

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

Somatické parametry u hráčů bowlingu

Diplomová práce

(bakalářská)

Autor: Marek Talpa

Obor: Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: doc. RNDr. Miroslava Přidalová Ph.D.

Olomouc 2022

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Marek Talpa

**Název diplomové práce:** Somatické parametry u hráčů bowlingu

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii

**Vedoucí diplomové práce:** doc. RNDr. Miroslava Přidalová Ph.D.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2022

**Abstrakt:** Tato bakalářská práce se zabývá popisem somatických parametrů u hráčů bowlingu, kteří jej provozují na sportovní úrovni. Měření probandů se uskutečnilo pomocí bioelektrické impedanční analýzy přístrojem InBody 720. Naměřené hodnoty tělesného složení byly zpracovány do tabulek a grafů. Následně byly hodnoty vyhodnoceny a analyzovány. Hodnoceny byly parametry jako celková tělesná voda, extracelulární voda, intracelulární voda, tukuprostá hmota, kosterní svalstvo, procentuálně zastoupení tělesného tuku, fitness skóre a svalová rovnováha. Nedílnou součástí hodnocených parametrů byly i zdravotní ukazatele tělesného složení BFMI, BCMI, FFMI a SMMI. Především z výsledků svalové rovnováhy se ukázalo, že bowling jako jednostranná zátěž se projevuje jen nepatrně na nevyváženosti kosterního svalstva horních končetin.

### **Klíčová slova:**

Bowling, bioelektrická impedance, InBody 720, muži, Fat-free mass, Skeletal muscle mass, Fat

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovnických služeb.

## **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** Marek Talpa

**Title of the master thesis:** Somatic parameters for bowling players

**Department:** Department of Natural Science in Kinanthropology

**Supervisor:** doc. RNDr. Miroslava Přidalová Ph.D.

**The year of presentation:** 2022

**Abstract:** This bachelor thesis deals with the description of somatic parameters in bowling players who run it at the sports level. Probandes were measured using bioelectric impedance analysis with an InBody 720. The measured body composition values were processed into tables and graphs. Subsequently, the values were evaluated and analyzed. Parameters such as total body water, extracellular water, intracellular water, fat-free mass, skeletal muscle, body fat percentage, fitness score and muscle balance were evaluated. Health indicators of body composition BFMI, BCMI, FFMI and SMMI were an integral part of the evaluated parameters. Above all, the results of muscle balance showed that bowling as a one-sided load has only a slight effect on the imbalance of the skeletal muscles of the upper limbs.

### **Keywords:**

Bowling, bioelectrical impedance, InBody 720, men, Fat-free mass, Skeletal muscle mass, Fat

I agree the thesis document to be lent within the library service.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Miroslavy Přidalové Ph.D., uvedl jsem všechny literární i odborné zdroje a dodržel zásady vědecké etiky.

V Olomouci, dne 20. dubna 2022

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Chtěl bych tímto moc poděkovat doc. RNDr. Miroslavě Přidalové Ph.D. za trpělivost, cenné rady a pomoc se zpracováním bakalářské práce.

# Obsah

1	Úvod .....	7
2	Syntéza poznatků .....	9
2.1	Bowling.....	9
2.1.1	Historie bowlingu .....	9
2.1.2	Bowling jako sport .....	11
2.2	Tělesné složení .....	16
2.2.1	Antropometrické stanovení TS .....	18
2.2.2	Biofyzikální a biochemické metody.....	20
3	Cíle .....	28
4	Metodika práce .....	29
4.1	Soubor.....	29
4.2	Průběh měření.....	33
5	Výsledky a diskuze .....	37
6	Závěry.....	53
7	Souhrn .....	54
8	Summary .....	56
9	Referenční seznam.....	59

# 1 Úvod

Bowling má v České republice tradici již 24 let, od založení České bowlingové asociace, která sdružuje amatérské i sportovní hráče bowlingu. V dnešní době sdružuje asociace více než šest tisíc členů (Česká bowlingová asociace, 2016).

Sportovní úroveň bowlingu dává skvělé vedení asociace, kdy dlouholetá práce vede k nárůstu zájmu o tento sport a mezinárodním úspěchům. Podle Maji už dnešní špičkoví hráči bowlingu musí splňovat veškeré parametry, jako například hráči golfu. To znamená přípravu na bowlingových drahách, udržování skvělé fyzické kondice, psychickou odolnost a regeneraci. Trénink na drahách je důležitý pro vytvoření a udržení svalové paměti a přesnosti hodu, proto je třeba trénovat více, jak 3krát v týdnu. Fyzická kondice je velmi důležitá. Bowling na turnajové úrovni je někdy i 12hodinová hra, kdy je potřeba mít dostatečnou kondici pro udržení stálosti hodu a v neposlední řadě pro udržení pozornosti. Dalším důvodem, proč je potřebné si udržovat tělo je fakt, že je bowling jednostranná zátěž, která musí být kompenzována speciálními cviky. Psychologická příprava pod vedením sportovního psychologa je nezbytnou součástí přípravy. Turnajové prostředí je díky stále se měnícím podmínkám na bowlingové dráze a tlaku protihráčů mnohdy stresující. Dechová cvičení a další podpůrné techniky pro udržení psychické pohody při hře jsou tedy nezbytné. Posledním dílem tréninku bowlingového hráče je regenerace. Ta je mnohdy opomíjena, ale o to více je potřebná například při mistrovských soutěžích v Evropě, kdy turnaj trvá i týden řekl Juha Maja (osobní komunikace, léto 2018).

Tělesné složení (TS) je důležitý parametr, který má vliv na výkon sportovců. Například u skokanů na lyžích je důležitá nižší tělesná hmotnost sportovce. V případě bowlingu hraje především roli kosterní svalstvo a jeho rozložení. Bowling je sport, který je možné provozovat od útlého věku, až po pokročilé stáří. Platí, že pokud se bowling stane vášní na celý život, je potřebné se starat o kosterní svaly ve smyslu svalové rovnováhy. Poškození vazů a šlach a následně kloubní pohyblivosti jsou častým důvodem k přerušení provozování bowlingu na sportovní nebo rekreační úrovni. Profesionální hráč bowlingu Chris Barnes z USA tvrdí, že i při mírné frekvenci provozování tohoto sportu se může

v relativně brzkém věku objevit bolest zad, nebo poškození vazů horních končetin (osobní komunikace, podzim 2017).

I při mírné frekvenci provozování tohoto sportu se může v relativně brzkém věku objevit bolest zad, nebo poškození vazů horních končetin tvrdil Chris Barnes (osobní komunikace, podzim 2017).

Z poznatků, které jsou v této bakalářské práci popsány, jsou nejdůležitějšími sledovanými parametry posouzení svalové rovnováhy probandů a další vybrané parametry tělesného složení. Jak již bylo zmíněno, bowling je jednostranný sport, kdy s koulí, která má kolem 7 kg lze za sportovní kariéru hodit až několik desítek milionů hodů. Tělo je tedy jednostranně mimořádně zatěžováno. Sledování tělesného složení a svalové rovnováhy se zatím žádná studie nevěnovala, a proto je účelem této práce otevřít tyto otázky. V ČR se jedná o první hodnocení tělesného složení hráčů bowlingu na sportovní úrovni. Vzhledem ke vztahu autora k bowlingu se tedy jedná o první pokus popsat tělesnou kompozici (alespoň kazuisticky) u této sportovní specializace.



## 2 Syntéza poznatků

### 2.1 Bowling

Bowling je sportovní disciplína, která je určena pro široké věkové spektrum hráčů. Hra jako taková není určena jen pro profesionální, ligové, nebo amatérské hráče, ale lze ji hrát i rekreačně s přáteli. To dělá z bowlingu velmi oblíbený sport, který hraje celosvětově alespoň jednou ročně až 67 milionů lidí. Po celém světě nalezneme více, než 12000 bowlingových center (Simmons Research Company, 2006).

Podle Millera (2012) se ve Spojených státech pokusil hrát bowling téměř každý člověk ve věku od 3 do 103 let.

Jedna hra se skládá z 10 „framů“, kdy se snažíme pomocí koule srazit 10 kuželek, které jsou vzdálené 18,29 metrů. Pokud srazíme všechny kuželky prvním hodem, pak máme ve skóre „strike“. Když se prvním hodem „strike“ nepodaří, ale zbylé kuželky se podaří trefit, mluvíme ve skóre o „spare“. V závislosti na přesnosti hráče a jeho zkušenostech může ve skóre nastat i „miss“, který znamená, že ve „framů“ zůstala některá kuželka, nebo kombinace neporažena.

V případě, že hráč dokáže jedním hodem srazit všechny kuželky 12krát po sobě, dosáhne skóre 300 bodů, jinak řečeno „perfect game“ (John & Nosek, 2001).

#### 2.1.1 Historie bowlingu

Bowling má za sebou dlouhou a bohatou historii a v současnosti jde o jeden z nejoblíbenějších sportů. Britský antropolog, Sir Flinders Petrie, objevil v 30. letech minulého stol. v dětském hrobě v Egyptě sbírku předmětů, které mohly sloužit pro ranou formu bowlingu. Pokud se nemýlí, pak lze počátek bowlingu datovat do roku asi 3200 př. n. l. (Bowling museum, 2008).

Německý historik William Pehle tvrdil, že bowling se v Německu objevil už v roce 300 n. l. Existuje hmatatelný důkaz, že v Anglii se objevila forma „kuželek“ v roce 1366, kdy ji král Eduard III údajně zakázal, aby nerozptylovala

vojáky od nácvičku lukostřelby. Je ale téměř jisté, že „kuželky“ byly velmi blíbené za vlády Jindřicha VIII. (<http://www-cs.canisius.edu/SCA/Games/bowling.html>).

Časem se objevilo více různých her s kuželkami, dokonce se vytvořily i hry, kde jsou koule vrhány i proti jiným předmětům než kuželkám. V západní Evropě stále existují různé varianty her s devíti kuželkami. Blízko k těmto hrám mají i italské bocce, francouzský pétanque, nebo britský lawn bowling.

Do Ameriky se tato hra dostala nepochybně od britských, holandských a německých kolonistů. První zmínka v americké literatuře je od Washingtona Irvinga, kdy Rip Van Winkle „probudil zvuk padajících kuželek“. První stabilní místo pro tuto hru, pravděpodobně lawn bowling, se objevilo v oblasti New York's Battery. I v současnosti se tomuto místu stále přezdívá Bowling Green.

Hra měla svá dobrá i špatná období. V roce 1841 byla v Connecticutu postavena jakákoli hra s devíti kuželkami mimo zákon, pravděpodobně proto, že se stala předmětem hazardu. Problém však byla i její výrazná popularita. Mnoho průmyslových magnátů si dokonce nechávalo budova dráhy ve svých sídlech.

I když přesně nevíme, kdy se do hry dostala desátá kuželka, v New Yorku, Ohiu anebo v Illinois se tak hrálo již v 19. stol. Podrobnosti ohledně rozměrů kuželek či koulí se však lišily. To se změnilo, když restaurátor Joe Thum sdružil významné osobnosti jednotlivých klubů a 9. září 1895 vznikl v Beethoven Hall v New York City American Bowling Congress (ABC). Pak bylo možné vytvořit určité standardy a začít pořádat národní soutěže.

Přestože ženy hrály bowling už od poloviny 19. století, American Bowling Congress byl pouze pro muže. Až v roce 1917 byl vytvořen v St. Louis Women's International Bowling Congress. Na popud majitele Dennise Sweeneyho jej vytvořily ženy v USA, které se účastnily na turnajích tzv. Women's National Bowling Association.

Bowlingová technologie se v této době také posouval rychle vpřed. Koule byly převážně z lignum vitae, velmi tvrdé dřevo. V roce 1905 se objevila první koule vyrobená z kaučuku „Evertrue“ a v roce 1914 Brunswick Corporation úspěšně uvedla kouli Mineralite ze zvláštní kaučukové látky.

S organizací začala stoupat i popularita. V roce 1951 pomohl rozšíření další technologický průlom. Společnost American Machine and Foundry (AMF, mimo jiné výrobce strojů pro potravinářský a textilní průmysl) koupila patent Gottfrieda Schmidta na automatický stavěč kuželek a o rok později uvedla první sériový model. Tím odpadla potřeba stavět kuželky ručně („pinboys“).

Televize se do bowlingu dostala v 50. letech minulého stol. a popularita začala obrovsky vzrůstat. Vysílání „Championship Bowling“ od NBC bylo vůbec prvním přenosem bowlingu. Nejdříve se bowling objevoval v programech jako „Make That Spare“, „Celebrity Bowling“ a „Bowling For Dollars“. V roce 1961 začala ABC přenášet soutěže pro Pro Bowlers Association. Úspěšný podnikatel Eddie Elias byl zakladatelem PBA a díky jeho vedení se Pro Bowlers stala velmi populární silnou částí sportovních přenosů ABC. Po spojení s Ladies Pro Bowlers Tour (nyní Professional Women's Bowling Association, PWBA) mohly miliony fanoušků sledovat a zajímat se o tento sport (Gurkan & Maja, 2009).

### 2.1.2 Bowling jako sport

Bowling, jako každý sport, má velké množství rekreačních hráčů. Ale mezi rekreačním hraním a hraním na nejvyšší úrovni je obrovský rozdíl. Bowling vyžaduje výdrž, přesnost, koncentraci, svalovou paměť, kontrolu a schopnost přizpůsobovat se stále se měnícím podmínkám na dráze. Bowling má však s ostatními sporty některé společné prvky: Podobně jako plavání a atletika, sportovci hrají sami za sebe na své dráze. Podobně jako střelecké disciplíny je hodnocení určováno zásahem do nějakého cíle.

- Od roku 1979 je bowling sledovaný mezinárodním olympijským výborem;
- Má 120 federací a téměř každá je spojená se svými národními sportovními výbory;
- Je celosvětově mediálně populární;
- Má obrovský obchodní potenciál (rozpočet tohoto odvětví činí až 10 mld. Dolarů);
- Nabízí smysluplnou možnost pro olympijskou účast (Gurkan & Maja, 2009).

U bowlingu jako sportu je zapotřebí věnovat pozornost tréninku na bowlingových drahách, fyzické přípravě, mentální přípravě a regeneraci.

Trénink na bowlingových drahách je rozdělen na část technickou a strategickou. V technické části je nutné podporovat neustálým opakováním provedení hodu a správnou techniku. Protože ještě nemá natrénovány dostatečné objemy, je třeba stále trénovat svalovou paměť. Dalším důležitým bodem, který má návaznost na opakování správné techniky je přesnost. Bowling, jako sport, ve kterém proti sobě soupeří hráči je založen na jednom zásadním parametru. Tento parametr je chybovost. Kdo tedy udělá nejméně chyb, pravděpodobně vyhraje. Proto je velmi důležité chyby potlačovat zvyšováním přesnosti hozené koule. Ve strategické části tréninku se zaměřujeme na různé herní taktiky, které jsou využívány na turnajích. Tyto informace potvrdil Juha Maja, který je celosvětově uznávaným trenérem bowlingu (osobní komunikace, jaro 2017).

## Pravidla bowlingu

Všechny turnaje a soutěže, které se v bowlingu pořádají, mají svá přísná pravidla. Největší důraz se klade na použití regulérního vybavení, tak aby měl každý hráč stejné podmínky a zamezilo se tak podvádění. Bowlingové koule tak musí splňovat váhové rozmezí, které je na mistrovských soutěžích kontrolováno rozhodčím. Pravidla podléhají směrnicím mezinárodní bowlingové federaci (IBF). Bowlingové dráhy spadají také pod mezinárodní pravidla a pokud se na bowlingovém centru mají pořádat turnaje, je nutností, aby byly bowlingové dráhy řádně udržovány a certifikovány dle norem. V případě pořádání mistrovských soutěží, nebo mezinárodních mistrovství jsou dráhy měřeny a vytváří se topografická mapa, kdy odchylka mezi pravým a levým krajem dráhy nesmí být vyšší, než 1 mm. Pokud by dráha nespĺňovala tuto normu, musí být strojně kalibrována, aby splnila normu sdělil John Janawicz, jako technik IBF (osobní komunikace, podzim 2017).

Všechny oficiální turnaje v deseti kuželkovém sportu se pořádají na drahách a s vybavením, jehož míry a váhy odpovídají směrnicím IBF a jež je v souladu s příslušnými pravidly, nařízeními a direktivami.

Všechny dráhy, které se mají při turnajích schválených WTBA používat, musí mít osvědčení místní členské federace. Tato federace jmenuje jednu či více osob, jejichž úkolem je dohlížet na to, aby všechny schválené mezinárodní turnaje, které se v zemi konají, pořádány v souladu s těmito pravidly a

nařizenými. Každý hráč by se měl seznámit s pravidly Evropské bowlingové asociace (ETBF) a Mezinárodní bowlingové federace (IBF) (<https://www.czechbowling.cz/stranky/dokumenty>).

## Bowlingová terminologie

Bowling je sport, který nemá historicky podložené kořeny v ČR. Proto je zde specifická terminologie, kterou by měl každý sportovní hráč znát. Je to mezinárodní bowlingový jazyk, kterým se dorozumí hráč stejně v České republice, jako třeba v Asii. Vybrané termíny jsou snadno naučitelné. „**Strike**“ znamená, že všechny kuželky jsou shozeny na první hod. Hráč, který dá strike, nepotřebuje druhý hod. Místo toho jde na další hod. „**Spare**“ nastane tehdy, když jsou všechny kuželky shozeny na dva hody. Open nastane, když nějaké kuželky zůstanou stát po dvou hodech. „**Channel ball**“ znamená, že hráč obdrží nulu pro tento hod, protože hodil do žlábků, nebo minul dráhu. „**Foul**“ nastane, když se jakákoli část hráčova těla dotkne přešlapové čáry, nebo přijde do kontaktu s jakoukoli plochou, či věcí, která se nachází na dráze za přešlapovou čarou ve chvíli, kdy je proveden hod (kdy je koule vypuštěna a nachází se za přešlapovou čarou). Způsob, jakým je bowling bodově hodnocen, umožňuje hráčům získat body navíc, když zahrají „strike“ nebo „spare“. Strike má hodnotu 10 bodů plus výsledek z dalších dvou hodů. „Spare“ má hodnotu 10 bodů plus výsledek z dalšího hodu. „Open frame“ nenabízí žádný bonus. Má hodnotu kuželek, které hráč shodí v daném hodu. Jestliže padne split, nemá to žádný vliv na výsledek. Hráč, kterému po prvním hodu split zůstane, ale druhým hodem shodí všechny kuželky, si zapíše „spare“. Pokud u „splitu“ nejsou shozeny všechny kuželky, hod zůstává otevřený. „**Approach**“ je rozběh neboli oblast před přešlapovou čarou využívaná hráči k provedení hodu. Zároveň se jedná o pohyb provedený hráčem na rozběhu. „**Back-up ball**“ je hod s opačným hákem (pro praváka – koule zahýbá vpravo místo vlevo). „**Ball path**“ znamená dráha koule – fiktivní linie od dopadu koule na dráhu po zásah do kuželek. „**Big four**“ je „Split 4-6-7-10“, někdy nazývaný „double pinochle“. „**Boards**“ neboli parkety – jednotlivé dřevěné pásy, z nichž je složena dráha a rozběh. „**Brooklyn**“ znamená zásah kuželky 1 z levé strany (pro praváka). Význam „**Channel**“ bývá označován jako kanál – jiný výraz pro žlab (výraz „žlab“ však zůstává technickým pojmem). „**Clean game**“ nastane, když je hra

dokončená bez jediné chyby. „**Count**“ - sražené kuželky přičtené po dohozu do předchozího hodů. „**Dead ball**“ přichází v bowlingu často na konci hracího dne a je definován jako koule s velmi malou reakcí nebo špatnou reakcí, někdy také jde o hod, který není započítán kvůli některým vnějším vlivům. Hráč by měl takový hod opakovat. „**Double**“ jsou 2 striky v řadě. Hra s hodnotou 200 vytvořená střídáním strike a „spare“ se nazývá „**Dutch 200**“. „**Foul**“ přichází při překročení přešlapové čáry po vypuštění a před zásahem koule do kuželek. Jako Four bagger se označuje, když hráč shodí čtyři striky v řadě. „**Frame**“ je jedna desetina hry, jedna část bodové tabulky. „**Gutter ball**“ je špatně mířená koule, která během hodů spadne do jednoho ze žlabů. „**Handicap**“ se připisuje k celkovému výsledku na soutěžích jednotlivců nebo týmů pro vyrovnání. Zejména je tomu takto u žen, seniorů, nebo juniorů. Hodnota připisovaných bodů je vždy osm. „**Head pin**“ je čelní kuželka s číslem 1. Nejvíce krytá kuželka nese číslo 5 a jinak se jí říká královská kuželka. „**Lane**“ je 60 stop dlouhý povrch, po které se pohybuje koule. „**Leave**“ jsou kuželky, které zůstanou na dohoz po prvním hodů. „**Light hit**“ zejména přichází při zásahu do kapsy 1 - 3 s větší silou do kuželky číslo 3. „**Locator dots**“ jsou tři řady teček před přešlapovou čarou, které pomáhají hráči najít správnou startovní pozici. „**Lofting**“ se používá pro hod koulí do větší vzdálenosti od přešlapové čáry. „**Move in**“ znamená posun hodů vlevo (pro praváka). „**Move out**“ užíváme jako posun hodů vpravo (pro praváka). O open „**frame**“ hovoříme vždy, když nastane hod bez striku nebo „sparu“. „**Pin setter**“ nebo pin „**spotter**“ je stroj, který slouží ke stavění kuželek na dráhu. „**Pit**“ se nachází na úplném konci dráhy, kam padají koule a kuželky. Jako „**Pitch**“ označujeme úhel, pod kterým jsou do koule vrtány díry na palec a prsty. „**Pocket**“ je označení pro kapsu neboli prostor mezi kuželkami číslo 1 a 3. Označuje se také jako ideální „**Striková zóna**“. „**Roll**“ říkáme dopřednému pohybu koule. „**Spare**“ nastává při sražení všech kuželek ve „**frame**“ pomocí dvou hodů. „**Split**“ je výraz pro sestavu, kdy došlo ke sražení kuželky číslo 1 a zbylé kuželky nejsou bezprostředně vedle sebe. „**Strike out**“ přichází, když jsou zahrány tři striky v desátém hodů. „**String**“ bývá označení pro nepřerušovanou řadu striků (Gurkan & Maja, 2009).

## Bowlingové kuželky

Ve strojích na dráze se většinou nachází 21 kuželek. Všechny oficiální soutěže se musí hrát s certifikovaným vybavením bowlingového centra. Každá kuželka musí vážit mezi 1531–1645 g. Výška kuželky musí být 380–382 mm. Nevětší průměr kuželky je povolen mezi 121–122 mm ve výšce 114 mm nad základnou (John & Nosek, 2001).

## Bowlingové koule

Obvod bowlingové koule je 27 palců = 68.58 cm a průměr koule 8.6 palců = 21.8 cm (John & Nosek, 2001).

Hmotnost bowlingových koulí, které jsou pro hru povoleny:

- 16 liber = 7,257 kg;
- 15 liber = 6,803 kg;
- 14 liber = 6,350 kg;
- 13 liber = 5,896 kg;
- 12 liber = 5,443 kg;
- 11 liber = 4,989 kg;
- 10 liber = 4,535 kg;
- 9 liber = 4,082 kg;
- 8 liber = 3,628 kg;
- 7 liber = 3,175 kg;
- 6 liber = 2,721 kg (Gurkan & Maja, 2009).

## Historie bowlingových koulí

První bowlingové koule byly vyrobeny v USA z tvrdého dřeva. Později ale dřevěné bowlingové koule ustoupily před koulemi z čisté gumy, která se stala na počátku druhé světové války nedostupnou, a tak ji nahradila guma syntetická. Gumové koule nepraskaly, a tak snadno poskytovaly rovnoměrnější výsledky. Na začátku šedesátých let se začaly vyrábět koule polyesterové (Wiedman, 2006).

Dnešní koule jsou vyráběny z uretanu, plastu, reaktivní pryskyřice nebo kombinace těchto materiálů, uvádí Juha Maja trenér bowlingu (osobní komunikace, léto 2016).

## 2.2 Tělesné složení

Základním parametrem pro hodnocení tělesné dynamiky lidského pohybu je tělesná hmotnost. Tento parametr je však velmi složitý a skládá se z komponentů neboli frakcí. Podíl jednotlivých frakcí se mění vlivem stárnutí, změn v důsledku fyzické zátěže, sportovního tréninku, metabolických onemocnění, klinických syndromů, nebo psychických onemocnění. Tělesné složení je ovlivněno v neposlední řadě geneticky a formováno exogenními faktory, mezi které patří cílené pohybové aktivity, pohybový komfort, zdravotní stav organismu a výživové faktory (Přidalová, Riegerová, Ulbrichová 2006, 24).

Tělesné složení lze ovlivnit intenzitou a objemem pohybového režimu. Taková intenzita a objem se projeví u sportovců vrcholových i rekreačních změnou podílu jednotlivých tělesných frakcí konkrétně podílem svalové hmoty a podílem tuku. Platí, že připravenost sportovce se dobře charakterizuje poměrem svalové hmoty a tělesného tuku. Tyto parametry mají vliv na výkonnost, trénovanost a informují o celkové zdatnosti (Marček et al., 2007).

Složení lidského těla lidstvo zkoumá od nepaměti. Prvním, kdo se problematikou tělesného složení zabýval, byl už Hippokrates. Česká republika má své zastoupení u autorů, jako jsou (Pařízková, 1977; Brožek et al., 1963; Keys & Brožek, 1953).

Son et al., (2018) se zabýval srovnáním tělesného složení a jeho vlivu na hraní golfu. Srovnával tělesné parametry hráčů golfu s ostatními sporty, které byly podobné svým pohybem. Dle jeho studie se ukázalo, že v případě testovaných hráčů golfu na sportovní úrovni jsou parametry tělesného složení srovnatelné s vrcholovými hráči baseballu, nebo tenisu. Vztah mezi tělesným složením a podaným sportovním výkonem spolu úzce souvisí a je předpokladem k dobrým výsledkům.

V roce 2012 se uskutečnila studie, kde bylo účelem určit účinky 18týdenního silového tréninkového programu souvisejícího s výkonností golfistů



s nízkým handicapem. Deset pravorukých golfistů s handicapem 5 nebo méně bylo náhodně rozděleno do dvou skupin. Hráči dodržovali standardní program pro zlepšení fyzické kondice pro golf, který byl pro testovanou skupinu částečně upraven. Tréninková skupina se zúčastnila 18týdenního silového tréninkového programu rozděleného do tří částí: trénink maximální síly včetně vzpěračských cvičení (2 dny v týdnu po dobu 6 týdnů), výbušný silový trénink s kombinovanými váhami doplněn o plyometrická cvičení (2 dny v týdnu po dobu 6 týdnů) a silový trénink specifický pro golf, včetně švihů se zátěžovou holí a zrychlených švihů se systémem akceleračních pomůcek (3 dny v týdnu po dobu 6 týdnů). Tělesná hmotnost, tělesný tuk, svalová hmota, schopnost skákání, izometrická síla úchopu, maximální síla, rychlost míče a střední zrychlení golfové hole byly průběžně měřeny a ukázaly, že docházelo k výraznému zlepšování všech měřených parametrů. Tréninková skupina prokázala významné zvýšení maximální a výbušné síly po 6 týdnech tréninku a nárůstu vytrvalosti po 12 týdnech. Tato zlepšení zůstala nezměněna během 6týdenního tréninku specifického pro golf, a dokonce i během 5týdenního tréninkového období po skončení celé studie. Co se týče TS zúčastněných golfistů, lze konstatovat, že se přiblížili atletickým parametrům, které jsou srovnatelné například s parametry TS u oštěpařů. Závěr studie říká, že 18týdenní silový tréninkový program může zlepšit maximální a výbušnou sílu a stejně tak ovlivnit TS snížením tukové složky a zvýšením objemu kosterního svalstva. Tato zlepšení lze přenést do herní výkonnosti golfistů, avšak mentální část hry může tato zlepšení téměř vymazat (Álvarez et al., 2012).

Přidalová (2005) se zabývala somatodiagnostikou studentů a studentek studijního programu tělesná výchova a sport na FTK UP. Studie trvala 8 let a zahrnovala celkem 668 studentů a 638 studentek, studujících první ročník na FTK UP. Bylo zjištěno, že se studenti v převážné většině somatických parametrů neliší od referenčních hodnot české populace. Ze zkoumání vzešlo, že sekundární trend je vyhasínající. Studenti a studentky FTK UP byli ve srovnání s ostatními studenty VŠ obecně dlouhoproporčnější a celkově robustnější, co se týče zastoupení kosterní i svalové frakce. Z pohledu zastoupení podkožního tuku byli studenti bezproblémoví a podíl tuku byl nižší.

Fyzická aktivita, kterou studenti vykonávají má vliv na somatické charakteristiky a na formování fyzické stránky jedinců, ale i populační skupiny.

### 2.2.1 Antropometrické stanovení TS

Pojem tělesné složení poprvé zmínil Matiegka (1921). který se pokoušel o kvantifikaci tělesných komponent na základě zevních (antropometrických) rozměrů těla. Matiegka navrhnul rozdělit hmotnost těla na 4 složky: O – hmotnost skeletu (ossa), D – hmotnost kůže (derma) a hmotnost podkožní tukové tkáně, M – hmotnost kosterního svalstva (musculi) a R – hmotnost zbytku (rezidua). Dělení, jak je popsáno nelze zaměňovat s čtyřkomponentovým modelem, odpovídá více modelu tříkomponentovému.

Metody odhadu TS v antropometrii zahrnují mnohé techniky jako jsou obvodová měření, měření hmotnosti jednotlivých segmentů objemu, tělesné hmotnosti, kožních řas, tělesné výšky a výpočty používaných indexů. Indexy používané v praxi jsou např. WHR, Kaupův Index, Rohrerův Index, Brockův Index, F-Index, Erismanův Index (Malá et al., 2014).

Od doby, kdy Matiegka navrhl svůj systém, byla vypracována dlouhá řada dalších postupů pro odhad tělesného složení z antropometrických rozměrů u více než 100 populačních skupin, s použitím kosterních rozměrů, obvodových rozměrů, obvodových měr a nejčastěji z tloušťky kožních řas měřených různými typy kaliperů.

K měření tloušťky kožních řas byly kromě kaliperace vyvinuty další metody. Myšlenkou, proč byly vyvinuty další metody bylo hlavně odstranění technických chyb při měření kaliperem u osob s různou stlačitelností tkání – například osoby s extrémní nadváhou. Metody jsou sestaveny na principech podobných kaliperaci a díky tomu je dána jejich nepřesnost stejně, jako u kaliperu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

V ČR je asi nejčastěji používanou metodou pro odhad TS součet deseti kožních řas podle Pařízkové (1962). Dále se používá původní Matiegkova metoda (Fetter, 1967) a její modifikace podle Drinkwattera (1980).

Při odhadu podílu tuku pomocí měření tloušťky kožních řas (podkožního tuku) posuzujeme dva základní předpoklady. Prvním je tloušťka tukové tkáně

v konstantním poměru k celkovému množství tuku, druhým jsou místa, která reprezentují průměrnou tloušťku podkožní tukové vrstvy (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Metoda dle Pařízkové, Durnina a Womersleyho vznikla podle měření tělesného tuku Pařízkové a je v ČR velmi často používána. Vychází z rovnice Durnina & Womersleyho (1974), kdy výpočet procenta tělesného tuku obsahuje měření kožních řas, jako jsou biceps, triceps, subskapulární a suprailikální řasa. Celkovou hustotu lze převést na procentuální hodnotu tělesného tuku podle rovnice Siri.

Technika Pařízkové měříme tloušťku 10 kožních řas na konkrétních místech na těle s použitím Bestova kaliperu. Hodnoty tloušťky naměřených kožních řas se posléze sečtou a dosadí se do adekvátních rovnic pro vypočítání tělesného tuku. Po sečtení řas vyjde celková denzita, ze které se posléze odvodí procento tukové hmoty. Rovnice byly odvozeny z výsledků měření 10 kožních řas u různých populačních skupin. Dále byly pro odvození rovnic použity výsledky referenční metody hydrodenzitometrie (Pařízková, 1977).

Měření 10 kožních řas se podle Pařízkové provádí:

- na tváři – pod spánkem, ve výši trangu;
- na krku – pod bradou, nad jazylkou;
- na hrudníku 1 – v přední axilární čáře nad m. pectoralis major;
- na hrudníku 2 – ve výši X. žebra, v přední axilární čáře;
- na paži – nad tricepsem, v polovině vzdálenosti acromion-olecranon;
- na zádech – pod dolním úhlem lopatky;
- na bříše – v mediální první třetině spojnice s pupkem – iliospinale ant. sup.;
- na boku – nad hřebenem kyčelní kosti v prodloužení přední axilární čáry;
- na stehně – nad patellou;
- na lýtku – 5 cm pod fossa poplitea (Pařízková, 1962).

## 2.2.2 Biofyzikální a biochemické metody

### Ultrazvuk

Komerčně vyráběné přístroje využívají přeměny elektrické energie na vysokofrekvenční ultrazvukovou energii vysílanou v krátkých impulzech. Odraz ultrazvukových vln mezi tkáněmi se liší svými akustickými vlastnostmi. Zpět do přístroje se pak vrací část ultrazvukové energie, která se přemění na energii elektrickou. Osciloskop následně zobrazuje příchozí impulzy (echa). Ve srovnání se standardními metodami však ultrazvuková metoda nedokázala srovnatelnou validitu (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

### Radiografie

Radiografie je považována za nejpřesnější metodu měření. Umožňuje totiž měřit průřez svalstva i kosti ve snímkaném místě. Omezení je však značně omezené, a to z důvodu nežádoucího vystavení se rentgenovému záření. Nejvyspělejší metodou založenou na radiografii je počítačová tomografie (CT – computer tomography). Zásadním faktorem této metody je její pořizovací cena, která je značně selektivní (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

### Magnetická rezonance (MR)

Princip magnetické rezonance je založen na chování atomových jader jako magnetů. Přístroj vysílá silné magnetické pole, které ovlivňuje pohyb vodíkových iontů. Vodík je součástí vody, a proto je všudypřítomný. Výsledky magnetické rezonance jsou velmi dobré, ale cena je stejně, jako u výše zmíněné radiografické metody relativně selektivní. Časová náročnost metody je náročnější, avšak není třeba pacientovy spolupráce. Zkoumat takto lze míru viscerálního tuku (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Pro lepší výsledky je možné použít kontrastní látku. Kontrastní látky používané pro magnetickou rezonanci obsahují nejčastěji sloučeniny gadolinia, vzácně manganu nebo železa (<http://www.crs.cz/cs/informace/magneticka-rezonance>).

## Celková tělesná vodivost (TOBEC)

Technika měření tělesné vodivosti je založena na rozdílech elektrické vodivosti a dielektrických vlastnostech tukuprosté hmoty a tuku. Srovnání výsledků s jinými metodami ukázalo nízkou chybovost měření, a to (3,7 %). Tato metoda se opět řadí do skupiny velmi finančně náročných (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová 2006, s. 42).

## Celkový tělesný dusík

Podle matematického modelu Burkinshawa et al. (1978) je možné odhadnout na základě obsahu proteinů celkové množství tělesného dusíku.

Odhad svalové a nesvalové hmoty, kostních minerálů a hmotnosti těla je vodítkem k určení podílu tuku. Dle tohoto čtyřkomponentového modelu lze velmi dobře hodnotit rozdíly mezi populací zdravou a nemocnými jedinci (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

## Bioelektrická impedance (BIA)

Metoda BIA patří mezi neinvazivní, terénní, poměrně levnou, bezpečnou a v posledních letech i velmi celosvětově rozšířenou metodu. Využívá se pro stanovení konkrétních parametrů u zdravých jedinců, stejně tak jako u pacientů s různými typy klinických diagnóz.

Princip metody je založen na rozdílech v šíření elektrického proudu o nízké intenzitě různými biologickými strukturami. Dobrým vodičem v těle je tukuprostá hmota, která obsahuje velké množství vody a elektrolytů. Tuková tkáň je naopak izolantem, který tolik vodivý není. Konstantní střídavý proud o nízké intenzitě vyvolává impedanci vůči šíření elektrického proudu, která je závislá na frekvenci, délce vodiče a jeho průřezu, či konfiguraci. Bioelektrická impedance je tedy odpor tkáně, který je nepřímo úměrný jeho objemu, kterým prochází elektrický proud (Thomas et al., 1992).

Metoda BIA funguje na principu odlišných elektrických vlastností tkání, tuku a tělesné vody (Lukaski et al., 1987; Lukaski, Blonchuk, 1988). Rezistence, která vzniká při průchodu proudu vodou a elektrolytovými komponentami v aktivní a tukuprosté hmotě je úměrná jejich objemu.

Při měření BIA se ve většině případů používá proud o celkové intenzitě 800  $\mu$ A, a frekvencí kolem 50 kHz. Tělesným složením se ve svých studiích zabývali (Lukaski et al., 1985; Malina & Bouchard, 1991; Bunc et al., 2001; Roche et al., 1996).

Bioelektrická impedanční analýza vznikla ze vztahu:  $V = p L^2 / R$

L udává délku vodiče a R celkový odpor (Lukaski et al., 1985; Chumlea, Schumei, & Guo, 1994).

V případě měření odborných studií je vhodné používat tetrapolární přístroje pro stanovení bioelektrické impedance, které používají čtyři kontaktní body. Dvě elektrody jsou umístěny na horních končetinách a zbylé dvě na končetinách dolních. Komerčně se využívají bipolární přístroje označované jako ruční, kdy elektrický proud probíhá pouze horní částí těla, nebo bipedální – nožní, u kterých elektrický proud prochází pouze dolní částí těla (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Ovlivňující parametry měření BIA:

- konzumace potravy před měřením – změna odporu trupu, změny TBW, FFM a viscerálního tuku;
- konzumace tekutin před měřením;
- dehydratace, nebo naopak retence tekutin – zvýšení, nebo snížení TBW a z toho plynoucí FFM;
- deplece svalového glykogenu – sníží se množství TBW i FFM;
- fyzická aktivita před samotným měřením – snížení množství TBW i FFM;
- změny v distribuci tělesných hodnot (místní otoky) – u přístrojů, které jsou starší se špatně rozlišují ICW a ECW;
- distribuce tělesného tuku;
- poměr délky končetin k trupu – u starších přístrojů může ovlivňovat velikost odporu (Deurenberg et al., 2002).



Obrázek 1. Příklad přístroje pro měření BIA v domácích podmínkách (upraveno dle [www.tanita.com](http://www.tanita.com)).



Obrázek 2. Příklad přístroje pro profesionálního měření BIA (upraveno dle <https://tanita.eu/dc-13c/>).

Při stanovování extra a intracelulárních objemových složek vody je nutné používat zařízení, která jsou multifunkční a umožňují měřit kapacitní (reaktance) i odporovou (rezistence) složku – celkovou bioimpedanci (Baumgartner, Chumlea & Roche, 1989; Deurenberg et al., 1990).

Základní kámen měření BIA položil Thomasett (1962) a posléze Hoffer (1962). Jejich měření se považuje za relevantní.

Podle Bunce et al. (2001) je celková tělesná voda (TBW) základní proměnnou, kterou BIA měří. Tukuprostá hmota (FFM je dána rozdílem mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku) je určena z dané hodnoty na základě vztahu:

$$FFM = TBW * 0,732^{-1}$$

Rovnice říká, že hodnota 0,732 (73,2 %) představuje průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty u dospělých. Dětské tělo obsahuje vyšší koncentraci vody v tukuprosté hmotě. S přibývajícím věkem platí pravidlo, že podíl objemu extracelulární vody (ECW) klesá, kdežto intracelulární voda (ICW) nabývá. Skutečná hydratace tukuprosté hmoty se měřením ukazuje na hodnotách mezi 61 % a 82 % (Chumlea et al., 1994, Roche et al., 1996).

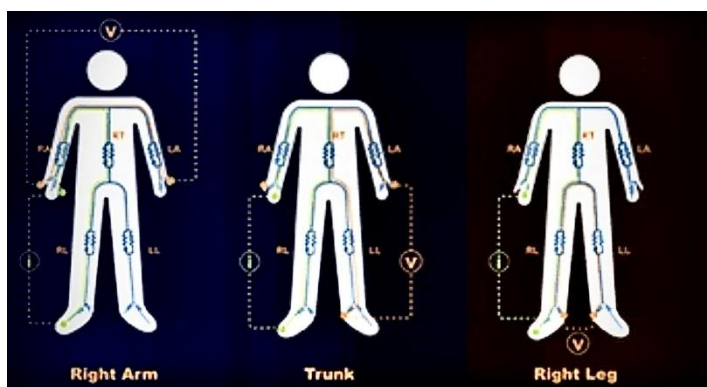
Každá metoda měření má své slabiny a odchylky. Slabinou BIA v regresních rovnicích je hned vedle válcového modelu lidského těla a nepřesného umístění elektrod, předpoklad homogenity těla. Na základě těchto předpokladů vyplývá, že každá skupina probandů potřebuje individuálně nastavit správnou predikční rovnici. Chyby měření se pohybují kolem 3 % – 7 % a jsou rozděleny v zásadě na chyby softwarové, nebo hardwarové (Bunc et al., 2001).

Podle Riegerové a Přidalové (1996) bylo zjištěno, že metoda BIA měřená přístrojem Bodystat 500 plně korelovala s výsledky získanými pomocí kaliperování. Stále však platí, že měření za pomocí kaliperu se považuje za nejvalidnější a nejpřesnější.

Měření BIA se dá považovat za nesmírně průlomovou metodu měření, která je rychlá a snadná. Využití nachází v komerčních, nekomerčních i laboratorních podmínkách. Jako první na světě si tuto metodu nechala



patentovat společnost Tanita, která přišla s jednoduchým a dostupným přístrojem, který vypadal jako klasická váha. Rozdíl byl ale v tom, že ukazovala množství tělesného tuku. Funkcionalita přístroje byla založena na intuitivním ovládání a zadání tří tělesných parametrů – věk, výška a pohlaví. Měření pak proběhlo umístěním nohou na podložku, která obsahovala elektrody a vysílala bezpečný signál do celého těla. Proces, dlouhý necelou minutu pak automaticky vypočítal celkovou hmotnost, společně s množstvím tuku (<https://www.tanita-eshop.cz/jak-vahy-tanita-meri>).



Obrázek 3. Průchod elektrického proudu lidským tělem (upraveno dle <http://www.fitness-trenerka.cz>).

Metoda BIA je nenáročná svým uživatelským provedením a interpretace výsledků srozumitelná. I přes to je třeba znát často zobrazované zkratky, které jsou uvedeny jako výstupní parametry ve výstupním protokolu InBody:

- TBW – total body water – celková voda v těle;
- ECW – extracellular water – mimobuněčná voda;
- ICW – intracellular water – nitrobuněčná voda;
- BFM – body fat mass – tělesný tuk v kg;
- FFM – fat free mass – tukuprostá hmota;
- SMM – skeletal muscle mass – svalová hmota;
- PBF – percent body fat – procentuální tělesný tuk (Tělesná diagnostika InBody, 2009).

### Fitness Score

Moderní přístroje, které provádí měření na základě bioelektrické impedance mají funkce, které dokáží analyzovat a hodnotit fyzickou kondici.

Fitness Score tedy vypovídá o fyzické zdatnosti, která má své doporučené hodnoty. Fitness Score se dělí do třech skupin. První skupinou je hodnota <70 bodů, která označuje obézní, nebo slabé typy. Druhá skupina se hodnotami pohybuje v rozmezí 70–90 bodů a vypovídá o normální fyzické kondici, nebo jinými slovy označuje zdravý typ. Třetí skupina se pohybuje nad hranicí 90 bodů. Testování s hodnotou vyšší jak 90 bodů se označují jako atletické typy. Hodnocení Fitness Score je důležité pro plánování fyzické zátěže u měřených osob (Tělesná diagnostika InBody, 2009).

## InBody 720

Lidské tělo se skládá z tělesné vody, bílkovin, tělesného tuku a minerálních látek. Tyto čtyři prvky jsou základními složkami tvořícími tělo a rovnováha mezi nimi je zásadní pro naše zdraví. Analýza tělesného složení má kvantifikovat a měřit tyto složky. V minulosti se diagnostika obezity zaměřovala na to, jak vypadáme zvenku, bez ohledu na rovnováhu mezi tělesnou vodou, bílkovinami, tělesným tukem a minerály. Ze zdravotního hlediska je analýza TS, která bere v úvahu rovnováhu mezi tělesnou vodou, bílkovinami, tělesným tukem a minerály relevantnější než diagnostikovat obezitu podle toho, jak vypadáme (<https://www.inbody.in/uploads/resource/inbody720>).

Metodu BIA neboli bioelektrickou impedanční analýzu používají vědci už od 60. let minulého století. Stojí na principu působení mírného (pro člověka takřka nepostřehnutelného) střídavého proudu o intenzitě  $90\mu\text{A} - 400\mu\text{A}$  a frekvenci 1–1000 kHz. Jako odpověď přístroj získá a vyhodnotí index impedance neboli elektrický odpor tkání. Z něj vypočte podíl vody a zbylých struktur v těle (<https://www.inbody.in/uploads/resource/inbody720>).

Zatímco první přístroje na principu BIA přinášely jen přibližné výsledky a vyžadovaly korekci hodnot, InBody dokáže velmi přesně změřit složení jednotlivých částí těla konkrétního člověka. Využívá pokročilé multifrekvenční měření (DSM-Bia). Měří tak přímo bez využití statistických proměnných podle věku nebo pohlaví.

InBody představil v roce 1996 Dr. Cha jako „první světový komerční analyzátor složení těla“. Dnes ho používají a uznávají odborníci na výživu, sport a celkově zdravý životní styl. Uplatňuje se i v klinických výzkumech založených

na sledování změn ve složení těla. (<https://www.bezhladoveni.cz/mereni-inbody-ziskejte-prehled-o-svem-tele>).

InBody720 využívá rozmanitý rozsah frekvencí od 1kHz do 1MHz a přesně měří množství tělesné vody. Přístroj je první verze používající metodu reaktanční analýzy, což je pokročilá technologie pro analýzu tělesného složení. Předchozí verze přístrojů tuto technologii neměly. Jeho patentovaná technologie DSM BIA a DSMF BIA umožňuje přesné měření, které se nespolehá na empirický odhad a díky impedanci měří tělo segmentační metodou – samostatně změří obvody pasu, stehy i břicho zvlášť (<https://www.inbody.in/uploads/resource/inbody720>).

Parametry tělesného složení, které přístroj Inbody 720 měří jsou:

- tělesná hmotnost (kg);
- intracelulární voda v litrech (ICW), extracelulární voda v litrech (ECW), odhad kostních a mimokostních minerálů (kg), kosterní svalstvo (SMM) (kg), množství proteinů (kg), tuková hmota v kilogramech (BFM), kostní a svalová hmota (kg), tukuprostá hmota v kilogramech (FFM);
- svalová hmota v jednotlivých tělesných segmentech (pravá a levá horní končetina, pravá a levá dolní končetina, trup), % svaloviny v jednotlivých částech těla;
- body mass index (BMI) v  $\text{kg}/\text{m}^2$ ;
- % vyjádření tělesného tuku;
- nutriční diagnóza (proteiny, minerály, tuk, edém);
- tělesná vyváženost, tělesná síla, zdravotní diagnóza;
- cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tuková kontrola, svalová kontrola, stav tělesné hmotnosti, stupeň obezity, BCM v kilogramech (Body Cell Mass), BMC 55 v kilogramech (Bone Mineral Content), BMR v kcal (Basal Metabolic Rate), AMC v centimetrech;
- historie tělesného složení posledních 10 testů-analýza vývoje tělesného složení za určité období;
- impedance v jednotlivých částech těla stanovené každou frekvencí v rozsahu 1–1000 kHz (Tělesná diagnostika InBody, 2009).

### 3 Cíle

Cílem práce bylo kazuisticky popsat tělesné složení u čtyř hráčů bowlingu pomocí přístroje InBody 720.

Další cíle:

- Vyhodnotit naměřené výsledky TS mezi jednotlivými hráči.
- Vypočítat a popsat indexy tělesného složení (BFMI, BCMI, FFMI a SMMI).
- Srovnat svalovou rovnováhu v jednotlivých tělních segmentech.

## 4 Metodika práce

Bakalářská práce se zabývá analýzou somatických parametrů u hráčů bowlingu.

### 4.1 Soubor

Měření probandů proběhlo v laboratoři somatodiagnostiky katedry přírodních věd v kinantropologii Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, kam byli probandi pozváni. Měření se uskutečnilo na konci května 2021. Původní plán měření byl mnohem velkorysejší ve smyslu počtu testovaných osob, avšak pandemie Covid-19 nedovolila příjezd více hráčů z nejrůznějších koutů republiky, včetně několika zahraničních hráčů, kteří měli v plánu účast na mezinárodním turnaji v Praze, který byl bohužel zrušen. Skupina probandů se tedy zmenšila na čtyři. Všichni probandi byli v té době v klidové fázi tréninku, protože se během lockdownu nedalo nikde trénovat. Samotné měření bylo ovlivněno přísnými hygienickými podmínkami, kdy bylo požadováno, aby každý proband byl otestován alespoň antigenním testem. Všichni probandi tuto podmínku splnili a po dezinfekci rukou společně s nasazeným respirátorem třídy FFP-2 měření započalo. Před měřením je doporučováno alespoň 2 hodiny nejíst a ideálně být po návštěvě toalety. Nejprve byla odečtena tělesná výška pomocí antropometru A-226, poté následovalo měření TS na bioelektrickém impedančním analyzátoru InBody 720.

#### Proband 1

Proband 1 je muž ve věku 19 let, výškou 175,0 cm a hmotností 67,7 kg studující (VŠ) v Olomouci. Bowlingu se věnuje 12 let a posledních 7 let na nejvyšší úrovni, kterou lze v ČR provozovat. Již od svých 15 let reprezentuje ČR na evropských juniorských šampionátech, kde se několikrát pohyboval na hranici medailového umístění. Před nedávnem byl také zařazen do širšího reprezentačního kádru pro mužskou reprezentaci. Na svém kontě má 5 titulů mistra ČR v juniorských, kadetských i mužských kategoriích.

Aktuálně se připravuje na nadcházející evropský šampionát, který proběhne v lednu 2022 v Helsinkách. Nadějný je pro něj letošní rok ve slovenské extralize, kde nastoupí na hostování.

K bowlingu jej přivedl tatínek, který již přes 15 let aktivně hraje. Jeho kariéra začala zprvu jako klasická volnočasová aktivita, ale již po pár letech byl bowlingem pohlcen. Tréninku se věnuje čtyři dny v týdnu a je rozdělen do několika odvětví.

Fyzická příprava patří k probandovým nejoblíbenějším částem tréninku. Zaměřuje se hlavně na vyrovnávání svalových nevyvážeností, které jsou obecně u hráčů bowlingu časté u svalových skupin horních končetin a zad.

Mentální příprava probanda obsahuje spolupráci se sportovním psychologem a je velmi důležitou součástí přípravy na turnaje. Hlavním přínosem je pro probanda dechové cvičení, které mu pomáhá zvládat stresové situace na turnajích, kdy se zápas rozhoduje v posledním hodu.

## Proband 2

Proband 2 je muž ve věku 27 let, hmotností 74,5 kg a výškou 179,0 cm studující (VŠ) v Olomouci. Bowlingu se proband věnuje již 23 let, z toho 21 let pod vedením trenéra. Probandova bowlingová kariéra začala na turnajové úrovni prvním velkým úspěchem v roce 2005, kdy se stal juniorským mistrem republiky. Již tehdy začal bowlingový trénink jako cesta k vyšším výsledkům vypadat velmi profesionálně. Trénink se skládal ze zlepšování na bowlingových drahách, cvikům na vyrovnávání dysbalancí doporučený tělovýchovným lékařem a spolupráce se sportovní psycholožkou. Největší bowlingový rozmach však přišel v roce 2009, kdy se proband stal členem Bowlingové akademie v Olomouci. Bowlingová akademie byla oficiálně certifikována, jako oficiální bowlingová škola, která byla v té době druhá v Evropě. Příprava v Bowlingové akademii byla velmi komplexní a v čele s trenérem Juhou Majou se podařilo již v roce 2011 vybojovat bronzovou medaili na juniorském mistrovství Evropy v Aalborgu. Další a historický úspěch, který zatím v ČR nebyl překonán, byl získání titulu na Evropské bowlingové tour. Turnaj Brunswick Italia challenge se konal v létě 2013 v Asti, kde se dostavila celá evropská bowlingová špička. K takovému úspěchu na takto prestižním klání vedla cesta, která znamenala

každodenní trénink na drahách a ve fit centru. Celý realizační tým Bowlingové akademie odvedl skvělou práci. Tento moment odstartoval největší rozmach kariéry. Přicházely tituly na národním poli, úspěchy na extraligových kláních v Evropě i noví sponzoři. Od té doby se proband stal 3krát mistrem Finska, vicemistr Německa a 10násobným mistrem České republiky. V soutěžích na mezinárodním poli pokračuje dodnes a aktuálně se připravuje na mistrovství Evropy, které se uskuteční v lednu 2022 v Helsinkách.

Trénink probanda probíhá v posledních letech spíše jako udržovací. Tréninkové objemy jsou za všechny léta každodenního tréninku splněny a svalová paměť funguje. Důležitou součástí tréninku je aktuálně zdokonalování přesnosti, cvičení ve fit centru a udržování zdravého ducha. Díky pandemii Covid-19 však proband přišel k novým závěrům, které bude v průběhu příštího roku testovat. Tyto závěry se týkají hlavně mentální stránky hry, zejména řešení problematických herních situací, kdy je proband vystavován psychickému tlaku. V minulých letech proband prošel náročným obdobím, kdy se pravděpodobně začal projevovat syndrom vyhoření. Dlouholeté cyklické opakování cestování za bowlingem do celého světa bylo velmi přínosné, ale také vyčerpávající, což se projevilo ztrátou motivace a pokládáním si otázek, proč hrát bowling. Pandemie Covid-19 tedy přinesla myšlenkové zvraty, které mají mimořádně blahodárný účinek na probandovu motivaci pokračovat dál a zdokonalovat se.

### Proband 3

Proband 3 je muž ve věku 18 let, hmotností 61,0 kg a výškou 173,0 cm. Studuje (VŠ) v Brně a bowlingu se věnuje 10 let. K bowlingu se dostal díky BA, která se také zabývala výběrem nových talentů na turnajích pro děti. Bowling pro něj byl zprvu jako zábavný koníček, avšak s přibývajícím věkem a raketovým zvýšením výsledků bowlingu bezhlavě propadl. Začal trénovat více a lépe, což jej po letech dovedlo k zisku několika medailových umístění na republikových kláních. Na regionální úrovni patří k jedněm z nejlepších hráčů, což dokazuje na regionálních ligových utkáních. Tréninku se věnuje díky studiu na vysoké škole současně méně, než tomu bylo dříve, ale stále se snaží držet v kondici.

Mezi probandovy největší záliby patří šachy a cyklistika. I když to není zřejmé, tyto dvě aktivity jsou velice dobrou kombinací pro lepší výkony na bowlingových ligách, nebo velkých turnajích. Dalším jeho koníčkem je cyklistika, která má velkou výhodu pro bowling v dlouhé vytrvalosti. Bowlingové ligy a velké turnaje se hrají i 13 hodin v kuse. Je tedy důležité mít velkou vytrvalost, která pomáhá hlavně v soustředění. Bowling je fyzicky náročný a z dlouhodobého hlediska ještě náročnější na udržení pozornosti.

Právě fakt, že je proband šachista, je jeho silná stránka při hraní turnajů. Situace jej nutí stále přemýšlet dopředu a plánovat pečlivě další tahy. Bowling je vysoce taktický sport. Na dráze je namazaný olej, díky kterému koule zatáčí v třetí čtvrtině dráhy. Právě zatáčení koule proband ovládá bravurně. Tím, že se koule hází mnohokrát za hru, olej z dráhy neustále odchází na povrchu bowlingové koule. To způsobuje neustálé změny v zatáčení koule, které proband dokáže plánovat. Je tedy zásadní předvídat, jak bude koule zatáčet třeba za tři až čtyři hody.

Plány do budoucna jsou u probanda vázány na studium. Po dokončení studia chce bowlingovou kariéru více oživit hlavně na ligové úrovni, kde by chtěl zkusit premiéru ve Švédsku.

#### Proband 4

Proband 4 je muž ve věku 17,9 let, váhou 68,8 kg a výškou 172,0 cm studující střední školu v Olomouci. Bowlingu se ze všech probandů věnuje nejkratší dobu, a to 6 let. Za tu dobu však zvládnul velký kus práce a zdokonalil své bowlingové zkušenosti. Probandova nejsilnější stránka je jeho bowlingová technika. Po vzoru nejlepších hráčů světa, Jasona Belmonteho, Oska Palermy a Jespera Svenssona hraje takzvanou obouruční technikou, kdy kouli hází oběma rukama. Tato technika má nejsilnější stránky v udané rychlosti koule a vysokých otáčkách udělených při samotném vypuštění na dráhu. Tyto dva parametry znamenají, že je hráč schopen udělit kouli 2krát vyšší otáčky, než hráč s klasickou technikou a o 300–400 otáček více než při klasickém vypuštění jednou rukou. V obou rukách zkušeného hráče je pak náčiní vnímáno spíše jako bourací kladivo než bowlingová koule. Tato technika je maximálně účinná, ale má i svá úskalí. Tím největším jsou vyšší nároky na přesnost. Při této



technice je nutné koordinovat více svalů naráz, což je z pohledu koordinace celého pohybu mnohem více náročné. Pro zvládnutí obouruční techniky je klíčem neustálé opakování stejného pohybu a vytvoření stálé svalové paměti. Proband má před sebou velkou spoustu práce, ale výhledy do budoucna se zdají být víc než slibné.

Úspěchy probanda jsou zatím jen na regionální úrovni, ale i tak se dá považovat za velmi úspěšného a nadějného hráče. Bowlingu se plánuje věnovat nadále i při studiu na vysoké škole, kam směřuje. Jeho velkou zálibou je programování a chtěl by se po studiu věnovat rozvoji nejmodernějšího bowlingového zařízení, které sleduje pohyb bowlingové koule na dráze a snímá mnohé parametry, včetně pozice. Zjednodušeně jde o telemetrii podobnou Eagle eye v tenisu. Bowlingové zařízení Specto funguje na bázi Lidar a již expanduje na další sporty. Testován byl i na letních Olympijských hrách v Tokiu.

## 4.2 Průběh měření

Benefity a možnosti měření na přístrojem InBody 720 jsou již výše v práci popsány. Nejvíce je však potřeba zmínit jednoduchost a rychlost celého měření. Díky výstižnému proškolení probandů před samotným měřením bylo možné odečíst výsledky s velmi vysokou přesností.

Při měření byly zachovány tyto podmínky:

- měření proběhlo s dostatečným časovým odstupem od příjmu jídla a tekutin (alespoň 2 hodiny);
- měření proběhl po návštěvě toalety;
- měření nepředcházela žádná velká fyzická aktivita;
- byla zachována ideální teplota v laboratoři mezi 20 °C až 25 °C;
- měření proběhlo po poledni, aby se předešlo měření ovlivněnému retencí vody v těle, které se projevuje ve večerních hodinách.

Před samotným měřením byl probandům nabídnut vlhčený ubrousek, aby si otřeli plochy rukou a nohou, a byl zaručen co nejlepší kontakt s elektrodami. Po nástupu na přístroj InBody 720 byli probandi zkontrolováni tak, aby se plochy nohou přesně dotýkaly elektrod v podložce. Do obou rukou si

pak vzali další elektrody a v uvolněné pozici s lehce rozpaženými horními končetinami bylo spuštěno bioimpedanční měření. Celé měření probíhalo zhruba 2 min., kdy bylo třeba zůstat v nehybné pozici. Přístroj posléze vyhotovil protokol o měření.

### Další postup zpracování kazuistik

Z naměřených dat byly vytvořeny tabulky 1–4 umístěny v přílohách. Vytvořeny byly v softwaru Microsoft Office Excel, kde byly převedeny do grafů porovnávajících jednotlivé parametry. V grafech hodnotíme rozdíly jednotlivých parametrů mezi probandy a porovnáváme je s rozsahem individuálních cílových hodnot. Dále byly do tabulky č. 3 dopočítány indexy tělesného složení, které byly vyvozeny na základě vzorců. Body fat mass index (BFMI) vypočten jako podíl tělesného tuku na výšce, definován jako: hmotnost tuku kg / tělesná výška m<sup>2</sup>. (BCM) je zkratkou pro body cell mass, jinak buněčná hmota, což je suma všech buněk, která obsahuje intracelulární vodu a proteiny. To slouží pro hodnocení a diagnostiku nutriční. Body cell mass index (BCMI) je vypočten jako množství buněčné hmoty kg / výška v cm<sup>2</sup>. Fat free mass index (FFMI) je vypočten pomocí podílu tukuprosté hmoty (FFM) na výšce. Je definován jako: FFM kg / tělesná výška m<sup>2</sup>. Dále bylo naměřeno (PBF) - procentuální zastoupení tuku v těle.

U každého probanda byl vytvořen graf, který odráží konkrétní naměřené hodnoty v tabulce č. 4. zabývající se svalovou rovnováhou. Svalová rovnováha je prezentována jak v absolutních, tak relativních hodnotách.

Hodnoceny byly tyto parametry:

- Výška – [cm];
- Hmotnost – [kg];
- BMI – body mass index /[kg/m<sup>2</sup>];
- TBW – total body water – celková voda v těle /[l];
- ICW – intracellular water – nitrobuněčná voda /[l];
- ECW – extracellular water – mimobuněčná voda /[l];

- PM – protein mass – bílkovinná hmota /[kg];
- Minerály – odhadovaná minerální hmota /[kg];
- BFM – body fat mass – tělesný tuk /[kg];
- FFM – fat free mass – tukuprostá hmota /[kg];
- %BF– percent body fat – procentuální tělesný tuk [%];
- SMM – skeletal muscle mass – množství kosterního svalstva /[kg];
- BFMI – body fat mass index – index množství tělesného tuku /[kg/m<sup>2</sup>];
- BCMI – body cell mass index – index množství buněčné hmoty;
- FFMI – fat free mass index–index tukuprosté hmoty /[kg/m<sup>2</sup>];
- SMMI – skeletal muscle mass index – index množství kosterního svalstva;
- FS – fitness score – fitness skóre;
- BCM – body cell mass – množství buněčné hmoty /[kg].

### Fat Free Mass Index

O stavu těla a tělesného složení vypovídají indexy, které je třeba dopočítávat. Index tukuprosté hmoty říká, jaký je poměr tukuprosté hmoty k tělesné výšce na druhou.

Index Fat Free Mass je dán poměrem:  $FFMI = FFM \text{ (kg)} / \text{tělesná výška}^2 \text{ (m)}$

Normalizované indexy FFMI se pohybují pro muže na hodnotách 18,6 – 21,7 kg/m<sup>2</sup>, pro ženy jsou hodnoty 15,1 – 17 kg/m<sup>2</sup> (Kyle et al., 2004).

### Body Cell Mass Index

Body cell mass je součet všech buněk obsahujících intracelulární vodu, včetně proteinů v orgánech. Diagnostikuje stav nutriční a má blízký vztah k aerobní výkonnosti.

Výpočet BCMI indexu se provádí jako podíl buněčné hmoty vyjádřené v kilogramech a celkové tělesné výšky na druhou.

Index Body Cell Mass je dán poměrem:  $BCMI = BCM \text{ (kg)} / \text{tělesná výška}^2 \text{ (m)}$  (Kyle et al., 2004).

Dle Talluriho et al., (2003) jsou hodnoty BCMI pro zdravou populaci 10,6 – 12,8 kg/m<sup>2</sup> u mužů a 8,2 – 10 kg/m<sup>2</sup> u žen.

### Skeletal Muscle Mass Index

Svaly kosterního svalstva – kosterní svalovina SMM interpretuje největší podíl tukuprosté hmoty. To je třetina až polovina podílu tělesné bílkoviny ve vztahu k danému pohlaví, zdravotnímu stavu a věku.

Index SMMI je dán poměrem:  $SMMI = SMM \text{ (kg)} / \text{výška} \text{ (m}^2\text{)}$

Pro zdravou populaci jsou doporučeny hodnoty 7,7 – 9,2 kg/m<sup>2</sup> u mužů a 5,7 – 7,4 kg/m<sup>2</sup> u žen (Skeletal muscle mass, 2020).

### Body Fat Mass Index

Index BFMI vychází ze vztahu k podílu celkového tělesného tuku a interpretuje podíl tělesného tuku ve vztahu v těle.

Body fat mass index (BFMI) je dán poměrem:  $BFMI = BFM \text{ (kg)} / \text{výška} \text{ (m}^2\text{)}$ ,

kdy BFM (body fat mass) je množství tělesného tuku.

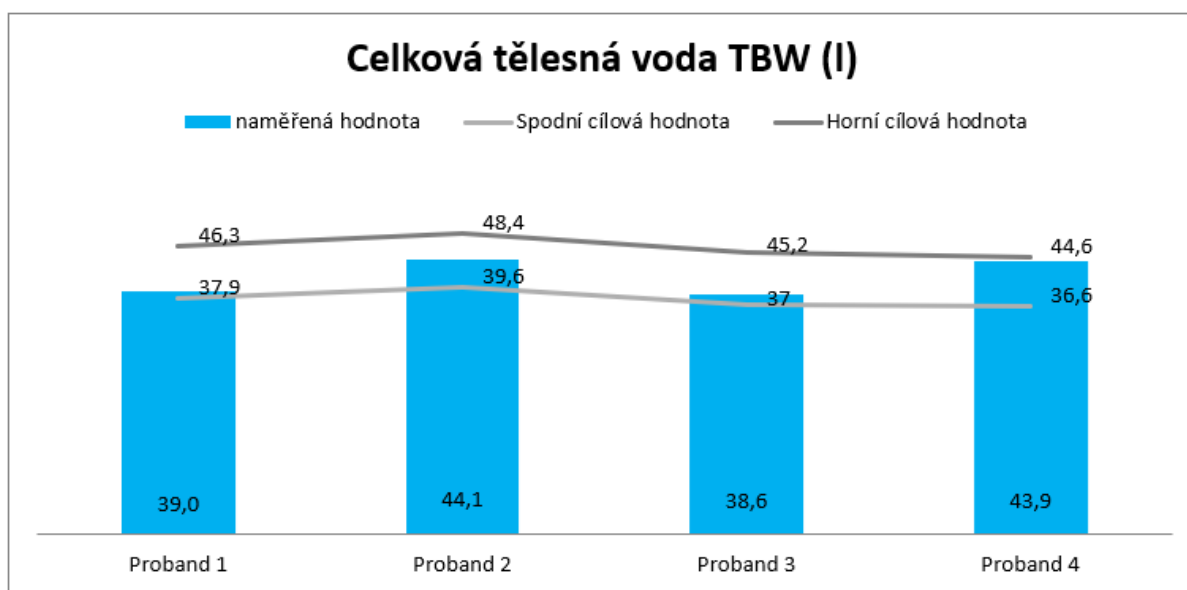
Zdravá mužská populace se vyznačuje hodnotami 1,8 – 5,1 kg/m<sup>2</sup>. U žen jsou doporučené hodnoty 3,9 – 8,1 kg/m<sup>2</sup> (Kyle et al., 2004).

## 5 Výsledky a diskuze

Testování probandi se pohybovali výškou od 172 cm do 179 cm, hmotností od 61 kg do 74,5 kg a věkem od 17,9 do 27 let. V době měření se všichni probandi nacházeli v době tréninkového klidu, což se u některých podepsalo na vyšších hodnotách tělesného tuku. V přílohách se nachází Tabulka 1 a 2, kde jsou popsány individuální charakteristiky vybraných parametrů TS včetně cílových hodnot.

Ve výzkumu se kladl důraz na několik níže popsaných parametrů, které jsou zaneseny do grafů. První z nich je TBW – celková tělesná voda. Voda, jakožto jedna ze základních složek v organismu by u sportovců neměla nijak vybočovat od cílových hodnot. Hodnoty celkové tělesné vody se u všech probandů držely v individuálních cílových mezích. Proband 1 měl naměřenou hodnotou vody 39,0 l, rozsah cílových hodnot byl pro něj stanoven od 37,9 l do 46,3 l. Proband 2 měl naměřenou hodnotou celkové vody 44,1 l, rozsah cílových hodnot pro něj byl stanoven od 39,6 l do 48,4 l. Proband 3 měl naměřenou hodnotou celkové vody 38,6 l, rozsah cílových hodnot pro něj byl stanoven od 37,0 l do 45,2 l. Proband 4 měl naměřenou hodnotou celkové vody 43,9 l, rozsah cílových hodnot pro něj byl stanoven od 36,6 l do 44,6 l. Nejblíže spodní individuální cílové hodnotě se dostal Proband 1, který byl pouze 1,1 l nad spodní cílovou hodnotou celkové vody v těle. Naopak nejblíže horní individuální cílové hodnotě se dostal Proband 4, který měl hodnotu tělesné vody pouze 0,7 l od cílové horní hodnoty.

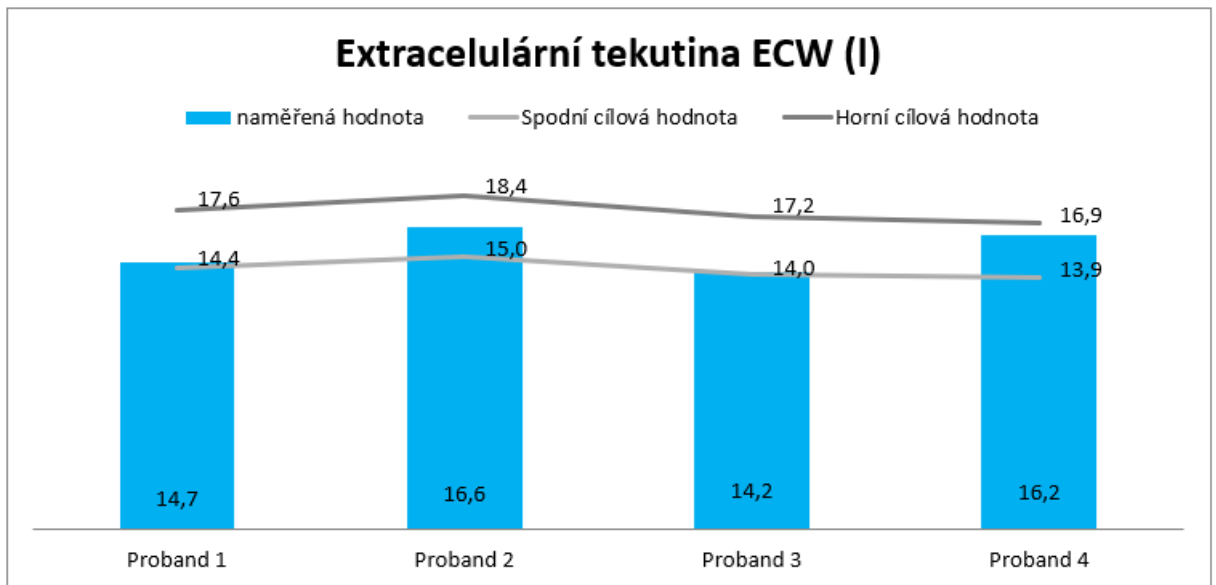
TBW neboli celková tělesná voda vznikla sloučením dvou měřených kompartmentů. Těmi kompartmenty jsou ECW – extracelulární tekutina a ICW – intracelulární tekutina. Obecně se udává, že intracelulární tekutina zastupuje v celkové tělesné hmotnosti 40 % a extracelulární tekutina 20 % (Charmas & Gromisz, 2019).



*Obrázek 4. Zastoupení celkové tělesné vody (TBW) u probandů včetně cílových hodnot.*

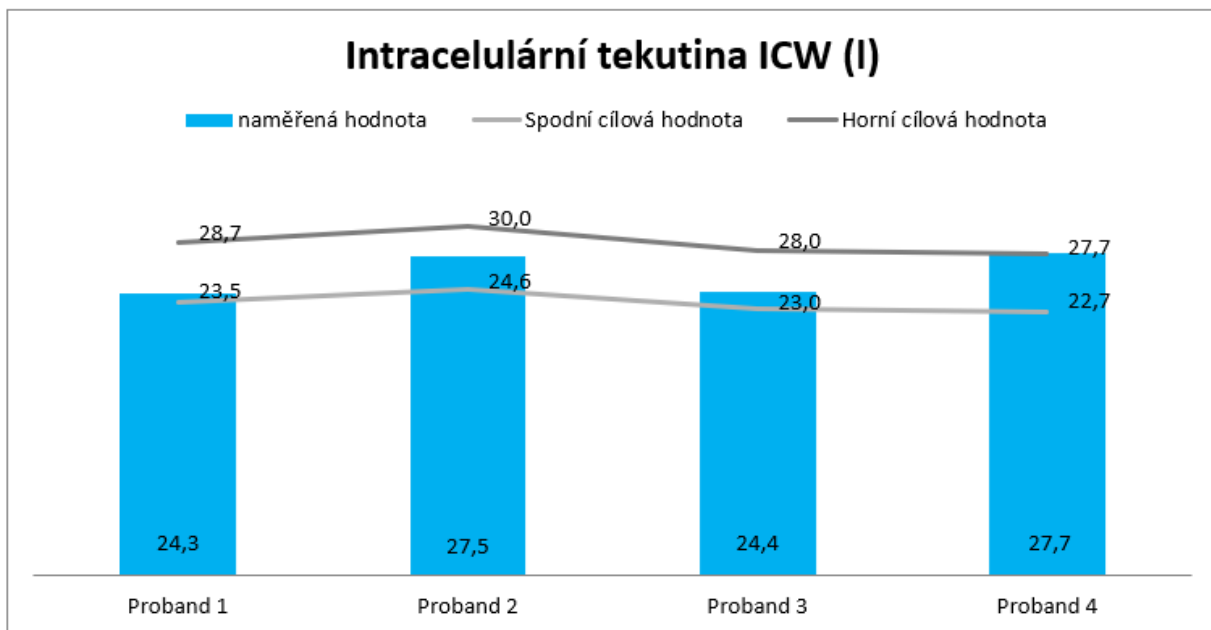
Proband 1 a 3 se nacházejí na spodní hranici cílových hodnot TBW. Proband 2 a 4 dosahují průměrných cílových hodnot.

Rozdíl v zastoupení ECW u probandů byl v rozmezí 14,2 – 16,6 l. U všech probandů se hodnoty pohybovaly v cílovém rozsahu hodnot, který byl pro každého individuálně vygenerován přístrojem InBody 720. Za povšimnutí stojí hodnota Probanda 1, která se nad spodní cílovou hodnotou nachází pouze o 0,3 l. Naopak nejbliže horní cílové hodnotě ECW byl Proband 4. Jeho hodnota ECW se nacházela 0,7l pod horní cílovou hodnotou. Proband 1 s nízkým zastoupením ECW pravděpodobně v den měření nepřijal dostatečné množství tekutin, a tak byla jeho hodnota nižší. Naopak velmi vysoká hodnota ECW může znamenat výskyt choroby v těle (Skalská, 2018).



Obrázek 5. Zastoupení extracelulární tekutiny (ECW) u probandů včetně cílových hodnot.

Proband 1 a 3 se pohybují na spodní hranici cílových hodnot pro ICW. To vypovídá o nesprávném zavodnění svalové hmoty. Proband 2 se nachází v normě, podobně Proband 4, který se blíží horní hranici cílové hodnoty. Znovu lze konstatovat, že se probandi v případě tohoto měření nacházeli v rozmezí cílových hodnot, i když to bylo v případě Probanda 4 na hranici limitu ve smyslu horní cílové hodnoty. Probandu 1 byla naměřena hodnota ICW 24,3 l. Rozsah cílových hodnot pro něj byl stanoven od 23,5 l do 28,7 l. Probandu 2 byla naměřena hodnota ICW 27,5 l. Rozsah cílových hodnot pro něj byl stanoven od 24,6 l do 30,0 l. Probandu 3 byla naměřena hodnota ICW 24,4 l. Stanovený rozsah cílových hodnot pro něj byl od 23,0 l do 28,0 l. U Probanda 4 byla naměřena hodnota ICW 27,7 l. Rozsah cílových hodnot pro něj byl stanoven od 22,7 l do 27,7 l. Nejbližší spodní cílové hodnotě se dostal Proband 1, který byl 0,8 l nad spodní cílovou hodnotou 23,5 l. Jak bylo zmíněno výše, Proband 4 se nacházel na limitní mezi ve srovnání s horní cílovou hodnotou ICW. Je třeba si však uvědomit, že jeho hodnota ECW byla naměřena na 16,2 l, což v součtu na celkovou tělesnou vodu znamená, že se posouvá do normálních cílových rozmezí celkového zavodnění svalové hmoty.

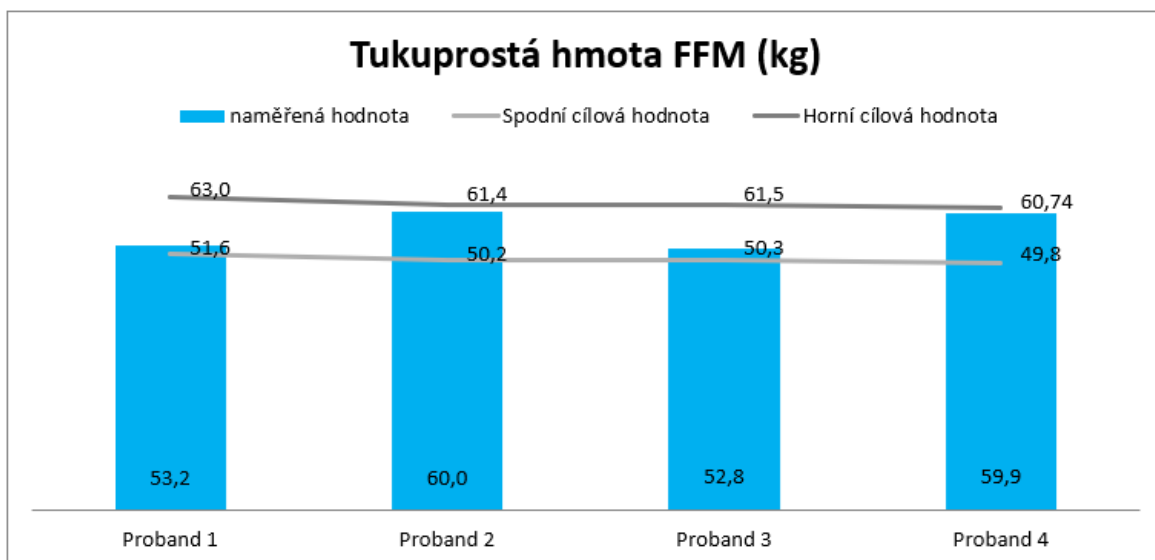


Obrázek 6. Zastoupení intracelulární tekutiny (ICW) u probandů včetně cílových hodnot.

Na základě zastoupení TBW je možno interpretovat také absolutní hodnoty FFM. Proband 1 a 3 dosahují podprůměrných hodnot. Proband 2 a 4 se hodnotou FFM blíží horní cílové hranici zastoupení tukuprosté hmoty, což vypovídá o zvýšeném denním energetickém výdeji. To má vliv na snížení nárůstu hmotnosti.

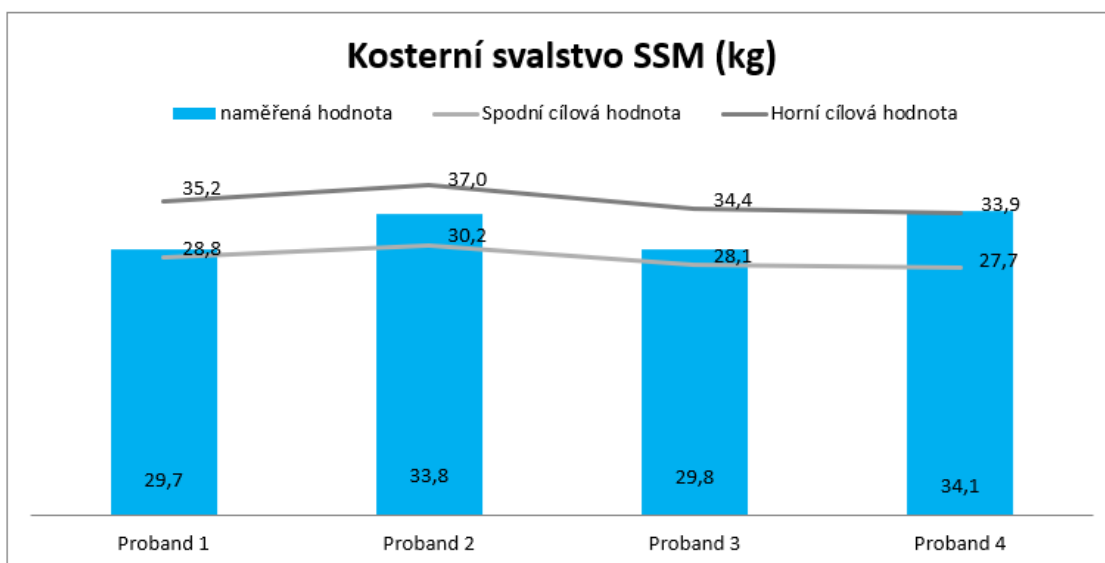
Hodnoty blížící se spodní cílové hranici mohou interpretovat sklony k nižšímu energetickému výdeji a tím pádem k možnému snížení glukózové tolerance vedoucímu k nižší fyzické schopnosti (Stevens & Truesdale, 2004).





Obrázek 7. Zastoupení tukuprosté hmoty (FFM) u probandů včetně cílových hodnot.

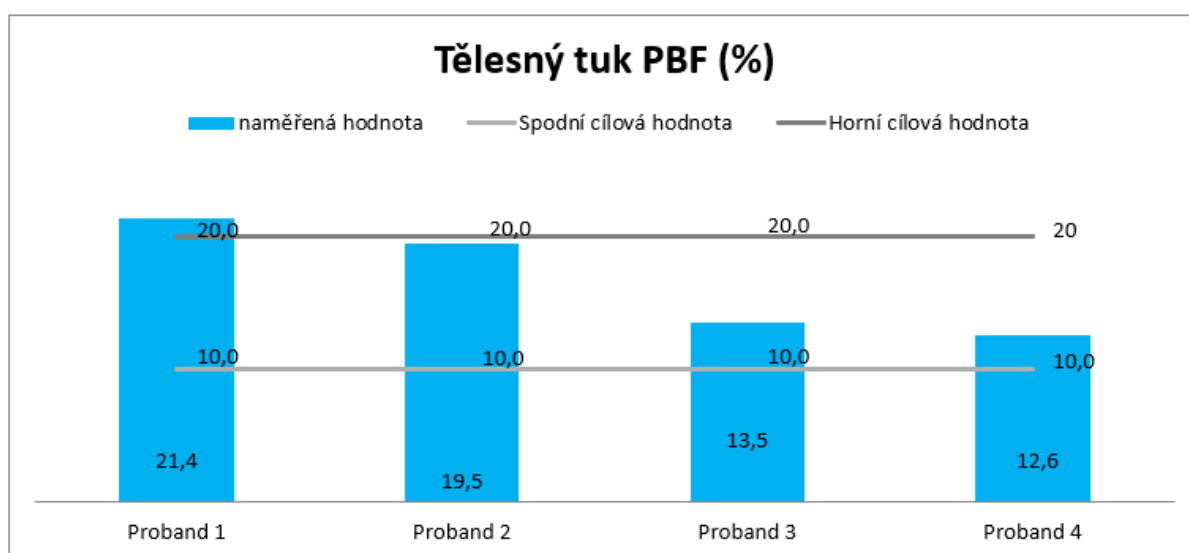
Výsledky měření ukázaly, že proband 1 a 3 jsou lehce nad spodní cílovou hodnotou SMM. Proband 4 má SMM zastoupeno nad hranicí nadprůměrné cílové hodnoty. Proband 4 je více svalově vybaven. Objem kosterního svalstva lze zvyšovat cvičením, což v jeho případě podporuje právě obouruční technika hraní bowlingu, která lze považovat za silovou. Ostatní probandi nemají tak silově náročnou techniku hraní, proto se na nich tolik neprojeví její důsledky.



Obrázek 8. Zastoupení kosterního svalstva (SSM) u probandů včetně cílových hodnot.

%BF v těle se jeví rovněž velmi variabilní. Proband 1 měl hodnotu zastoupení tělesného tuku 21,4 %. Cílová dolní hodnota byla stanovena na 10 % a horní hodnota na 20 %. U probanda 2 bylo zjištěno množství tělesného tuku téměř na horní hranici doporučených hodnot, a to 19,5 % (rozmezí cílových hodnot: 10–20 %). Proband 3 měl hodnotu tělesného tuku 13,5 % (rozmezí cílových hodnot: 10–20 %). Proband 4 měl naměřenou hodnotu tělesného tuku 12,6 % (rozmezí cílových hodnot: 10–20 %). Při měření bylo zjištěno, že se Proband 1 pohybuje o 1,4 % nad horní cílovou hranici zastoupení tělesného tuku. U Probanda 2 byla naměřena hodnota zastoupení tělesného tuku 19,5 %, což je 0,5 % pod hranicí spodní cílové hodnoty. U probandů 3 a 4 se hodnoty pohybovaly v nízkých hodnotách, zastoupení tukové složky je hodnoceno v normě.

Je třeba podotknout, že se měření uskutečnilo v době tréninkového klidu, což se u prvních dvou probandů projevilo nárůstem tělesného tuku. Tento tréninkový výpadek byl způsoben protiepidemickými opatřeními. Můžeme tedy spekulovat, že probandi 1 a 2 mohou mít metabolické sklony k nárůstu hmotnosti při nižším energetickém výdeji, nebo to mohlo být způsobeno špatnou životosprávou. Obě možnosti jsou za zmíněných podmínek možné.

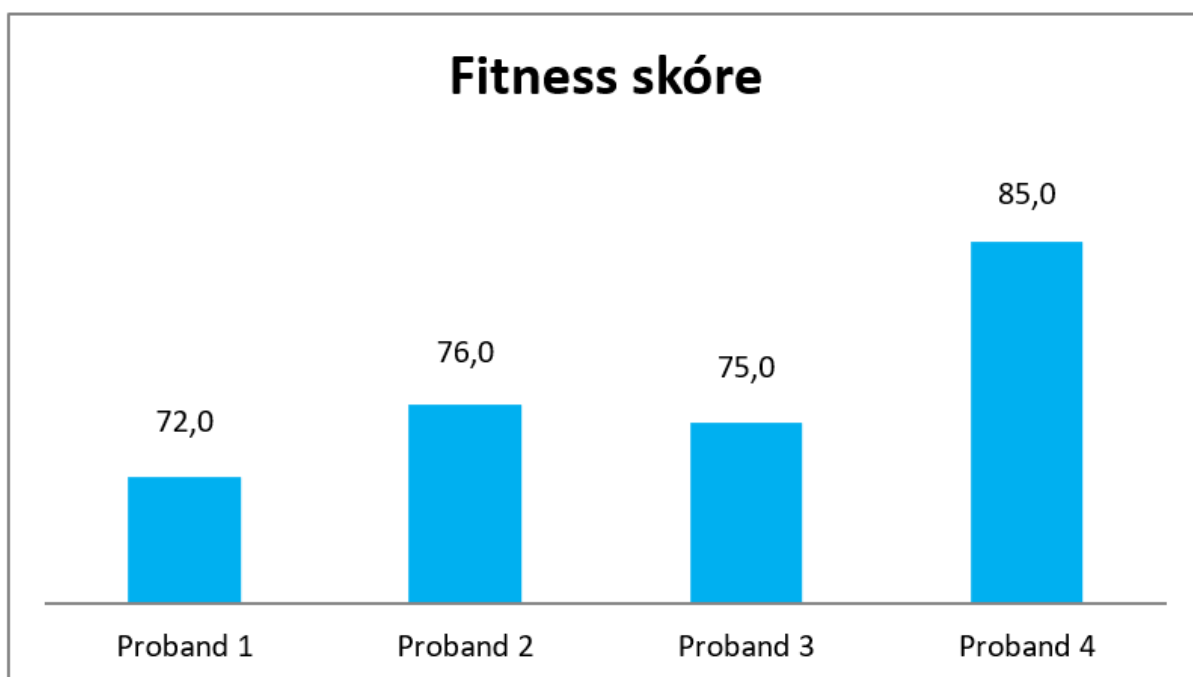


Obrázek 9. Zastoupení procentuálního tělesného tuku (PBF) u probandů včetně cílových hodnot.

Fitness skóre. Tento parametr je založen na zastoupení svalové a tukové frakce vzhledem k hmotnosti. Obecně platí, že hodnoty pod 70 bodů znamenají slabost, nebo obezitu. Rozmezí 70 až 90 bodů pak normální, zdravý typ a hodnoty nad 90 bodů atletický typ. Jedná se tedy o hodnocení fyzické kondice prostřednictvím vybraných parametrů TS.

Všichni testovaní probandi v případě hodnocení dle FS dosáhli průměrných nebo podprůměrných hodnot. Proband 1 s FS 72,0 byl 2 body nad úrovní slabosti, avšak vzhledem k ostatním hodnotám se pohyboval v mezích normálu. Proband 2 s FS 76 bodů byl 6 bodů nad mezí slabosti, což znamenalo určitý výhled do budoucna k možnostem zlepšení celkové fyzické kondice. Proband 3, s hodnotou 75 bodů byl 5 bodů nad mezí slabosti, ale vzhledem k věku a výhledům do budoucna se toto skóre bude určitě zvyšovat.

Proband 4 však vzhledem ke svému věku ve skupině probandů vynikl. Jeho FS 85 vypovídá o jeho slušné tělesné zdatnosti. Lze konstatovat, že dle FS nejsou probandi hodnoceni jako příliš tělesně zdatní. Hodnoty těsně nad hranicí 70 bodů jsou velmi nízké pro označení optimální tělesné kompozice.



Obrázek 10. Hodnota Fitness skóre (PBF) u probandů.

## Indexy tělesného složení

Z výsledků měření jednotlivých charakteristik se vypočítaly indexy FFMI (Fat Free Mass Index), BFMI (Body Fat Mass Index), BCM (Body Cell Mass) a BCMI (Body Cell Mass Index). Hodnoty měření jsou popsány v Tabulce 3 umístěné v přílohách.

### **Hodnoty FFMI**

Hodnoty indexu FFMI jsou pro muže doporučovány v rozmezí 16,6 – 19,7 kg/m<sup>2</sup> (Talluri et al., 2003).

Proband 1 dosáhl u FFMI hodnoty 17,4 kg/m<sup>2</sup>, podobně proband 3 (17,6 kg/m<sup>2</sup>). U probanda 2 hodnota vzrostla téměř k horní hranici doporučených hodnot tohoto indexu u mladých mužů – 18,7 kg/m<sup>2</sup>. Nejvyšší hodnoty dosáhl proband 4, a to 20,3 kg/m<sup>2</sup>.

### **Hodnoty BFMI**

Index BFMI má doporučené hodnoty pro mužskou populaci 1,8 – 5,1 kg/m<sup>2</sup> (Kyle et al., 2004).

U Probanda 1 byla vypočítána hodnota BFMI 4,7 kg/m<sup>2</sup>, podobně u probanda 2 (4,5 kg/m<sup>2</sup>). Proband 3 a 4 se pohybovali v nižších a sobě podobných hodnotách BFMI, a to 2,7 kg/m<sup>2</sup> a 2,9 kg/m<sup>2</sup>. U všech probandů se pohybovaly vypočítané hodnoty v doporučených mezích normy u mužské populace. Největší rozdíl mezi probandy činil 1,99 kg/m<sup>2</sup>, což lze považovat za značný.

### **Hodnoty BCM a BCMI**

Buněčná hmota BCM a index BCMI spolu úzce souvisí. BCM by měla převyšovat 40 % tělesné hmotnosti. Doporučené optimální hodnoty indexu BCMI by se u mužů měly pohybovat od 10,6 kg/m<sup>2</sup> do 12,8 kg/m<sup>2</sup> (Talluri et al., 2003).

Individuální hodnoty BCM byly od 34,8 kg do 39,7 kg. Hodnoty indexu BCMI u našich probandů se pohybovaly od 11,4 kg/m<sup>2</sup> do 13,4 kg/m<sup>2</sup>. Proband

4, s hodnotou BCMI 13,4 kg/m<sup>2</sup> se pohyboval o 0,6 kg/m<sup>2</sup> nad úrovní doporučené normy.

## Hodnoty SMMI

Hodnota SMMI vychází z hodnoty SMM ve vztahu k druhé mocnině tělesné výšky a udává zastoupení kosterního svalstva. Hodnoty tohoto indexu by se měly pohybovat u zdravé mužské populace 5,7 – 7,4 kg/m<sup>2</sup>.

Probandům bylo stanoveno SMMI v rozsahu od 9,7 do 11,6 kg/m<sup>2</sup>. Dle těchto výsledků lze konstatovat, že výsledky u našich probandů převyšovaly hranici byly nad doporučených hodnot.

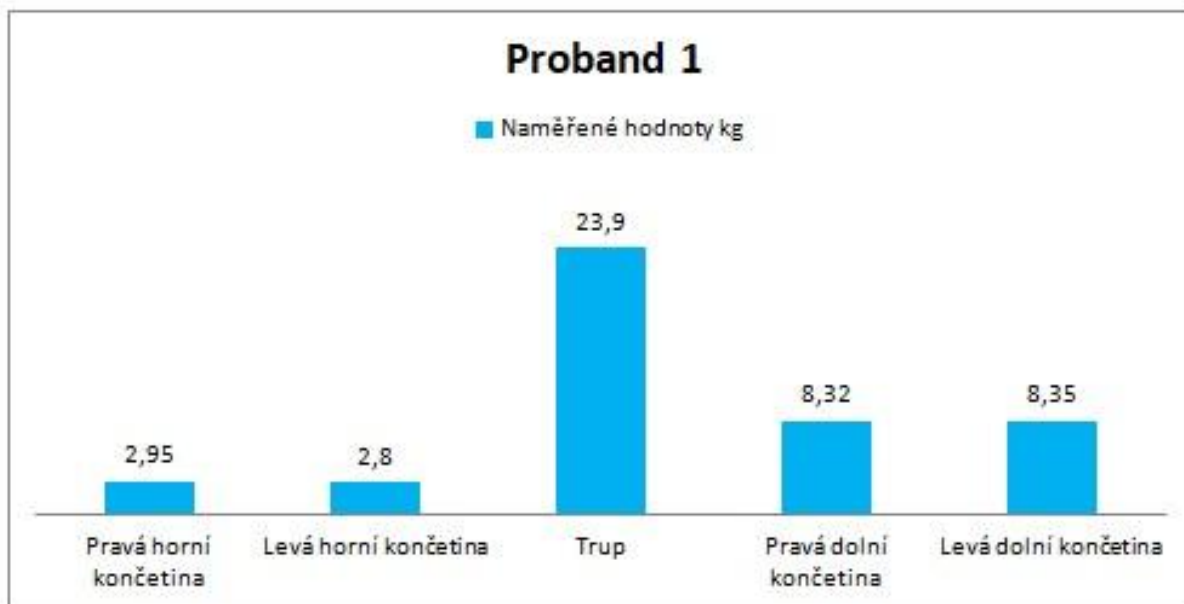
## Svalová rovnováha

Níže prezentovaná a diskutovaná část práce se zabývala svalovou rovnováhou u probandů. Lze s jistotou tvrdit, že bowling, jako jednostranná zátěž podporuje svalovou nerovnováhu zejména v případě dominantní, nebo používané horní končetiny. Dle rozhovorů s předním trenérem z Finska je váha bowlingové koule v dolní pozici švihů kolem 60 kilogramů. To je dáno zrychlením, kdy se bowlingové kouli uděluje rychlost a otáčky. Všichni probandi hrají bowling dlouhá léta, což se podepsalo i na výsledcích měření. Vše je kromě grafů zaneseno i do tabulky 3 v přílohách.

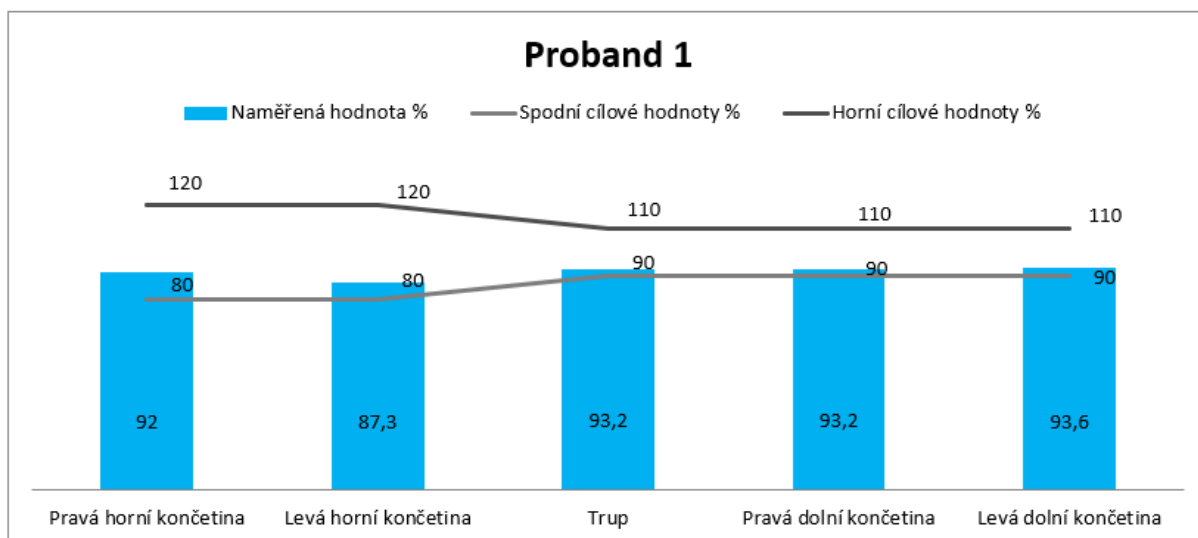
Proband 1 měl hmotnost SMM na PHK 2,95 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty ve vztahu k populaci bylo 92 %. Doporučená hodnota – norma se nachází mezi 80–120 %. Hmotnost SMM na probandově LHK byla 2,8 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 87,3 %. Tato hodnota, podobně jako u PHK ve vztahu k populaci znamenala lehký nadprůměr. Hmotnost SMM na trupu probanda 1 byla 23,9 kg. Procentuální vyjádření hmotnosti bylo 93,2 %, jedná se o lehce nadprůměrnou hodnotu.

PDK probanda měla hmotnost SMM 8,3 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 93,2 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána hodnota mezi 90–110 % znamenala lehký nadprůměr o 3,2 % vyšší, než je spodní hodnota a o 16,8 % nižší, než je horní hodnota. SMM na LDK činilo 8,4 kg, tzn. 93,6 %. Opět je zřejmé, že se jedná o mírně nadprůměrnou hodnotu ve vztahu k populační skupině stejného věku a pohlaví.

Nutno však dodat, že se proband 1 věnuje vyrovnávání svalových nevyvážeností speciálním cvičením, aby předešel problémům pohybového aparátu ve vyšším věku. Nevýrazný rozdíl v hodnotách nalezen byl, signifikantní rozdíl však ne.



Obrázek 11. Svalová rovnováha vyjádřená v kilogramech u Probanda 1.

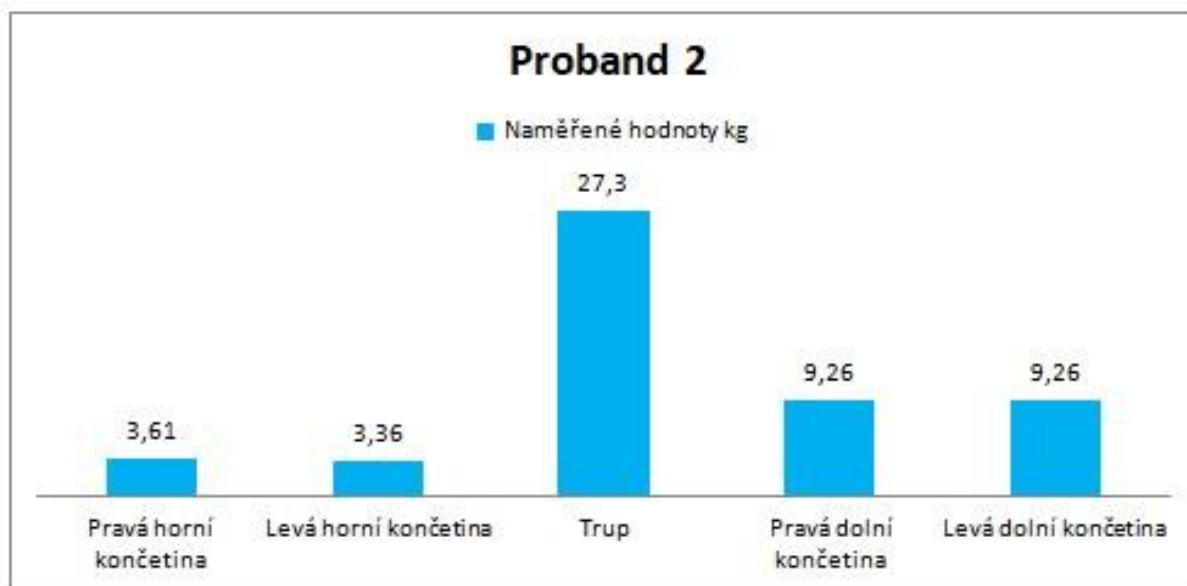


Obrázek 11. Svalová rovnováha vyjádřená v procentech u Probanda 1 včetně cílových hodnot.

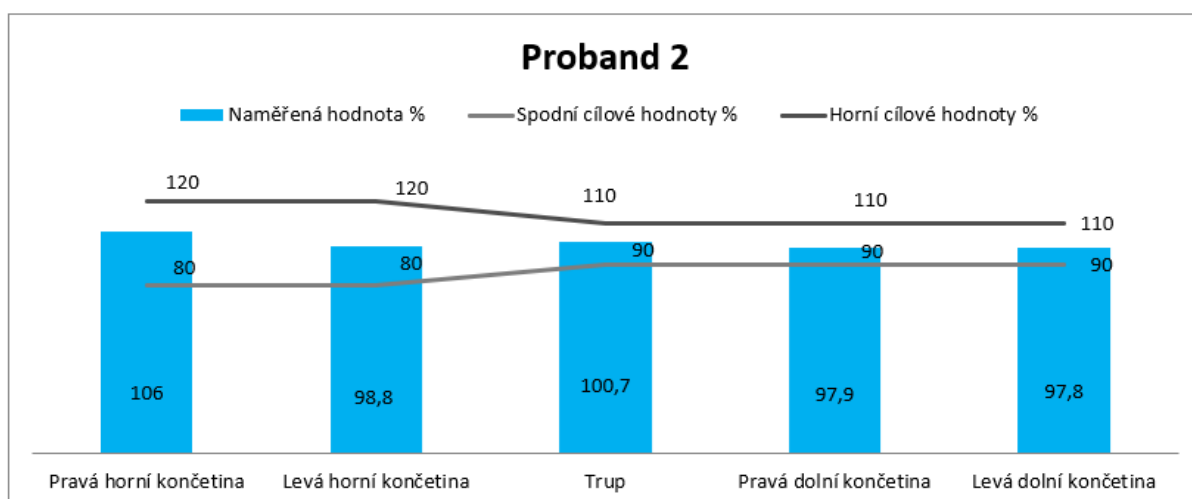
U probanda 2 byla hmotnost SMM na PHK 3,6 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 106 %. Doporučená hodnota – norma se nachází v rozmezí 80–120 % znamenala znatelný nadprůměr, o 26 % vyšší, než je spodní hodnota

a o 14 % nižší, než je udávána horní doporučená hodnota. Probandova LHK měla hmotnost SMM 3,4 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 98,8 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána norma mezi 80–120 % znamenala opět nadprůměr, o 18,8 % vyšší, než je spodní hodnota a o 21,2 % nižší, než je udávána horní hodnota. Hmotnost SMM na trupu probanda 2 byla 27,3 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 100,7 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána hodnota mezi 90–110 % znamenala průměr, o 10,7 % vyšší, než je uváděna spodní hodnota a o 9,3 % nižší, než je udávána horní hodnota. Zastoupení SMM na PDK a LDK bylo u probanda shodné – 9,7 kg. Hodnota SMM ve vztahu k populaci byla 97,6 %. Hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána hodnota mezi 90–110 % znamenala nadprůměr, o 7,9 % vyšší, než je spodní hodnota a o 12,1 % nižší, než je udávána horní hodnota. To znamená průměrné zastoupení SMM na DK.

Proband 2 lze prohlásit za nejdéle hrajícího hráče bowlingu z testované skupiny. Jak bylo již výše zmíněno v popisu souboru, bowling je jeho součástí života více než 21 let. Tento fakt se projevil i na rozdílu jeho hmotnosti kosterního svalstva horních končetin. Probandova dominantní HK je pravá s hmotností 3,6 kg, což znamenalo o 0,3 kg více, než LHK s hmotností 3,4 kg. V procentuálním měřítku to znamenalo 106 % na PHK a 98,8 % na LHK. Zde je vidět relativně velký nepoměr ve svalové rovnováze i vůči ostatním testovaným probandům. Ze všech testovaných byl nejstarší, což se projevilo i na ostatních sledovaných parametrech. Svalovou nevyrovnanost kompenzuje od 11 let, ale i přes to sledujeme značný nepoměr. Otázkou je, jak velký by byl nepoměr HK, kdyby se kompenzačnímu cvičení nevěnoval vůbec.



Obrázek 12. Svalová rovnováha vyjádřená v kilogramech u Probanda 2.



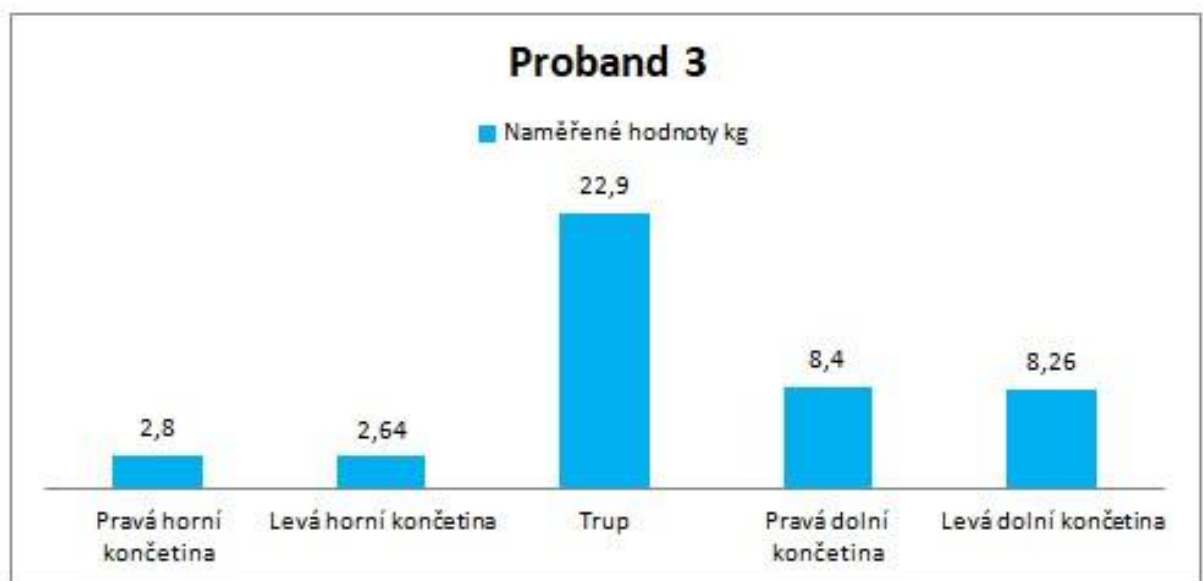
Obrázek 13. Svalová rovnováha vyjádřená v procentech u Probanda 2 včetně doporučených hodnot.

Hmotnost SMM jeho PHK byla 2,8 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 96,5 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána hodnota mezi 80–120 % znamenala o 16,5 % více, než je spodní hodnota a o 23,5 % méně, než je udávána horní hodnota. Probandova LHK měla hmotnost SMM 2,6 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 91,1 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána norma v rozsahu mezi 80 až 120 % znamenala o 11,1 % více, než je spodní hodnota a o 28,9 % méně, než je udávána horní hodnota. Hmotnost SMM na trupu probanda 3 byla 22,9 kg.

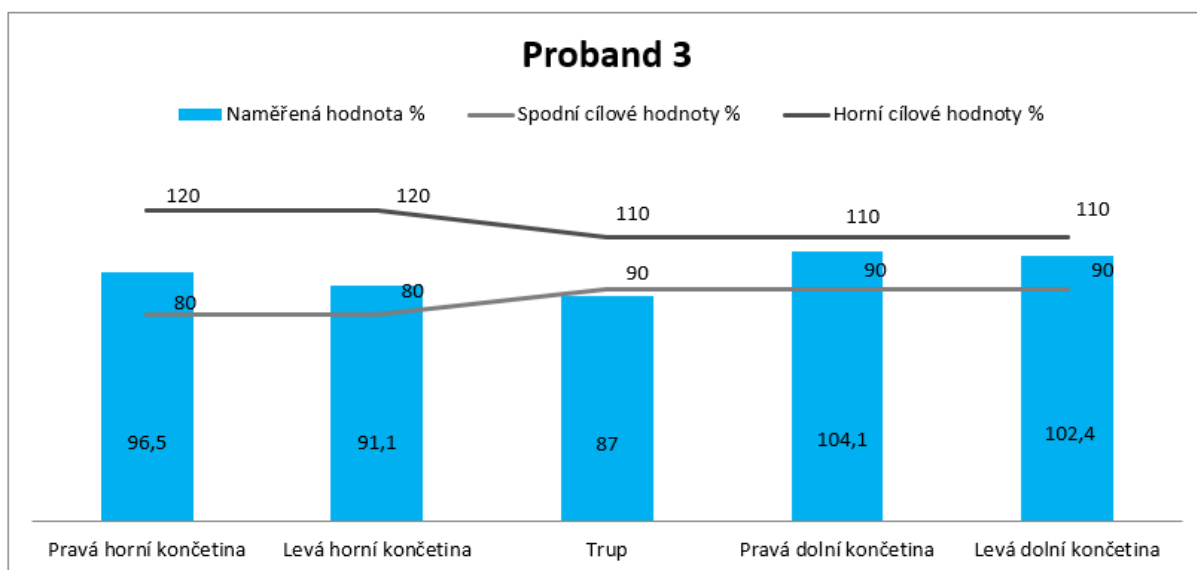


Procentuální vyjádření této hodnoty znamenalo 87 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána hodnota mezi 90 až 110 % znamenala o 3 % méně, než je spodní hodnota a o 23 % nižší, než je udávána horní hodnota. PDK probanda měla hmotnost SMM 8,4 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 104,1 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána hodnota mezi 90 až 110 % znamenala o 14,1 % více, než je spodní hodnota a o 5,9 % méně, než je udávána horní hodnota. Hmotnost LDK byla z hlediska SMM 8,3 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty znamenalo 102,4 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána hodnota mezi 80 až 120 % znamenala průměr o 12,4 % vyšší, než je spodní hodnota a o 7,6 % nižší, než je udávána horní hodnota.

Také proband 3 je mírně poznamenán svalovou nerovnováhou na HK hraním bowlingu. Dominantní PHK s hmotností 2,8 kg a procentuálním vyjádřením ve vztahu k populaci 96,5 % byla o 0,2 kg těžší, než nedominantní LHK s hmotností 2,6 kg a vztahu k populaci 91,1 %. Stojí však za zmínku, že hmotnost SMM na trupu byla u probanda 3 s hmotností 22,9 kg o 3 % pod spodní hodnotou ve vztahu k populaci. Na druhou stranu se zde ale projevil fakt, že je proband i zapálený cyklista. To lze vidět na hodnotách PDK a LDK, které jsou s procentuálními hodnotami 104,1 a 102,4 % vůči normě k populaci lehce vyšší.



Obrázek 14. Svalová rovnováha vyjádřená v kilogramech u Probanda 3.

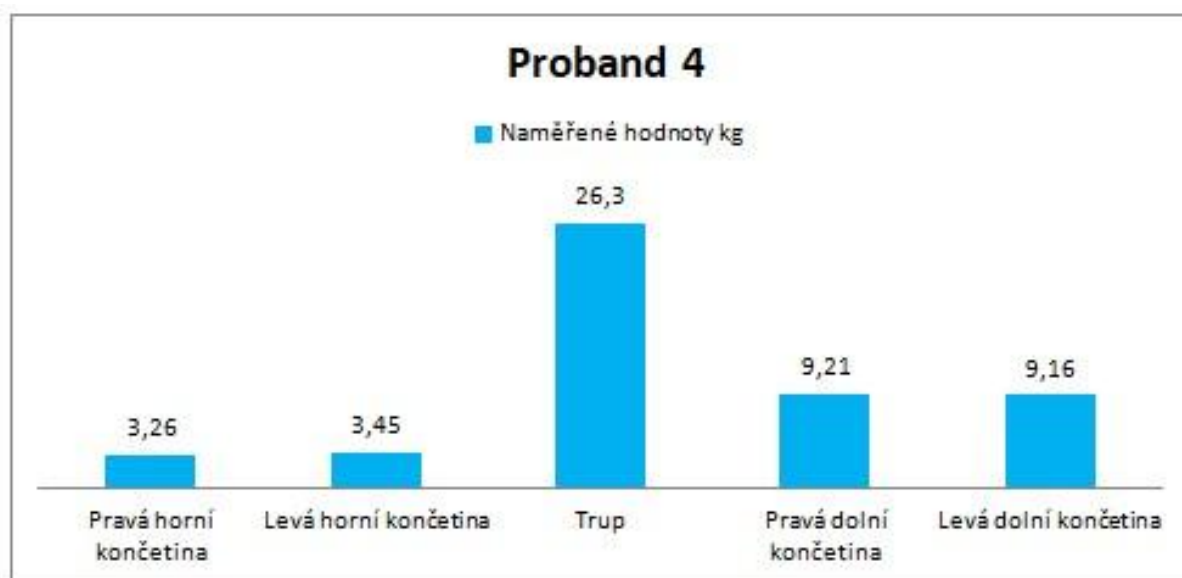


*Obrázek 15. Svalová rovnováha vyjádřená v procentech u Probanda 3 včetně cílových hodnot.*

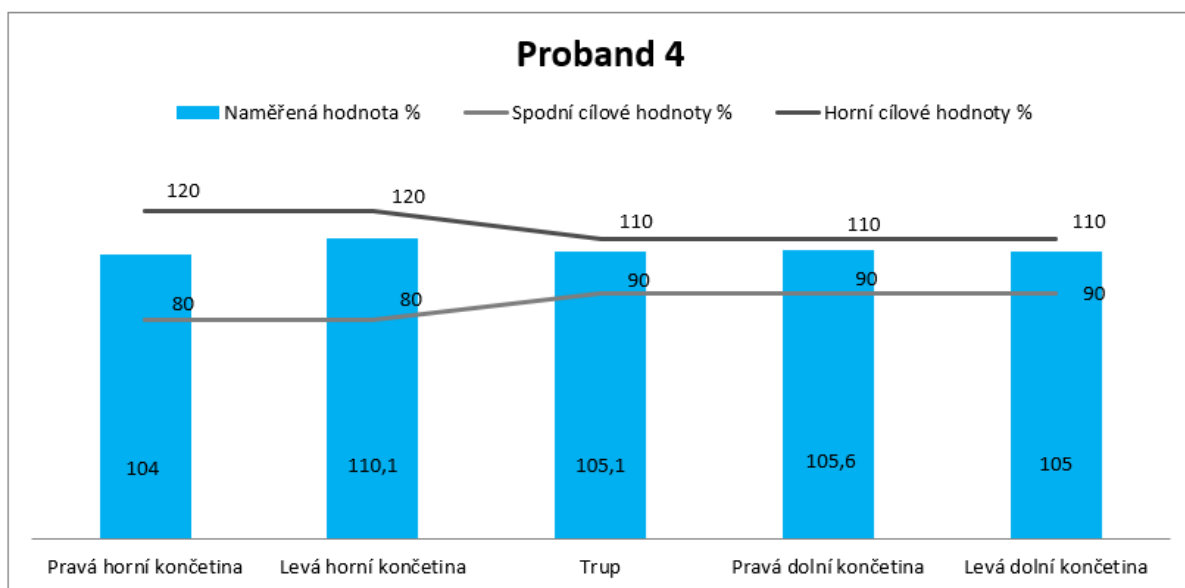
Posledním testovaným byl proband 4, který jako jediný ze skupiny hraje bowling dominantní LHK levou horní končetinou. Hmotnost SMM jeho PHK byla 3,3 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 104 %. Doporučená hodnota – norma se nachází mezi 80 až 120 %. Probandova LHK měla hmotnost SMM 3,5 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 110,1 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána hodnota mezi 80 až 120 % znamenala o 31,1 % více, než je spodní hodnota, což lze hodnotit jako nadprůměr. SMM na trupu mělo u probanda hmotnost 26,3 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty znamenalo 105,1 %. Doporučená hodnota – norma se nachází mezi 90 až 110 %, což znamenalo průměr. PDK probanda měla hmotnost SMM 9,2 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty znamenalo 105,6 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána hodnota mezi 90 až 110 % znamenala o 15,6 % více, než je spodní hodnota a o 4,6 % méně, než je udávána horní hodnota. Hmotnost SMM na LDK byla 9,2 kg. Procentuální vyjádření této hodnoty bylo 105 %. Tato hodnota ve vztahu k populaci, kdy je udávána hodnota mezi 80 až 120 % znamenala o 15 % více, než je spodní doporučená hodnota, tedy znatelný nadprůměr.

Již výše bylo zmíněno, dominantní HK u probanda 4 je levá. V popisu bylo také zmíněna jeho specifická obouruční technika hraní bowlingu. Tento hráč je ve všech ohledech na nároky pro tuto techniku výrazně lépe vybaven z pohledu TS

ve srovnání s ostatními probandy. Faktem je, že je obouruční technika bowlingu velmi silová a zapojuje se při její aplikaci více svalových skupin. I když hraje bowling oběma rukama, pořád platí, že dominantní LHK je nejvíce zatěžována. To lze vidět na nevyrovnanosti SMM na HK. Jeho LHK s hmotností 3,5 kg a procentuálním srovnáním s populační normou o hodnotě 110,1 % byla o 0,2 kg těžší, než nepreferovaná PHK s hmotností 3,26 kg a procentuálním porovnáním s populací o hodnotě 104 %. Na výsledcích si lze všimnout, že je na specifickou techniku hraní bowlingu slušně stavěný, protože ani hodnoty trupu a DK se nedají považovat za slabé. Za zmínku znovu stojí hmotnost SMM na trupu 26,3 kg s procentuálně hodnotou 105,1 %, což svědčí o faktu, že je obouruční technika komplexnější pohyb než klasická hra jednou rukou, jak tomu je u ostatních probandů, kteří nemají tak náročnou techniku hraní z pohledu fyzické náročnosti.



Obrázek 16. Svalová rovnováha vyjádřená v kilogramech u Probanda 4.



Obrázek 17. Svalová rovnováha vyjádřená v procentech u Probanda 4 včetně cílových hodnot.

## 6 Závěry

- Výškově i hmotnostně byli probandi se specializací bowlingu velmi různorodí. Jednalo se o mladé a zdravé muže.
- Kompozičně se probandi jeví rovněž velmi rozdílně.
- Proband 4 se jeví z pohledu vybraných parametrů TS jako atletický typ, s optimálním zastoupením tukové, svalové i tukuprosté hmoty.
- Ostatní disponovali relativně vysokým zastoupením tuku. Podíl FFM a SMM u probandů 1-3 byl průměrný.
- Zastoupení kosterních svalů v absolutních hodnotách v rámci segmentů bylo v relativní rovnováze. Procentuální zastoupení kosterních svalů SMM převyšovalo především na HK horní cílové hodnoty.
- Z pohledu jednostranné zátěže při hraní bowlingu jsme hodnotili zejména svalovou rovnováhu na HK. Je zřejmé, že se na probandech projevuje vyšší zatížení dominantní HK vzhledem k nepreferované HK. Dominantní HK je tedy více osvalena zejména z důvodu specifické techniky vypuštění bowlingové koule, při které se zapojují svalové skupiny na HK, které nejsou za normálních okolností příliš zatěžovány.
- Rozdíly v zastoupení SMM na HK a DK z hlediska laterality existují, ale nebyly velké. Svalová dysbalance nebyla nalezena.

## 7 Souhrn

Bakalářská práce měla za cíl posoudit somatické parametry u hráčů bowlingu na sportovní úrovni pomocí BIA prostřednictvím multifrekvenčního přístroje InBody 720. Výzkum se uskutečnil v květnu 2021 za přísných hygienických podmínek v důsledku pandemie Covid-19 na půdě FTK UP v Olomouci.

Výzkum proběhl z důvodu pandemické situace kolem Covid-19 v počtu čtyř probandů, kteří souhlasili s provedením měření. Jde tedy o zpracování výsledků formou kazuistiky. Jednalo se o úspěšné hráče bowlingu na sportovní úrovni. TS nebylo u této sportovní specializace doposud sledováno.

Věk probandů byl 17,9 až 27 let, tělesná výška byla v rozmezí od 172 do 179 cm a hmotnost od 61 do 74,5 kg. V tabulkách jsou vypsány hodnoty jejich vybraných somatických parametrů společně s doporučenými hodnotami.

Teoretická část práce se zaměřovala na popis bowlingu. Bowling byl představen jako hra i jako sportovní disciplína. Dále byly popsány základní pravidla a bowlingová terminologie. V neposlední řadě padla zmínka i o historii bowlingu. Teoretická část dále pokračuje vysvětlením základních pojmů. Podrobně charakterizuje historii měření TS, různé druhy používaných metod, představuje moderní měřicí přístroje a pojednává o metodě BIA. Popsán je zde i měřicí přístroj InBody 720, který byl použit k získání dat.

S použitím přístroje InBody 720 byly naměřeny vybrané somatické parametry u čtyřech probandů hrajících bowling na sportovní úrovni.

TBW se u všech probandů pohybovalo v rozmezí od 38,6 l do 44,1 l. Rozdíl mezi probandy v množství zastoupení TBW byl 5,5 l. Hodnota množství ECW v těle probandů se pohybovala v rozsahu od 14,2 l do 16,6 l. Rozdíl v množství ECW mezi probandy činil 2,2 l. Množství ICW u probandů se pohybovalo v rozsahu od 24,3 l do 27,7 l. Rozdíl mezi probandy činil 3,4 l.

Hodnota FFM se u probandů pohybovala v rozsahu od 52,8 l do 60,0 l. Rozdíl těchto hodnot mezi probandy byl 7,2l. SMM u probandů mělo hmotnost od 29,7 kg do 34,1 kg. Hmotnostní rozdíl mezi probandy byl v 4,4 kg. %BF

v těle probandů se pohybovalo v rozsahu od 12,6 % do 21,4 %. Rozdíl mezi hodnotami probandů byl 8,8 %.

FS všech měřených probandů se pohybovalo v rozmezí od 72 do 85 bodů. Rozdíl FS činil 13 %.

Vzhledem k variabilitě antropometrických znaků u probandů byly dopočítány také zdravotní ukazatele TS, které jsou standardně využívány jak ve sportovní, tak v klinické praxi. Index BFMI se u probandů pohyboval v rozmezí hodnot od 2,7 kg/m<sup>2</sup> do 4,7 kg/m<sup>2</sup>. Rozdíl těchto hodnot u probandů byl 2,0 kg/m<sup>2</sup>. Hodnoty indexu BCMI u probandů byly v rozsahu od 11,4 kg/m<sup>2</sup> do 13,4 kg/m<sup>2</sup>. Rozdíl indexu BCMI byl u probandů 2,1 kg/m<sup>2</sup>. Index FFMI se u probandů pohyboval v rozsahu od 17,4 kg/m<sup>2</sup> do 20,3 kg/m<sup>2</sup>. Rozdíl vypočítaných hodnot v případě FFMI u probandů byl 2,9 kg/m<sup>2</sup>. Hodnota BCM se u probandů pohybovala v rozmezí hodnot od 34,8 kg do 39,7 kg. Rozdíl v zastoupení BCM byl u probandů 4,9 kg.

Svalová rovnováha PHK se u probandů pohybovala v rozmezí od 2,8 kg a 96,5 % do 3,6 kg a 106 %. Rozdíl hmotnosti PHK byl mezi probandy 0,8 kg a 9,5 %. LHK se mezi probandy hmotnostně pohybovala od 2,6 kg a 91,1 % do 3,5 kg a 110,1 %. Rozdíl hmotnosti mezi probandy činil 0,8 kg a 19 %. Hmotnost trupu u probandů se pohybovala od 22,9 kg a 87 % do 27,3 kg a 110 %. Rozdíl mezi hodnotami hmotnosti trupu u probandů byl 4,4 kg a 23 %. PDK měla u probandů hmotnost v rozmezí od 8,32 kg a 93,2 % do 9,3 kg a 97,9 %. Rozdíl hodnot mezi měřenými probandy byl 0,9 kg a 4,7 %. Hmotnost LDK činila u probandů hodnoty od 8,3 kg a 102,4 % do 9,3 kg a 105 %. Hmotnostní rozdíl LDK činil u probandů 1 kg a 2,6 %.

Obecně je možno na základě stanovení TS posuzovat testované probandy jako zdravé muže, se zařazením individuálních hodnot vybraných tělesných parametrů k doporučeným hodnotám. Pro maximalizaci herních výsledků však spíše potřebujeme atletické kompozice.

V případě sledování svalové nerovnováhy na HK v důsledku působení dlouhodobé jednostranné zátěže bowlingu můžeme soudit, že se projevují známky vyššího zatížení u dominantní HK. Dominantní HK používaná pro hraní

bowlingu je u každého probanda lehce více osvalená než končetina nedominantní.

Cíle bakalářské práce byly splněny.

## 8 Summary

The bachelor's thesis aimed to assess the somatic parameters of bowling players at the sports level using the BIA using a multi-frequency device InBody 720. The research was conducted in May 2021 under strict hygienic conditions due to the Covid-19 pandemic at FTK UP in Olomouc.

The research was conducted due to the pandemic situation around Covid-19 in the number of four probands who agreed to perform the measurement. It is therefore a matter of processing the results in the form of a case study. He was a successful bowling player at the sports level. Body composition has not been monitored for this sports specialization so far.

The age of the probands was 17.9 to 27 years, the body height ranged from 172 to 179 cm and the weight ranged from 61 to 74.5 kg. The tables list the values of their selected somatic parameters together with the recommended values.

The theoretical part of the work focused on the description of bowling. Bowling was introduced as a game and as a sport. The basic rules and bowling terminology were also described. Last but not least, the history of bowling was mentioned. The theoretical part continues with an explanation of basic concepts. It characterizes in detail the history of body composition measurement, various types of methods used, introduces modern measuring instruments and discusses the BIA method. The measuring device InBody 720, which was used to obtain data, is also described here.

Using the InBody 720 instrument, selected somatic parameters were measured in four probands playing bowling at a sports level.

TBW in all probands ranged from 38.6 l to 44.1 l. The difference between probands in the amount of TBW was 5.5 l. The value of the amount of ECW in the body of probands ranged from 14.2 l to 16, 6 l. The difference in the amount



of ECW among probands was 2.2 l. The amount of ICW in probands ranged from 24.3 l to 27.7 l. The difference between probands was 3.4 l.

The FFM value in probands ranged from 52.8 l to 60.0 l. The difference between these values among probands was 7.2 l. The SMM in the probands weighed from 29.7 kg to 34.1 kg. The weight difference between the probands was 4.4 kg. The % of BF in the body of the probands ranged from 12.6 % to 21.4 %. The difference between the values of probands was 8.8 %.

The FS of all measured probands ranged from 72 to 85 points. The difference in FS was 13 %.

Due to the variability of anthropometric features in probands, the health indicators of TS were also calculated, which are standardly used in both sports and clinical practice. The BFMI index for probands ranged from 2.7 kg / m<sup>2</sup> to 4.7 kg / m<sup>2</sup>. The difference between these values in probands was 2.0 kg / m<sup>2</sup>. BCMI index values in probands ranged from 11.4 kg / m<sup>2</sup> to 13.4 kg / m<sup>2</sup>. The difference in the BCMI index was 2.1 kg / m<sup>2</sup> for probands. The FFMI index in probands ranged from 17.4 kg / m<sup>2</sup> to 20.3 kg / m<sup>2</sup>. The difference in the calculated values in the case of FFMI in probands was 2.9 kg / m<sup>2</sup>. The BCM value in probands ranged from 34.8 kg to 39.7 kg. The difference in BCM in the probands was 4.9 kg.

The muscle balance of right upper limb in probands ranged from 2.8 kg and 96.5 % to 3.6 kg and 106 %. The difference in right upper limb weight between probands was 0.8 kg and 9.5 %. left upper limb among probands ranged from 2.6 kg and 91.1 % to 3.5 kg and 110.1 % by weight. The weight difference between probands was 0.8 kg and 19 %. The body weight of the probands ranged from 22.9 kg and 87 % to 27.3 kg and 110 %. The difference between the values of the torso weight in the probands was 4.4 kg and 23 %. right lower limb weighed 8.32 kg and 93.2 % to 9.3 kg and 97.9 % in probands. The difference between the measured probands was 0.9 kg and 4.7 %. The weight of left lower limb in probands ranged from 8.3 kg and 102.4 % to 9.3 kg and 105 %. The weight difference of left lower limb in probands was 1 kg and 2.6 %.

In general, based on the determination of body composition, it is possible to assess the tested probands as healthy men, with the inclusion of individual values of selected body parameters to the recommended values. However, we rather need athletic compositions to maximize game results.

In the case of monitoring muscle imbalance in upper limbs due to the effect of long-term one-sided bowling load, we can conclude that there are signs of a higher load in the dominant upper limb. The dominant upper limb used for bowling is slightly more muscular in each proband than the non-dominant limb.

The goals of the bachelor thesis were met.

## 9 Referenční seznam

- Anonymous (n. d.). Retrieved 19. 7. 2021 from the World Wide Web:  
<http://www-cs.canisius.edu/~salley/SCA/Games/bowling.html>
- Anonymous (n. d.). Retrieved 19. 7. 2021 from the World Wide Web:  
<https://www.czechbowling.cz/stranky/dokumenty>
- Anonymous (n. d.). Retrieved 3. 8. 2021 from the World Wide Web:  
<http://www.crs.cz/cs/informace-pro-pacienty/magneticka-rezonance-mr.html>
- Anonymous (n. d.). Retrieved 3. 8. 2021 from the World Wide Web:  
<https://tanita.eu/dc-13c/>
- Anonymous (n. d.). Retrieved 3. 8. 2021 from the World Wide Web:  
<https://tanita.eu/bc-401-white/>
- Anonymous (n. d.). Retrieved 5. 8. 2021 from the World Wide Web:  
<https://www.tanita-eshop.cz/jak-vahy-tanita-meri>.
- Anonymous (n. d.). Retrieved 5. 8. 2021 from the World Wide Web:  
[http://www.fitness-trenerka.cz/diagnostika/BiaViceZde.htm?fbclid=IwAR1M66JO\\_3VSJc4wXpw3AI4jwcU90bS6DBuwbVOI2gPvriEkg4x9y-0MbUg](http://www.fitness-trenerka.cz/diagnostika/BiaViceZde.htm?fbclid=IwAR1M66JO_3VSJc4wXpw3AI4jwcU90bS6DBuwbVOI2gPvriEkg4x9y-0MbUg)
- Anonymous (n. d.). Retrieved 15. 8. 2021 from the World Wide Web:  
[https://www.bezhladoveni.cz/mereni-inbody-ziskejte-prehled-o-svem-telea-rizicich/?gclid=Cj0KCQjw8p2MBhCiARIsADDUFVHjCfBTOD1ZXqGIjLfi4VcoK2Rrry5AKSoehkS3k3DJ5svSr8RI25AaAvLeEALw\\_wcB](https://www.bezhladoveni.cz/mereni-inbody-ziskejte-prehled-o-svem-telea-rizicich/?gclid=Cj0KCQjw8p2MBhCiARIsADDUFVHjCfBTOD1ZXqGIjLfi4VcoK2Rrry5AKSoehkS3k3DJ5svSr8RI25AaAvLeEALw_wcB)
- Anonymous (n. d.). Retrieved 15. 8. 2021 from the World Wide Web:  
[https://www.inbody.in/uploads/resource/inbody720\\_cdmanual\\_eng\\_h-pdf-0059383001546245174.pdf](https://www.inbody.in/uploads/resource/inbody720_cdmanual_eng_h-pdf-0059383001546245174.pdf)
- Álvarez, M., Sedano, S., Cuardaro, G., & Redondo, J.C. (2012). Effects of an 18-Week Strength Training Program on Low-Handicap Golfers

- Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 26(4), 1110-1121 [cit. 2021-12-02]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e31822dfa7d
- Baumgartner, R. N., Chumlea, W. C., & Roche, A. F. (1989). Estimation of body composition for bioelectric impedance of body segments. *Am. J. Clin. Nutr.*, 50, 221-226.
- Bowling museum (2008). Retrieved 19. 7. 2021 from the World Wide Web: <https://www.bowlingmuseum.com/Visit/Education/History-of-Bowling>
- Brožek, J., et al. (1963). Densimetric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 110, 113.
- Bunc, V., Cimbálek, R., Moravcová, J., & Kalous, J. (2001). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. In Válková, H., Hanelová, Z. (Eds.), *Pohyb a zdraví* (pp.102-106). Olomouc: UP, FTK.
- Burkinshaw, L., Hill, G. L., & Morgan, D. B. (1978). *Assessment of the distribution of protein in the human body by in-vivo neutron activation analysis. International Symposium on Nuclear Activation Techniques in the Life Sciences*. Vienna: International Atomic Energy Association.
- Česká bowlingová asociace (2016). Retrieved 18. 7. 2021 from World Wide Web: [www.czechbowling.cz/stranky/historie](http://www.czechbowling.cz/stranky/historie).
- Deurenberg, P., Kusters, C. S. L., & Smith, H. E. (1989). Assessment of body composition by bioelectrical impedance measurements. *Am. J. Clin. Nutr.*, 49, 401-403.
- Deurenberg, P., Deurenberg-Yap, M. & Schouten, F. J. M. (2002). Validity of total and segmental impedance measurements for prediction of body composition across ethnic population groups. *Eur. J. Clin. Nutr.* 56, 214–220.
- Drinkwater, D. T., & Ross, W.D. (1980). *Kinanthropometry II*. Baltimore: Univ. Park Press, 9. Anthropometric fractination of body mass, 178.
- Durnin, J. V., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from the total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481

- men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77-97.
- Fetter, V., Prokopec, M., Suchý, J., & Titlbachová, S. (1967). *Antropologie*. Praha: Academia.
- Gurkan, O., Maja, J. (2009). *European tenpin bowling federation's coaching materials*. Ankara: ETBF.
- Heymsfield, S. B., Van Loan, M., Shen, W., Wang, Z., & St-Onge, M. (2005). Human Body Composition: 2nd ed. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(6), 1361. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.6.1361>
- Charmas, M., & Gromisz, W. (2019). Effect of 12 – Week Swimming Training on Body Composition in Young Women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), 346. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030346>
- Chumlea, W. C., & Guo, S. S. (1994). Bioelectrical impedance and body composition: Present status and future directions. *Nutr. Rev.*, 52, 123-131.
- John, J., & Nosek, A. (2001). *Bowling a kuželky: popis prostředí, technika, vybavení, pravidla*. Praha: Grada.
- Keys, A., & Brožek, J. (1953). *Body fat in adult man*. *Physiol. Rev.*, 33, 245.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226–1243. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>
- Kyle, U. G., Schutz, Y., Dupertuis, Y., & Pichard, C. (2004). Body composition interpretation: contribution of fat-free mass index and body fat mass index. *Nutrition*, 19, 587–604.
- Lukaski, H. C., & Bolonchuk, W. W. (1988). *Estimation of Body Fluid Volumes Using Tetra polar Bioelectrical Impedance Measurements*. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 12, 3–12.

- Lukaski, H. C. (1987). Methods for assessment of human body composition: Traditional and new. *Am. J. Clin. Nutr.*, 46, 537-556.
- Lukaski, H. C., Johnson, P.E., Bolonchuk, W. W., & Lykken, G.I. (1985). Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of human body. *Am. J. Clin. Nutr.*, 41, 810-817.
- Malá, L., Malý, T., Záhalka, F., & Bunc, V. (2014). *Fitness assessment Body composition*. Praha: Karolinum, ISBN 978-80-246-2560-7.
- Malina, R. M., & Bouchard, C. (1991). *Models and methods for studying body composition. Growth, maturation and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics, 87-110.
- Marček, T., Dzurenková, D., Bohuš, B., Gulán, Ľ., Hájková, M., Hostýn, V., Meško, D., & Novotná, E. (2007). *Telovýchovné lekárstvo*. Bratislava: Vydavateľstvo Univerzity Komenského.
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical effectivity. *Amer.J. Anthropol.*, 1921, 4, 3, 223-230.
- Miller, M. (2012). *American's greatest indoor pastime bowling*. Long Island City, USA, Shire, 5.
- Pařízková, J. (1962). Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže. *Thomaerova sbírka 413*. Praha: SZN.
- Pařízková, J. (1977). *Body fat and physical fitness: body composition and lipid metabolism in different regimes of physical activity*. The Hague: Martinus Nijhoff.
- Přidalová, M. (2005). *Somatodiagnostika studentů a studentek studijního programu tělesná výchova a sport na FTK UP*. Habilitační práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Riegerová, J., & Přidalová, M. (1996). Evaluation of the body fat in the view of anthropometrical methodologies and Bodystat 500. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*, 26, 31–34.

- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Roche, A. F., Heymsfield, S. B., & Lohmann, T. G. (1996). *Human body composition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Simmons Research Company (2006). Retrieved 18. 7. 2021 from World Wide Web: <https://www.bowlersjournal.com/industry-demographics/>
- Skalská, M., (2018). Retrieved 27. 8. 2021 from World Wide Web: [https://www.profitinstitut.cz/Svaly\\_tuky\\_kosti\\_voda%E2%80%A6vysetreni\\_telesneho\\_slozeni-70?fbclid=IwAR2DhFkMMvkULzHzqFjMn3\\_\\_3jlaVrytaVuZ0Q\\_OOBtDR9FXoALAsXmxxd0](https://www.profitinstitut.cz/Svaly_tuky_kosti_voda%E2%80%A6vysetreni_telesneho_slozeni-70?fbclid=IwAR2DhFkMMvkULzHzqFjMn3__3jlaVrytaVuZ0Q_OOBtDR9FXoALAsXmxxd0)
- Skeletal muscle mass (2020) Retrieved 24. 11. 2021 from the World Wide Web: [https://mdpi-res.com/d\\_attachment/nutrients/nutrients-12-00755/article\\_deploy/nutrients-12-00755.pdf](https://mdpi-res.com/d_attachment/nutrients/nutrients-12-00755/article_deploy/nutrients-12-00755.pdf).
- Son, S.B., Park, C.H., Han, K.H., Seo, M.K., So, W.-Y., An, H.-S., & Sung, D.J. (2018). Comparison of muscle mass and its relationship to golf performance among college amateur and professional golfers. *Science & Sports* [online]. 33(1), e1-e7 [cit. 2021-11-24]. ISSN 07651597. Dostupné z: doi:10.1016/j.scispo.2017.06.012
- Stevens, J., & Truesdale, K. P. (2004). Fat distribution. In WILDMAN, R. MILLER, B. *Sports and Fitness Nutrition, Woodworth*, 509.
- Talluri, A., Liedtke, R., Mohamed, E. I., Maiolo, C., Martinoli, R., & De Lorenzo, A. (2003). The application of body cell mass index for studying muscle mass changes in health and disease conditions. *Acta Diabetol.* 40, 286-289.
- Tělesná diagnostika InBody (2009). Retrieved 16. 8. 2021 from the World Wide Web: <https://www.inbody.cz/vse-o-mereni>.
- Thomasett, A. (1962). Bioelectrical properties of tissue impedance. *Lyon Med.*, 207, 107-118.

Thomas, B.J., Cornish, B.H., & Ward, L.C. (1992). Bioelectrical impedance analysis for measurement of body fluid volumes: a review. *J. Clin. Eng.*,17, 505.

Wiedman, D. (2006). *Bowling: steps to success*. Champaign, IL: Human Kinetics, 68.



## Seznam příloh

Tabulka 1. Vybrané individuální charakteristiky tělesného složení a cílové hodnoty pro Probanda 1 a Probanda 2

Tabulka 2. Vybrané individuální charakteristiky tělesného složení a cílové hodnoty pro Probanda 3 a Probanda 4

Tabulka 3. Indexy tělesného složení u všech probandů

Tabulka 4. Svalová rovnováha a cílové hodnoty

Seznam zkratk

Tabulka 1. Vybrané individuální charakteristiky tělesného složení a cílové hodnoty pro Probanda 1 a Probanda 2

		Proband 1		Proband 2	
		Naměřené hodnoty	Cílové hodnoty	Naměřené hodnoty	Cílové hodnoty
Analýza tělesného složení	Výška (cm)	175,0		179,0	
	Hmotnost (kg)	67,7		74,5	
	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22,1	18,5 - 25,0	23,3	18,5 - 25,0
	Celková tělesná voda (l)	39,0	37,9 - 46,3	44,1	39,6 - 48,4
	Intracelulární tekutina (l)	24,3	23,5 - 28,7	27,5	24,6 - 30,0
	Extracelulární tekutina (l)	14,7	14,4 - 17,6	16,6	15,0 - 18,4
	Proteiny (kg)	10,5	10,2 - 12,4	11,9	10,6 - 13,0
	Minerály (kg)	3,6	3,50 - 4,28	4,0	3,66 - 4,48
	Tělesný tuk (kg)	14,5	8,1 - 16,2	14,5	8,5 - 16,9
	Štíhlá tělesná hmota (kg)	50,2	48,1 - 58,7	56,7	39,6 - 48,4
	Tukuprostá hmota (kg)	53,2	51,6 - 62,98	60,0	50,2 - 61,4
Kosterní svalstvo (Kg)	29,7	28,8 - 35,2	33,8	30,2 - 37,0	
Diagnóza obezity	PBF (%)	21,4	10,0 - 20,0	19,5	10,0 - 20,0

Tabulka 2. Vybrané individuální charakteristiky tělesného složení a cílové hodnoty pro Probanda 3 a Probanda 4

		Proband 3		Proband 4	
		Naměřené hodnoty	Cílové hodnoty	Naměřené hodnoty	Cílové hodnoty
Analýza tělesného složení	Výška (cm)	173,0		172,0	
	Hmotnost (kg)	61,0		68,6	
	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20,4	18,5 - 25,0	23,2	19,0 - 25,0
	Celková tělesná voda (l)	38,6	37,0 - 45,2	43,9	36,6 - 44,6
	Intracelulární tekutina (l)	24,4	23,0 - 28,0	27,7	22,7 - 27,7
	Extracelulární tekutina (l)	14,2	14,0 - 17,2	16,2	13,9 - 16,9
	Proteiny (kg)	10,5	9,9 - 12,1	12,0	9,8 - 12,0
	Minerály (kg)	3,6	3,43 - 4,19	4,0	3,38 - 4,14
	Tělesný tuk (kg)	8,2	7,9 - 15,8	8,7	7,8 - 15,6
	Štíhlá tělesná hmota (kg)	49,8	46,3 - 57,3	56,6	46,3 - 56,6
	Tukuprostá hmota (kg)	52,8	50,33 - 61,49	59,9	49,78 - 60,74
Kosterní svalstvo (Kg)	29,8	28,1 - 34,4	34,1	27,7 - 33,9	
Diagnóza obezity	PBF (%)	13,5	10,0 - 20,0	12,6	10,0 - 20,0

Tabulka 3. Indexy tělesného složení u všech probandů

Indexy tělesného složení		Proband 1	Proband 2	Proband 3	Proband 4
		BFMI (kg/m <sup>2</sup> )	4,73	4,53	2,74
BCMI (kg/m <sup>2</sup> )	11,36	12,3	11,66	13,42	
FFMI (kg/m <sup>2</sup> )	17,37	18,73	17,64	20,25	
SMMI (kg/m <sup>2</sup> )	9,7	10,55	9,96	11,53	
F5	72	76	75	85	
BCM (kg)	34,8	39,4	34,9	39,7	

Tabulka 4. Svalová rovnováha a cílové hodnoty

Svalová rovnováha		Proband 1	Proband 2	Proband 3	Proband 4	Cílové hodnoty (%)
		Pravá horní končetina (kg)/(%)	2,95 / 92	3,61 / 106,0	2,8 / 96,5	
Levá horní končetina (kg)/(%)	2,8 / 87,3	3,36 / 98,8	2,64 / 91,1	3,45 / 110,1		
Trup (kg)/(%)	23,9 / 93,2	27,3 / 100,7	22,9 / 87,0	26,3 / 105,1	90 - 110	
Pravá dolní končetina (kg)/(%)	8,32 / 93,2	9,26 / 97,9	8,4 / 104,1	9,21 / 105,6	90 - 110	
Levá dolní končetina (kg)/(%)	8,35 / 93,6	9,26 / 97,8	8,26 / 102,4	9,16 / 105,0		

Seznam zkratek:

ČBA - Česká bowlingová asociace

IBF - Mezinárodní bowlingová federace

ETBF - Evropská bowlingová federace

BA - Bowlingová akademie

PDK - Pravá dolní končetina

LDK - Levá dolní končetina

PHK - Pravá horní končetina

LHK - Levá horní končetina

HK - Horní končetina

DK - Dolní končetina

BIA - Bioelektrická impedanční metoda

TBW - celková tělesná voda

ICW - intracelulární tekutina

ECW - extracelulární tekutina

FFM - tukuprostá hmota

SMM - kosterní svalstvo

%BF - procentuální zastoupení tělesného tuku

BCM - buněčná hmota

FS - fitness skóre

BFMI - index tělesného tuku

BCMI - index buněčné hmoty

FFMI - index tukuprosté hmoty

SMMI - index kosterního svalstva