na obsluhu.

#### 2.2.1.5 Waist/hip ratio (WHR)

Je pravděpodobné, že sportovní trénink ve snowboardcrossu bude působit preventivně proti riziku civilizačních onemocnění. WHR je jednoduchá metoda pro odhalení zdravotních rizik probanda, měříme obvod pasu a boků pomocí krejčovského metru.

Poměr obvodu pasu a boků je základní index pro popis distribuce tukové tkáně. Hodnota vyšší než 0,85 naznačuje centralizované uložení tuku. Muži s hodnotou vyšší než 1 (některé zdroje vyšší nebo rovno 0,95) a ženy s hodnotou vyšší než 0,85 (vyšší nebo rovno 0,86) mají zvýšené



riziko kardiovaskulárního onemocnění, diabetu a rakoviny (Duren et al., 2008). Je pravděpodobné, že snowboardcrossaři budou mít excelentní poměr pasu a boků i přes pravděpodobně vyšší BMI.

*Tabulka 18 - Kategorie WHR s kategoriemi značícími velikost rizika vzniku civilizačních onemocnění (Duren et al, 2008; WHO)*

<b>Pohlaví</b>	<b>Excelentní</b>	<b>Dobrý</b>	<b>Průměrný</b>	<b>Rizikový</b>
Muž	<0,85	0,85-0,89	0,90-0,95	≥0,95
Žena	<0,75	0,75-0,79	0,80-0,86	≥0,86

## 2.3 Shrnutí teorie

Snowboardcrossař prochází všestrannou kondiční přípravou. Snowboardcross je ale disciplínou, kde je nejdůležitějším faktorem technika. Nicméně při stejné výkonnostní úrovni, těchto dvou faktorů, vstupuje do hry kondiční připravenost, somatické a biomechanické faktory, psychika a taktika. Z toho důvodu je vhodné, aby jezdec byl vybaven výbušností, krátkodobou vytrvalostí a acyklickou rychlostí. Se silovou složkou se váže i biomechanický faktor – s větším objemem aktivní hmoty (svaloviny) se zvyšuje hmotnost závodníka, která je pro výkon rovněž důležitá. S vyšší hmotností se závodník pohybuje z kopce rychleji a může využít více energie při zrychlování na nerovnostech v trati. Závodník musí být důsledný ve znalosti trati, disponovat sebedůvěrou a odvahou.

Co se týče tělesného složení, existuje mnoho metod jeho zjišťování. Rozlišujeme přímé a nepřímé. My bychom doporučili, vzhledem k jednoduchosti provedení, bezpečnosti a neinvazivnosti, měření tělesného složení v terénních podmínkách bioelektrickou impedancí, konkrétně přístrojem Bodystat 1500.

Je málo prací, které se zabývají snowboardcrossem a ještě méně, které zkoumají somatotyp a tělesné složení snowboardcrossařů. Nejsou k dispozici data a proto nevíme, zda současné chápání tréninku vede k prevenci vzniku civilizačních onemocnění, k většímu osvalení a vyšší hmotnosti, která z biomechanického hlediska závodníkovi napomáhá. Nevíme, zda se současní čeští závodníci podobají somatotypickými faktory závodníkům z jiných zemí nebo zda se liší. Proto jsme navrhli zhodnocení aktuálního stavu českých snowboardcrossařů a porovnání s antropometrickými daty relevantních autorů (netrénované populace i závodníků ve snowboardcrossu) pomocí znalosti věku, základních antropometrických parametrů (hmotnost, výška, obvod pasu a boků) a analýzy tělesného složení BIA. Poznatky o těchto parametrech nám dají informace o stavu závodníků vyplývající ze zaměření sportovního tréninku, možnost vytvoření norem pro výběr talentů a definují postup pro kontrolní diagnostiku.

### 3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY

#### 3.1 Cíle

Cílem této práce je naměření a zhodnocení somatických faktorů v české snowboardcrossové reprezentaci a porovnání s relevantními daty zahraničních autorů.

#### 3.2 Hypotézy

Jako hypotézy jsme do diplomové práce určili tato tvrzení:

H1: Snowboardcrossaři budou mít průměrné BMI v horní třetině normy pro normální populaci (22,8 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>) vzhledem k většímu množství svalové hmoty, vyplývající ze zaměření sportovního tréninku.

H2: Vzhledem k pravděpodobnému preventivnímu působení sportovního tréninku snowboardcrossařů bude průměrné WHR v pásmu excelentních hodnot platných pro obecnou populaci (muži <0.85, ženy < 0.75).

H3: Snowboardcrossaři budou mít vyšší průměrné hodnoty FFMI oproti netrénované populaci (Schutz et al., 2002) a rekreačním sportovcům (Abe et al., 2018) – snowboardcrossaři muži, tento rozdíl bude statisticky a věcně významný ( $p < 0,05$ ,  $d \geq 0,8$ ).

H4: Naměřené průměrné hodnoty sledovaných proměnných (hmotnost, výška, BMI a procento tělesného tuku) se budou nevýznamně statisticky ( $p \geq 0,05$ ) a věcně ( $d < 0,80$ ) lišit od hodnot uváděných v literatuře pro vrcholové snowboardcrossaře, konkrétně Vernillo a kol. (2016) a Sands a kol. (2021).

#### 3.3 Úkoly

Chronologicky seřazené pořadí úkolů, vytyčených pro diplomovou práci, vypadá následovně:

- 1) Literární rešerše
- 2) Výběr souboru
- 3) Sběr dat
- 4) Analýza a zanesení dat do tabulek a grafů
- 5) Výběr relevantních dat zahraničních autorů
- 6) Zhodnocení dosažených výsledků

## 4 METODIKA PRÁCE

### 4.1 Popis sledovaného souboru

Sledovaným souborem je skupina sportovců ( $n=14$ ), reprezentujících Českou republiku ve snowboardcrossu.

#### Kritéria výběru

- 15 let a více s minimálně jedním rokem systematické přípravy
- Bez momentálních úrazů a kontraindikací popsanych v informovaném souhlasu
- Reprezentant ČR

Věkové rozmezí je v tomto případě od 17 do 28 let v zastoupení 6 žen a 8 mužů. Probandi mají za sebou systematizovanou přípravu od 15 let (- není pravidlem, odvíjí se od vstupu do reprezentačního družstva), kde se střídá specifický trénink na snowboardu s kondičním tréninkem na „suchu“. Minimální doba tréninku v reprezentačním družstvu jsou 2 sezóny a konkrétní průměr je  $5,1 \pm 2,9$  sezóny (příloha 8). Tréninkový proces byl popsán v teoretických východiscích práce, ve stručnosti je to primárně příprava ve snowboardcrossové trati (technická, taktická a psychická příprava) a kondiční příprava sestávající z koordinačních cvičení (gymnastická příprava), silového tréninku a tréninku krátkodobé vytrvalosti pomocí běžeckých cvičení.

#### Kritéria pro výběr referenční práce

- Probandi jsou/byli reprezentanty ve snowboardcrossu
- $n \geq 5$

## 4.2 Použité metody

Použijeme metody: dotazování pro získání kvantitativních parametrů (věk, doba v tréninkovém procesu a výška v cm), měření hmotnosti pomocí standardní elektronické váhy, analýzu tělesného složení pomocí BIA (přístrojem Bodystat 1500) a měření obvodu pasu a boků pomocí krejčovského metru. Tato data budou dále využita pro kvalitativní hodnocení individuálních dat BMI, WHR, FFMI a procenta tělesného tuku. Měření zajistí řešitel práce bc. Michal Hanko po zaškolení u vedoucího práce.

Data budou analyzována pomocí výpočetních operací jako aritmetický průměr, minimum maximum, směrodatná odchylka, statistická a věcná významnost rozdílu.

### 4.2.1 Použité zařízení Bodystat 1500

Zařízení, které je primárně nakonfigurováno pro zdraví, fitness, management hmotnosti a volnočasový průmysl, zároveň však využíván ve výzkumu a lékařství. Přístroj měří a vypočítává:

- Procento tělesného tuku a hmotnost tuku
- Procento aktivní tělesné hmoty a hmotnost aktivní tělesné hmoty
- Procento celkové vody v těle a hmotnost celkové tělesné vody
- Rozsahy normohodnot pro každou z výše uvedených kategorií, včetně ideální tělesné hmotnosti na základě skutečné analýzy složení těla subjektu
- Hmotnost bezvodé aktivní tělesné hmoty
- Hodnota bazálního metabolismu (BMR)
- BMR/hmotnost těla
- Průměrná denní kalorická potřeba
- Body Mass Index, plus normální rozsah
- Poměr pas/boky
- Hodnoty impedance při 50 kHz

(oficiální stránky výrobce, [www.bodystat.cz](http://www.bodystat.cz))

#### 4.2.1.1 Práce s bodystatem

Bodystat má dva hlavní vodivé kabely, z nichž každý má dvě kovosvorky, červenou a černou. Tyto svorky jsou připojeny k exponovaným úchytům na elektrodách. Pomocí tlačítek se zadají povinné údaje probanda, jako jsou pohlaví, věk, výška a hmotnost a volitelné údaje jako je úroveň fyzické aktivity nebo míry pasu a boků.

Při měření prochází bezpečný signál (slabý elektrický proud o hodnotě  $400\ \mu\text{A}$ ) vygenerovaný bateriemi celým tělem a měří bioelektrickou impedanci při pevné frekvenci 50 kHz. Jakmile je měření provedeno, zobrazí se za okamžik na displeji komplexní analýza složení těla, která obsahuje tělesný tuk, svalovou hmotu, celkovou tělesnou vodu a optimální rozsahy dalších parametrů (oficiální stránky výrobce, [www.bodystat.cz](http://www.bodystat.cz)).



Obrázek 5 - BIA zařízení Bodystat 1500 ([www.bodystat.cz](http://www.bodystat.cz))

### 4.2.2 Průběh měření

Pro měření bude použito zařízení Bodystat 1500 od stejnojmenné firmy, zapůjčené od Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy. Pro získání vstupních hodnot do zařízení, bude použita klasická elektronická váha (hmotnost v kg) a krejčovský metr pro obvod pasu a hrudníku.

Probandi budou měřeni první den soustředění mezi 7 a 8 hodinou ranní v souladu s podmínkami popsány níže.

Neměly by být měřeny pacientky v raných stádiích těhotenství, osoby s implantáty (kardiostimulátor, kyčelní protéza). Zkreslené hodnoty mohou být v období premenstruace a menstruace, podobně jako u pacientů užívajících léky, které ovlivňují vodní režim organismu.

Pro získání objektivních hodnot a přesných výsledků je dáno dodržováním konkrétních standardních podmínek:

- zamezit příjmu tekutin a jídla po dobu 4–5 hodin před testem
- zamezit pohybové aktivitě po dobu 12 hodin před testem
- nepožívat alkohol po dobu 24 hodin před testem,
- vyprázdnit močový měchýř před testem a organismus opětovně zavodnit neslazenou tekutinou
- měření provádět při pokojové teplotě
- přesně umístit elektrody (dle použitého zařízení)
- záleží také na použitém typu elektrod

(Pastucha, 2014)

### 4.3 Sběr dat

Individuální data získaná ze zařízení Bodystat 1500 budou ihned zanesena do excelové tabulky a následně anonymizována. Každý proband bude mít možnost svá data po měření (a před anonymizací) získat a konzultovat s měřitelem. Data budou zanesena do grafů a tabulek a následně analyzována (viz. níže).

## 4.4 Časový rozvrh a podmínky sběru dat

Data budou získávána na pravidelném reprezentačním soustředění ve ski areálu Dolní Morava počátkem ledna 2022. Probandi musí splňovat podmínky měření schválené Etickou komisí. Měření bude probíhat na lačno v ranních hodinách.

## 4.5 Vedení

Vedení a realizaci měření zajistí hlavní řešitel práce bc. Michal Hanko po zaškolení od vedoucího práce.

## 4.6 Analýza dat

Získali jsme data od 14-ti probandů v rámci České reprezentace, které byli následně rozděleny na mužskou a ženskou část, anonymizována a očíslovaná čísly. Probandi byli dotázáni na věk, délku tréninku a výšku v cm. Následně byli zváženi na elektronické váze a změřeni v oblasti boků (Obvod H) a hrudníku (Obvod W) v cm. Poté pokračovali na vyšetření pomocí zařízení Bodystat 1500. Data, která byla pomocí zařízení získána jsou:

- Procento tukové hmoty (Fat)
- Hmotnost tukové hmoty (Fat)
- Hmotnost tukoprosté hmoty (Lean)
- Hmotnost svaloviny (Dry lean)
- Hmotnost celkové vody v těle (Water)
- Hodnotu bazálního metabolismu (Basal) a průměrného výdeje při sportovní aktivitě (AVG)

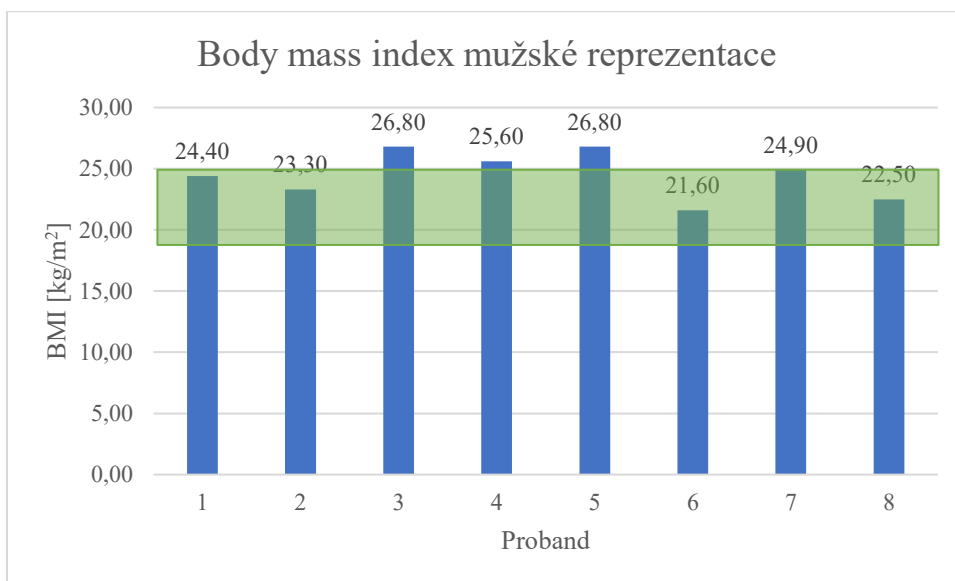
Následně, pomocí funkce MS Excel, byl spočítán každé komponentě aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Kompletní tabulky s výsledky lze nalézt v přílohách (příloha 8, 9, 10). Jako první proběhne analýza souhrnných dat, následně analýza dat s ohledem na pohlaví. Data budou analyzována pomocí funkcí MS excel a zanesena do tabulek a grafů dle potřeby. V tabulkách bude zvýrazněno **minimum** a **maximum**. Analýza se bude zabývat převážně průměrnými hodnotami. Bude zahrnuta směrodatná odchylka. Vztahy a rozdíly mezi daty budeme analyzovat pomocí logické úvahy, studentova t-testu a Cohenova D. Jako statisticky významný rozdíl studentovo t-testu jsme zvolili  $p < 0,05$ . Věcně významný rozdíl byl stanoven na  $d \geq 0,8$ .



## 5 VÝSLEDKY

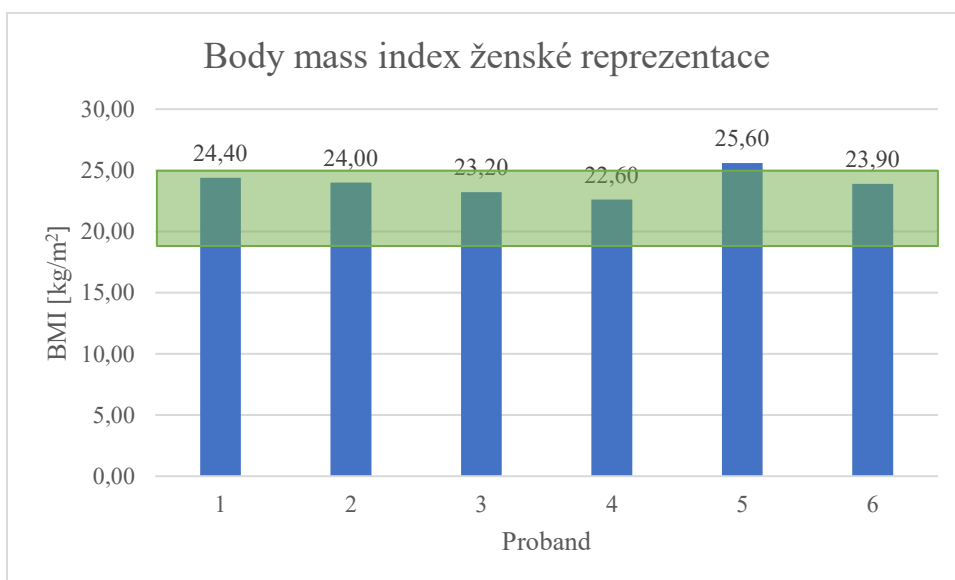
### 5.1 Analýza BMI

Na grafu 1 vidíme jednotlivé výsledky měření BMI mužů a pásmo platné pro zdravou populaci (18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>, zeleně). Ukazují se zde 3 hodnoty nad 25 kg/m<sup>2</sup>. Ostatní hodnoty jsou v normě dle WHO (2022), tedy 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>. Hodnoty probandů 1,2 a 7 jsou v horní třetině normy BMI – 22,8 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>.



Graf 1 - BMI mužské reprezentace (n = 8) s pásmem hodnot platných pro zdravou populaci (18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>, zeleně)

Z analýzy grafu č. 2 vyplývá, že většina žen dosahuje rozmezí zdravé populace BMI dle WHO (18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>, zeleně). Jen jedna žena tuto normu přesáhla o 0,6 bodu. V horní třetině BMI (22,8 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>) jsou 4 ze 6 měřených žen.



Graf 2 - BMI ženské reprezentace (n = 6) s pásmem hodnot platných pro zdravou populaci (18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>, zeleně)

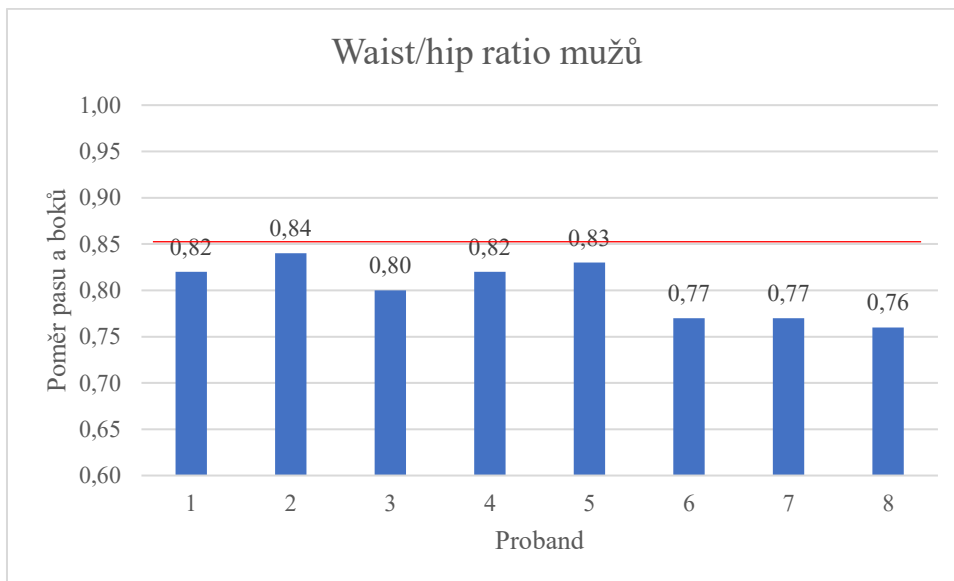
Tabulka 19 - Průměrné výsledky BMI se směrodatnou odchylkou

Komponenta	Muži		Ženy	
	Průměr	SD	Průměr	SD
<i>n</i>	8		6	
Hmotnost [kg]	79,43	8,01	66,77	3,49
Výška [cm]	180,00	4,82	166,92	3,03
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	24,49	1,80	23,95	0,94

Z analýzy přílohy 8 vyplývá, že průměrné BMI Českých závodníků je  $24,26 \pm 1,51$  kg/m<sup>2</sup>. Průměr 8 měřených mužů (tabulka 19) je  $24,49 \pm 1,8$  kg/m<sup>2</sup>. Průměr 6 měřených žen (tabulka 19) je  $23,95 \pm 0,94$  kg/m<sup>2</sup>. Dle WHO (2022) je normální hodnota 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>. Naše naměřené hodnoty jsou tedy v pásmu zdravé populace. Mezi muži se však v absolutních číslech ukazují hodnoty nad 25 kg/m<sup>2</sup>, konkrétně u 3 probandů (graf 1), mezi ženami jeden proband (graf 2).

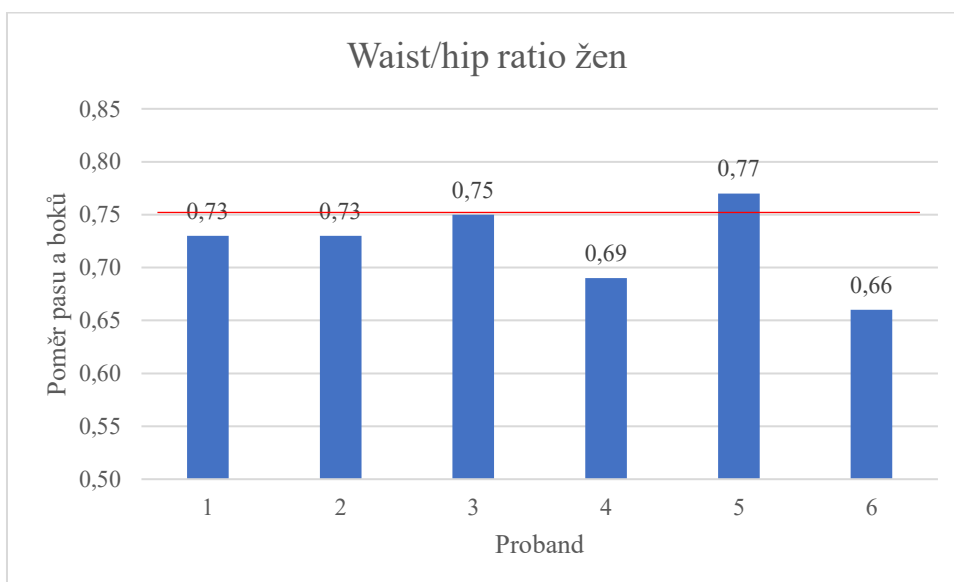
## 5.2 Analýza WHR

Na grafu č. 3 vidíme, že všichni zúčastnění muži dosáhli v testu poměru pasu a boků hodnoty  $< 0.85$ , dle Duren a spol. (2008) a WHO (2022) jsou tyto hodnoty excelentní.



Graf 3 - Waist/hip ratio mužské reprezentace (excelentní hodnoty  $< 0,85$ ; červená linie)

Při analýze grafu č. 4 si můžeme všimnout, že 2 ze 6 sportovkyň dosáhli hodnoty W/H ratio  $\geq 75$ . Tyto hodnoty jsou dle Duren a kol. (2008) a WHO (2022) dobré. Zbylé 4 sportovkyně dosáhli  $W/H < 75$ , tyto hodnoty Duren a kol. (2008) a WHO (2022) klasifikují jako excelentní.



Graf 4 - Waist/hip ratio ženské reprezentace (excelentní hodnoty  $< 0,75$ ; červená linie)

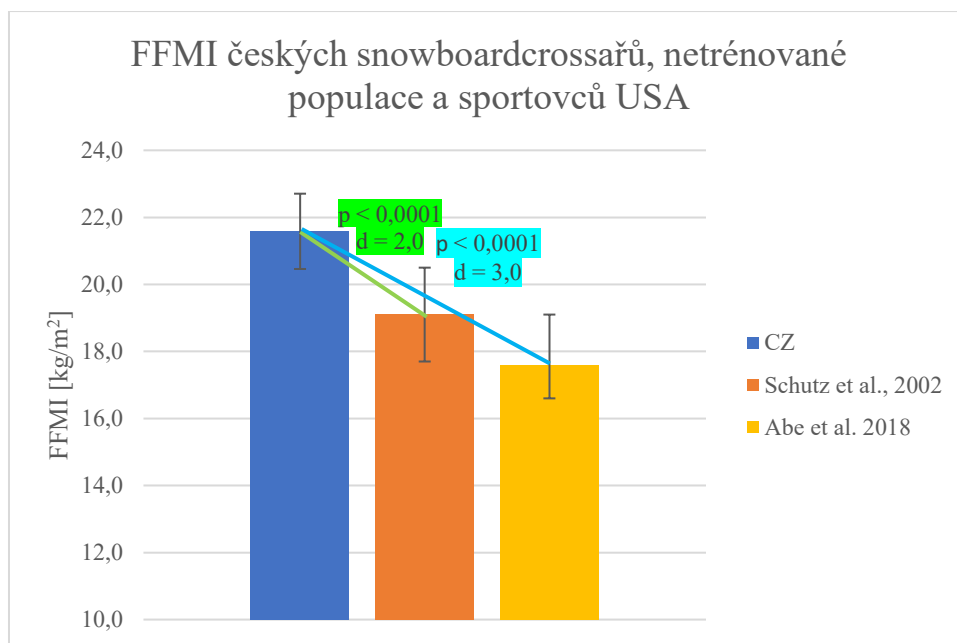
Tabulka 20 - Průměrné hodnoty W/H ratio České reprezentace se směrodatnou odchylkou

Komponenta	Muži		Ženy	
	Průměr	SD	Průměr	SD
<i>n</i>	8		6	
Obvod W [cm]	81,75	5,02	73,00	6,00
Obvod H [cm]	101,00	4,36	97,33	1,70
W/H	0,80	0,03	0,72	0,04

Z analýzy tabulky č. 20 vyplývá, že průměrné hodnoty poměru pasu a boků jsou  $0,8 \pm 0,03$  u mužů a  $0,72 \pm 0,04$  u žen. Dle Duren a kol. (2008) a WHO (2022) jsou hodnoty poměru pasu a boků  $< 0,85$  (muži) a  $< 0,75$  (ženy) pásmem excelentních hodnot co se týče zdraví jedince. Pod tyto hodnoty se měření probandi v průměru bezpochyby dostali.

### 5.3 Porovnání tukoprosté hmoty se zahraničními autory

Obsahem grafu 5 je porovnání podílu tukoprosté hmoty u mužů se směrodatnou odchylkou. Konkrétně našich ( $n = 8$ ), netréované populace ( $n = 2986$ ) (Schutz et al., 2002) a rekreačních sportovců z USA ( $n = 48$ ) (Abe et al., 2018).



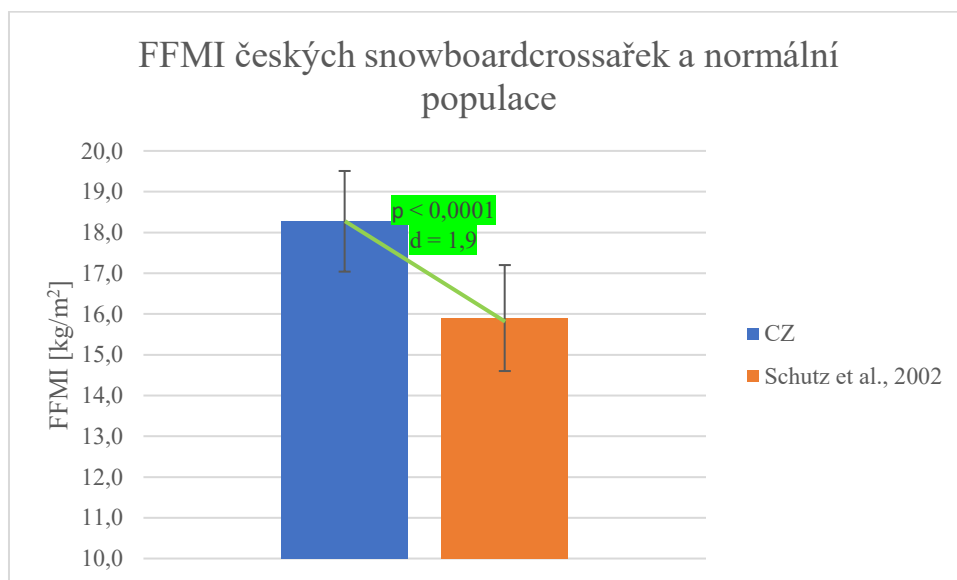
Graf 5 - Index tukoprosté hmoty mužských probandů od různých autorů se směrodatnou odchylkou, rozdíly významnosti zeleně CZ a netréované populace, modře CZ a rekreační sportovci

Z analýzy grafu 5 a tabulky 21 vyplývá, že mezi našimi hodnotami FFMI snowboardcrossařů ( $21,6 \pm 1,1 \text{ kg/m}^2$ ) a hodnotami Schutze a kol. (2002) netréované populace ( $19,1 \pm 1,4 \text{ kg/m}^2$ ) je statisticky ( $p < 0,05$ ) a věcně ( $d \geq 0,8$ ) významný rozdíl. Zároveň tento rozdíl byl nalezen i mezi daty českých snowboardcrossařů a daty Abe a kol. (2018) rekreačních sportovců USA.

Tabulka 21 - Index tukoprosté hmoty mužských probandů od různých autorů se směrodatnou odchylkou a statistickou analýzou

Autor	<i>n</i>	FFMI [kg/m <sup>2</sup> ]	SD	p	Cohen D
CZ	8	21,6	1,1		
Schutz et al., 2002	2986	19,1	1,4	<0,001	2,0
Abe et al. 2018	48	17,6	1,5	<0,001	3,0

Obsahem grafu 6 je porovnání podílu tukoprosté hmoty u žen se směrodatnou odchylkou. Konkrétně našich ( $n = 6$ ), netréované populace ( $n = 2649$ ) (Schutz et al., 2002).



Graf 6 - Index tukoprosté hmoty českých snowboardcrossařek a netréované populace se směrodatnou odchylkou, rozdíly významnosti zeleně

Z analýzy grafu 6 a tabulky 22 vyplývá, že mezi našimi hodnotami FFMI snowboardcrossařek ( $18,3 \pm 1,2 \text{ kg/m}^2$ ) a hodnotami Schutze a kol. (2002) netréované populace ( $15,9 \pm 1,3 \text{ kg/m}^2$ ) je statisticky ( $p < 0,05$ ) a věcně ( $d \geq 0,8$ ) významný rozdíl.

Tabulka 22 - Index tukoprosté hmoty českých snowboardcrossařek a normální evropské populace se směrodatnou odchylkou a statistickou analýzou

Autor	$n$	FFMI [kg/m <sup>2</sup> ]	SD	p	Cohen D
CZ	6	18,3	1,2		
Schutz et al., 2002	2649	15,9	1,3	<0,001	1,9

## 5.4 Srovnání s dostupnými daty v literatuře

Použitá data jsou z prací Vernillo et al. (2016) a Sands et al. (2021). Data Žebrowske et al., (2012) jsme bohužel nemohli vybrat, protože v práci jsou probandi uvedeni „jen“ jako elitní snowboardisté a není zde jasná disciplína.

Tabulka 23 - Porovnání reprezentantů České republiky, Itálie a USA, červeně maxima, modře minima, žlutě významné rozdíly

Komponenta	Stát									
	CZ		IT		Cohen D [CZ/IT]	p [CZ/IT]	US		Cohen D [CZ/US]	p [CZ/US]
	Průměr	SD	Průměr	SD			Průměr	SD		
<i>n</i>	8		10		<i>n</i> 1 = 8, <i>n</i> 2 = 10		11		<i>n</i> 1 = 8, <i>n</i> 2 = 11	
Věk [roky]	21,00	3,00	23,50	4,30	0,67	0,18	24,83	4,06	1,07	0,04
Výška [cm]	180,00	4,82	181,00	4,90	0,21	0,67	180,96	6,80	0,16	0,74
Hmotnost [kg]	79,43	8,01	77,20	9,20	0,26	0,60	80,26	7,90	0,10	0,82
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	24,49	1,80	23,60				24,51			
Fat [%]	11,34	3,93	11,90	3,50	0,15	0,75				

\* Hladina významnosti  $p < 0,05$ ;  $d > 0,8$

Z analýzy mužských dat v tabulce č. 23 vyplývá, že průměrný věk Českých sportovců je  $21 \pm 3$  roky. Oproti tomu jsou reprezentanti Itálie ( $23,5 \pm 4,3$  let) starší. Statisticky významný rozdíl v průměrném věku byl zjištěn u dat z USA  $p = 0,04$  ( $24,83 \pm 4,06$  let), byl zde zjištěn i velký efekt koeficientu Cohena  $D - d = 1,07$ . Ve zbylých naměřených datech nebyl zjištěn statisticky ani věcně významný rozdíl.

Reprezentanti České republiky jsou v průměru nižší než v případě Itálie a USA, konkrétně  $180 \pm 4,82$  cm proti  $181 \pm 4,9$  cm a  $180,96 \pm 6,8$  cm. Nejvyšší BMI bylo zaznamenáno u Českých jezdců ( $24,49 \pm 1,8$  kg/m<sup>2</sup>), také mají nižší procento tuku než v případě italských reprezentantů.

Tabulka 24 - Porovnání naměřených dat reprezentantek České republiky a USA se směrodatnými odchylkami a statistickou analýzou, žlutě významné rozdíly

Komponenta	Stát					
	CZ		US		Cohen D	p
	Průměr	SD	Průměr	SD		
<i>n</i>	6		5			
Věk [roky]	20,50	3,73	21,3	3,9	0,20	0,74
Výška [cm]	166,92	3,03	164,6	3,6	0,70	0,27
Hmotnost [kg]	66,77	3,49	62,3	3,9	1,21	0,08

\* Hladina významnosti  $p < 0,05$ ;  $d > 0,8$

Z analýzy dat ženských reprezentantek vyplývá (tabulka 23), že průměrný věk závodnic USA je  $21,3 \pm 3,9$  let a průměrný věk Českých závodnic je  $20,5 \pm 3,73$  let. Průměrná výška závodnic USA je nižší ( $164,6 \pm 3,6$  cm), než závodnic Českých ( $166,92 \pm 3,03$  cm). Průměrná hmotnost české závodnice je  $66,77 \pm 3,49$  kg a průměrná hmotnost závodnice USA je  $62,3 \pm 3,9$  kg.

Statisticky významný rozdíl nebyl zjištěn pro žádnou komponentu somatických faktorů. Věcně významný rozdíl byl zjištěn pro hmotnost snowboardcrossařek ( $d = 1,21$ ). Mezi věkem snowboardcrossařek nebyl zjištěn statisticky a věcně významný rozdíl.



## 6 DISKUZE

Pro efektivní řízení tréninku je třeba stanovit proměnné, které mají vztah k závodnímu výkonu a lze je použít pro úpravy tréninkového zatížení v období, kdy jsou změny možné. Tyto proměnné lze diagnostikovat v laboratoři nebo v terénu. Vztah předpokladu (faktoru) k výkonu získaný na základě diagnostiky je pravděpodobnostní. Čím přesnější bude stanovení předpokladu a vztah k výkonu bude těsnější tím je předpoklad relevantnější. Základním předpokladem výběru těchto parametrů je jejich vztah k výkonu a to, zda jsou ovlivnitelné tréninkem.

Známe hodnoty parametrů tělesného složení u špičkových závodníků, které jsou důsledkem cíleného výběru snowboardcrossařů a sportovního tréninku. Hodnoty těchto parametrů by měly být součástí kontrolní diagnostiky závodníků a měly by být sledovány i při výběrech talentů. Hodnoty se mohou měnit s věkem, největší změny budou pravděpodobně pozorovatelné v FFMI, které bude stoupat vzhledem k silovému zaměření tréninku (Bakeš, 2008; Novák, 2015; Vernillo et al., 2016).

Přednostmi metody měření tělesného složení pomocí BIA je neinvazivita a nezávislost na obsluze. Díky analýze tělesného složení můžeme kdykoliv v průběhu tréninkového cyklu posoudit aktuální stav závodníka, sledovat rozdíly plynoucí z tréninkového a závodního zatížení a vzhledem k nim upravovat trénink.

Nevýhodami této metody jsou: problém predikční rovnice, nutnost zajištění stejných podmínek měření (například sledování a dodržování pitného režimu, který může výsledky ovlivnit), možné kontraindikace jako nachlazení či menstruace u žen a komplikace měření ve vyšších nadmořských výškách (omezený příjem tekutin a minerálů).

Bylo by vhodné zajistit i detailnější měření tělesného složení, které by poskytlo informace o segmentálním složení těla (např. multifrekvenčním BIA analyzátozem). Znalost segmentálního složení by mohla posloužit k lepšímu řízení tréninku vzhledem k většímu zatěžování dolních končetin.

BMI ( $\text{m}/\text{h}^2$ ) je popisný index, který je vyjádřen jako hmotnost dělená druhou mocninou výšky postavy (Duren et al., 2008). Zaměření tréninku na výbušnost, rychlost a krátkodobou vytrvalost (Novák, 2015) pravděpodobně vede k vyšší hmotnosti v poměru k výšce, která je dle Spasić a kol. (2016) žádoucí pro vyšší rychlost sjezdu. Přesto, že lze předpokládat zvýšené množství svalové hmoty v důsledku silového charakteru výkonu a tím i tréninku, jsou naměřené hodnoty BMI v horní třetině normy pro zdravou populaci (22,8 – 24,9  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) dle

WHO (2022). Celkový průměr 14-ti probandů byl  $24,26 \pm 1,51 \text{ kg/m}^2$ . Tím lze potvrdit hypotézu H1. V individuálních výsledcích se objevují hodnoty vyšší než  $25 \text{ kg/m}^2$ , to však může být způsobeno větší masou svalové hmoty vyplývající ze zaměření sportovního tréninku. Vyšší hmotnost s větší masou svalové hmoty je spojována s vyšší výkonností snowboardcrossaře (Vernillo et al., 2016).

Hypotéza, že WHR bude v pásmu excelentních hodnot platných pro obecnou populaci (muži  $< 0,85$ , ženy  $< 0,75$ ), dle WHO (2022), se potvrdila. V absolutních číslech u žen se však objevují hodnoty vyšší nebo rovno  $0,75$ . Může to být způsobeno větší masou svalové hmoty v oblasti boků vyplývající ze zaměření sportovního tréninku a charakteru závodního výkonu, kde jsou kladeny nároky na silové předpoklady a dolní končetiny jsou silně zatěžovány (Ruotsalainen, 2012; Vernillo et al., 2016). Tyto hodnoty jsou v pásmu doporučovaných hodnot WHO (2022) stále ještě dobré ( $0,75 - 0,79$ ) a není proto nutné je brát jako zdravotní riziko. U mužů se tento fenomén neobjevil. Naměřené hodnoty jsou, přes předpoklad zvýšeného množství svalové hmoty (hmotnosti) v důsledku silového charakteru výkonu a tím i tréninku, v normách pro zdravou populaci.

Trénink ve snowboardcrossu může mít i preventivní působení vzhledem k civilizačním onemocněním, zvláště pak kardiovaskulárním onemocněním, díky excelentním průměrným hodnotám WHR zároveň optimálním průměrným hodnotám BMI. Lze ho tedy doporučit jako preventivní opatření těchto chorob, pokud jedinec zvládne technické nároky spojené se sportem. Pokud tyto nároky nespĺňuje zvyšuje se riziko zranění.

FFMI charakterizuje relativní hypertrofii u sportů se silovým charakterem, za účelem vyloučení falešné diagnózy nadměrného tělesného tuku na základě měření BMI (Schutz et al., 2002). Pro výkonnostní nároky snowboardcrossu je vhodná vysoká hmotnost spojená s vysokým podílem svalové hmoty (Spasić et al., 2016; Vernillo et al., 2016). Proto by FFMI snowboardcrossařů měl být co možná nejvyšší, ale musí si zachovat jistou úroveň techniky a vytrvalosti. Byl zjištěn statisticky významný i věcný rozdíl mezi našimi daty FFMI a daty netrénované populace (Schutz et al., 2002) a daty rekreačních sportovců (Abe et al., 2018). Tyto změny v tělesném složení oproti normální populaci pravděpodobně odráží systematický sportovní trénink snowboardcrossařů a snowboardcrossařek (Pařízková, 1998; Malina a Geithner, 2011; Pastucha, 2014). Jedním z důvodů může být zaměření kondičního tréninku na silové předpoklady (výbušnost), rychlost a krátkodobou vytrvalost (Novák, 2015). Hodnoty FFMI českých snowboardcrossařů však nedosahují takových hodnot, jako uvádí Abe a kol. (2018), kdy FFMI pro mužské sportovce se silovým zaměřením je  $25,4 \pm 2,7 \text{ kg/m}^2$ . Je to ale

pravděpodobně důsledek většího zastoupení vytrvalostní přípravy v tréninku, které doplňuje silový trénink v kondičním programu snowboardcrossařů z důvodů zvládnutí energetických nároků tréninku a závodu, zajištění regenerace mezi tréninkovými a závodními jízdami a zvládnutí celkového zatížení po celou sezónu (Neumayer et al., 2003; Novák, 2015). Dalším důvodem může být odlišný somatotyp sportovců, protože u snowboardcrossařů by měla převažovat mezomorfní komponenta (Novák, 2015; Sands et al., 2021). Také se, při důkladném prozkoumání dat (Abe et al., 2018), objevuje vysoká směrodatná odchylka napříč naměřenými daty. Hypotéza H3 o hodnotách FFMI se potvrdila. Je tedy pravděpodobné, že tyto rozdíly jsou způsobeny systematickým sportovním tréninkem a jeho vlivem na tělesné složení. Na druhou stranu je třeba uvést, že naši sportovci zdaleka nedosahují hodnot sportovců se silovým zaměřením.

Věk u našich snowboardcrossařů (tabulka 23) je statisticky i věcně signifikantně nižší než v případě USA (Sand et al., 2021). Je možné, že v USA mají starší tým v důsledku nedostatku mladých talentů nebo začínají později systematicky trénovat a déle se věnují všeobecné přípravě. Tato data jsou však z let 2009-2015. Momentální věková situace může být jiná. Věcně významný rozdíl se navíc ukázal i mezi daty Vernilla et al. (2016), opět u věku snowboardcrossařů. Může to mít stejný důvod jako u dat z USA. Naopak u věku ženských reprezentantek nebyl zjištěn věcně ani statisticky významný rozdíl. Rozdíl hmotnosti snowboardcrossařek z České republiky a USA je věcně významný (tabulka 24), ale statisticky není.

Průměrná výška českých mužských reprezentantů je  $180 \pm 4,82$  cm (tabulka 23), to se nevýznamně liší s tvrzením Nováka (2015), že ideální výška pro snowboardcross je 181 cm. Průměrná hmotnost všech reprezentantů je v rozmezí 77,2 až 80,26 kg, Novák (2015) uvádí ideální hmotnost 82 kg. Vyšší hmotnost je dle práce Spasić a spol. (2016) vhodná pro rychlejší sjezd. Hodnoty BMI jsou u všech 3 měření v horní třetině normy BMI pro zdravou populaci (WHO, 2022). Rozdíly v průměrné hmotnosti, výšce a BMI našich závodníků a světových závodníků tedy nejsou statisticky ani věcně významné, příčinou toho může být podobné tréninkové zatížení, ale i strava, která se promítá do tělesného složení (Špinlerová, 2016; Pařízková, 1998). Hodnoty BMI v horní třetině normy mohou být spojeny s mírou silového tréninku, jelikož snowboardcross klade vysoké nároky na silové předpoklady (Bakeš, 2008; Novák, 2015; Vernillo et al., 2016). Rozdíl v procentu tělesného tuku je u snowboardcrossařů České republiky ( $11,9 \pm 3,5$  %) a Itálie ( $11,34 \pm 3,93$  %) statisticky a věcně nevýznamný. Výsledek je pravděpodobně důsledkem vlivu podobného systematického tréninku ovlivňujícím

tělesné složení nebo podobnými stravovacími návyky (Pařízková, 1998; Malina a Geithner, 2011; Pastucha, 2014).

Hypotéza H4 srovnávající naše data s daty zahraničních autorů se z části potvrdila, statisticky významné a věcně významné rozdíly byli vypočteny u věku mužských probandů. Je tedy pravděpodobné, že mužští reprezentanti České republiky jsou stejně somaticky vybavení jako reprezentanti USA a Itálie, kteří dosahovali a dosahují vynikajících sportovních výsledků. U žen byl zjištěn věcně významný rozdíl u dat hmotnosti. To může být důsledek jiného přístupu k tréninku, stravování nebo výběru talentů. Na druhou stranu se našim závodnicím v poslední době velmi daří na světových soutěžích v seniorské i juniorské kategorii, příkladem může být Eva Samková (olympijská vítězka) nebo Sára Strnadová (vítězka juniorského mistrovství světa 2021).

Z výše uvedených poznatků je patrné, že jedním z předpokladů podání dobrého výkonu ve snowboardcrossu je kromě faktoru techniky pravděpodobně vysoká celková hmotnost snowboardcrossaře ve spojení s vyšším podílem svalové hmoty docíleným silovým tréninkem. Rychlost jízdy je zpravidla vyšší u závodníků s vyšší hmotností oproti závodníkům s nižší hmotností. Velký vliv má i čelní profil jezdce, který může eliminovat výhodu vyšší hmotnosti (Spasić et al., 2016). Kromě tréninku techniky, která je v tomto sportu nezanedbatelná, by měl hrát velkou roli i silový trénink. Proto je nutná pravidelná diagnostika silových výkonů a s tím spojená diagnostika a kontrola aktuálního stavu tělesného složení, jelikož tyto dva aspekty spolu souvisí. Diagnostika aktuálního stavu snowboardcrossaře pomocí analýzy tělesného složení přístrojem jako je Bodystat 1500 je relativně jednoduchá, rychlá, neinvazivní, dostupná a poskytuje nám relevantní data. Tyto data nám mohou poskytnout informace o aktuálním stavu a realizovat jeho úpravy včas tak, aby byly vytvořeny předpoklady pro dosažení maximální sportovní výkonnosti. Při dlouhodobém pravidelném sledování mohou ukázat i jaký je trend změn, které trénink a zatížení ve snowboardcrossu může způsobit.

Snowboarding je i velmi rozšířeným volnočasovým sportem. Je-li provozován systematicky a dlouhodobě, může působit preventivně proti dopadům současného životního stylu, preventivně proti civilizačním onemocněním, které s sebou současný životní styl přináší. Pokud budeme nahlížet na snowboarding a snowboardcross jako na rekreační sport, který by měl plnit prevenci vzniku kardiovaskulárního onemocnění a jiných civilizačních chorob, je třeba brát v potaz i technickou připravenost, která snižuje riziko zranění.

Naměřená data budou velmi užitečná v dalším řízení sportovního tréninku snowboardcrossu a případném vytvoření somatických norem jako předpokladu pro výkon. Bylo by vhodné toto

měření opakovat v půlročních intervalech stejně jako testování kondičních předpokladů před začátkem přípravného období a před začátkem závodního období. Diagnostika tělesného složení nám dává lepší zpětnou vazbu o změnách způsobených sportovním tréninkem a můžeme je použít pro kvalitnější individualizaci tréninku.

Další výzkum by se měl zabývat vlivem ostatních předpokladů na výkon, zpracováním standardů pro různé věkové kategorie i různou sportovní výkonnost. Tyto data by mohli pomoci při řízení sportovního tréninku a vzdělávání trenérů.

Jako limit práce je třeba uvést, že zkoumaný soubor  $n$  byl roven 14 a nebyla zkoumána kompletní reprezentace (reprezentantů bylo v sezóně 2021/2022 18). Také, vzhledem k malému počtu prací na téma somatických faktorů ve snowboardcrossu, jsme mohli naše data porovnávat jen se dvěma autory a do budoucna by bylo vhodné data porovnat i s daty dalších aktivních zemí jako například Francie, Rakousko a Německo.

## 7 ZÁVĚRY

Dosažené výsledky můžeme využít k individualizaci sportovního tréninku, pro výběr talentů do reprezentačního týmu a za účelem kontrolní diagnostiky závodníků v průběhu sezóny.

Průměrné BMI českých snowboardcrossařů je  $24,49 \pm 1,8$  kg/m<sup>2</sup> (muži) a  $23,95 \pm 0,94$  kg/m<sup>2</sup> (ženy). Snowboardcrossaři tedy mají BMI v horní třetině intervalu hodnot platných pro zdravou populaci vzhledem k většímu množství svalové hmoty a jsou v pásmu excelentních hodnot poměru pasu a boků platných pro zdravou populaci ( $0,8 \pm 0,03$  muži;  $0,72 \pm 0,04$  ženy). Trénink ve snowboardcrossu tedy pravděpodobně vede k vyšší hmotnosti v poměru k výšce (horní třetina normy BMI) a působí preventivně proti vzniku kardiovaskulárního onemocnění, můžeme tedy tento sport doporučit neprofesionální populaci jako prevenci vzniku těchto chorob, za podmínky zvládnutí dobré techniky.

FFMI mužské části reprezentace je v průměru  $21,6 \pm 1,1$  kg/m<sup>2</sup>. U ženské části je to  $18,3 \pm 1,2$  kg/m<sup>2</sup>. Hypotéza, že snowboardcrossaři budou mít vyšší hodnoty FFMI oproti normální populaci a rekreačním sportovcům se potvrdila u mužské i ženské části probandů. Znamená to, že kondiční trénink ve snowboardcrossu vede k relativní hypertrofii svalstva (a zvýšení hmotnosti), která je ideální pro výkon ve snowboardcrossu.

Hypotéza, že sledované proměnné tělesného složení se budou nevýznamně statisticky a věcně lišit od hodnot uváděných v literatuře pro vrcholové snowboardcrossaře se nepotvrdila. Hypotéza se potvrdila pouze u mužské části, kde byl zjištěn statisticky a věcně významný rozdíl pouze u věku probandů. V parametrech tělesné výšky, hmotnosti a procenta tělesného tuku se hodnoty českých snowboardcrossařů statisticky ani věcně nelišili od snowboardcrossařů Itálie a USA. Nebude zde tedy pravděpodobně významný rozdíl v přístupu k tréninku, stravování a výběru talentů. U českých snowboardcrossařek nebyl zjištěn statisticky ani věcně významný rozdíl ve věku a výšce probandů (USA). Naopak byl zjištěn statisticky a věcně významný rozdíl v hmotnosti závodnic.

Z dosažených výsledků aktuálního stavu českých snowboardcrossařů můžeme říci, že současné zaměření sportovního tréninku vede k vyšší hmotnosti způsobenou větší masou svalové hmoty. Trénink snowboardcrossu pravděpodobně působí preventivně proti vzniku kardiovaskulárních onemocnění (excelentní průměrné WHR a optimální BMI) a závodníci jsou tomuto riziku minimálně vystaveni. Mezi antropometrickými parametry českých snowboardcrossařů a

snowboardcrossařů z Itálie a USA nejsou statisticky a věcně významné rozdíly, kromě věcně statistického rozdílu hmotnosti žen.

Jako další problematiku vycházející z této práce by bylo vhodné analyzovat data sportovního tréninku a výkonu ve snowboardcrossu a vytvořit ucelený text podložený daty o této problematice, který by byl vhodný pro vzdělávání trenérů a závodníků.

## SEZNAM LITERATURY

1. ABE, T. et al. Skeletal muscle mass in human athletes: What is the upper limit?. American Journal of Human Biology [online]. 2018, 30(3) [cit. 2022-05-12]. ISSN 10420533. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ajhb.23102> doi:10.1002/ajhb.23102
2. ARNOŠTOVÁ, Z. Složení těla - úskalí jednotlivých metod v závislosti na podmínkách měření. Brno, 2017. Diplomová práce. Masarykova Univerzita. Vedoucí práce Martin Matoulek.
3. BAHADORI, B. et al. Body composition: the fat-free mass index (FFMI) and the body fat mass index (BFMI) distribution among the adult Austrian population – results of a cross-sectional pilot study. International Journal of Body Composition Research [online]. 2006, 4(3), 123-128 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.bodystat.com/wp-content/uploads/2012/03/51-Body-composition-the-fat-free-mass-index-and-the-body-fat-mass-index-among-austrian-population.pdf>
4. BAKEŠ, D. Akrobatická příprava snowboardcrossaře. Praha, 2008. 69 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Ladislav Vomáčko.
5. BAKKEN, A. et al. Mechanisms of injuries in World Cup Snowboard Cross: a systematic video analysis of 19 cases. British Journal of Sports Medicine [online]. 2011, 45(16), 1315-1322 [cit. 2022-05-22]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <https://bjsm.bmj.com/content/45/16/1315.abstract> doi: 10.1136/bjsports-2011-090527
6. BERNACIKOVÁ, M., KAPOUNKOVÁ, K., NOVOTNÝ, J. Snowboarding. Informační systém Masarykovy univerzity [online]. Brno: Masarykova Univerzita, 2010 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/zima-snowboard.html>
7. BLADIN, Ch., MCCRORY, P., POGORZELSKI, A. Snowboarding Injuries. Sports Medicine [online]. 2004, 34(2), 133-139 [cit. 2022-05-22]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200434020-00006> doi:10.2165/00007256-200434020-00006
8. Body mass index - BMI. World health organization: Regional office for europe [online]. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, c2022 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>



9. Bodystat [online]. Židlochovice: Fitsport-komplex, c2016 [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <http://bodystat.cz/>
10. BOUCHARD, C., STEPHARD, D. J., STEPHENS, T. Physical activity fitness and health: international proceedings and consensus statement. Champaign IL: Human Kinetics, 1994.
11. BUNC, V., CINGÁLEK, R., MORAVCOVÁ, J. 2001. Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedační metodou. In H. Válková, Z. Hanelová. Olomouc: UP FTK: Sborník 2. mezinárodní konference Pohyb a zdraví, 2001.
12. Czech ski & snowboard [online]. Praha: Svaz lyžařů České republiky, c2007-2022 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.czech-ski.com/>
13. DOVALIL, J. Výkon a trénink ve sportu. 4. vyd. Praha: Olympia, 2009. 331 s. ISBN 978-80-7376-130-1
14. DUREN, D. L. et al. Body Composition Methods: Comparisons and Interpretation. Journal of Diabetes Science and Technology [online]. 2008, 2(6), 1139-1146 [cit. 2022-05-22]. ISSN 1932-2968. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/193229680800200623>  
doi:10.1177/193229680800200623
15. FLØRENES, T. et al. Injuries among World Cup ski and snowboard athletes. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports [online]. 2012, 22(1), 58-66 [cit. 2022-05-22]. ISSN 09057188. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0838.2010.01147.x>  
doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01147.x.
16. HELLER, J. Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3359-6.
17. International ski federation [online]. Švýcarsko [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.fis-ski.com>
18. LOUTHANOVÁ, K. Videopříručka snowboardcrossu. Liberec, 2021. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Jan Charousek.
19. MALÁ, L. et al. Fitness assessment Body composition. Praha: Karolinum, 2014, ISBN 978-80-246-2560-7
20. MALINA, R. M., GEITHNER, Ch. A. Body Composition of Young Athletes. American Journal of Lifestyle Medicine [online]. 2011, 5(3), 262-278 [cit. 2022-01-10]. ISSN 1559-8276. Dostupné z:

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1559827610392493>

doi:10.1177/1559827610392493

21. MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. Motorické schopnosti. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-0981-X.
22. MÜLLEROVÁ, D. 2009. Obezita - prevence a léčba. Praha : Mladá fronta, 2009. ISBN 978-80-204-2146-3.
23. NEUMAYR, G. et al. Physical and Physiological Factors Associated with Success in Professional Alpine Skiing. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 2003, 24(8), 571-575 [cit. 2022-05-22]. ISSN 0172-4622. Dostupné z: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2003-43270> doi:10.1055/s-2003-43270 24, 571–575.
24. NOVÁK, E. K struktuře výkonu v snowboardcosse a jeho trénink. Praha : Karlova univerzita, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2015. Bakalářská práce. Vedoucí práce Ladislav Vomáčko.
25. NOVÁK, J. Kardiorespirační zdatnost u sportující populace. Plzeň, 2015. Dizertační práce. Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Plzni, Ústav sportovní medicíny a aktivního zdraví. Vedoucí práce Václav Zeman.
26. NOVOTNÁ, V., ČECHOVSKÁ, I., BUNC, V. Fit programy pro ženy: průvodce kondiční přípravou : 258 ilustrovaných cviků : 12 komplexních pohybových programů. Praha: Grada, 2006. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-1191-5.
27. PASTUCHA, D. a kol. 2014. Tělovýchovné lékařství. Praha : Grada Publishing, 2014. ISBN: 978-80-247-4837-5
28. PAŘÍZKOVÁ, J. 1998. Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a v lékařské praxi. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*. 1998, 7, stránky 1-6.
29. PAVLÍK, J. Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce: skripta. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1999. 57 s. ISBN 80-210-2130-6
30. PERIČ, T., DOVALIL, J. Sportovní trénink. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.
31. ROSENSTEIN, M. Das Wintersport Lexikon: Sport & Spiel auf Eis und Schnee. 1. vyd. Berlin: Weinmann, 1999. ISBN 3-87892-066-0.
32. RUOTSALAINEN, I. TRAINING AND PERIODIZATION FOR SNOWBOARD CROSS, PARALLEL SLALOM AND PARALLEL GIANT SLALOM. Seminaarinkatu 15, 40014 Jyväskylän yliopisto, Finland, 2012. University of Jyväskylä. Vedoucí práce Antti Mero.

33. SANDS, A.W. et al. Houston DECK, Gabriella PENITENTE, Olyvia DONTI a Gregory C. BOGDANIS. Body Size and Composition of U.S. National Team Skiers and Snowboarders. *Journal of Sports Research* [online]. 2021, 8(1), 16-25 [cit. 2022-03-31]. ISSN 24138436. Dostupné z: <https://archive.conscientiabeam.com/index.php/90/article/view/2813>  
doi:10.18488/journal.90.2021.81.16.25
34. SEMERÁD, M., BUNC, V. Střední a dlouhé tratě: možnosti ovlivnění sportovní výkonnosti. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2021. ISBN 978-80-246-4597-1.
35. SCHUTZ, Y., KYLE, U., PICHARD, C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18–98 y. *International Journal of Obesity* [online]. 2002, 26(7), 953-960 [cit. 2022-05-22]. ISSN 0307-0565. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/0802037> doi:10.1038/sj.ijo.0802037
36. SPASIĆ, M., SEKULIĆ, D., LEŠNIK, B. Mechanical model of the relationship between the body mass of snowboarders and time needed to descend on slope. *Kinesiologia Slovenica* [online]. 2016, 22(3), 16-22 [cit. 2022-03-31]. ISSN 1318-2269. Dostupné z: <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:doc-WPPKX57Q/27a76252-1acc-4e10-a34a-f126a32ec217/PDF>
37. ŠPINLEROVÁ, M. Bioelektrická impedanční analýza v praxi nutriční ambulance. Brno, 2016. Diplomová práce. Masarykova Univerzita. Vedoucí práce Miroslav Tomáška.
38. THOMAS, B., CORNISH, B., WARD, L. 1992. Bioelectrical impedance analysis for measurement of body fluid volumes: a review. *Journal of Clinical Engineering*. 1992, 17, str. 505.
39. VILIKUS, Z., BRANDEJSKÝ, P., NOVOTNÝ, V. 2004. Tělovýchovné lékařství. Praha : Karolinum, 2004. str. 257. ISBN 80-246-0821-9.
40. VERNILLO, G., THIÉBAT, G., PISONI, C. Physiological Characteristics of Elite Snowboarders. *The Journal of sports medicine and physical fitness* [online]. 2016, 2015, (56) [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/275641784\\_Physiological\\_Characteristics\\_of\\_Elite\\_Snowboarders](https://www.researchgate.net/publication/275641784_Physiological_Characteristics_of_Elite_Snowboarders)
41. ZHÁNĚL, J., LEHNERT, M., ČERNOŠEK, M. (2005). Diagnostika ve sportu. *Telesná výchova & šport*, roč. 15, č. 3-4, s. 48-51.

42. ŻEBROWSKA, A. et al.. Anaerobic and aerobic performance of elite female and male snowboarders. *Journal of Human Kinetics* [online]. 2012, 34(1), 81-88 [cit. 2022-05-22]. ISSN 1899-7562. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3590835/> doi:10.2478/v10078-012-0066

# **PŘÍLOHY**

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Vyjádření Etické komise UK FTVS

Příloha č. 2 – Vzor informovaného souhlasu pro nezletilé

Příloha č. 3 – Vzor Informovaného souhlasu pro zletilé

Příloha č. 4 – Pozvání k účasti

Příloha č. 5 – Seznam obrázků

Příloha č. 6 – Seznam tabulek

Příloha č. 7 – Seznam grafů

Příloha č. 8 – Kompletní výsledky měření

Příloha č. 9 – Kompletní výsledky muži

Příloha č. 10 – Kompletní výsledky ženy

## Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Tělesné složení českých snowboardcrossařů

**Forma projektu:** výzkumná práce - diplomová práce

**Období realizace:** prosinec 2021 – leden 2022

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

**Předkladatel:** Michal Hanko, bc., UK FTVS

**Hlavní řešitel:** Michal Hanko, bc., UK FTVS

**Místo výzkumu (pracoviště):** UK FTVS - Laboratoř sportovní motoriky, Reprezentační soustředění-

**Spoluřešitel(é):**

**vedoucí práce (v případě studentské práce):** Prof. Ing. Václav Bunc

**Finanční podpora:** projekt není financován

**Popis projektu:** Výzkum bude zaměřen na zjištění tělesného složení u českých snowboardcrossařů. Probandi budou podstupovat měření tělesného složení na přístroji bioimpedance. Bioimpedance je laboratorní test a trvá přibližně 5 minut. Proband při měření bude stát na boso a v klidu na přístroji (Tanita) nebo ležet v klidu na zádech (Bodystat). Jedná se o přístroj Tanita a Bodystat. Hlavním cílem tohoto výzkumu bude změření a zhodnocení tělesného složení v průřezu české snowboardcrossové reprezentace. Proband zjistí své tělesné složení a může svou přípravu a trénink přizpůsobit tomuto zjištění.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Předpokládaný počet účastníků je přibližně 15 ve věku od 15 do 25 let. Všichni účastníci budou mít platnou zdravotní prohlídku a budou to aktivní závodníci ve snowboardcrossu.

Kontraindikace pro měření složení těla přístrojem Tanita a Bodystat. Analýza na Tanitě a Bodystatu nesmí podstoupit osoby s kardiostimulátorem, lidé s kovovými částmi v těle, těhotné ženy a menstrující ženy (menstruace může výsledky měření zkreslit). Testování se dále nezúčastní osoby s akutním (zejména infekční) onemocněním či v úrazu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Oslovování budou přes trenéry (viz dopis k pozvání do výzkumu).

**Zajištění bezpečnosti:** Jedná se o neinvazivní metodu. Výzkum proběhne za standardních bezpečnostních podmínek dle instrukcí výrobce zaškolenou obsluhou při dodržení bezpečnostních pravidel. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem pracovníky laboratoře.

**Etické aspekty výzkumu:** Výzkum zahrnuje vulnérabilní skupinu nezletilých osob, protože výzkum sleduje tělesné složení napříč celým spektrem snowboardcrossové reprezentace, tedy i závodníky v kategorii 15 let a výše a zjištění plynoucí z výzkumu jim mohou dopomoci k dosažení lepšího výkonu. Přínos výzkumu bude zjištění svého tělesného složení, a tím může svou přípravu a trénink přizpůsobit tomuto zjištění.

**Potenciální střet zájmů:** Výzkum není prováděn pro žádnou instituci či organizaci. Nejsem v pracovně právním (ani rodinném) vztahu k žádnému účastníkovi výzkumu. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu. Bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ohrozit integritu a důvěryhodnost výzkumu.

**Ochrana osobních dat:** Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: rok narození, hmotnost, výška, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

**Požizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků:** Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

**Text informovaného souhlasu (IS):** přiložen

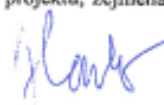
Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu.

Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 22. 11. 2021

Podpis předkladatele:



Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

**Členové:** prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 209/2021 .....

dne: ..... 6. 11. 2021 .....

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.**

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6  
- 20 -

  
-----  
podpis předsedkyně EK UK FTVS

## **Příloha 2 – Vzor informovaného souhlasu pro nezletilé**

### **INFORMOVANÝ SOUHLAS pro nezletilé**

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); [Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování](#) (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a [Úmluva o lidských právech a biomedicíně](#) č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s účastí Vašeho dítěte ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem: Tělesné složení českých snowboardcrossařů, prováděném na UK FTVS v Laboratoři sportovní motoriky.

**Období realizace:** prosinec 2021 – leden 2022

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR

Hlavním cílem této práce je změření a zhodnocení tělesného složení v průřezu české snowboardcrossové reprezentace. Přínosem výzkumu bude objasnění, jaké tělesné složení je v rámci ČR vhodné ke snowboardcrossu.

Jedná se o neinvazivní metodu.

Jedno vyšetření bude trvat cca 5 minut a bude jednorázové.

**Průběh měření:** Vaše dítě bude dle pořádaného měření buď: stát na boso na bioimpedančním zařízení (Tanita) a v rukou držet madla nebo ležet v klidu na zádech a na horních i dolních končetinách bude mít přilepené elektrody (Bodystat). Přístroj poté změří poměry tělesného složení pomocí elektrického proudu, který je pro většinu necitelný.

**Kontraindikace** pro měření složení těla přístrojem Tanita a Bodystat: Analýzu na Tanitě a Bodystatu nesmí podstoupit osoby s kardiostimulátorem, lidé s kovovými částmi v těle, případně těhotné a menstruuující dívky

(menstruace může výsledky měření zkreslit). Testování se dále nezúčastní Vaše dítě, pokud budeme mít s akutním (zejména infekční) onemocněním či v úrazu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Výzkum proběhne za standardních bezpečnostních podmínek dle instrukcí výrobce zaškolenou obsluhou při dodržení bezpečnostních pravidel. Budou zajištěné adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem pracovníky laboratoře.



Přínos výzkumu pro Vaše dítě bude zjištění svého tělesného složení a může svou přípravu a trénink přizpůsobit tomuto zjištění.

Účast Vašeho dítěte v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), v nebo na e-mail adrese: michal.hanko19@gmail.com

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: rok narození, hmotnost, výška, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce.

Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Michal Hanko

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Michal Hanko Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mé dítě má platnou zdravotní prohlídku.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....

Jméno a příjmení zákonného zástupce .....

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi ..... Podpis: .....

## Příloha 3 – Vzor informovaného souhlasu pro zletilé

### INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarácí lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklaráce, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); [Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování](#) (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a [Úmluva o lidských právech a biomedicině](#) č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o Váš souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem: Tělesné složení českých snowboardcrossařů, prováděném na UK FTVS v Laboratoři sportovní motoriky.

**Období realizace:** prosinec 2021 – leden 2022

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR

Hlavním cílem této práce je změřeni a zhodnocení tělesného složení v průřezu české snowboardcrossové reprezentace. Přínosem výzkumu bude objasnění, jaké tělesné složení je v rámci ČR vhodné ke snowboardcrossu.

Jedná se o neinvazivní metodu.

Jedno vyšetření bude trvat cca 5 minut a bude jednorázové.

**Průběh měření:** Dle pořádaného měření budete stát na boso na bioimpedančním zařízení (Tanita) a v ruce držet madla nebo ležet v klidu na zádech a na horních i dolních končetinách bude mít přilepené elektrody (Bodystat). Přístroj poté změří poměry tělesného složení pomocí elektrického proudu, který je pro většinu necitelný a bez komplikací.

**Kontraindikace** pro měření složení těla přístrojem Tanita a Bodystat: Analýzu na Tanitě a Bodystatu nesmí podstoupit osoby s kardiostimulátorem, lidé s kovovými částmi v těle, těhotné ženy a menstrující ženy (menstruace může výsledky měření zkreslit). Testování se dále nemůžete zúčastnit, pokud budete trpět akutním (zejména infekčním) onemocněním či v úrazem a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Výzkum proběhne za standardních bezpečnostních podmínek dle instrukcí výrobce zaškolenou obsluhou při dodržení bezpečnostních pravidel. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem pracovníky laboratoře.

Díky výzkumu zjistíte své tělesné složení a můžete svou přípravu a trénink přizpůsobit tomuto zjištění.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), v nebo na e-mail adrese: michal.hanko19@gmail.com

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: rok narození, hmotnost, výška, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce.

Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Michal Hanko

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Michal Hanko Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....

## **Příloha 4 – Pozvání k účasti**

### **Pozvání k účasti organizacím, které budou pozvání rozesílat sportovcům**

Vážený pane/Vážená paní,

Michal Hanko a jsem studentem oboru Učitelství pro TV pro střední školy na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (UK FTVS). Obracím se na Vás se žádostí o pomoc při výzkumu s názvem Tělesné složení českých snowboardcrossařů. Hlavním cílem tohoto výzkumu bude změření a zhodnocení tělesného složení v průřezu české snowboardcrossové reprezentace. Proband zjistí své tělesné složení a může svou přípravu a trénink přizpůsobit tomuto zjištění.

Výzkum bude probíhat na reprezentačních soustředěních v podzimním a zimním období.

Jména všech účastníků a všech klubů budou anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě ve výzkumných pracích, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Tím, že níže uvedený e-mail přepošlete svým svěřencům, potvrzujete, že dobrovolně souhlasíte s realizací výzkumu ve Vašem klubu, o kterém jste byl/a informován/a, jakož i o právu odmítnout účast nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS. Prosím, aby mě zájemci kontaktovali na níže uvedeném e-mailu. Účast jednotlivých sportovců je zcela dobrovolná a každý z nich může účast odmítnout, případně z účasti kdykoliv během vyplňování odstoupit.

Výzkum byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod číslem: 209/21.

S výsledky studie se můžete poté seznámit pomocí dotazu na emailové adrese: [michal.hanko19@gmail.com](mailto:michal.hanko19@gmail.com)

Děkuji Vám za spolupráci  
Michal Hanko

## **Příloha 5 - Seznam obrázků**

Obrázek 1 - Síly působící na snowboardistu při sjezdu [Fg - gravitační síla, Fn - síla jezdce, Fd - odpor vzduchu, Ff - tření, $\alpha$ – sklon svahu, xy – horizontála a vertikála] (Spasić et al., 2016) .....	17
Obrázek 2 – Ukázka silového tréninku v posilovně - konec přípravného období (Král, 2019) .....	32
Obrázek 3 - DEXA Fakulty tělesné výchovy a sportu ( <a href="http://www.ftvs.cuni.cz">www.ftvs.cuni.cz</a> ) .....	38
Obrázek 4 - BIA zařízení od výrobce Tanita ( <a href="http://www.ftvs.cuni.cz">www.ftvs.cuni.cz</a> ).....	40
Obrázek 5 - BIA zařízení Bodystat 1500 ( <a href="http://www.bodystat.cz">www.bodystat.cz</a> ).....	46

## **Příloha 6 - Seznam tabulek**

Tabulka 1 – Průměrné somatické faktory se směrodatnou odchylkou Italské mužské reprezentace 2015/2016 (Vernillo et al., 2016).....	15
Tabulka 2 – Průměrné somatické faktory se směrodatnou odchylkou reprezentace USA 2010-2015 (Sands et al., 2021).....	15
Tabulka 3 – Průměrné somatické faktory se směrodatnou odchylkou polských elitních snowboardistů (Żebrowska et al., 2012) .....	16
Tabulka 4 - Vliv hmotnosti m [kg] snowboardisty na dobu t [s] sjezdu 400m úseku (Spasić et al., 2016).....	17
Tabulka 5 - Fyziologické parametry během sportovního výkonu snowboardistů (VO <sub>2</sub> max a SFmax) (Bernaciková et al. 2010).....	18
Tabulka 6 - Fyziologické parametry Italských mužských snowboardcrossařů (Vernillo et al., 2016).....	18
Tabulka 7 - Dotazník pro Českou reprezentaci 2013/2014 o koordinačních schopnostech (Novák 2015).....	23
Tabulka 8 - Průměrné výkony se směrodatnou odchylkou v kondičních testech českého reprezentačního mužstva (Král, 2022) .....	25
Tabulka 9 - Dotazník pro Českou reprezentaci 2013/2014 o faktorech techniky, poslední sloupec průměrná odpověď (Novák, 2015).....	27
Tabulka 10 - Dotazník pro Českou reprezentaci 2013/2014 o faktorech techniky 2, poslední sloupec průměrná (Novák, 2015) .....	27
Tabulka 11 - Dotazník pro Českou reprezentaci 2013/2014 o faktorech taktiky, poslední sloupec průměrná (Novák 2015) .....	28
Tabulka 12 - Přehled sezóny 2019/2020 části juniorské reprezentace se znázorněním nadmořské výšky (zdroj vlastní).....	31
Tabulka 13 - Ukázka silového tréninku v přípravném období (zdroj vlastní) .....	32
Tabulka 14 - Ukázka atletického tréninku - konec přípravného období (zdroj vlastní) .....	33
Tabulka 15 - Kategorie BMI [kg/m <sup>2</sup> ] (WHO, <a href="http://www.rehabilitace.info">www.rehabilitace.info</a> ).....	36
Tabulka 16 - Průměrné hodnoty se směrodatnou odchylkou FFMI a FMI netréované populace (Schutz et al., 2002).....	37
Tabulka 17 – Průměrné tělesné složení se směrodatnou odchylkou a statistickou významností sportovců USA a rekreačních sportovců (Abe et al., 2018).....	37
Tabulka 18 - Kategorie WHR s kategoriemi značícími velikost rizika vzniku civilizačních onemocnění ( <a href="http://www.researchgate.com">www.researchgate.com</a> ) .....	41

Tabulka 19 - Průměrné výsledky BMI se směrodatnou odchylkou .....	50
Tabulka 20 - Průměrné hodnoty W/H ratio České reprezentace se směrodatnou odchylkou..	52
Tabulka 21 - Index tukoprosté hmoty mužských probandů od různých autorů se směrodatnou odchylkou a statistickou analýzou.....	53
Tabulka 22 - Index tukoprosté hmoty českých snowboardcrossařek a normální evropské populace se směrodatnou odchylkou a statistickou analýzou .....	54
Tabulka 23 - Porovnání reprezentantů České republiky, Itálie a USA , červeně maxima, modře minima, žlutě významné rozdíly .....	55
Tabulka 24 - Porovnání naměřených dat reprezentantek České republiky a USA se směrodatnými odchylkami a statistickou analýzou, žlutě významné rozdíly .....	55

## **Příloha 7 - Seznam grafů**

Graf 1 - BMI mužské reprezentace (n = 8) s pásmem hodnot platných pro zdravou populaci (18,5 – 24,9 kg/m <sup>2</sup> , zeleně).....	49
Graf 2 - BMI ženské reprezentace (n = 6) s pásmem hodnot platných pro zdravou populaci (18,5 – 24,9 kg/m <sup>2</sup> , zeleně) .....	49
Graf 3 - Waist/hip ratio mužské reprezentace (excelentní hodnoty < 0,85; červená linie).....	51
Graf 4 - Waist/hip ratio ženské reprezentace (excelentní hodnoty < 0,75; červená linie) .....	51
Graf 5 - Index tukoprosté hmoty mužských probandů od různých autorů se směrodatnou odchylkou, rozdíl významnosti zeleně CZ a netréovaná populace, modře CZ a rekreační sportovci .....	53
Graf 6 - Index tukoprosté hmoty českých snowboardcrossařek a netréované populace se směrodatnou odchylkou, rozdíl významnosti zeleně .....	54



## Příloha 8 - Kompletní výsledky měření

Proband	Datum testu	Trénink [roky]	Věk [roky]	Hmotnost [kg]	Výška [cm]	Obvod W [cm]	Obvod H [cm]	W/H	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Fat [%]	Fat [kg]	Lean [kg]	Dry lean [kg]	Water [kg]	Basal [kcal]	AVG [kcal]
1	03.01.2022	4,00	18,00	85,40	187,00	84,00	102,00	0,82	24,40	8,30	7,10	78,30	24,40	63,10	2358,00	4245,00
2	03.01.2022	4,00	18,00	70,30	169,50	72,00	98,00	0,73	24,40	15,50	10,90	59,40	19,30	57,00	1835,00	3302,00
3	03.01.2022	5,00	20,00	65,20	165,00	83,00	95,00	0,73	24,00	28,20	18,40	46,80	15,10	48,60	1559,00	2651,00
4	03.01.2022	6,00	23,00	73,80	178,00	80,00	95,00	0,84	23,30	10,40	7,70	66,10	19,70	62,90	2020,00	3737,00
5	03.01.2022	4,00	20,00	87,70	181,00	84,00	105,00	0,80	26,80	15,70	13,80	73,90	23,90	57,00	2236,00	4026,00
6	03.01.2022	4,00	25,00	85,80	183,00	85,00	104,00	0,82	25,60	8,80	7,50	78,30	23,90	66,70	2060,00	4048,00
7	03.01.2022	11,00	25,00	80,20	173,00	88,00	105,00	0,83	26,80	17,80	14,30	65,90	20,70	56,60	2015,00	3627,00
8	03.01.2022	12,00	28,00	68,70	172,00	74,00	98,00	0,75	23,20	20,80	14,30	54,40	16,30	55,00	1742,00	3136,00
9	03.01.2022	6,00	22,00	69,70	165,00	77,00	99,00	0,77	25,60	26,90	18,70	50,80	15,70	50,50	1656,00	2980,00
10	03.01.2022	6,00	22,00	85,50	185,00	85,00	104,00	0,77	24,90	14,80	12,60	72,40	23,80	57,20	2195,00	3951,00
11	03.01.2022	2,00	17,00	74,00	180,00	76,00	100,00	0,76	22,50	8,90	6,50	66,50	20,90	62,50	2031,00	3657,00
12	03.01.2022	3,00	18,00	66,70	167,00	66,00	99,00	0,66	23,90	29,20	19,50	47,20	15,90	46,90	1569,00	2667,00
13	03.01.2022	2,00	17,00	60,00	163,00	66,00	95,00	0,69	22,60	21,50	12,70	47,30	14,50	54,70	1571,00	2651,00
14	03.01.2022	3,00	18,00	63,00	173,00	72,00	93,00	0,77	21,60	6,00	3,80	59,20	16,30	68,10	1829,00	3292,00
<b>SD</b>		2,90	3,34	9,01	7,69	6,97	3,92	0,05	1,51	7,50	4,77	11,01	3,55	6,20	254,60	533,01
<b>Průměr</b>		5,14	20,79	74,00	174,39	78,00	99,43	0,77	24,26	16,63	11,99	61,89	19,31	57,63	1905,43	3426,43

Obsahem tabulky (přílohy 8) jsou kompletní data mužů i žen ( $n=14$ ) s vypočteným aritmetickým průměrem (průměr), směrodatnou odchylkou (SD) a znázorněním **maxima** a **minima** v datech.

Legenda:

- Trénink – doba systematického tréninku v reprezentaci v letech
- Věk – věk v letech
- Hmotnost – v kilogramech
- Výška – v centimetrech
- Obvod W – obvod pasu v centimetrech
- Obvod H – obvod boků v centimetrech
- W/H – poměr pasu a boků
- BMI – body mass index v kg/m<sup>2</sup>
- Fat – procento tukové hmoty
- Fat – hmotnost tukové hmoty
- Lean – hmotnost tukoprosté hmoty
- Dry lean – hmotnost bezvodé aktivní tělesné hmoty
- Water – hmotnost tělesné vody
- Basal – hodnota bazálního metabolismu
- AVG – průměrná denní kalorická potřeba

## Příloha 9 - Kompletní výsledky mužů

Proband	Datum testu	Trénink [roky]	Věk [roky]	Hmotnost [kg]	Výška [cm]	Obvod W [cm]	Obvod H [cm]	W/H	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Fat [%]	Fat [kg]	Lean [kg]	Dry lean [kg]	Water [kg]	Basal [kcal]	AVG [kcal]
1	03.01.2022	3,00	18,00	85,40	187,00	84,00	102,00	0,82	24,40	8,30	7,10	78,30	24,40	63,10	2358,00	4245,00
2	03.01.2022	6,00	23,00	73,80	178,00	80,00	95,00	0,84	23,30	10,40	7,70	66,10	19,70	62,90	2020,00	3737,00
3	03.01.2022	4,00	20,00	87,70	181,00	84,00	105,00	0,80	26,80	15,70	13,80	73,90	23,90	57,00	2236,00	4026,00
4	03.01.2022	4,00	25,00	85,80	183,00	85,00	104,00	0,82	25,60	8,80	7,50	78,30	23,90	66,70	2060,00	4048,00
5	03.01.2022	11,00	25,00	80,20	173,00	88,00	105,00	0,83	26,80	17,80	14,30	65,90	20,70	56,60	2015,00	3627,00
6	03.01.2022	4,00	18,00	63,00	173,00	72,00	93,00	0,77	21,60	6,00	3,80	59,20	16,30	68,10	1829,00	3292,00
7	03.01.2022	6,00	22,00	85,50	185,00	85,00	104,00	0,77	24,90	14,80	12,60	72,40	23,80	57,20	2195,00	3951,00
8	03.01.2022	2,00	17,00	74,00	180,00	76,00	100,00	0,76	22,50	8,90	6,50	66,50	20,90	62,50	2031,00	3657,00
<b>SD</b>		2,60	3,00	8,01	4,82	5,02	4,36	0,03	1,80	3,93	3,62	6,32	2,65	4,16	152,94	283,20
<b>Průměr</b>		5,00	21,00	79,43	180,00	81,75	101,00	0,80	24,49	11,34	9,16	70,08	21,70	61,76	2093,00	3822,88

Obsahem tabulky (přílohy 8) jsou kompletní data mužů ( $n=8$ ) s vypočteným aritmetickým průměrem (průměr), směrodatnou odchylkou (SD) a znázorněním **maxima** a **minima** v datech.

Legenda:

- Trénink – doba systematického tréninku v reprezentaci v letech
- Věk – věk v letech
- Hmotnost – v kilogramech
- Výška – v centimetrech
- Obvod W – obvod pasu v centimetrech
- Obvod H – obvod boků v centimetrech
- W/H – poměr pasu a boků
- BMI – body mass index v  $\text{kg}/\text{m}^2$
- Fat – procento tukové hmoty
- Fat – hmotnost tukové hmoty
- Lean – hmotnost tukoprosté hmoty
- Dry lean – hmotnost bezvodé aktivní tělesné hmoty
- Water – hmotnost tělesné vody
- Basal – hodnota bazálního metabolismu
- AVG – průměrná denní kalorická potřeba

## Příloha 10 - Kompletní výsledky ženy

Proband	Datum testu	Trénink [roky]	Věk [roky]	Hmotnost [kg]	Výška [cm]	Obvod W [cm]	Obvod H [cm]	W/H	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Fat [%]	Fat [kg]	Lean [kg]	Dry lean [kg]	Water [kg]	Basal [kcal]	AVG [kcal]
1	03.01.2022	4,00	18,00	70,30	169,50	72,00	98,00	0,73	24,40	15,50	10,90	59,40	19,30	57,00	1835,00	3302,00
2	03.01.2022	5,00	20,00	65,20	165,00	83,00	95,00	0,73	24,00	28,20	18,40	46,80	15,10	48,60	1559,00	2651,00
3	03.01.2022	12,00	28,00	68,70	172,00	74,00	98,00	0,75	23,20	20,80	14,30	54,40	16,30	55,00	1742,00	3136,00
4	03.01.2022	2,00	17,00	60,00	163,00	66,00	95,00	0,69	22,60	21,50	12,70	47,30	14,50	54,70	1571,00	2651,00
5	03.01.2022	6,00	22,00	69,70	165,00	77,00	99,00	0,77	25,60	26,90	18,70	50,80	15,70	50,50	1656,00	2980,00
6	03.01.2022	3,00	18,00	66,70	167,00	66,00	99,00	0,66	23,90	29,20	19,50	47,20	15,90	46,90	1569,00	2667,00
<b>SD</b>		3,25	3,73	3,49	3,03	6,00	1,70	0,04	0,94	4,85	3,28	4,62	1,53	3,67	102,99	258,83
<b>Průměr</b>		5,33	20,50	66,77	166,92	73,00	97,33	0,72	23,95	23,68	15,75	50,98	16,13	52,12	1655,33	2897,83

Obsahem tabulky (přílohy 8) jsou kompletní data žen ( $n=6$ ) s vypočteným aritmetickým průměrem (průměr), směrodatnou odchylkou (SD) a znázorněním **maxima** a **minima** v datech.

Legenda:

- Trénink – doba systematického tréninku v reprezentaci v letech
- Věk – věk v letech
- Hmotnost – v kilogramech
- Výška – v centimetrech
- Obvod W – obvod pasu v centimetrech
- Obvod H – obvod boků v centimetrech
- W/H – poměr pasu a boků
- BMI – body mass index v kg/m<sup>2</sup>
- Fat – procento tukové hmoty
- Fat – hmotnost tukové hmoty
- Lean – hmotnost tukoprosté hmoty
- Dry lean – hmotnost bezvodé aktivní tělesné hmoty
- Water – hmotnost tělesné vody
- Basal – hodnota bazálního metabolismu
- AVG – průměrná denní kalorická potřeba