



# Vyhodnocení úrovně pohybové aktivity u mládeže TJ HC Jablonec nad Nisou

## Bakalářská práce

*Studijní program:*

B7401 Tělesná výchova a sport

*Studijní obor:*

Rekreologie

*Autor práce:*

**Luděk Petruželka**

*Vedoucí práce:*

PhDr. Iva Šeflová, Ph.D.

Katedra tělesné výchovy a sport





## Zadání bakalářské práce

# Vyhodnocení úrovně pohybové aktivity u mládeže TJ HC Jablonec nad Nisou

*Jméno a příjmení:* **Luděk Petruželka**  
*Osobní číslo:* P18000480  
*Studijní program:* B7401 Tělesná výchova a sport  
*Studijní obor:* Rekreatologie  
*Zadávací katedra:* Katedra tělesné výchovy a sportu  
*Akademický rok:* **2020/2021**

### Zásady pro vypracování:

1. Vyhodnotit pohybovou aktivitu hokejistů týmu TJHC Vlci Jablonec nad Nisou u ročníků 2005-2011 během tréninkových jednotek letní přípravy pomocí přístrojů Actigraph v období duben-květen 2021.
2. Analyzovat a vyhodnotit tělesné složení bioimpedančním měřením.
3. Stanovit závěry a doporučení pro tréninkovou praxi daných věkových kategorií.

*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:*  
*Formazpracování práce:*  
*Jazyk práce:*

tištěná/elektronická  
Čeština



### **Seznam odborné literatury:**

COLLINS, Dave, Andrew CRUICKSHANK a Geir JORDET, ed., 2019. Routledge handbook of elite sport performance. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge. Routledge handbooks. ISBN 978-1-315-26634-3.

DOVALIL, Josef, 2009. Výkon a trénink vesportu. 3. vyd. Praha: Olympia. ISBN 978-80-7376-130-1.

MACLAREN, Don a James MORTON, 2012. Biochemistry for sport and exercise metabolism. Oxford: Wiley. ISBN 978-0-470-09185-2.

THOMPSON, Susan R., 2014. The essential guide to public health and health promotion. London; New York: Routledge, Taylor & Francis Group. ISBN 978-0-415-81307-5.

ZOLADZ, Jerzy A, 2018. Muscle and Exercise Physiology. San Diego: Elsevier Science & Technology. ISBN 978-0-12-814594-4.

*Vedoucí práce:*

PhDr. Iva Šeflová, Ph.D.  
Katedra tělesné výchovy a sportu

*Datum zadání práce:*

30. června 2021

*Předpokládaný termín odevzdání:* 30. června 2022

L.S.

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.  
děkan

doc. PaedDr. Aleš Suchomel, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 7. července 2021

# Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

28. dubna 2022

Luděk Petruželka

## **Poděkování**

Tímto bych velmi rád poděkoval paní PhDr. Ivě Šeflové, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, za její trpělivost, cenné připomínky, ochotu a rady, které mi byly nejen v průběhu psaní bakalářské práce, ale i během celé doby studia sdělovány. Dále bych chtěl poděkovat panu Mgr. Lukáši Rubínovi, Ph.D. za jeho ochotu a pomoc při zpracování dat, mé rodině za neochvějnou podporu během celé doby studia a v neposlední řadě trenérům a hráčům TJ HC Vlci Jablonec nad Nisou za spolupráci při testování.

## **Anotace**

Hlavním cílem bakalářské práce je vyhodnotit úroveň pohybové aktivity hokejistů z mládežnických kategorií klubu TJ HC Vlci Jablonec nad Nisou. Vyhodnocení úrovně pohybové aktivity se skládá z měření tělesného složení a ze sledování pohybové aktivity. Měření se zúčastnilo celkem 89 hráčů. Měření tělesného složení bylo realizováno bioelektrickou impedanční metodou pomocí přístroje InBody 770, mezi sledované parametry patřil procentuální podíl tukové tkáně a tukuprostá hmota. Sledování pohybové aktivity bylo uskutečněno pomocí akcelerometrů ActiGraph GTX9, sledovaným parametrem byla průměrná denní doba strávená v pásmu střední až vysoké intenzity pohybové aktivity. Dále byl zkoumán vztah mezi průměrnou denní dobou strávenou v pásmu střední až vysoké intenzity pohybové aktivity a procentuálním podílem tukové tkáně. Výsledky jsou porovnány v rámci zkoumaného souboru. Výsledky budou dodány trenérům jednotlivých kategorií a prezentovány měřeným hráčům aby se mohli navzájem porovnat a třeba je to motivuje k větší snaze se zlepšovat.

**Klíčová slova:** hokej, pohybová aktivita, tělesné složení, měření, TJ HC Vlci Jablonec nad Nisou,

## **Annotation**

The main goal of the bachelor thesis is to evaluate the level of physical activity of hockey players from the youth categories of the club TJ HC Vlci Jablonec nad Nisou. A total of 89 players took part in the measurement. Evaluation of the level of physical activity consists of measuring body composition and monitoring physical activity. The measurement of body composition was carried out by the bioelectric impedance method using the InBody 770 device, the monitored parameters include the percentage of body fat mass and free fat mass. Monitoring of physical activity was performed using ActiGraph GTX9 accelerometers, the monitored parameter was the average time of day spent in the range of medium to high intensity of physical activity. Furthermore, the relationship between the average time of day spent in the medium to high intensity of physical activity and the percentage of adipose tissue was investigated. The results are compared within the examined file. The results will be delivered to the coaches of the individual categories and presented to the measured players so that they can compare with each other, and this may motivate them to make a greater effort to improve.

**Key words:** hockey, physical activity, body composition, measurement, TJ HC Vlci Jablonec nad Nisou

# Obsah

Seznam obrázků .....	9
Seznam tabulek .....	10
Seznam zkratk .....	11
Úvod.....	12
1 Syntéza poznatků .....	13
1.1 Pohybová aktivita a zdraví .....	13
1.2 Doporučení a monitoring pohybové aktivity .....	14
1.3 Tělesné složení .....	16
1.3.1 Metoda bioelektrická impedance .....	17
1.4 Sportovní trénink jako součást PA .....	18
1.4.1 Pohybové dovednosti.....	18
1.4.2 Pohybové schopnosti .....	20
1.4.3 Proces tréninku .....	21
1.4.3.1 Morfologicko-funkční adaptace.....	21
1.4.3.2 Proces motorického učení.....	21
1.4.3.3 Psychosociální adaptace .....	22
1.4.4 Zátěž .....	23
1.4.4.1 Intenzita a energetické krytí.....	24
1.4.5 Únava.....	25
1.4.6 Zotavení.....	25
1.4.7 Superkompenzace .....	26
1.5 Charakteristika sportovní hry – lední hokej .....	27
1.5.1 Sportovní výkon v ledním hokeji .....	27
2 Cíle práce .....	29
2.1 Hlavní cíl.....	29
2.2 Dílčí cíle .....	29
3 Metodika výzkumu .....	30
3.1 Charakteristika výzkumného souboru.....	30
3.1.1.1 U11.....	30
3.1.1.2 U13 .....	30
3.1.1.3 U15 .....	30



3.1.1.4 U17 .....	30
3.1.1.5 U20 .....	30
3.2 Charakteristika výzkumných metod.....	31
3.2.1 Měření tělesného složení .....	31
3.2.2 Sledování pohybové aktivity .....	32
3.3 Procedura.....	33
3.4 Zpracování dat.....	33
4 Výsledky a diskuze .....	35
4.1 Kategorie U11 .....	35
4.1.1 Tělesné složení .....	35
4.1.2 Pohybová aktivita .....	35
4.2 Kategorie U13 .....	36
4.2.1 Tělesné složení .....	36
4.2.2 Pohybová aktivita .....	36
4.3 Kategorie U15 .....	37
4.3.1 Tělesné složení .....	37
4.3.2 Pohybová aktivita .....	37
4.4 Kategorie U17 .....	38
4.4.1 Tělesné složení .....	38
4.4.2 Pohybová aktivita .....	38
4.5 Kategorie U20 .....	39
4.5.1 Tělesné složení .....	39
4.5.2 Pohybová aktivita .....	39
5 Závěr .....	41
6 Referenční seznam .....	43

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Průběh zotavení a zotavné záze (Perič, Dovalil, 2010) .....	26
Obrázek 2: Energetický potenciál ve fázi zatížení a zotavení (vlastní tvorba) .....	27
Obrázek 3: InBody 770 (Wikimedia commons, 2021) .....	31
Obrázek 4: ActiGraph GT9X s náramkem (ActiGraph.com, 2022) .....	32

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Doporučení PA pro adolescenty 11-18 let (Sigmund, Sigmundová 2011).....	9
Tabulka 2: Průměrné hodnoty vybraných komponent u dětí a dospělých (Dörhöfer, Pilrich 2005)..	34
Tabulka 3: Interpretace hodnot korelačního koeficientu (De Vause, 2002).....	34
Tabulka 4: Analýza tělesného složení U11.....	35
Tabulka 5: Analýza pohybové aktivity U11.....	35
Tabulka 6: Analýza tělesného složení U13.....	36
Tabulka 7: Analýza pohybové aktivity U13.....	36
Tabulka 8: Analýza tělesného složení U15.....	37
Tabulka 9: Analýza pohybové aktivity U15.....	37
Tabulka 10: Analýza tělesného složení U17.....	38
Tabulka 11: Analýza pohybové aktivity U17.....	38
Tabulka 12: Analýza tělesného složení U20.....	39
Tabulka 13: Analýza pohybové aktivity U20.....	39

## **Seznam zkratek**

AAP – American academy of pediatrics

AdMVPA – Average day moderate to vigorous physical activity

AHA – American heart association

ATP - adenosintrifosfát

CNS – centrální nervová soustava

CP - kreatinfosfát

CSBA - California school boards association

BIA - Bioelektrická impedanční analýza

BFM – Body fat mass

BMI – Body mass index

FFM – Free fat mass

FITT - frequency, intensity, time, and type princip

HC – hockey club

LA – laktát

MET – metabolický ekvivalent

maxSF – maximální srdeční frekvence

MVPA – moderate to vigorous physical activity

PA – pohybová aktivita

SI – mezinárodní soustava jednotek

SF – srdeční frekvence

TJ – tělovýchovná jednota

WHO – World health organization

Et al - et alia

## Úvod

Lední hokej je celosvětově populární sport. V České republice patří mezi nejvyhledávanější sporty. Osobně jsem ho dlouhá léta hrál, nyní působím jako trenér a myslím, že na něj dokážu nahlížet z různých úhlů. Jako hráč jsem začínal v klubu TJ Spartak Nové Město nad Metují, prošel jsem hokejovou akademií Českého svazu ledního hokeje v Mladé Boleslavi, Chomutově a Liberci. Mé poslední angažmá bylo v Jablonci nad Nisou, kde jsem se po ukončení aktivní hráčské kariéry začal věnovat trénování a studiu sportovně zaměřeného oboru na vysoké škole.

Téma hodnocení úrovně pohybové aktivity a tělesného složení jsem si vybral z toho důvodu, že trenérům obecně chybí informace o tom, co jejich svěřenci dělají mimo tréninkové jednotky. Jako hráč jsem měl jakékoliv testování v oblibě. Věřím, že práce bude užitečná pro ostatní trenéry z klubu, ale i pro hráče jako zpětná vazba. Ti se pak mohou navzájem porovnávat a motivovat k práci i nad rámec týmových tréninků. Testování proběhlo v klubu HC Vlci Jablonec nad Nisou.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části seznámím čtenáře s tím, co to vlastně je pohybová aktivita a jak ovlivňuje naše zdraví. Představím sport a sportovní trénink jako součást pohybové aktivity a charakterizují lední hokej a sportovní výkon v něm. V praktické části jsem provedl měření pohybové aktivity a tělesného složení u mládežnických skupin U11, U13, U15, U17 a U2 klubu TJ HC Vlci Jablonec nad Nisou. Dohromady jsem měřil 89 hráčů z těchto pěti kategorií. Následně jsem provedl analýzu výsledků napříč kategoriemi.

# 1 Syntéza poznatků

## 1.1 Pohybová aktivita a zdraví

Člověk se neustále vyvíjí. Od doby homo sapiens sapiens došlo jen k malým změnám ovlivňující životní funkce a řízení důležitých systémů, avšak nastaly zásadní změny ve způsobu života. Moderní urbanizovaný člověk vede ve srovnání s lovcem a sběračem diametrálně odlišný život. Nedostatek pohybu a nadbytek energetického příjmu poškozují regulační systémy nastavené jiným životním podmínkám. Nepoměr mezi životním stylem a tisíce let starým systémem řízení vede ke zdravotním poruchám, které mohou vyústit do hromadných neinfekčních onemocnění, které mají často zvýšenou dědičnou dispoziční. „Sedavý životní styl“ pramení mimo jiné z nedostatku pohybu v zaměstnání. Pracující člověk vykoná méně pohybu, než tomu bylo před lety. Nedostatek pohybu v zaměstnání spolu se stresem snižuje aktivitu člověka i ve volném čase. Navíc část lidí řeší psychický stres zvýšeným příjmem jídla a tím prohlubuje energetickou nerovnováhu. To může vést k poruchám zdraví které mohou způsobit ischemickou chorobu srdeční, cévní mozkovou příhodu, hypertenzi, diabetes 2. typu, část nádorových onemocnění, onemocnění dýchací soustavy, osteoporózu, obezitu, oslabení imunitního systému a také některá psychická onemocnění. Životní styl je tedy chápán jako hlavní příčina nedobrého zdravotního stavu naší populace. Změna v regulačních systémech našeho těla se v dohledné době nečeká a my tedy musíme v zájmu naší existence změnit svůj životní styl.

Dle Stejskala (2004) je dostatečná pohybová aktivita spolu s přiměřeným energetickým příjmem na to tím nejlepším prostředkem. Je dokázáno, že dlouhodobá pohybová aktivita prodlužuje život a má také pozitivní vliv na emocionální ladění. Aktivní člověk má zvýšený pocit důvěry ve své schopnosti a lépe se potýká s nástrahami běžného života. Pravidelné cvičení zmírňuje výkyvy nálad, tlumí agresivitu a spolu s psychoterapií dokonce i těžké deprese. Mozek fyzicky aktivního jedince způsobuje větší sekreci některých nervových transmiterů a modulatorů snižujících bolest, zlepšujících náladu a navozujících pocit radosti. Mimo preventivní účinky pravidelná pohybová aktivita také zvyšuje flexibilitu, pevnost kloubních spojení, svalovou sílu a vytrvalost, ale také zvyšuje produktivitu práce a snižuje náklady na léčení a pracovní neschopnost.

Dle WHO (1946) zdraví představuje optimální stav tělesné, duševní a sociální pohody. Pro udržení zdraví je důležité vytvořit si správné životní návyky a uvědomit si, jak sami žijeme a jak se snažíme o prevenci negativních vlivů ohrožujících nás a naše zdraví. Fundament zdravého životního stylu se vytváří již od narození. Rodičovská láska, péče, bezpečné a harmonické prostředí, nekonfliktní vztahy, pestrá strava, vhodné podmínky pro trávení volného času a dostatek pohybu na čerstvém vzduchu. To jsou optimální podmínky spolu utvářející správný vývoj člověka. Pohyb je projev života. Základní výrazový prostředek, jazyk pocitů a nálad. Zvláště u mládeže je pohybová

aktivita jedna z nejdůležitějších potřeb. V převládajícím trendu hypo-kinetického životního stylu je kladný přístup k pohybu důležitý víc než kdy dřív.

Co to ale vlastně ta pohybová aktivita je? Carpensen, Powell a Christenson (1985) definují pohybovou aktivitu jako jakýkoliv pohyb vykonaný kosterními svaly, způsobující spotřebu energie vyšší, než je klidový metabolismus. Pohyb rozlišovat dle jakého účelu ho vykonáváme. Setkáváme se s ním v zaměstnání, ve škole, ve volném čase a sportu. Máček, Radvanský et al (2011) vyzdvihují vliv pohybové aktivity dětí na jejich pozdější vývoj. Pro děti je kvalita a kvantita volného pohybu a účast na soutěživých sportovních aktivitách základ pro dobrý zdravotní stav v dospělosti.

## 1.2 Doporučení a monitoring pohybové aktivity

Podle Frömela, Novosada a Svozila et al. (1999) je PA komplexní chování jedince nejčastěji charakterizováno a kvantifikováno pomocí FITT charakteristik, dalšími frekventovaně užívanými ukazateli PA jsou počet kroků či energetický výdej. Podle AAP (2011) FITT představuje:

- frekvenci – jak často je pohybová aktivita prováděna;
- intenzitu – v jakém pásmu intenzity;
- čas – jak dlouho je aktivita prováděna;
- druh – o jaký druh aktivity se jedná.

Dle AAP (2011) by se mělo jednat o aktivitu trvající alespoň 60 minut každý den, měla by to být aktivita v pásmu střední až vysoké intenzity (MVPA), typ může zahrnovat týmové i individuální sporty, rekreační i rodinné aktivity, koníčky, formy transportu jako je chůze jízda na kole atd. Několikrát týdně provádět aktivity, které podporují svalovou sílu, flexibilitu a zdraví kostí. Nejdůležitější je vybrat něco zábavného. Světová zdravotnická organizace (2020) doporučuje adolescentům ve věku 5-17 let strávit alespoň 60 minut aerobním cvičením každý den, z toho alespoň 180 minut týdně posilovat svaly a kosti. jako dlouhodobý koncept prevalence onemocnění. Adolescenti by měli omezit sedavé chování, zejména čas strávený u obrazovky, nebo ho alespoň kompenzovat stejným časem stráveným pohybem. Podle CSBA (2009) pásmo střední intenzity pohybové aktivity odpovídá aktivitám jako jsou rychlá chůze, na kole po rovině, atp. Pásmo vysoké intenzity způsobuje zvýšenou dechovou i srdeční frekvenci a odpovídá aktivitám jako je běhání, aerobní tanec nebo jízda na kole do kopce. V našich podmínkách se podle Formela, Novosada a Svozila (1999) na základních školách doporučuje PA střední až vysoké intenzity po dobu 95 minut u chlapců, 85 minut u dívek v převažujícím počtu dnů v týdnu. Jiným vyjádřením požadavků na dostatečný objem PA je spodní hranice odpovídající dennímu energetickému výdeji  $11 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$  nebo 11 000 kroků za den.

Máček a Radvanský (2011) považují 4200 kJ za týden, jako výchozí objem práce od kterého

začíná působit adaptace a její příznivé průvodní projevy. Takový objem práce dle nich odpovídá vzdálenosti asi 16 km, kterou by měl cvičící ujít za týden rychlostí asi 5 km/h. Dále hovoří o úzké vazbě mezi intenzitou a objemem a uvádí, že nízká intenzita může být do určité míry vyrovnána delším trváním PA. Frekvence PA je ovlivněna individuálními možnostmi volného času, chutí a potřebou pohybu. Rozhodujícím kritériem pro stanovení intenzity, objemu a frekvence PA je stupeň tělesné zdatnosti jedince.

Podle Sigmunda, Sigmundové (2011) prošla doporučení k PA během posledních let výraznými změnami plynoucí z technologického pokroku. Doporučení týkající se provádění terénní PA pro podporu zdraví jsou u adolescentů uváděny převážně ve vztahu k intenzitě PA, dále pak ve vztahu k počtu kroků vykonaných za den.

*Tabulka 1: Doporučení PA pro adolescenty 11-18 let (Sigmund, Sigmundová 2011)*

FIIT charakteristika	Denní počet kroků
PA alespoň střední intenzity minimálně 60 minut denně	
PA vysoké intenzity, podporující udržení a rozvoj kardio-respirační zdatnosti, nejméně 20 minut, alespoň 3x týdně	V převažujícím počtu dnů v týdnu by měl dosahovat 11 000 kroků u chlapců a 13 000 kroků u děvčat.
Kombinace předchozích doporučení pro PA s možnostmi rozložení času do 10 minutových i delších úseků v rámci dne	

Monitorování (monitoring) PA je podle Sigmunda, Sigmundové (2011) soubor činností, nástrojů a technik zabezpečující validní sledování a analyzování PA. PA lze monitorovat kvalitativně i kvantitativně, krátkodobě i dlouhodobě. Je důležité rozlišit, zdali se jedná o aerobní nebo aerobní cvičení, silová, vytrvalostní, jednostranná atd.. Nesmíme zapomenout vystihnout její celkový objem (dobu trvání, počet opakování, ujetou vzdálenost atd.), intenzitu (% z maximálního aero-metabolického obratu, nebo srdeční rezervy atd.) a frekvenci (počet tréninkových cyklů za týden). Podle AHA (2013) existuje k objektivnímu hodnocení PA řada dostupných metod rozdělených na měření energetického výdeje, fyziologického měření, měření pomocí senzorů pohybu.

Nejběžnější metodou měření PA dle energetického výdeje je metoda Nepřímé kalorimetrie. Tato metoda dle AHA (2013) zahrnuje měření ventilačního objemu spotřeby O<sub>2</sub> a výdeje CO<sub>2</sub>. Je považována za referenční nebo kriteriální metodu pro měření energetického výdeje za kontrolovaných, laboratorních podmínek.

Jedna z metod fyziologického sledování PA je dle AHA (2013) monitorování SF. Princip použití srdeční frekvence jako měřítka fyzické aktivity se odvozuje z fyziologického spojení, které způsobuje, že změny srdeční frekvence svědčí o kardiorespiračním stresu během pohybu jakéhokoli



druhu. Praktičnost a proveditelnost této objektivní metody pro hodnocení fyzické aktivity se výrazně zvýšila s vývojem malých přijímačů pro měření srdečního tepu na zápěstí, které jsou schopny bezdrátově přijímat signály z elektrod připevněných k hrudnímu pásu a ukládat data ve vysokém rozlišení po dobu několika dní.

Existuje celá řada přístrojů umožňující sledování PA. Mezi ty nejužívanější patří dle AHA (2013) pedometry a akcelerometry. Senzory akcelerometru udávají informaci o zrychlení těla během pohybu a mají výhodu v tom, že zachycují frekvenci, trvání a intenzitu fyzického pohybu v čase. Zrychlení se obvykle měří ve 3 rovinách (frontální, sagitální a transverzální). Zařízení je uloženo v pouzdře a připevněno k tělu buď na zápěstí, hrudníku, kyčli nebo kotníku. Pokrok v mikro elektromechanice umožnil snížit velikost a náklady na výrobu akcelerometrů. Moderní akcelerometry jsou malé a schopné zaznamenávat a ukládat data ve vysokém rozlišení po dobu několika týdnů. Hlavním výstupem dat akcelerometrů je informace o zrychlení a zpomalení těla v jednotkách gravitačního zrychlení (g) vyjádřené jako zrychlení v  $m/s^2$ . Tato jednotlivá zrychlení jsou prezentována jako míra a počet zrychlení v jednotkách času (míra a počet zrychlení za sekundu, den). Míra a počet zrychlení je odvozená jednotka která závisí na jednotlivém akcelerometru, inetrované funkce různých akcelerometrů totiž zpracovávají data odlišně. Pro hodnocení PA musí být akcelerometr kalibrován tak, aby převáděl data do jednotek energetického výdeje (MET, kcal) nebo do kategorií intenzity PA. Výsledkem této operace jsou buď predikční rovnice nebo prahové hodnoty počtu, které vymezují konkrétní intenzitu aktivity. Výhodou tohoto přístupu je schopnost převádět hodnoty akcelerometru na výsledky fyzické aktivity, jako jsou kilokalorie za týden, MET za hodinu nebo MET za minutu, nebo kolik času jedinec stráví v pásmu MVPA. Tento druhý výsledek lze použít k určení, jaké procento dané populace splňuje doporučené pokyny pro fyzickou aktivitu.

Pedometry česky krokoměry jsou dle AHA (2013) pohybové senzory na opasku nebo v pase, které zaznamenávají pohyb během pravidelných cyklů chůze. Výstupem je počet kroků.

### **1.3 Tělesné složení**

Podle Pařízkové (1998) je tělesné složení velmi důležité pro zdravotní stav každého člověka a souvisí také se životním stylem. Přebytek nebo nedostatek některé z komponent tělesného složení může způsobit zdravotní komplikace. Tělesné složení může být jedním z ukazatelů životního stylu a zdraví člověka, které se dá orientačně zjišťovat vícero metodami, užívanými především pro zjištění procenta tuku, tělesné vody v těle a tukuprosté hmoty. Dále BMI, energetický příjem a výdej a impedanci. K dalším metodám pro určení tělesného složení řadíme měření kaliperem, hydrostatické vážení, denzitometrie a nukleární magnetickou rezonanci. Určení tělesného složení se stalo neoddelitelnou součástí vyšetření zdatnosti a výkonnosti organismu. Bouchard, Stephard a Stephens

(1994) uvádí, že opakované sledování tělesného složení je v současné době velmi využíváno především u profesionálních sportovců, kteří dle změn tělesného složení během tréninkového procesu mohou vyhodnotit efektivitu tréninkového cyklu. Podle Riegerové a kol. (2006) je tělesné složení z velké části ovlivněno genetikou, ale také faktory jako jsou celkový zdravotní stav organismu, pohybová aktivita, nebo výživa.

Pařízková (1998) definuje aktivní tělesnou hmotu jako tzv. tukuprostou hmotu (FFM) plus malé množství esenciálního tuku. Tukuprostá tělesná hmota zahrnuje především relativní zastoupení svalstva a parenchymatózních orgánů (játra, ledviny, slezina), slouží také především k zabezpečení pohybové činnosti.

Dle Grasgrubera a Cacka (2008) je v lidském těle asi 660 svalů, které tvoří cca z 70% voda a asi 20% proteiny.

Podle Jarkovské (2007) je kostra člověka je složena z cca 206 kostí a pro stanovení ideální hmotnosti je třeba brát v úvahu podíl hmotnosti kostí na celkové váze těla.

Tuková tkáň neboli pojivová tkáň (BFM) je podle Havlíčkové (1997) v lidském organismu zastoupena ve dvou základních podobách, jako bílá a hnědá tuková tkáň. Bílá tuková tkáň má důležitou funkci jako rezervoár energie, hnědá tuková tkáň plní roli tepelného izolátoru a chrání orgány před nárazy. Zásobní tuk je zdrojem tělesné energie a je uložen hlavně pod kůží. Malé procento tvoří ochranný polštář pro některé vnitřní orgány nebo je součástí buněk jako stavební – protoplazmatický materiál.

### **1.3.1 Metoda bioelektrická impedance**

Metoda bioelektrické impedance (BIA) je podle Malé a kol. (2014) jedna z hojně využívaných, terénních a rychlých metod pro zjištění tělesného složení. Tato metoda je založena na průchodu střídavého elektrického proudu o intenzitě 400 až 800  $\mu\text{A}$  a frekvencích 1 až 1000 kHz minimálně dvěma elektrodami na těle pacienta. Umístění elektrod je jednou z mnoha podmínek které mají vliv na přesnost naměřených výsledků. Složky lidského těla reagují odlišně na tento nízkointenzivní proud. Kapaliny v netukových tkáních se chovají buď jako izolanty, nebo jako vodiče. Odpor tukové tkáně zajištěn nízkou vodivostí umožňuje zjistit množství této tkáně vůči tkáním ostatním.

Bužga (2013) uvádí, že bimanuálně umístěné elektrody se nachází na madlech pro uchopení rukama, proud tedy prochází horní polovinou těla. Bipodálně umístěné elektrody slouží ke měření ve stoje. Měření pomocí elektrod umístěných tetrapodálně se také provádí ve stoje pomocí dvou elektrod na které se pacient postaví a dvou elektrod pro uchopení rukama.

Podle Mager (2008) poskytují různé přístroje odlišné možnosti a přesnost stanovení tělesného složení.

BIA přístroje nejčastěji měřící na frekvenci 50kHz a zjišťují celkový odpor těla (impedanci). Aktivní tělesná hmota díky vysokému obsahu vody a elektrolytů vede dobře elektrický proud a klade malý odpor. Tuková tkáň má velmi nízkou vodivost a chová se jako izolátor. Pro účel měření je lidské tělo rozděleno do pěti válců (2 horní končetiny, 2 dolní končetiny a trup) které jsou elektricky zapojeny do sériového obvodu. Pomocí BIA se měří impedance válce, která závisí na jeho délce, ploše a průřezu. Na základě vzorců pro výpočet objemu a impedance byla odvozena rovnice pro výpočet celkové tělesné vody. Ta se vypočítá jako podíl druhé mocniny tělesné výšky a impedance.

Podle Novákové (2009) je před měřením nutné zklidnění pacienta. Do přístroje se poté zadají informace o věku, pohlaví, tělesné výšce a hmotnosti pacienta. Po chvíli od spuštění testu se na displeji přístroje objeví výsledek, kde se dozvíme informace o procentech tuku, svalové hmoty, vody, BMI a impedanci pacienta.

## **1.4 Sportovní trénink jako součást PA**

Perič a Dovalil (2010) definují sportovní trénink jako dlouhodobý, složitý a účelně organizovaný proces rozvoje specializované výkonnosti sportovce ve vybraném odvětví nebo disciplíně. Jeho cílem je dosažení nejlepších sportovních výsledků na základě výkonnostního a lidského rozvoje. Během tréninku dochází k:

1. Osvojení sportovních dovedností a k jejich vhodnému uplatnění v soutěžích, nebo závodech.
2. Stimulaci pohybových schopností s cílem vytvořit kondiční základy.
3. Ovlivnění psychiky, osobnosti a chování sportovce.

### **1.4.1 Pohybové dovednosti**

Perič a Dovalil (2010) představují pohybové dovednosti jako soubor učením získaných předpokladů ke správnému provedení požadovaného úkolu. Informace o vnějším a vnitřním prostředí poskytují sportovci obraz, na jehož základě dovednosti vznikají. Tento obraz vzniká jako výsledek procesu smyslového vnímání. Dostředivé nervové dráhy tyto soubory informací přenášejí do CNS kde dochází k jejich zpracování v procesu programování. Zde se formuje nervový základ příslušného provedení, představa o vybraném programu, která se uloží do motorické paměti. Program řešení se pak realizuje aktivitou kosterního svalstva, vyvolanou příslušnou strukturou nervových vzruchů. Tyto aktivity se systematickým opakováním formují v samostatné neurofyziologické celky, tvořící pohybové projevy člověka. Dovednost je tedy komplexem podmiňujícím nervosvalové funkce. Jako příklad dovednosti je možné uvést například gymnastické salto vzad. Tento cvik není nikomu vrozen a každý se ho pro jeho úspěšné zvládnutí musí naučit.

Měkota a Cuberek (2007) definují pohybovou dovednost jako motorickým učením a

opakováním získaná pohotovost (způsobilost, připravenost) k pohybové činnosti, k řešení pohybového úkolu a dosažení úspěšného výsledku. Dovednosti se liší dle sportu a jejich kvalitativní a kvantitativní charakteristika demonstruje sportovní výkonnost. Způsob řešení situací v souladu s pravidly se označuje pojmem technika a dle subjektivních zvláštností sportovců se individuální provedení označuje jako styl. Pohybové dovednosti můžeme dle Periče a Dovalila (2010) rozdělit do tří základních skupin:

- primární dovednosti – dovednosti s nejvyšší mírou všeobecnosti. Dány přirozeným vývojem člověka. Základní pohyby jako je chůze, běh, skok apod;
- pohybové dovednosti – pohyby, jenž nesouvisí přímo s ontogenezí a nesouvisí ani s danou sportovní specializací. Může to být jízda na kole pro hokejistu, bruslení pro fotbalistu atd. Tvoří tzv. všestrannou a všeobecnou přípravu;
- sportovní dovednosti – dovednosti které dostávají výkonnostní charakter na základě kvalitativních a kvantitativních charakteristik. Dovednosti aplikované při sportovním výkonu, jejichž nejtypičtějším rysem je komplexnost. Jedná se např. o podání ve volejbale, střelbu golfovým úderem v hokeji, salto v gymnastice.

Perič a Dovalil (2010) v tréninkovém procesu klasifikují pohybové dovednosti dle rysů:

- a) přesnost pohybu,
  - hrubé pohyby – pohyby na kterých se podílí velké svalové skupiny a není kladen takový důraz na přesnost provedení. Např. kop v karate, u kterého není podstatné, zdali je kop veden s přesností jednoho centimetru;
  - jemné pohyby – založené na práci malých svalových skupin, kde i nepatrná odchylka má vliv na celkové provedení úkonu. Např. při lukostřelbě.
- b) ohraničení pohybu,
  - diskrétní pohyby – kde lze snadno určit začátek a konec. Např. podání v tenise, penalta ve fotbale;
  - kontinuální pohyby – u kterých je určení začátku a konce obtížné. Např. bruslení, běh na lyžích;
  - sériové pohyby – chápány jako série diskrétních pohybů. Např. akrobatická řada v gymnastice.
- c) stupeň stálosti prostředí,
  - uzavřené – probíhající ve stálém a uzavřeném prostředí. Např. cvičení na bradlech, které mají vždy stejné rozměry a vlastnosti. Usiluje se o nejvyšší plynulost, přesnost a stabilitu. Je vyžadována maximální automatizace pohybových úkonů;

- otevřené – probíhající v měnícím se prostředí i časových podmínkách. Například uvolnění hráče s pukem je ovlivněno pohybem soupeře a stranou držení jeho hole, počtem soupeřů, únavou atd. Tento druh dovedností je dán mimořádnou variabilitou provedení a tvořivého uplatnění, což klade důraz na všechny procesy vnímání, programování i realizace;

d) Komplexnost.

- celkové dovednosti – kde je daná dovednost brána jako konečná. Např. kotoul vpřed;
- dílčí dovednosti – kde je daná dovednost brána jako součást větší dovednosti. Např. v ledním hokeji jízda vzad s kotoučem – jedná se o komplex dovedností jízdy vzad a vedení kotouče.

Pohybové dovednosti jsou ve sportu spojeny se způsobem provedením pohybu a také s výběrem vhodného pohybového řešení. V tomto ohledu pohybové dovednosti získávají nový taktický rozměr. Tyto taktické dovednosti představují další segment zkušeností které sportovec využívá při řešení sportovních situací.

## 1.4.2 Pohybové schopnosti

Pohybová schopnost je dle Hájka (2001) jednota vnitřních biologických vlastností organismu, která podmiňuje splnění určité skupiny pohybových úkolů. Podle Perič a Dovalila (2011) pohybové schopnosti představují soubor vrozených vnitřních předpokladů lidského organismu k činnosti, v níž se projevují. Jsou stálé v čase, jejich úroveň se nemění ze dne na den, ale pouze vlivem dlouhodobého tréninku. Pohybové schopnosti lze rozlišit dle dominující charakteristiky a to na:

- vytrvalostní schopnosti – schopnosti dlouhodobě vykonávat pohybovou činnost určité intenzity a překonávat únavu;
- silové schopnosti – schopnosti překonávat odpor prostřednictvím svalové kontrakce;
- rychlostní schopnosti – krátkodobé schopnosti vyvinout co nejvyšší rychlost, překonat vzdálenost;
- koordinační schopnosti – schopnosti si uvědomit, řídit a regulovat pohyb v časoprostoru;
- pohyblivost – schopnosti vykonávat pohyb v maximálním kloubním rozsahu.

Obecně platí rozdělení schopností na kondiční a koordinační. Kondiční schopnosti – silové, rychlostní a vytrvalostní – jsou ovlivněny metabolickými procesy získáním a využitím energie. Koordinační schopnosti jsou ovlivněny procesem řízení a regulace pohybu. Lze pozorovat další strukturalizaci schopností například krátkodobou a dlouhodobou vytrvalost, rychlost akční a reakční, koordinaci typu udržení rovnováhy, rytmu a jiné. Pohybové schopnosti se projevují v různých činnostech a jsou nepochybně součástí většiny sportovních výkonů

### **1.4.3 Proces tréninku**

Podle Periče a Dovalila (2010) představuje sportovní trénink proces biopsychosociální adaptace. Během tréninku dochází ke přizpůsobení se zvýšené tělesné námaze a ke snaze ovládnout nové pohyby. Je důležité ovládnout vzrušení, soustředit se, vydržet trénink a s ním spojené obtíže. Sport a sportovní trénink představuje nejen fyzickou, ale i psychickou zátěž. K pochopení podstaty tréninku a praktické realizace rozlišujeme:

- proces morfoloogicko-funkční adaptace;
- proces motorického učení;
- proces psychosociální adaptace.

#### **1.4.3.1 Morfoloogicko-funkční adaptace**

Vnitřní prostředí a jeho stálost definují dle Periče a Dovalila (2010) ukazatele tělesné teploty, krevního tlaku, pH, osmotického tlaku apod. Během zátěže dochází ke změnám těchto hodnot, organismus na tyto změny reaguje a snaží se je vyrovnávat. Komplex těchto ukazatelů se nazývá homeostáza. Dynamická rovnováha vnitřního prostředí je pro život nezbytná. Změna rovnováhy se označuje jako stres který při určité intenzitě narušuje homeostázu. Během dlouhodobého působení stresorů se organismus adaptuje, tedy přizpůsobuje a přestává na ně reagovat. Tyto podněty se chápou jako zatížení. Proces této adaptace charakterizují následující zákonitosti:

1. Během opakující se zátěže, se reakce organismu zmenšuje.
2. Zmenšená reakce organismu je způsobena vlivem opakovaného působení podnětů.
3. Aby došlo k adaptačním změnám, musejí se podněty opakovat dostatečně často a po delší dobu.
4. Podněty musí být přiměřené a nesmí překročit funkční hranice.
5. Neopakují-li se podněty v dostatečné míře, nastává návrat k původnímu stavu.

#### **1.4.3.2 Proces motorického učení**

Kromě výše popisovaných adaptačních změn vyžaduje dle Petriče a Dovalila (2010) sportovní trénink dokonalé osvojení často nepřírodných pohybů. Ve vrcholovém sportu se pak tyto pohyby jeví velmi snadné a elegantní. Skrývá se za nimi však mnoho hodin tréninku. Dokonalé osvojení pohybových dovedností je jedním z hlavních úkolů sportovního tréninku. Proces osvojování těchto pohybů se nazývá motorické učení. Obvykle se rozlišují čtyři fáze:

1. seznámení – První kontakt s pohybovou dovedností. Usiluje se o zapamatování zásadních míst v průběhu pohybu. Z představy vychází první pokusy. Vyskytují se nadbytečné pohyby během provedení. Výsledkem bývá osvojení si pohybu v hrubých rysech.

2. zdokonalování – Pohybová dovednost je zvládnuta v nejjednodušší míře. Sportovec si je vědom pohybu ve vztahu k okolí i sám sobě. Pohyb je plynulý a do jisté míry uchován v paměti, na druhou stranu dovednost ještě není stabilní a pokud by došlo k zastavení tréninku na delší čas, dojde k zapomenutí.
3. automatizace – Dovednost je plně zvládnuta. Díky mnohonásobnému učení se pohyb automatizuje. Zajištěna vysoká míra propriorecepce, která vytváří pocity. Jako pocit puku v hokeji, míče ve volejbalu, vody v plavání, atd. Součástí nácviku se stává také režim v jakém se dovednost nacvičuje, nastává plná automatizace i během vysoké únavy, či intenzitě pohybu. Zvláštním jevem je reminescence, tedy zlepšení pohybové dovednosti i tehdy, pokud ji sportovec přímo netrénuje a dovednost se „rozleží v hlavě“.
4. tvořivá realizace – Nejedná se o vlastní učení dovednosti, ale o její tvůrčí a takticky správné využití a spojení s dalšími dovednostmi. Dovednost bývá tvůrčím způsobem modifikována a bývá zvládnuta na mistrovské úrovni. Dosažení této úrovně vyžaduje dlouhou dobu tréninku.

### 1.4.3.3 Psychosociální adaptace

Během sportu se člověk ocitá v různých situacích, čelí problémům, zažívá úspěch i neúspěch. Dle Periče a Dovalila (2010) déle trvající účast ve sportovních aktivitách může utvářet a formovat charakter a projevy temperamentu. Vztahy které během sportu vznikají ať už mezi sportovci navzájem, mezi sportovci a trenéry, nebo funkcionáři, jsou založeny na společné snaze o dosažení cíle. Tyto vztahy závisí na určitých situacích, podmínkách, individuálních psychických vlastnostech a svoji roli hraje také úspěch či neúspěch. Toto tvrzení platí pro sport obecně, obzvláště pak v týmových sportech, kde je na místě odložit meziosobní vztahy a plně se soustředit na dosažení cíle. U psychosociální interakce během sportu a sportovního tréninku hovoříme nejčastěji o sociální percepci a komunikaci. Percepce znamená vnímání člověka člověkem během různých situací a je ovlivněna vlastními zkušenostmi, vztahem k druhému a aktuálním psychickým stavem.

Výsledkem percepce bývá soulad, pochopení, porozumění, nebo konflikt. Komunikace je spojení dvou subjektů. Je obousměrná, ovlivňuje tedy i toho, kdo informaci předává. Komunikace hraje důležitou roli během tréninku, trenér předává své záměry svěřencům a měl by u toho brát v potaz aktuální situaci, respektovat ostatní názory a zvolit vhodnou formu. Komunikace a percepce tvoří projevy každého trenéra, dobrý trenér by si měl být vědom svého chování, snažit se ho zdokonalit a využít správným způsobem. Důležitou součástí psychosociální adaptace je vztah spolupráce a soutěžení. Soutěžení je jedna z hlavních podstat sportu, přesto se klade důraz i na spolupráci a to i v individuálním sportu. Každý sportovec zároveň spolupracuje a soutěží. Důležité je rozdělit si role tak, aby každý znal důležitost svého poslání s významem sobě vlastním. Tím se

formuje vztah jedince k cílům skupiny. Sport a sportovní trénink není pouze motorickým projevem, ale také sociálním procesem, ve kterém psychika a vztahy ovlivňují sportovní výkon.

Člověk se neustále vyvíjí a i během sportu prochází změnami, které přesahují sportovní rámec. Trénink a soutěžení pak představují výchovné možnosti jako například smysl pro kolektiv, pro povinnost, respekt soupeře, odpovědnost, cílevědomost, houževnatost, odvalu, schopnost snést prohru atd. Tyto změny bývají často nezáměrné a vyplývají z účasti na soutěžích nebo trénincích. Samotná účast však není zárukou těchto změn, důležitou roli hraje trenér jako lídr, realizační tým, rodiče. O vlivu sportu na psychiku a chování člověka je proto na místě uvažovat jako o možnostech, které se mohou, ale také nemusejí uplatnit.

#### 1.4.4 Zátěž

Máček a Radvanský (2011) hovoří o svalové činnosti jako o základu zátěže, která se uplatňuje jak v běžných denních činnostech, tak v zaměstnání. Pokud však je tato svalová činnost provozována se záměrem zvýšení výkonnosti, tělesné zdatnosti, nebo zlepšení zdravotního stavu, pak ji značíme jako tělesné cvičení, nebo sportovní trénink. V tomto ohledu můžeme hovořit o:

- rekreační aktivitě – regenerace formou formou aktivního odpočinku;
- výkonnostním sportu – organizované činnosti se specifickým zaměřením;
- vrcholovém nebo profesionálním sportu – nejvyšší výkony profesionálních sportovců.

Vysvětlení vyžadují také následující pojmy:

- tělesná zdatnost – schopnost přiměřené reakce na vnější vlivy jako jsou zátěž, chlad, teplo;
- výkonnost – schopnost podávat měřitelný sportovní výkon v určité pohybové oblasti, nebo ve sportovním odvětví.

Nezbytným rozměrem sportovního tréninku a pohybové aktivity je vedle času také objem a intenzita zátěže. V současnosti se pro popis intenzity tělesné zátěže užívají následující jednotky:

- síla – v SI soustavě je jednotkou newton (N);
- práce – v SI je jednotkou joule (J).  $1 \text{ J} = 1 \text{ N}\cdot\text{m}$ ;
- výkon – v SI je jednotkou watt (W).  $1 \text{ W} = 1 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Při svalové činnosti se dle Máčka a Radvanského (2011) mění chemická energie na mechanickou s různě vysokou ztrátou. Výpočet vykonané práce je velmi obtížný, při složitých motorických cvičení až nemožný, přesné určení práce se provádí při laboratorní zátěži pomocí bicyklového ergometru, který klade regulovatelný odpor ve watttech. Je otázka, co lépe vyjadřuje výkonnost, zda celkově vykonaná práce, nejvyšší tolerovaná zátěž, nebo průměrný výkon. Na bicyklovém ergometru se při plně oxidačním hrazení energie výkon odráží ve spotřebě kyslíku. Celkově vykonaná práce souvisí s celkovou spotřebou kyslíku, výkon se spotřebou kyslíku v časové



jednotce. S rostoucími nároky na metabolický obrat se zvyšuje i množství kyslíku, které je třeba dodat do svalů, tedy  $VO_2$ . Hodnota  $VO_{2max}$  pak představuje maximální objem kyslíku, které tělo dokáže využít během minuty zátěže. Měří se v mililitrech kyslíku spotřebovaného za minutu na kilogram hmotnosti.

Druhy pohybové aktivity lze dle Máčka a Radvanského (2011) rozdělit dle stupně obtížnosti potřebné k jejich zvládnutí. Pro praktické vyjádření se užívá vztah spotřeby kyslíku přijaté v klidu. Energetický výdej vsedě v klidu označovaný jako metabolický ekvivalent (dále jen MET), spotřebuje  $3,5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  což u průměrného muže představuje asi 250 ml, u ženy pak 200 ml kyslíku. Práce v intenzitě 2 MET představuje pro muže spotřebu zhruba 500 ml kyslíku za minutu, v této intenzitě ještě hovoříme o lehké práci. Práce střední intenzity 3-4,5 MET si nárokuje přes 750 ml kyslíku za minutu. O těžké práci hovoříme v rozsahu 4,6-7 MET a o velmi těžké práci v rozsahu 7,1-10 MET. Jde o orientační rozdělení u průměrného jedince.

#### 1.4.4.1 Intenzita a energetické krytí

Funkční základ svalové činnosti je v energetickém krytí a intenzita činnosti ovlivňuje zdroje energie, způsob jejich uvolňování a průběžnou resyntézu. Během sportovního tréninku primárně rozlišujeme tři způsoby energetického zabezpečení. Jedná se o komplexy biochemických reakcí na buněčné úrovni (Perič, Dovalil, 2010):

- ATP-CP systém – Zajišťuje činnost maximální intenzity po dobu 10-15 s., dle Máčka a Radvanského (2011) vzniká energie štěpením adenosintrifosfátů (ATP) které se ztrátou jedné molekuly dělí na di- a monofosfát. Kreatin s volným fosfátem tvoří kreatinfosfát (CP), který je zdrojem pro resyntézu. Zásoby ATP se uvádí mezi 25 a 80  $\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$  svalové hmoty. Energie k resyntéze ATP se tvoří buď glykolitickou nebo oxidativní fosforylací mastných kyselin nebo krevní glukukózy, mnohdy přenesené do okolních vláken, orgánů ve formě laktátu.
- LA systém – Představuje reakci štěpení glykogenu pomocí anaerobní glykolízy, jejím produkt je zvýšená hladina laktátu, která způsobuje okyselení, vznik únavy, bolesti a snížení kvality vzruchu ve svalech. Klidová hladina laktátu v krvi činí zhruba  $1,5\text{-}2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  krve, maximální hodnoty  $12\text{-}14 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ , výjimečně více.
- $O_2$  systém – Poskytuje zdroj energie oxidativním štěpením cukrů a tuků. Glykogen se začíná štěpit od začátku cvičení, tuky kolem 12. minuty, tělo je schopné udržet práci se zásobou glukózy ve formě glykogenu po dobu okolo 1 hodiny, tuky vystačí řádově několik hodin. Dle Máčka, Radvanského (2011) tento proces probíhá pomaleji, ale množství dodané energie je omezené pouze na zásobu substrátu. Tento systém dominuje při dlouhodobějších

vytrvalostních výkonech. Výkonnost je limitována schopností transportních systémů, jako je dýchání a krevní oběh, dodat co nejvíce kyslíku.

Máček a Radvanský (2011) doplňují, že tyto systémy nejsou izolované, ale navzájem se protínají. Dodávka energie pro intenzivní krátkodobý výkon se mění v závislosti na potřebách motorické jednotky. Je zajištěna rozpadem fosfokreatinu a glykogenu a glykogenolýzou v rychlých vláknech typu II. B, na druhé straně oxidace sacharidů a tuků probíhá převážně ve svalových vláknech typu I, určených pro dlouhodobou vytrvalostní aktivitu.

### **1.4.5 Únava**

Máček a Radvanský (2011) vymezují dva typy únavy. Buďto se jedná o subjektivní pocity jedince, nebo o objektivní změny, které je možné sledovat během zátěže. Příčinou únavy je buď svalová činnost, kdy je možné únavu definovat jako pokles výkonnosti a neschopnost dále pokračovat, nebo psychický stres. V prvním případě, dle Máčka, Vávry (1980) hovoříme o únavě fyziologické, pro kterou je typická dynamičnost spočívající v nástupu, kulminaci a postupném vymizení během zotavení, v druhém případě se jedná o únavu mentální. Åstrand a kol. (2003) dělí únavu podle místa jejího vzniku na centrální a periferní, vzápětí však dodávají, že názvy přesně neodpovídají anatomickému významu z důvodu možnosti vzniku centrální únavy na periférii.

Åstrand a kol. (2003) považují za projev periferní únavy neschopnost svalového vlákna vyvinout maximální sílu, přestože došlo k optimálnímu impulsu z CNS. Panují schody v tom, že primárním důvodem periferní (svalové) únavy jsou metabolické změny projevené snížením energetických zásob (ATP, CP, glukózy, glykogenu) a zvýšením koncentrací fosfátu a aniontů La.

Dle Máčka, Radvanského (2011) existují další typy únavy jako patologická únava, která vzniká v důsledku onemocnění svalového systému, psychosenzorycká únava vznikající z přetížení smyslových orgánů, atd.

### **1.4.6 Zotavení**

Perič a Dovalil (2010) popisují zotavení jako nezbytnou fázi následující po zatížení ve sportovním tréninku. Zotavení vede k obnově homeostázy, k návratu fyziologických funkcí do klidové úrovně, k doplnění vyčerpaných energetických zdrojů a odbourání metabolitů. Vliv zatížení se neprojevuje pouze během cvičení, ale některé adaptační změny se objevují během zotavení. Rychlost jednotlivých zotavných procesů není stejná a je individuální. Relativně rychle se vrátí do klidových hodnot srdeční frekvence a tlak krve, delší dobu trvá odbourání metabolitů (v řádu hodin) a po dobu hodin až dnů dochází k obnovení rezerv glykogenu, vitamínů a enzymů. Roli hraje také trénovanost, věk, genetické predispozice. Proces zotavení lze dle Dovalila (2009) rozdělit do dvou

fází:

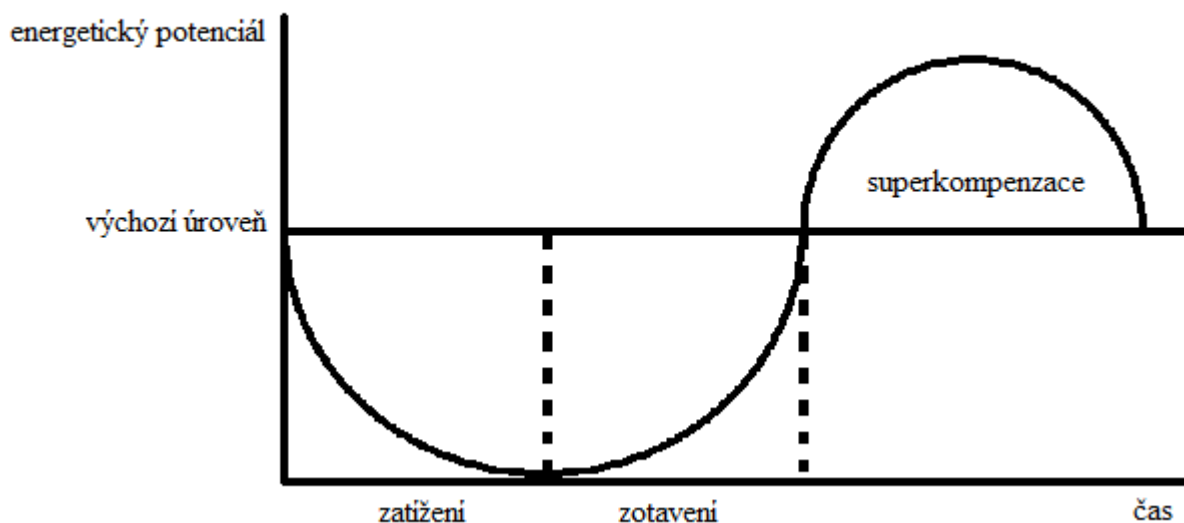
1. Rychlá fáze zotavení trvá přibližně 5 minut od ukončení zatížení a je charakteristická nejdynamičtějším změnami. Dochází k doplnění energetických zdrojů a k vyloučení určitého množství odpadních látek. Podle Máčka, Radvanského (2011) dochází během rychlé fáze zotavení k úhradě kyslíkového dluhu pomocí zotavného, nebo také pozátěžového kyslíku. Zhruba 10 % přijatého kyslíku putuje do krve, 5 % doplní zásoby myoglobinu a přibližně 15-20 % kyslíku se využije k resyntéze ATP a CP. Část energie je investována do odbourání tepla, které vzniklo během svalové práce. Dochází k poklesu krevního tlaku, vyplavování LA ze svalů, úplné odstranění však trvá hodiny.
2. Pomalá fáze zotavení je charakterizována pomalejšími změnami probíhajícími několik hodin až dní po ukončení zatížení, než nastane plné zotavení. Metabolismus se přepočítává ve prospěch anabolických procesů. Dochází ke tvorbě zásobního glykogenu, k resyntéze proteinů spojenou například s výstavbou nových tkání. Perič a Dovalil (2010) uvádí, že k úplnému zotavení dochází až na konci 2. fáze. Vyrovnávají se energetické zdroje, odplavování metabolitů se ukončuje. Rychlost zotavných procesů je zhruba 10x menší než během první fáze.



Obrázek 1: Průběh zotavení a zotavné záze (Perič, Dovalil, 2010)

### 1.4.7 Superkompenzace

Perič, Dovalil (2010) věnují zvláštní pozornost jevu zvanému superkompenzace. Podle nich během svalové činnosti dochází k intenzivnímu štěpení látek, které jsou po zátěži během zotavení resyntezovány. Resyntéza však neprobíhá pouze do původních hodnot před zatížením, ale tyto hodnoty jsou do určité míry převýšeny. Tento stav energetického potenciálu – převýšení výchozí úrovně energetických zdrojů – se nazývá superkompenzace. Tento stav není trvalý, ale po určité době nastává návrat do klidových hodnot. Další zatížení by tedy mělo teoreticky začínat právě ve fázi superkompenzace, aby došlo k nárůstu výkonnosti. Rychlost nástupu, velikost a trvání superkompenzace závisí na intenzitě a době trvání cvičení. Čím vyšší intenzita, tím dříve nastupuje superkompenzace. Při déletrvajícím zatížení menší intenzity nastává superkompenzace později.



Obrázek 2: Energetický potenciál ve fázi zatížení a zotavení (vlastní tvorba)

## 1.5 Charakteristika sportovní hry – lední hokej

Kostka, Bukač a Šafařík (1986) popisují lední hokej jako kolektivní sportovní brankovou hru která se odehrává na ledové ploše. Cílem hry je vstřelit herním kotoučem (pukem) více branek než soupeř. Herní činnosti jsou zaměřeny buďto na útok nebo na obranu. Gut, Pacina (1986) uvádí, že lední hokej (hokej) proti sobě hrají vždy dvě družstva o šesti hráčích, konkrétně jeden brankář, dva obránci, tři útočníci. Dalších 10 – 17 hráčů je připraveno na střídání na střídačce. Herní prostor je ohraničen hrazením – mantinelem. Utkání řídí čtyři rozhodčí, z toho dva hlavní a dva čároví. Dle platných pravidel je doba utkání rozdělena na tři třetiny, každá po 20 minutách (mládežnické kategorie mají třetiny zkrácené na 15 minut). Vítězí družstvo které vstřelí více branek než soupeř.

Systematika ledního hokeje je základním obsahem této sportovní hry. Herní projev je tvořen činnostmi jednotlivců, skupin i celého družstva. Do hry také vstupuje trenér, který řídí přípravu na utkání a vede tým v jeho průběhu. Herní činnost se dělí na útočnou fázi a obrannou fázi. Dle Kostky, Bukače a Šafaříka (1986) je útočná fáze charakterizována tím, že tým který se zmocnil kotouče se snaží vsítit branku. Obranná fáze, je takovou fází při které tým není v držení kotouče, má snahu o jeho zisk a zároveň se snaží zabránit soupeřovi vstřelit branku. Zvlášť je vymezena obranná činnost brankáře. V ledním hokeji se rychle a plynule přechází z útoku do obrany a naopak.

### 1.5.1 Sportovní výkon v ledním hokeji

Heller (2018) řadí lední hokej k jednomu z nejrychlejších a nejnáročnějších sportů na světě. V plném nasazení hráči na bruslích dosahují na rychlosti až  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Energetický výdej se pohybuje

v rozmezí 40-70 kJ.min<sup>-1</sup>. Celkový energetický výdej pak odpovídá zhruba 4 až 5 MJ. Hra ledního hokeje představuje přerušovaný intervalový typ aktivity, vyžadující široké spektrum motorických dovedností, reakčních a rozhodovacích schopností i vysokou úroveň tělesné zdatnosti. Pro lední hokej je typické střídání cyklických (bruslení) a acyklických pohybů (hra tělem, práce holí). Reilly et al. (1990) uvádí, že hráč za zápas průměrně stráví na ledě 24.5 minuty a ubruslí vzdálenost zhruba 5500 m. Celková doba na ledě je rozdělena do intervalů (střídání) zpravidla trvajících 40-60 s. Tyto intervaly se střídají s odpočinkem na střídačce obvykle trvajícím zhruba 200 s. Časový poměr doby zatížení na ledě a doby odpočinku pak odpovídá 1 : 5. Během těchto střídání dosahuje srdeční frekvence (SF) průměrně 90% maxSF a více.

Dle Hellera (2018) se během utkání různou měrou podílí všechny systémy energetické úhrady. Při krátkých acyklických akcích převažuje alaktátový anaerobní systém, během rychlostně vytrvalostního zatížení převažuje systém anaerobní glykolýzy. Koncentrace laktátu v krvi během utkání kolísá mezi 5-10 mmol.l<sup>-1</sup>. Aerobní systém energetické úhrady se uplatňuje během zotavení na střídačce mimo led a převažuje při plynulé nepřerušované hře např. během tréninku. O převažujícím systému energetického krytí rozhodují vnitřní i vnější faktory jako intenzita a doba zatížení, styl hry, délka odpočinku, ale i trénovanost a vrozené dispozice hráč.

## **2 Cíle práce**

### **2.1 Hlavní cíl**

Hlavním cílem je realizovat vyhodnocení úrovně pohybové aktivity u mládežnických kategorií TJ HC Vlci Jablonec nad Nisou.

### **2.2 Dílčí cíle**

- 1) Analyzovat dobu strávenou v pásnu MVPA intenzity pohybové aktivity pomocí akcelerometrů ActiGraph.
- 2) Analyzovat tělesné složení metodou bioelektrické impedance pomocí přístroje InBody 770.
- 3) Konfrontovat výsledky a stanovit závěry a doporučení pro tréninkovou praxi daných věkových kategorií.

## **3 Metodika výzkumu**

### **3.1 Charakteristika výzkumného souboru**

Zkoumaným souborem je 5 mládežnických kategorií hokejového klubu TJ HC Vlci Jablonec nad Nisou. K měření bylo vybráno 5 kategorií. U11, U13, U15, U17 a U20. Dohromady bylo měřeno 89 hráčů.

#### **3.1.1.1 U11**

Nejmladší sledovanou skupinou byli hráči kategorie U11. Z této kategorie se měření zúčastnilo celkem 18 hráčů. Převážně se jednalo o ročníky narození 2011 a 2012.

#### **3.1.1.2 U13**

Další sledovanou skupinou byli hráči kategorie U13. Z této kategorie se měření zúčastnilo celkem 21 hráčů. Převážně se jednalo o ročníky narození 2009 a 2010.

#### **3.1.1.3 U15**

Další sledovanou skupinou byli hráči kategorie U15. Z této kategorie se měření zúčastnilo celkem 20 hráčů. Převážně se jednalo o ročníky narození 2007 a 2008.

#### **3.1.1.4 U17**

Další sledovanou skupinou byli hráči kategorie U17. Z této kategorie se měření zúčastnilo celkem 18 hráčů. Převážně se jednalo o ročníky narození 2005 a 2006.

#### **3.1.1.5 U20**

Poslední a nejstarší sledovanou skupinou byli hráči kategorie U20. Z této kategorie se měření zúčastnilo 12 hráčů. Převážně se jednalo o ročníky narození 2003 a 2004.

Z 89 měření bylo 76 shledáno jako platných a 13 neplatných. Platnost měření činila 89,39%.

Neplatná měření se prokázala u:

- 2 hráčů kategorie U11,
- 3 hráčů kategorie U13,
- 3 hráčů kategorie U15,
- 4 hráčů kategorie U17,
- 1 hráče kategorie U20.

## 3.2 Charakteristika výzkumných metod

### 3.2.1 Měření tělesného složení

Měření tělesného složení probíhalo metodou přímé analýzy segmentové multi-frekvenční bioelektrické impedance pomocí přístroje InBody 770. Přístroj měří impedanci za použití 6 frekvencí (1,5,50,250,500,1000 kHz) pomocí 8 elektrod. Přístroj měří a ukládá data o tělesné hmotnosti, hmotnosti tukuprosté hmoty, zastoupení tělesného tuku, svalů, množství vody v těle. Dalšími parametry, které nebyly v práci využity jsou viscerální tuk, intra a extra celulární voda aj. Pomocí softwaru ke správě dat byly vygenerovány soubory ve formátu PDF z nichž byla data čerpána. Analýza tělesného složení probíhala v předem určený čas bezprostředně před tréninkovou jednotkou. Mezi sledované ukazatele byly vybrány následující parametry:

- hmotnost;
- % BFM;
- FFM.



Obrázek 3: InBody 770 (Wikimedia commons, 2021)



### 3.2.2 Sledování pohybové aktivity

Sledování pohybové aktivity bylo uskutečněno pomocí devíti-osových akcelerometrů ActiGraph GT9X Link. Přístroje zaznamenávají surová data o zrychlení těla ve vysokém rozlišení, která jsou převedena na řadu objektivních informací o pohybové aktivitě a spánku. Mezi dostupné výstupy patří informace o době strávené v pásmech intenzity pohybové aktivity, vykonaných krocích, spálených kaloriích, MET jednotkách, fázích spánku aj.

Snímací frekvence byla nastavena na 30 Hz, pro inicializaci a stažení surových dat převedených na 60 sekundové epochy byl využit software ActiLife. Mezní zóny pro stanovení intenzity PA byly nastaveny manuálně (sedavé chování <3000 countů, lehká intenzita 3001-7000 countů, střední intenzita 7001-12000 countů, vysoká intenzita >12001 countů) County jsou dle ActiGraph (2018) výsledkem sečtení dodatečně filtrovaných hodnot akcelerometru a jejich hodnota se bude lišit v závislosti na frekvenci a intenzitě hrubého zrychlení. Z hlediska odfiltrování spánkové aktivity byla zpracována data každý den pouze v rozmezí 7:00-21:00. Sledování hráči měli přístroje umístěny na zápěstí nedominantní ruky. Sledovaná doba byl jeden týden letní přípravy, během kterého všichni hráči strávili 90 minut organizovaným tréninkem denně. Aktivita během spánku není započítána do měření. Sledovaným parametrem byla celková doba strávená v pásmu MVPA.



Obrázek 4: ActiGraph GT9X s náramkem (ActiGraph.com, 2022)

### 3.3 Procedura

Naše měření se uskutečnilo dvou kolově vždy 7 dní během letní přípravy na začátku sezóny 2021/2022. Měření bylo rozděleno na dvě kola, celkem se ho zúčastnilo 89 hráčů. První měření započalo dne 26. 4. 2021, tento den bylo změřeno tělesné složení a rozdány akcelerometry skupinám U15, U13 a části skupiny U11 a skončilo dne 3. 5. 2021, kdy byly akcelerometry navraceny. Prvního kola měření se zúčastnili:

- 4 hráči kategorie U11,
- 21 hráčů kategorie U13,
- 20 hráčů kategorie U15.

Druhé kolo započalo dne 10. 5. 2021 změřením tělesného složení, rozdáním akcelerometrů skupinám U20, U17, zbytku skupiny U11 a skončilo dne 10. 5. 2021, kdy byly akcelerometry navraceny. Druhého kola měření se zúčastnilo:

- 14 hráčů kategorie U11
- 18 hráčů kategorie U17
- 12 hráčů kategorie U20

Během sledovaných týdnů hráči všech kategorií absolvovali v různém pořadí vždy 75 minutové organizované tréninky ve sportovním areálu Srnčí důl, na sjezdovce Dobrá Voda, v parku ve Wolkerově ulici v Jablonci nad Nisou a v sokolovně ve Fügnerově ulici v Jablonci nad Nisou. Největší část pohybového fondu činila spontánní pohybová aktivita. Přístroj InBody 770 i akcelerometry ActiGraph GT9X včetně náramků zajistila Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická Technické Univerzity v Liberec, katedra tělesné výchovy a sportu.

### 3.4 Zpracování dat

Získaná data z výše zmíněných měření byla vkládána do tabulkového programu LibreOffice Calc. Do výsledků naměřených dat bylo vloženo několik základních popisných statistik jako aritmetický průměr, směrodatná odchylka, maximální a minimální hodnota.

Výsledky z měření tělesného složení, konkrétně podílu tukové tkáně na celkové hmotnosti byly porovnány s normálovými hodnotami dle Dörhöfera, Pilricha (2005) pro chlapce ve věku (11-17) a pro muže (+18 let) u kterých při nedosažení normálního podílu tukové tkáně hovoříme o podváze, při překročení normálního podílu tukové tkáně hovoříme o nadváze (u překročení o více než 5 % o obezitě). Výsledky kategorií U11 – U17 byly porovnány s hodnotami pro věkové rozmezí 11-17 let, výsledky kategorie U20 s hodnotami pro starší 18 let a následně v rámci všech skupin.

Tabulka 2: Průměrné hodnoty vybraných komponent u dětí a dospělých (Dörhöfer, Pilrich 2005)

věk	nebezpečně nízký podíl BFM	nízký podíl BFM	normální podíl BFM	vysoký podíl BFM	nebezpečně vysoký podíl BFM	normální množství FFM
[roky]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[kg]
11-17 let	< 8	8 – 13	13,1 – 21,9	22 – 27	> 27	30,5 – 58,2
>18 let	< 8	8 – 10,5	10,6 – 24,5	24,6 – 30	> 30	53,5 – 69,8

BFM = tuková tkáň; FFM = tukuprostá hmota

U měření pohybové aktivity jsem se zaměřil výhradně na průměrnou denní dobu strávenou v pásmu MVPA (AdMVPA). Dále jsem pomocí Pearsonova korelačního koeficientu zjišťoval vztah hodnot AdMVPA a procentuálního podílu tukové tkáně u všech skupin zvlášť. Tento koeficient byl vypočítán pomocí programu LibreOffice Calc a charakterizován dle De Vauseho (2002) interpretace.

Tabulka 3: Interpretace hodnot korelačního koeficientu (De Vause, 2002)

Hodnota korelace	Interpretace souvislosti
0	nekorelace
0,01 – 0,09	triviální
0,10 – 0,29	nízka
0,30 – 0,49	střední
0,50 – 0,69	podstatá
0,70 – 0,89	velmi silná
0,90 – 0,99	perfektní

## 4 Výsledky a diskuze

### 4.1 Kategorie U11

#### 4.1.1 Tělesné složení

Tabulka 4: Analýza tělesného složení U11

n	A	H	W	FFM	% BFM	MAX	MIN
[počet]	[roky] ± SD	[cm] ± SD	[kg] ± SD	[kg] ± SD	[%] ± SD	[%]	[%]
16	10,58 ± 1,19	145,31 ± 8,66	37,57 ± 8,5	30,74 ± 5,23	16,88 ± 8,25	34,51	7,72

n = rozsah souboru; A = věk; H = hmotnost; W = výška; FFM = tukuprostá hmotat; %BFM = % tukové tkáně; MAX = maximální hodnota %BFM; MIN = minimální hodnota %BFM; SD = směrodatná odchylka

Dle měření kategorie U11 byl zjištěn:

- 1 jedinec s nebezpečně nízkým podílem BFM;
- 5 jedinců s nízkým podílem BFM (podváha);
- 7 jedinců s normálním podílem BFM (normální váha);
- 1 jedinec s vysokým podílem BFM (nadváha);
- 2 jedinci s nebezpečně vysokým podílem BFM (obezita).

Dle tabulky 4 měření skupiny U11 prokázalo, že nejmladší měřená skupina obsahuje nejmenší průměrné hodnoty tělesné výšky, hmotnosti i aktivní tělesné hmotnosti v porovnání se zbytkem souboru. Průměrná hodnota tělesného tuku je v porovnání s ostatními měřeními skupinami 2. nejvyšší, ve srovnání s normou Dörhöfera a Pilricha (2005) však normální.

#### 4.1.2 Pohybová aktivita

Tabulka 5: Analýza pohybové aktivity U11

n	AdMVPA	Pkk
[počet]	[min] ± SD	
16	121,21 ± 31,27	-0,23

n = rozsah souboru; AdMVPA = průměrná denní doba v pásnu MVPA; Pkk = Pearsonův kolerační koeficient; SD = směrodatná odchylka

Dle tabulky 5 strávili členové skupiny U11 nejdelší průměrnou dobu v pásnu MVPA ze všech měřených skupin. Vypočtený korelační koeficient -0,23 značí dle De Vauseho (2002) nízkou antikorelaci.

## 4.2 Kategorie U13

### 4.2.1 Tělesné složení

Tabulka 6: Analýza tělesného složení U13

n	A	H	W	FFM	% BFM	MAX	MIN
[počet]	[roky] ± SD	[cm] ± SD	[kg] ± SD	[kg] ± SD	[%] ± SD	[%]	[%]
18	11,06 ± 0,59	146,88 ± 6,4	41,78 ± 9,65	33,06 ± 5,27	19,39 ± 8,94	40,43	9,62

n = rozsah souboru; A = věk; H = hmotnost; W = výška; FFM = tukuprostá hmotat; %BFM = % tukové tkáně; MAX = maximální hodnota %BFM; MIN = minimální hodnota %BFM; SD = směrodatná odchylka

Dle měření kategorie U13 bylo zjištěno:

- 5 jedinců s nízkým podílem BFM (podváha);
- 6 jedinců s normálním podílem BFM (normální váha);
- 4 jedinci s vysokým podílem BFM (nadváha);
- 3 jedinci s nebezpečně vysokým podílem BFM (obezita).

Měřením skupiny U13 byl dle tabulky 6 nastavuje předpokládaný trend rostoucích průměrných hodnot tělesné výšky, hmotnosti i aktivní tělesné hmotnosti. V této skupině byla zjištěna nejvyšší průměrná hodnota tělesného tuku, dle normy Dörhöfera a Pilricha (2005) však stále normální. Rovněž se zde nacházel jedinec s nejvyšším podílem tukové tkáně z celého měřeného souboru.

### 4.2.2 Pohybová aktivita

Tabulka 7: Analýza pohybové aktivity U13

n	AdMVPA	Pkk
[počet]	[min] ± SD	
18	119,10 ± 31,27	0,15

n = rozsah souboru; AdMVPA = průměrná denní doba v pásnu MVPA; Pkk = Pearsonův korelační koeficient; SD = směrodatná odchylka

Dle tabulky 7 bylo zjištěno, že skupina U13 strávila druhou nejdelší průměrnou dobu v pásnu MVPA. Vypočtený korelační koeficient 0,15 značí dle De Vauseho (2002) nízkou antikorelaci.

## 4.3 Kategorie U15

### 4.3.1 Tělesné složení

Tabulka 8: Analýza tělesného složení U15

n	A	H	W	FFM	% BFM	MAX	MIN
[počet]	[roky] ± SD	[cm] ± SD	[kg] ± SD	[kg] ± SD	[%] ± SD	[%]	[%]
17	13,15 ± 0,77	162,69 ± 9,79	53,53 ± 12,61	44,01 ± 8,36	16,74 ± 7,55	35,36	5,5

n = rozsah souboru; A = věk; H = hmotnost; W = výška; FFM = tukuprostá hmotat; %BFM = % tukové tkáně; MAX = maximální hodnota %BFM; MIN = minimální hodnota %BFM; SD = směrodatná odchylka

Dle měření kategorie U15 byl zjištěn:

- 1 jedinec s nebezpečně nízkým podílem BFM;
- 5 jedinců s nízkým podílem BFM (podváha);
- 8 jedinců s normálním podílem BFM (normální váha);
- 1 jedinec s vysokým podílem BFM (nadváha);
- 2 jedinci s nebezpečně vysokým podílem BFM (obezita).

Dle tabulky 8 byl měřením skupiny U15 potvrzen trend rostoucích průměrných hodnot tělesné výšky, hmotnosti a aktivní tělesné hmotnosti. Zjištěné průměrné procento tukové tkáně je ve srovnání s ostatními měřeními 3. nejvyšší, dle normy Dörhöfera a Pilricha (2005) ale normální.

### 4.3.2 Pohybová aktivita

Tabulka 9: Analýza pohybové aktivity U15

n	AdMVPA	Pkk
[počet]	[min] ± SD	
17	73,38 ± 28,89	0

n = rozsah souboru; AdMVPA = průměrná denní doba v pásnu MVPA; Pkk = Pearsonův korelační koeficient; SD = směrodatná odchylka

Z tabulky 9 vyplývá, že skupina U15 strávila ve vztahu k ostatním skupinám druhou nejkratší průměrnou dobu v pásnu MVPA. Vypočtený korelační koeficient 0 značí dle De Vauseho (2002) nekorelaci, tedy žádnou statisticky zjistitelnou lineární závislost hodnot.

## 4.4 Kategorie U17

### 4.4.1 Tělesné složení

Tabulka 10: Analýza tělesného složení U17

n	A	H	W	FFM	% BFM	MAX	MIN
[počet]	[roky] ± SD	[cm] ± SD	[kg] ± SD	[kg] ± SD	[%] ± SD	[%]	[%]
14	15,37 ± 0,54	178,87 ± 8,43	66,78 ± 9,39	59,09 ± 7,97	11,37 ± 3,59	18,07	6,46

n = rozsah souboru; A = věk; H = hmotnost; W = výška; FFM = tukuprostá hmotat; %BFM = % tukové tkáně; MAX = maximální hodnota %BFM; MIN = minimální hodnota %BFM; SD = směrodatná odchylka

Dle měření kategorie U17 bylo zjištěno:

- 2 jedinci s nebezpečně nízkým podílem BFM;
- 9 jedinců s nízkým podílem BFM (podváha);
- 3 jedinci s normálním podílem BFM (normální váha).

Z tabulky 10 je patrné držení rostoucího trendu průměrných hodnot tělesné výšky, hmotnosti, aktivní tělesné hmotnosti i u skupiny U17. Byl zjištěn nejmenší podíl tukové tkáně ze všech měřených skupin, dle Dörhöfera a Pilricha (2005) normální.

### 4.4.2 Pohybová aktivita

Tabulka 11: Analýza pohybové aktivity U17

n	AdMVPA	Pkk
[počet]	[min] ± SD	
14	104,53 ± 30,37	0,02

n = rozsah souboru; AdMVPA = průměrná denní doba v pásmu MVPA; Pkk = Pearsonův korelační koeficient; SD = směrodatná odchylka

Podle tabulky 11 byl skupině U17 změřen třetí nejdelší průměrný čas v pásmu MVPA. Korelační koeficient 0,02 značí dle De Vauseho (2002) triviální stupeň korelace.

## 4.5 Kategorie U20

### 4.5.1 Tělesné složení

Tabulka 12: Analýza tělesného složení U20

n	A	H	W	FFM	% BFM	MAX	MIN
[počet]	[roky] ± SD	[cm] ± SD	[kg] ± SD	[kg] ± SD	[%] ± SD	[%]	[%]
11	17,41 ± 0,77	176,03 ± 6,23	73,88 ± 8,19	62,35 ± 5,20	14,94 ± 8,73	39,8	8,38

n = rozsah souboru; A = věk; H = hmotnost; W = výška; FFM = tukuprostá hmotat; %BFM = % tukové tkáně; MAX = maximální hodnota %BFM; MIN = minimální hodnota %BFM; SD = směrodatná odchylka

Dle měření kategorie U20 byli zjištěni:

- 3 jedinci s nízkým podílem BFM (podváha);
- 7 jedinců s normálním podílem BFM (normální váha);
- 1 jedinec s nebezpečně vysokým podílem BFM (obezita).

Dle tabulky 12 byly u nejstarší skupiny U20 naměřeny maximální průměrné hodnoty tělesné výšky, hmotnosti i aktivní tělesné hmotnosti. Ve skupině byl zaznamenán nejmenší průměrný podíl tukové tkáně ze všech měřených skupin, podle Dörhöfera a Pilricha (2005) normální.

### 4.5.2 Pohybová aktivita

Tabulka 13: Analýza pohybové aktivity U20

n	AdMVPA	Pkk
[počet]	[min] ± SD	
11	71,18 ± 27,77	0,64

n = rozsah souboru; AdMVPA = průměrná denní doba v pásmu MVPA; Pkk = Pearsonův korelační koeficient; SD = směrodatná odchylka

Dle tabulky 13 byla měřením pohybové aktivity skupiny U20 zjištěna nejkratší průměrná doba v pásmu MVPA. Vypočtený korelační koeficient 0,64 značí dle De Vauseho (2002) podstatnou korelaci.

V porovnání 76 správně změřených jedinců s normou byli zjištěni celkem 4 jedinci s nebezpečně nízkým podílem tukové tkáně, 27 jedinců s nízkým podílem tukové tkáně, 31 jedinců s normálním podílem tukové tkáně, 6 jedinců s vysokým podílem a 8 jedinců s nebezpečně vysokým podílem tukové tkáně. V porovnání mezi skupinami čítala nejvíce jedinců (2) s nebezpečně nízkým podílem tukové tkáně skupina U17, nejvíce jedinců (9) s nízkým podílem tukové tkáně byl změřen



taktéž ve skupině U17, nejvíce jedinců (8) s normálním podílem tukové tkáně čítala skupina U15, nejvíce jedinců (4) s vysokým podílem tukové tkáně i s nebezpečně vysokým podílem tukové tkáně (3) čítala skupina U13. V rámci jednotlivých skupin pak ve skupině U20 byl největší počet členů (7) s normálním podílem tukové tkáně, ve skupině U17 byl největší počet členů (9) s nízkým podílem tukové tkáně a ve skupinách U15, U13 a U11 byl největší počet členů (8, 6 a 7) s normálním podílem tukové tkáně.

Dle výsledků sledování pohybové aktivity bylo zjištěno, že v rámci souboru strávila skupina U11 druhou nejdelší dobu v pásmu MVPA intenzity pohybové aktivity a to 121,3 min s korelačním koeficientem hodnot průměrné denní doby strávené v pásmu intenzity MVPA a průměrného procentuálního podílu tukové tkáně -0,23 značícím nízkou antikorelaci. Skupina U13 strávila nejdelší dobu v pásmu v pásmu MVPA a to 119,1 min s korelačním koeficientem 0,15 značícím nízký stupeň korelace. Skupina U15 strávila druhou nejkratší dobu v pásmu MVPA a to pouze 73,38 min s korelačním koeficientem 0 značícím nekorelaci. Skupina U17 strávila třetí nejdelší dobu v pásmu MVPA a to 104,53 min s korelačním koeficientem 0,02 značícím triviální stupeň korelace a skupina U20 strávila nejkratší dobu v pásmu MVPA a to pouze 71,18 min s korelačním koeficientem 0,64 značícím již podstatnou korelaci.

## 5 Závěr

Cílem práce bylo realizovat vyhodnocení pohybové aktivity u vybraných mládežnických kategorií TJ HC Vlci Jablonec nad Nisou.

Dohromady bylo zkoumáno 89 hráčů z kategorií U11, U13, U15, U17 a U20 z nichž se měření u 13 z nich prokázala jako neplatná. Vyhodnocení pohybové aktivity se skládalo ze sledování doby strávené v pásmu MVPA intenzity pohybové aktivity a ze zjištění komponent tělesného složení. Sledování pohybové aktivity bylo uskutečněno pomocí akcelerometrů značky ActiGraph, měření tělesného složení bylo uskutečněno pomocí přístroje InBody.

Měření tělesného složení bylo prokázáno, že se zvyšujícím průměrným věkem skupiny se také zvyšuje průměrná tělesná výška, hmotnost i tukuprostá hmota. Překvapením pro mě bylo, že největší průměrný procentuální podíl tukové tkáně byl změřen druhé nejmladší skupině U13, kde se dokonce vyskytl jedinec s absolutně nejvyšším podílem tukové tkáně ze souboru a druhý největší procentuální podíl tukové tkáně byl změřen nejmladší skupině U11. Skupina U15 dosáhla středních hodnot na všech rovinách měření tělesného složení. Naopak nejmenší průměrný procentuální podíl tukové tkáně byl změřen skupině U17, druhý nejmenší procentuální podíl tukové tkáně byl změřen skupině U20. Stojí za zmínku, že ve skupině U17 byla maximální hodnota tukové tkáně u jedince 18,07 %, u ostatních skupin byla maximální hodnota tukové tkáně vždy nad hranicí 34 %.

Měření průměrné denní doby strávené v pásmu intenzity MVPA prokázalo, že skupiny U11 a U13 si svými dvěma nejdelšími časy trochu zlepšily reputaci z měření tělesného složení. Naopak nejkratší dobu ve výše zmíněném pásmu strávila skupina U20, druhou nejkratší dobu pak skupina U15. Skupina U17 dosáhla středové hodnoty. Každá sledovaná skupina strávila alespoň 71 minut denně v pásmu MVPA intenzity pohybové aktivity. Korelačním výpočtem pak nebyl zjištěn silný vztah mezi průměrnými hodnotami tukové tkáně a dobou strávené ve výše zmíněném pásmu. Výpočtem korelačního koeficientu hodnot průměrné denní doby strávené v pásmu intenzity MVPA a průměrného procentuálního podílu tukové tkáně byly u skupin U11-U13 zjištěny pouze nepatrné vzájemné vztahy, hodnoty na sobě mohou i přesto záviset, pouze tento vztah nelze vyjádřit lineární funkcí. Nejjednoznačnější koeficient korelace byl vypočten skupině U20. Tento koeficient značí již podstatnou přímou souvztažnost. Výpočtem korelačního koeficientu lze do jisté míry zjistit vztah zkoumaných hodnot, nelze však usoudit, že jedna z hodnot je příčinou a druhá následkem, protože korelace neimplikuje kauzalitu.

Nejvíce sympatické mi jsou výsledky skupiny U17, tato skupina sice strávila až 3. nejdelší dobu v pásmu MVPA intenzity pohybové aktivity, ale nevyskytl se zde ani jeden jedinec s vysokým

podílem tukové tkáně, natož s nebezpečně vysokým podílem tukové tkáně. Skupinám U20 a U15 bych vzhledem k jejich změřeným dobám v pásmu MVPA doporučil zvážit alternativy pro trávení volného času. Tyto dvě skupiny jako jediné ze souboru v tomto pásmu neztrávili ani 74 minut.

## 6 Referenční seznam

- ActiGraph GTX9. In: *ActiGraph GT9X Link* [online]. [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: <https://s3.amazonaws.com/actigraphcorp.com/wp-content/uploads/2018/02/26184932/link-wrist-band-550x550.jpg>
- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2011. *The FITT Plan for Physical Activity* [online]. [cit. 2022-04-05]. Dostupné z: [https://www.healthychildren.org/English/healthy-living/fitness/Pages/The-FITT-Plan-for-Physical-Activity.aspx#:~:text=FITT%20\(frequency%2C%20intensity%2C%20time,fitness%20level%2C%20and%20available%20resources](https://www.healthychildren.org/English/healthy-living/fitness/Pages/The-FITT-Plan-for-Physical-Activity.aspx#:~:text=FITT%20(frequency%2C%20intensity%2C%20time,fitness%20level%2C%20and%20available%20resources)
- AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2013. *Guide to the Assessment of Physical Activity: Clinical and Research Applications* [online]. [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.cir.0000435708.67487.da#:~:text=Physical%20activities%20are%20commonly%20quantified,or%20over%20a%20given%20week>.
- ÅSTRAND, Per-Olof. *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003. ISBN 0736001409.
- BUŽGA, Marek a Vladislava ZAVADILOVÁ, 2013. *Návody pro klinickou antropometrii a denzitometrii II.* [online]. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: [https://portal.osu.cz/wps/portal/is/publsearch?record\\_id=58269](https://portal.osu.cz/wps/portal/is/publsearch?record_id=58269)
- BOUCHARD, Claude, Roy J. SHEPHARD a Thomas STEVENS. *Physical Activity, Fitness, and Health: International Proceedings and Consensus Statement*. Champaign, IL : Human Kinetics Publishers, 1994. ISBN 0-87322-470-1.
- CASPERSEN, Carl. J., Keneth POWELL a Gregory M. CHRISTENSON, 1985. Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. Washington: Public Health Service. [online]. [cit. 2022-3-2]. dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1424733/pdf/pubhealthrep00100-0016.pdf>
- CALIFORNIA SCHOOL BOARDS ASSOCIATION, 2009. *Moderate to Vigorous Physical Activity in Physical Education to Improve Health and Academic Outcomes* [online]. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: [https://www.csba.org/GovernanceAndPolicyResources/DistrictPolicyServices/~/\\_media/CSBA/Files/GovernanceResources/PolicyNews\\_Briefs/StudentHealth/PhysEd\\_Actviity/2009\\_11\\_FactSheet\\_ModerateToVigorous.ashx#:~:text=Moderate%20physical%20activity%20refers%20to,aerobic%20dance%20or%20bicycling%20uphill.&text=coSt%2DEffEctiVE%20StratEgiES%20to%20iNcrEaSE%20MVPa%20iN%20P.E](https://www.csba.org/GovernanceAndPolicyResources/DistrictPolicyServices/~/_media/CSBA/Files/GovernanceResources/PolicyNews_Briefs/StudentHealth/PhysEd_Actviity/2009_11_FactSheet_ModerateToVigorous.ashx#:~:text=Moderate%20physical%20activity%20refers%20to,aerobic%20dance%20or%20bicycling%20uphill.&text=coSt%2DEffEctiVE%20StratEgiES%20to%20iNcrEaSE%20MVPa%20iN%20P.E)
- DOVALIL, Josef. *Výkon a trénink ve sportu*. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009. ISBN 978-80-7376-130-

1.

DOVALIL, Josef a Miroslav CHOUTKA. *Výkon a trénink ve sportu*. 4. vyd. Praha: Olympia, 2012. ISBN 978-80-7376-326-8.

DÖRHÖFER, Ralf a Matthias PIRLICH, 2005. *The BIA Compendium*. 2. vyd. Darmstadt: Data input. [online]. [cit. 2022-3-2]. dostupné z: <https://www.yumpu.com/en/document/view/13012439/the-bia-compendiumdata-inputde>

FRÖMEL, Karel, Zbyněk SVOZIL a Jiří NOVOSAD. *Pohybová aktivita a sportovní zájmy mládeže: [monografie pro studijní účely]*. Olomouc: Univerzita Palackého, 1999. ISBN 80-7067-945-X.

GUT, Karel a Václav PACINA. *Malá encyklopedie ledního hokeje*. Praha: Olympia, 1986. ISBN 27-010-86.

GRASGRUBER, Pavel a Jan CACEK. *Sportovní geny*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1873-3.

HAVLÍČKOVÁ, Ladislava. *Fyziologie tělesné zátěže: [skripta pro posluchače fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy]*. 2. dopl. vyd. Praha: Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-354-7.

HELLER, Jan. *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3359-6.

InBody 770. In: *Wikimedia commons* [online]. [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:InBody\\_770.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:InBody_770.jpg)

JARCOVSKÁ, Helena. *Cvičení na velkém míči*. Praha: Grada, 2007. Sport extra. ISBN 978-80-247-1751-7.

KOSTKA, Vladimír, Vladimír ŠAFARÍK a Luděk BUKAČ. *Lední hokej: (Teorie a didaktika) : celostátní vysokoškolská učebnice pro posluchače studijního oboru tělesná výchova a sport*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. ISBN 14-326-86.

MÁČEK, Miloš a Jan VÁVRA. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. 2. vyd. Praha: Avicenum, 1988. ISBN 978-80-247-4867-2.

MÁČEK, Miloš a Jiří RADVANSKÝ. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-695-3.

MALÁ, Lucie, Tomáš MALÝ, František ZÁHALKA a Václav BUNC. *Fitness assessment: body composition*. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2560-7.

MAGER, Jennifer R., Shalamar D. SIBLEY, Tiffany R. BECKMAN, Todd A. KELLOGG a Carrie P. EARTHMAN, 2008. *Multifrequency bioelectrical impedance analysis and bioimpedance spectroscopy for monitoring fluid and body cell mass changes after gastric bypass surgery* [online]. [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4284052/>

MUŽÍK, Vladislav a Milada KREJČÍ. *Tělesná výchova a zdraví: zdravotně orientované pojetí tělesné*

*výchovy pro 1. stupeň ZŠ*. Olomouc: Hanex, 1997. Tělesná výchova a zdraví. ISBN 808-57-83-177.

NOVÁKOVÁ, Zuzana a Robert ROMAN. *Praktická cvičení z fyziologie*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. ISBN 978-80-210-4391-6.

NOVOTNÝ, Jan, 2012. *Zdraví a pohybová aktivita*. [on-line]. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: [https://www.fsps.muni.cz/~novotny/ZPA\\_text.pdf](https://www.fsps.muni.cz/~novotny/ZPA_text.pdf)

PAŘÍZKOVÁ, Jana, 1998. *Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi*. [on-line]. [cit. 2022-22-02]. Dostupné z: <https://kramerius.medvik.cz/search/i.jsp?pid=uuid:53f3b95e-1b21-419b-95d5-3e8345542a26&q=Slo%C5%BEen%C3%AD%20t%C4%9Bla,%20metody%20m%C4%9B%C5%99en%C3%AD%20a%20vyu%C5%BEit%C3%AD%20ve%20v%C3%BDzkumu%20a%201%C3%A9ka%C5%99sk%C3%A9%20praxi>.

PERIČ, Tomáš a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.

REILLY, Thomas, Neils SECHER, Peter SNELL a Christopher WILLIAMS. *Physiology of Sports*. London: Routledge, 1990. ISBN 978-0-203-01331-1.

RIEGEROVÁ, Jarmila, Miroslava PŘIDALOVÁ a Marie ULBRICHOVÁ. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006. ISBN 80-85783-52-5.

STEJSKAL, Pavel. *Proč a jak se zdravě hýbat*. Břeclav: Presstempus, 2004. ISBN 80-903350-2-0.

SIGMUND, Erik a Dagmar SIGMUNDOVÁ. *Pohybová aktivita pro podporu zdraví dětí a mládeže*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2811-6.

VAUS, David de. *Analyzing social science data*. London: SAGE, 2009. ISBN 978-0-7619-5938-0.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020. *Physical activity* [online]. [cit. 2022-03-19]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity/>

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1946. *Constitution of the World Health Organization* [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.globalhealthrights.org/instrument/constitution-of-the-world-health-organization-who/>