

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

Hodnocení somatických parametrů a tělesné
konstituce u chlapců s pravidelnou řízenou
pohybovou aktivitou
ve věku infans a juvenis

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Robin Matěj, Rekreologie
Vedoucí práce: PhDr. Dr. Martin Sigmund, Ph.D.
Olomouc 2018

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Robin MATĚJ

Název závěrečné písemné práce: Hodnocení somatických parametrů a tělesné konstituce u chlapců s pravidelnou řízenou pohybovou aktivitou ve věku infans a juvenis

Pracoviště: KRL/FTK UP Olomouc

Vedoucí: PhDr. Dr. Martin Sigmund, Ph.D.

Rok obhajoby: 2018

Abstrakt: Diplomová práce se zabývá zhodnocením aktuálního stavu rozvoje vybraných somatických parametrů a tělesné konstituce u mladých hráčů ledního hokeje ve věku infans a juvenis. Výzkumný soubor tvořilo celkem 454 hráčů ledního hokeje ve věku od 10 do 18 let. Měření proběhlo v roce 2014 a 2015. Pro vysokou validitu a spolehlivost měřených antropometrických rozměrů, tedy tělesné výšky, tělesné hmotnosti a BMI, bylo postupováno dle Riegerové et al. (2006). Naměřené hodnoty byly následně porovnávány s referenčními daty 6. celostátního antropologického výzkumu z roku 2001. Z porovnávání výsledků vyplývá patrný rozdíl mezi dětmi s pravidelnou pohybovou aktivitou, zaměřenou na lední hokej a populačním průměrem, zejména pak u dětí starších čtrnácti let. Většina námi sledovaných a hodnocených parametrů v průběhu ontogeneze ve věku 10 až 18 let zaznamenává vzrůstající tendenci. Tělesná konstituce, udávána somatotypem, byla posuzována podle unifikované metodiky Carter-Heath (Carter & Heath, 1990). Vývoj středních hodnot somatotypů současných hráčů ledního hokeje ve věku 10 až 18 let, byl porovnáván s hodnotami somatotypů mladých hráčů ledního hokeje ve shodném věku z roku 1996. Z porovnaných výsledků vyplývají patrné změny za posledních 20 let, týkající se somatotypu, především pak u narůstající endomorfní složky.

Klíčová slova: lední hokej, ontogeneze, frakcionace tělesného složení, somatometrie, somatotyp

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Bc. Robin MATĚJ

Title of the master thesis: Evaluation of somatic parameters and physique boys controlled with regular physical activity at age infans and juvenis

Department: KRL/FTK UP Olomouc

Supervisor: PhDr. Dr. Martin Sigmund, Ph.D.

The year of presentation: 2018

Abstract: This thesis deals with the evaluation of the current state of development of selected somatic parameters and physical constitution in young ice hockey players at the age of infans and juvenis. The research group consisted of 454 ice hockey players aged between 10 and 18 years. The measurements were executed in 2014 and 2015. For the high validity and reliability of measured anthropometric dimensions, ie. body height, body weight and BMI, the procedure was proceeded according to Riegerová et al. (2006). The measured values were compared with the reference data of the 6th national anthropological survey of 2001. Comparison of the results shows a visible difference between children with regular physical activity focused on ice hockey and the average population, especially among children aged over 14. Most of our monitored and evaluated parameters during ontogenesis at the age of 10 to 18 show an increasing tendency. The body constitution, given by the somatotype, was assessed according to Carter-Heath's unified methodology (Carter & Heath, 1990). The development of mean somatotype values of current ice hockey players aged 10 to 18 was compared with the somatotype values of young ice hockey players at the same age in 1996. The results show significant changes over the last 20 years regarding the somatotype, especially regarding the increasing endomorphic part.

Keywords: ice hockey, ontogenesis, fractionation of body composition, somatometry, somatotype

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

Prohlášení autora:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně s odbornou pomocí PhDr. Dr. Martina Sigmunda, Ph.D., uvedl jsem všechny použité literární i odborné zdroje a dodržoval jsem zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 19. dubna 2018

.....

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce doc. PhDr. Dr. Martinu Sigmundovi, Ph.D., za cenné rady a odborné vedení při zpracování diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	SYNTÉZA POZNATKŮ	10
2.1	Základní charakteristika ledního hokeje	10
2.2	Fyziologická a pohybová charakteristika ledního hokeje	10
2.2.1	Fyziologická charakteristika.....	10
2.2.2	Pohybová charakteristika.....	13
2.3	Sportovní výkonnost	14
2.4	Kondiční příprava	18
2.5	Ontogeneze	19
2.5.1	Charakteristika jednotlivých období.....	20
2.6	Frakcionace tělesné hmotnosti	24
2.6.1	Tělesné složení	25
2.6.2	Metody odhadu tělesného složení.....	30
2.6.2.1	Antropometrie	30
2.6.2.2	Bioelektrická impedance (BIA).....	34
2.6.2.3	Somatometrie	37
2.6.2.4	Historie somatometrie sportovců.....	39
2.6.2.5	Somatometrické metody	40
2.6.3	Somatotypologie	42
2.6.3.1	Typologie Sheldona a Heathové-Cartera.....	47
2.6.3.2	Typologie sportovců	49
2.6.3.3	Typologie hráčů ledního hokeje	50
3	CÍL PRÁCE	51
3.1	Dílčí cíle	51
3.2	Výzkumná otázka	51
4	METODIKA	52
4.1	Charakteristika souboru	52
4.2	Etika výzkumného měření	52
4.3	Měření antropometrické rozměry	53
4.3.1	Tělesná výška	53
4.3.2	Tělesná hmotnost.....	53
4.3.3	Body mass index (BMI)	53

4.3.4	Antropometrické somatotypy	54
4.4	Statistické zpracování dat	57
5	VÝSLEDKY	60
6	DISKUZE	71
7	ZÁVĚRY	77
8	SOUHRN.....	79
9	SUMMARY	81
10	REFERENČNÍ SEZNAM	83
11	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	91
12	SEZNAM TABULEK	93

1 ÚVOD

Historie ledního hokeje sahá daleko do minulosti. Už francouzští kolonizátoři v 16. století, v době jejich příchodu do oblasti Velkých jezer na severu amerického kontinentu, byli svědky indiánské hry zvané Baggataway, kdy indiánské kmeny Irokézů, Chippewayů a Hurónů tuto hru provozovali s palicemi a míčkem, jak na ledě, tak na suchu. Později evropští vojáci přinesli s sebou podobnou hru s názvem hoquet. Lední hokej pak jako sportovní hru začali provozovat v Kanadě a to ve druhé polovině 19. století. První zmínky o hokejovém zápase jsou datovány do roku 1875, tenkrát se konalo utkání v první hale na světě, Victoria Scating Ring postavené v roce 1862 v Montrealu. První hokejovým klubem v Evropě byl Prince Hockey Club London, založený roku 1897. Mezinárodní hokejová federace (LIHG, IIHF) pak vznikla v roce 1908. V České republice se první celostátní hokejová liga, hrála s celkem osmi skupinami v roce 1936 (Sýkora et al., 1995).

Lední hokej patří k nejrychlejším kolektivní sportů na světě. Na našem území se lední hokej řadí mezi sporty na přední příčky, a to především díky výsledkům, které reprezentační tým České republiky získal na mezinárodním poli. Největším úspěchem novodobých dějin českého hokeje je asi zlatá olympijská medaile z Nagana, získaná v roce 1998 týmem kolem Jaromíra Jágra, Dominika Haška, Vladimíra Růžičky a dalších. Česká republika od roku 1993 kdy se osamostatnila, získala doposud vyjma titulu z Nagana 6 titulů mistrů světa a to v letech 1996, 1999, 2000, 2001, 2005 a 2010.

Diplomová práce se zabývá posouzením aktuálního stavu rozvoje vybraných somatických parametrů a tělesné konstituce u současných hráčů ledního hokeje ve věku infans (10 až 14 let) a juvenis (15 až 18 let).

Téma diplomové práce se konkrétně vztahuje k mladým hokejistům ve věku 10 až 18 let, přičemž dolní hranicí je věk, ve kterém hodně dětí s hokejem začíná. Naopak směrem k horní hranici věku, jde pak o období, kdy se již hráči rozhodují mezi tím, zda se hokeji budou věnovat nadále profesionálně anebo se hokej stane jen koníčkem.

Mladí hokejisté jsou dlouhodobě pozorováni a z antropologického hlediska se tímto potvrdila výrazná změna v jejich tělesném složení. Ačkoli v letech minulých převládala složka mezomorfní, tak dnes je dominantní endomorfní komponenta. Výrazným faktorem ovlivňující tento stav je životní styl současné doby.

V oblasti měření tělesného složení lidského těla představovalo značný posun využití bioelektrické impedanční analýzy (BIA). Tato metoda BIA je v současné době stále více využívána. Měření všech významných charakteristik týkajících se tělesného složení je poměrně rychlé s minimálním zatížením probanda při samotném měření. V různých sportovních odvětvích může sloužit segmentální analýza tělesného složení, jako zefektivnění tréninkové jednotky u sportovců. U osob nesportujících pak může být významným ukazatelem zdravotních rizik.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Základní charakteristika ledního hokeje

Lední hokej patří mezi brankové sportovní hry. Autoři Kostka, Bukač a Šafařík (1986) ve své práci popisují lední hokej, jako hru odehrávající se na ledové ploše, která je tvořena činností všech bruslicích hráčů, celkově zaměřených na útok nebo obranu s cílem vstřelit kotouč vedený hokejovou holí do soupeřovy branky.

Obtížnost hry nutí hráče k výdeji maxima síly v krátkém časovém úseku a tím vede ke střídání hráčů, kteří pak regenerují své síly relativně dlouhým pobytem na střídačce. Pro hru je tedy typické střídání napětí a uvolnění, střídání akcí vázaných na proměnlivé situace, jež se odehrávají na ledové ploše.

Lední hokej je hrán ve třech třetinách, kdy každá trvá čistého času dvacet minut. Mezi třetinami jsou pak patnáctiminutové přestávky. Družstvo je složeno vesměs z dvaadvaceti hráčů a ti se dělí na útočníky, obránce a brankáře. Následně se útočníci dělí na levé a pravé křídlo a dále středního útočníka. Hráči se stále střídají a to tak, aby byl na ledě zachován vždy počet pěti hráčů a brankář. Hra se v průměru podle dlouhodobých sledování přerušuje až 75× za utkání. Cílem hry je dát více gólů než protihráči. Je to jak fyzicky, tak i na správnou strategii náročná a tvrdá hra.

2.2 Fyziologická a pohybová charakteristika ledního hokeje

2.2.1 Fyziologická charakteristika

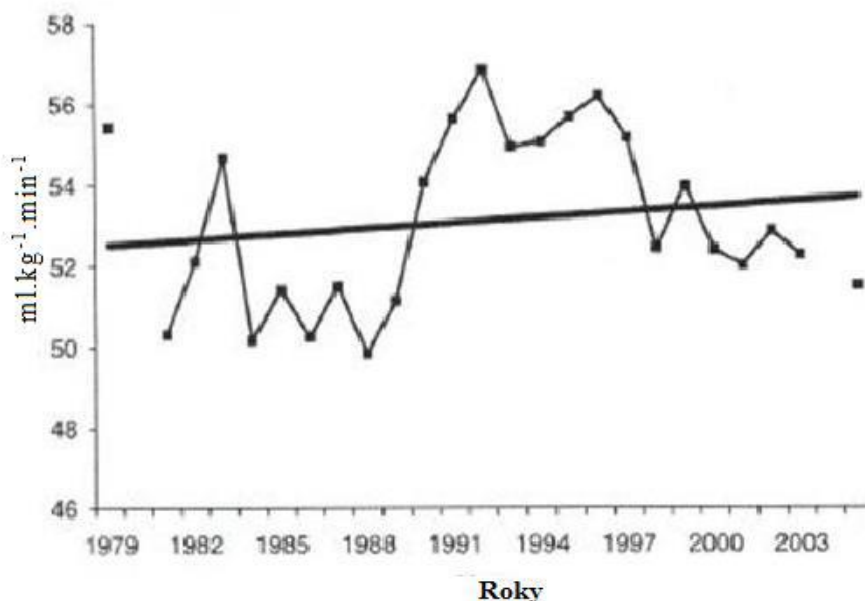
Lední hokej představuje z pohledu fyziologické náročnosti přerušovaný a intervalový typ pohybové aktivity. Taková to pohybová aktivita si žádá širokou škálu dovedností motorických, rozhodovacích a reakčních schopností, souhru a kvalitu analyzátorů, v neposlední řadě pak tělesnou zdatnost na vysoké úrovni (Cox et al., 1995; Green et al., 1976; Montgomery, 2006).

Nároky fyziologické, které jsou na hráče kladeny, se v mužstvu dle postavení hráče dělí na útočníka, obránce a brankáře. Obránci mají oproti útočníkům delší hrací dobu, větší množství přesunů po hřišti s nižší průměrnou rychlostí (Cox et al., 1995).

V průběhu jednoho střídání se v průměru doba zatížení na ledové ploše pohybuje kolem 45 až 50 sekund. Jsou tak zapojeny všechna metabolická pásma a to v závislosti na povaze a typu pohybové aktivity.

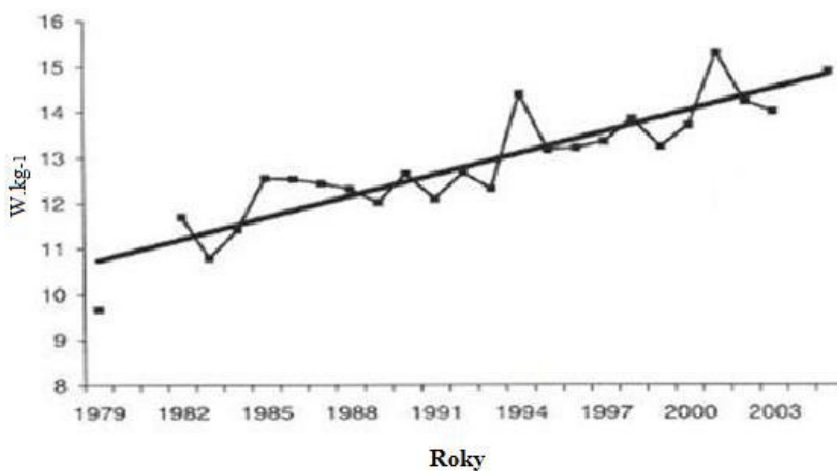
Při ledním hokeji se energetický výdej pohybuje kolem 8 METs , což z hlediska náročnosti aktivity prezentuje práci o velmi těžké intenzitě (Ainsworth, Haskell, Leon, Jacobs, Montoye, Sallis. & Paffenbarger,1993). V průběhu zápasu se průměrná srdeční frekvence pohybuje zhruba na 90 % maxima (Cox et al., 1995; Green et al., 1976; Paterson, 1979). Průměrná spotřeba kyslíku se pohybuje během jednoho střídání mezi 70 až 80% VO_2max a intenzita metabolismu činí 3200 % náležitého bazálního metabolismu. V průběhu utkání je energetický výdej odhadován na 3 400 kJ a na hodnoty až 4 800 kJ při intenzivním tréninku (Dlouhá, 1998). Tělesná hmotnost účinkem nadměrného pocení klesá až o 2 kg a po utkání se svalový glykogen snižuje až o 60 %. To je důvodem, proč je pro zotavení nutný pitný režim, kvalitní výživa a regenerační procedury (Heller, &Perič, 1996). U hráčů ledního hokeje dosahuje maximální aerobní výkon, tedy VO_2max průměrných hodnot 55 až 61 ml.kg-1.min-1.Špičkoví hráči mohou mít však mnohdy i vyšší hodnoty VO_2max , a to kolem 62 až 65 ml.kg-1.min-1.

Cox et al. (1995) upozorňují ve své longitudinální studii hráčů NHL na narůstající požadavky úrovně maximálního aerobního výkonu. V období desíti let se VO_2max navýšila o 8 ml.kg-1.min-1, z 54 na 62. Quinney et al. (2008) ve své práci znázorňují kolísavou tendenci úrovně VO_2max , která ovšem nemá souvislost s aerobními požadavky na hráče NHL v daném roce.



Obrázek 1. Vývoj maximální spotřeby kyslíku (ml.kg⁻¹.min⁻¹) hráčů ledního hokeje v NHL v období 1979-2003 (Quinney, et al., 2008)

U hráčů ledního hokeje se při testování anaerobní kapacity nejčastěji aplikuje Wingate test, prováděný na moderním Skatemillu nebo bicyklovém ergometru. Zkoušky požadují aktivitu vysoké intenzity a po krátkou dobu. V České republice jsou extraligové standarty pro anaerobní výkon 15,3 W.kg⁻¹, průměrné hodnoty kapacity anaerobní se pohybují od 342 do 349 J.kg⁻¹ (Heller, Vodička & Pavliš, 2009). Anaerobního výkonu u hráčů ledního hokeje hrajících v NHL při Wingate testu ukazuje obrázek 2, na kterém lze vidět vzestup, z čehož plyne, že požadavky na výkon anaerobní se stále zvyšují.



Obrázek 2. Maximální anaerobní výkon u hráčů ledního hokeje ve Wingate testu (Quinney et al, 2008)

Nohejl (1993) píše, že pro hráče ledního hokeje je poměr svalových vláken (FOG + FG) ve svalu vastus lateralis okolo 50 % : 50 %. Dle novější studie autora Periče et al. (2003), která byla realizována na 12 letých hráčích hokeje, byly výsledky v zastoupení pomalých vláken (SO), rychlých „červených“ vláken (FOG) a rychlých „bílých“ vláken (FG) v poměru 48 % : 39,2 % : 12,8 %.

2.2.2 Pohybová charakteristika

Pro lední hokej je typický střídavý (intermitentní) typ pohybové činnosti. Bruslení je pak základní lokomocí na ledě a jedná se o cyklický pohyb dolních končetin. V samotném herním projevu se však bruslení mnohdy stává i acyklickým pohybem. Stupeň rychlosti bruslení je dán kompozicí tří faktorů, a to frekvencí odrazů, produkcí svalové síly dolních končetin a vlastní technikou bruslení. Stěžejní fáze pro vhodnou techniku bruslení jsou, fáze akcelerace, fáze obrátů-změny směru a stabilizace frekvence bruslení.

Akcelerační fáze bruslení, je pak především vzhledem k pravidly povolenému fyzickému kontaktu hráčů ovlivněna odporem protivníka. Zdolání odporu protivníka závisí na obratnosti, rovněž také na síle a rychlosti, s jakou hráč soupeře překoná. Vlastní část technické komponenty bruslení je v tomto případě menší a zaměřuje se na postavení brusle a udržení postoje v odrazové fázi a změně směru. Silový účinek svalové práce zabezpečující hráčův pohyb je závislý na jeho mezisvalové koordinaci. Koordinace může být působením odporu porušena a důsledkem toho dojde k narušení samotné techniky bruslení. Za základ je pak považována druhá fáze, kde rytmus pohybu a jeho výslednou rychlost určují síla odrazu a frekvence kroku (Bukač, 2004).

Hráči ledního hokeje jsou nuceni adaptovat techniku bruslení podmínkám, což ve výsledku směřuje k mnohem silovějšímu způsobu bruslení.

Ve své práci Bukač (2004) píše, že pokud je odpor vyšší než 5 % tělesné hmotnosti, tak pak dochází k narušení techniky bruslení a koordinace pohybů. Situacím, kdy je odpor vyšší než zmiňovaných 5 %, je hráč během celého utkání vystavován opakovaně a jestliže chce být úspěšným, musí je zdolat. Svalové potřeby při bruslařském odrazu a skluzu jsou zaměřeny zejména na sílu extenzorů kyčle-velkých svalů hýžďových, extenzorů kolenního kloubu-čtyřhlavého svalu stehenního a flexorů chodidla-trojhlavého svalu lýtkového. Pohyb vpřed zaručují flexory kyčelního kloubu-přímé svaly stehenní, svaly

bedro kyčelní a napínače povázky stehenní. Adduktory (přitahovače) a abduktory (odtahovače) kyčelních kloubů, které kontrují účinkům dostředivé síly, se pak zapojují zejména u rychlých změn pohybu, jako například zatáčení do stran. (Cady & Stenlund, 1998).

Cady et al. (1998) rozlišují v biomechanické analýze bruslení tyto fáze: fáze postoje, fáze odrazu a fáze skluzu. Pro vhodnou techniku bruslení je typický postoj a to tak, že úhly v kloubu kyčelním jsou v rozmezí 90°-120°, úhel v kloubu kolenním je 125°-160° a sklon trupu činí 10°-35°.

Při švihů se zapojují trojhlavý sval pažní a deltový sval, při pohybu paží a střelbě se pak zapojují ohýbače a natahovače prstů (Cady et al., 1998).

Svalová činnost zápěstí a předloktí se projevuje při ovládní kotouče, v aktivitě jakou je střelba, kličkování a při samotném držení hole. Síla ramenního pletence a paží převažuje v činnostech úpolového typu. Do práce s hokejkou se tak zapojuje celý opěrně - hybný systém.

V průběhu pobytu na ledě, vykonává hráč charakteristické krátké sprinty, ve kterých rychlost jízdy dosahuje až 40 km/h, provádí střelbu a pouští se do mnoha osobních soubojů. Období zatížení v utkání, je mezi střídáními proloženo 2 až 5 minutami odpočinku (Cox, Miles, Verde, & Rhodes, 1995; Green et al., 1976; Montgomery, 1988).

Autorka Dlouhá (1998) ve své práci říká, že hra hokejisty v utkání je v průměru čistého času dlouhá 20 minut, kdy nabruslí v průběhu této doby téměř 5 000 m.

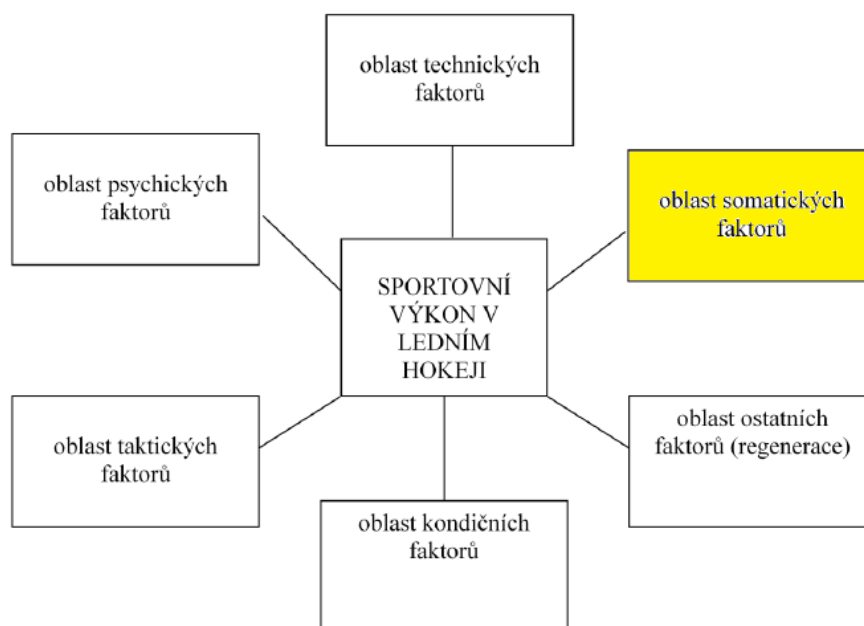
2.3 Sportovní výkonnost

Lehnert, Novosad a Neuls (2001) popisují sportovní výkon jako soubor specializovaných schopností sportovce. Obsahem sportovního výkonu je uvědomělá pohybová činnost, zaměřená na řešení určitého úkolu, který je vymezen pravidly daných disciplín, soutěží, závodů a klání.

Tam, kde je nezbytné podávání stabilního a dobrého výkonu v daném druhu sportu, jde ruku v ruce sportovní výkon se sportovní výkonností (Dovalil et al., 2002). Znalost složení sportovního výkonu a úrovně relevantních faktorů, které jsou součástí dané struktury, je důležitá pro sportovní trénink a jeho kvalitní vedení (Vaverka & Černošek,

2007). Z tohoto důvodu byly zhotoveny modely struktury sportovního výkonu a ty vymezují systém faktorů (prvků) a vztahů mezi nimi (Dovalil et al., 2002).

Jelikož Lední hokej pro svůj výkon potřebuje spojit více odlišných faktorů, které se navzájem nahrazují, získává tak specifickou strukturu. (Bunc&Psotta, 2001; Vaverka & Černošek, 2007).



Obrázek 3. Faktory (Prvky) sportovního tréninku

Ve specifických i obecných modelech jsou mezi komponenty (faktory) sportovního výkonu řazeny faktory somatické. V ledním hokeji tomu není jinak (Barzilay, 2002; Perič, 2006; Perič& Dovalil, 2010). V naší diplomové práci popisujeme somatické změny u mladých hráčů ledního hokeje, z tohoto důvodu se budeme v této části věnovat zejména somatickými faktory.

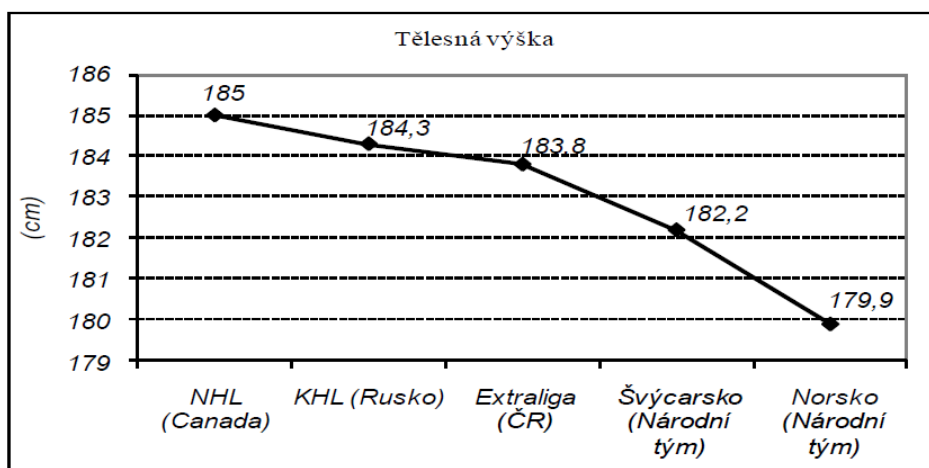
V poslední době je somatická diagnostika často používána jako součást testových baterií, které zkoumají sportovce a jejich výkonnost. Z nashromážděných výsledků mnoha studií se prokazuje, že se somatické parametry u sportovců v různých sportovních odvětví odlišují, jelikož pro všechny sportovní disciplíny jsou adekvátní jiná kritéria (Dostálová & Přidalová, 2005; Dostálová, Přidalová, & Kudrna, 2005). Takto se rovněž hodnoty somatických parametrů vrcholově sportujících jedinců odlišují od hodnot běžné

populace. Diferenciace mezi hodnotami běžné populace a sportovců se zvyšují s délkou přípravy sportovců a jejich rostoucím věkem (Kutáč, 2013).

V současném konceptu ledního hokeje se z aspektu sportovní antropologie ukazují jako vhodní jedinci, u nichž tělesná hmotnost osciluje okolo 88–92 kilogramů a tělesná výška dosahuje hodnoty úrovně 185 až 190 cm, tak jak je uvedeno v tabulce 1. Profesionální hráče ledního hokeje srovnává obrázek 4 a obrázek 5. Z hodnot uvedených na těchto obrázcích vyplývá, že v NHL hrají hokejisté nejtěžší a nejvyšší. U hráčů ledního hokeje je zastoupení tuku z celkové tělesné hmotnosti kolem 10–12 % (Montgomery, 2006; Vescovi, Murray, & VanHeest, 2006; Sigmund & Dostálová, 2011). Sigmund (2000) uvádí, že profesionální hráči mají velmi dobře vyvinutou mezomorfní komponentu, a to okolo úrovně 6 s vhodným rozvojem endomorfní komponenty pohybující se na hodnotách 2 až 2,5. Komponenta ektomorfní se pohybuje na rozhraní hodnot průměrných, kolem 1,5-2,0 a je zde spíše potlačena. Z uvedeného plyne, že optimální morfofenotyp vrcholových hokejistů udaný somatotypem se objevuje v kategoriích vyrovnaných mezomorfů, přesněji řečeno endomorfních-mezomorfů. Jsou to vesměs jedinci s převládající silovou komponentou, která je především v současné době nepostradatelným předpokladem pro úspěšné využití v tomto odvětví sportu (Sigmund, Riegerová, & Dostálová, 2012).

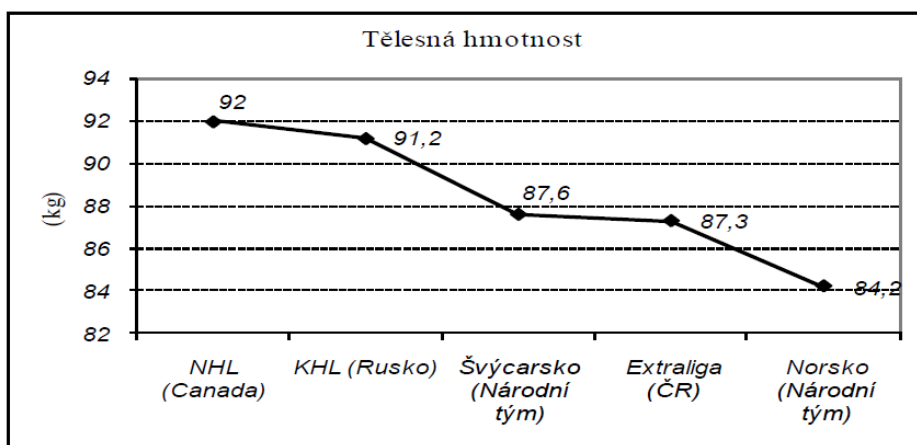
Tabulka 1. Somatická charakteristika hráčů NHL v roce 2003 (Vescovi, Murray, & Van Heest, 2006)

	útočníci	obránci	brankáři
Věk (roky)	17,9± 0,6	18± 0,5	18± 0,6
Výška (cm)	185± 4,7	186,8± 3,7	185,7± 4
Váha (kg)	86,7± 6,2	90,7± 7,2	85,1± 5,6
% tělesného tuku	9,7± 1,6	10± 1,4	10,9± 2,1

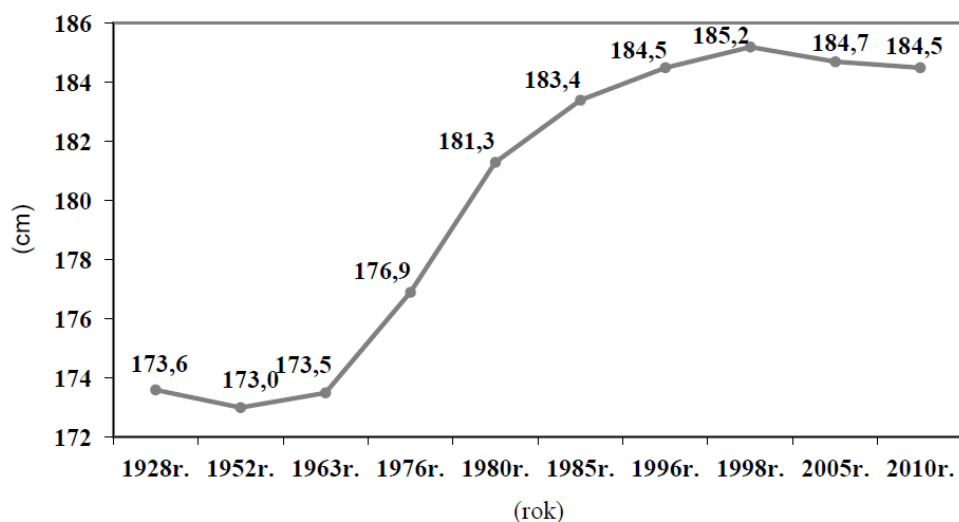


Obrázek 4. Srovnání průměrných hodnot tělesné výšky u vrcholových hráčů ledního hokeje (Sigmund & Dostálová, 2011)

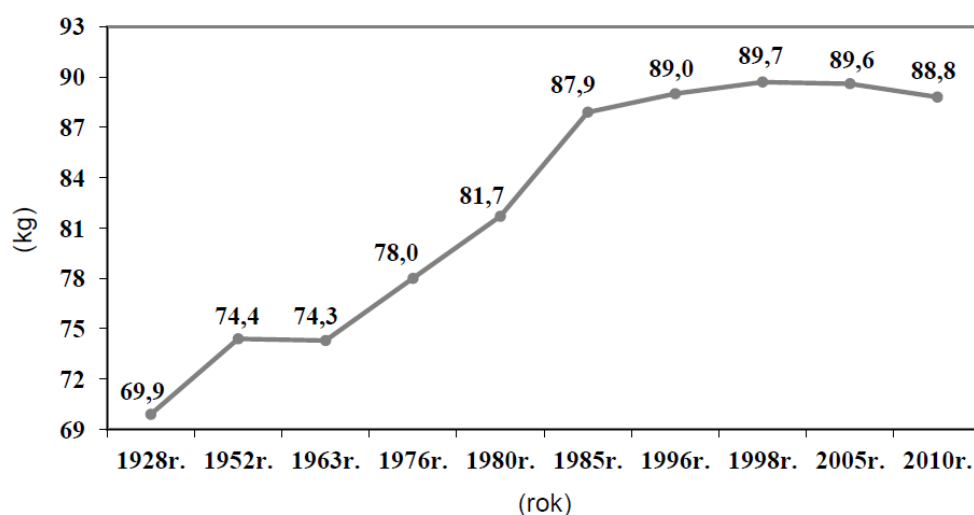
Sigmund, Dostálová a Riegerová (2012) došli při zkoumání vývoje základních morfologických parametrů u profesionálních hráčů ledního hokeje v České republice (1928 – 2010) k závěru, že u nich dochází k nárůstu tělesné hmotnosti o 18,9 kg a tělesné výšky o 10,9 cm.



Obrázek 5. Srovnání průměrných hodnot tělesné hmotnosti u vrcholových hráčů ledního hokeje (Sigmund & Dostálová, 2011)



Obrázek 6. Vývoj tělesné výšky u českých vrcholových hráčů ledního hokeje v letech 1928-2010 (Sigmund, Riegerová, & Dostálová, 2012, 32)



Obrázek 7. Vývoj tělesné hmotnosti u českých vrcholových hráčů ledního hokeje v letech 1928-2010 (Sigmund et al., 2012, 32)

2.4 Kondiční příprava

Důležitým aspektem pro rozvoj pohybových schopností, silových a fyzických schopností, které jsou využívány k podání, co nejlepšího výkonu je dobrá kondice. K vytvoření kondice slouží jako základ kondiční příprava. Hráč hokeje byt' má vynikající hrací předpoklady, tak bez vhodné a důkladné kondiční přípravy nedosáhne kýženého úspěchu.

Obecně kondiční příprava začíná tak, že z obecné roviny se pozvolna začne specializovat na konkrétní složky kondiční přípravy. Důležitá je ovšem i pro rozvoj univerzálnosti a souladu jedince, což v důsledku vede ke zdokonalení herních dovedností. Nedostačující kondiční příprava je důvodem k oslabení jak hokejisty, tak i celého týmu (Pavliš et al., 1995).

U mladých hokejistů je sestavována, připravována a vedena kondiční příprava trenéry konkrétní věkové kategorie, se kterou trenéři pracují. Úkolem kondiční přípravy je, co nejlepší využití všech proporcí lidského těla, aby se zamezilo případným svalovým, únavovým nebo jiným zraněním.

Ve sportovním odvětví, jako je lední hokej, se kondiční příprava dělí na dva typy. Prvním typem je příprava na suchu neboli také letní kondiční příprava. Je to nezbytná součást hráčovy přípravy před nadcházející sezónou. Její doba trvání se pohybuje zhruba od 8 do 10 týdnů a je zařazena do měsíců duben až konec června. Mezi hokejisty je to nejméně oblíbená část přípravy. Je zaměřena na silové, motorické a kondiční dovednosti (Burr et al., 2008; Manners, 2004; Montgomery, 2006; Perič, & Dovalil, 2010).

Typ druhý je nazýván příprava na ledě. Tato část přípravy začíná obvykle posledním týdnem v měsíci červenci a její závěr je koncem měsíce srpna, popřípadě začátkem měsíce září. Příprava na ledě je zařazena před hlavní období hokejové sezóny. V tomto stádiu dochází ke stabilizaci týmu, vypilování sestavy do konečné podoby, k souhře jednotlivých pětetek, nácviku přesilovek a také k odehrání přípravných utkání, kterých je v průměru až jedenáct.

Takový to roční tréninkový cyklus, je u mladých hráčů ledního hokeje aplikován v české republice už minimálně 20 let. Ovšem u nás existují i kluby, které už od starého vzoru upustily a pracují podle jiného modelu.

2.5 Ontogeneze

Ontogenetický vývoj neboli vývoj jedince probíhá po celou dobu, a to už od oplození vajíčka, kterým zahájen samotný život člověka na Zemi. Vývoj neboli ontogenezi můžeme rovněž definovat jako komparativně nezvratné kvantitativní a kvalitativní postupné změny organismu v čase.

2.5.1 Charakteristika jednotlivých období

Za index zdravotního stavu populace i samotného jedince považujeme somatický růst. Je elementárně ovládán genetickým kódem a ovlivňován činností hormonů a dále faktory externího prostředí. V této souvislosti je ústředním faktorem výživa. Pro zdravý vývoj a růst jedince je důležité vhodné množství a optimální složení potravy.

Mnoho biologů, lékařů i pedagogů mělo snahu roztrždit věk člověka do jasně určených period, avšak přesné hranice neexistují. Každá perioda je výsledkem přirozeného vývoje v předcházejícím období. Svou úlohu zde sehrají rovněž etnické a intersexuální disparity. Značnou důležitost mají na somatický vývoj člověka faktory genetické, hormony a také vlivy zevního prostředí jako např. geografické, klimatické, ekonomické, sociální vlivy, dále pak výživa, pohybová aktivita a další. Vývojová období jsou z tohoto důvodu orientační záležitostí, determinována na principu konvence (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Autoři Zapletalová et al.(2002) uvádějí, že celý vývoj se z důvodu podrobnější charakteristiky rozděluje na specifické časové období neboli etapy, do kterých se shlukují znaky charakteristické pro pohybový, tělesný, mentální, emocionální a sociální vývoj. Individuální členění lidského věku na etapy prakticky neexistuje. To je zapříčiněno plynulým a pomalým přechodem mezi jednotlivými etapami a každý jedinec se stává svou charakteristickou rychlostí vývoje individualitou.

Náš zkoumaný soubor obsahuje probandy ve věku 7 až 18 let. Během procesu dospívání se tělesný vývoj mění. U dospívajících jedinců tak dochází k vývoji v různých směrech, a to jak pohybově, fyzicky, psychicky tak i sociálně. Z hlediska zaměření naší práce je třeba popsat motorický a tělesný vývoj s charakteristikou individuálních věkových kategorií. Musíme ale brát zřetel na to, že při hodnocení jednotlivých věkových kategorií jsou somatické hodnoty u populace s řízenou pohybovou aktivitou nebo sportovní činností rozdílné od populace bez řízené pohybové aktivity.

Období	Používaná konvenční hranice	Biologické vymezení
PRVNÍ DĚTSTVÍ (Infans I)	končí v 7 letech	po prořezání M1
novorozenec	28 dní	od přestřižení pupečního provazce do zahojení pupeční jizvy
kojenec	12 měsíců	jen několik měsíců, do prořezání prvního zubu, asi 6 měsíců
Batole	od 1 roku do 3 let	růst mléčného chrupu, motorický vývoj, ovládnutí chůze
předškolní věk	od 4 do 6–7 let	změna postavy, první vytáhlost
DRUHÉ DĚTSTVÍ (Infans II)	končí ve 14–15 letech	do prořezání M2
mladší školní věk	od 6–7 do 11 let	růst trvalého chrupu, první známky sekundárních pohlavních znaků
starší školní věk	od 11–15 let	dospívání – puberta (menarche, poluce), druhá změna postavy
DOSPĚLOST dorostenecký věk (Juvenis)	od 15–18 let	od dosažení pohlavní dospělosti adolescence (mladistvá dospělost)
plná dospělost (Adultus)	do 30 let	zakládání rodiny, vrchol tělesné výkonnosti
zralost (Maturus I)	do 45 let	psychické zrání, počátek regrese morfologických znaků
střední věk (Maturus II)	do 60 let	vrchol psychické výkonnosti, pokles tělesné výkonnosti
stárnutí (Presenilis)	do 75 let	involuční změny, biologické „předpolí“ stáří
stáří (Senilis)	do 90 let	stařecké změny fyzické i psychické
kmetský věk	nad 90 let	

Obrázek 8. Rozdělení věku člověka (Riegerová et al., 2006)

- **Předškolní věk (od 4 do 6-7 let)**

U jedinců v tomto věku dochází k osamostatnění pohybů trupu a končetin, dále také k zdokonalení chůze odlišným pohybem horních končetin. Rozvíjí se plynulost běhu, zvládnuté jsou rovněž různé typy skoků, a děti jsou také schopny hodit předmět s rozběhem nebo mířit na cíl. V daném období taktéž dochází ke kombinaci chytání a házení předmětů.

- **Mladší školní věk (6-7 do 11 let)**

Autoři Riegerová et al. (2006) označují mladší školní věk jako etapu pohybového luxusu, který je charakteristický vysokou a spontánní pohybovou aktivitou a to shodně jako v předškolním věku a tedy denně okolo 6 hodin. Děti se však v daném období ještě neumí dostatečně adaptovat na společný rytmus pohybů.

Ve své práci Perič (2008) odlišuje dvě etapy mladšího školního věku, tedy období pohybového neklidu a zlatý věk motoriky. První období připisuje k věku 6 až 7 let. Toto období je typické ustavičným pohybem a potřebou jedince něco dělat.

Autor dále charakterizuje celkový tělesný růst, kdy osifikace kostí postupuje rychle, přesto však jsou spojení kloubní pořadí velmi pružná a měkká. Nastávají změny tělesného tvaru, mezi končetinami a samotným trupem. Dochází ke zlepšení pákových poměrů a vytváří se tak kladný předpoklad pro zlepšování odlišných pohybových forem.

Druhé období pak řadí Perič (2008) k věku 8 až 10 let. Z hlediska sportovní přípravy postačí dokonalá ukázka pohybové dovednosti a učení probíhá téměř samo. Nervový systém je už vhodně vyvinutý pro pohyby složitější a koordinačně náročnější. Zejména v tomto věkovém období jsou vhodné podmínky pro expanzi koordinačních schopností.

- **Starší školní věk (11 - 15 let)**

Předmětné období se ještě obvykle dělí na prepubescenci a pubertu. Prepubescence se vyznačuje ještě stále vysokou spontánní pohybovou aktivitou. Toto období je velmi příznivé pro rozvoj motorického učení a motoriky.

S nástupem puberty pohybová aktivita klesá na přibližně 4,5 hodiny denně. V tomto období je růst jedince nerovnoměrný. Motorika se celkově zhoršuje a to v oblasti koordinace, nepřiměřené svalové kontrakce, jedná se také o tzv. motorický neklid a toto souvisí i s výraznými změnami v oblasti somatické, dále s akcelerací růstu a disproporcionalitou. Ve vývoji motorickém nastává výrazná sexuální diferenciací (Riegerová et al., 2006).

Perič (2008) poukazuje na to, že v daném období než v kterémkoliv jiném se více mění vývoj tělesné hmotnosti a výšky. Charakteristickým znakem je nerovnoměrný růst, kdy trup roste pomaleji než končetiny. Růst do výšky je více intenzivní nežli do šířky. V tomto období je kladen důraz na správné držení těla, jelikož vzhledem k rychlosti růstu je jedinec náchylný k různým defektům pohybového systému.

U dívek začíná zrychlení růstu dříve a tak po určitý čas chlapce v tomto ohledu předstihují. Tato opožděná akcelerace růstu u chlapců v koncovém důsledku směřuje k dostižení a v závěru k předstižení jak výškové, tak i hmotnostní převahy. K růstovému zrychlení dochází v pořadí: dolní končetiny, horní končetiny, šířka hrudníku, šířka pánve,

šířka ramen, délka trupu a nakonec předozadní rozměry trupu. Modifikace tělesné konstituce mají individuální tempo (Hajn, 2001).

Autoři Langmeier a Krejčířová (2006) přiřazují k tomuto danému období následující znaky: časté a nápadné změny nálad, emoční instabilita, impulzivita jednání, nestálost a střídání ochablosti s krátkými fázemi aktivity.

- **Dospělost (16 let a více)**

Adolescence je období věku od 16 do 18 let, kdy se značně zpomaluje růst do výšky a to do úplného zastavení. V předmětném období roste více než dlouhé kosti trup a s jeho ukončením vrcholí vývoj duševních i tělesných sil jedince.

Adults neboli období plné dospělosti začíná mezi 18. - 20. rokem života a trvá zhruba do 30 let. V tomto období vývoj soustavy svalové pokračuje, a jestliže není její činnost opomíjena, tak narůstá její mohutnost i výkonnost, což vede ke zvyšování hmotnosti. Adultní věk je periodou vhodnou pro založení rodiny.

Maturus I - období zralosti začíná po 30. roce života a trvá až do 45 let. Nastává poměrná stabilita, a to i když změny vývoje člověka probíhají neustále v každém věku a po jeho celý život. Začínají se objevovat první šediny ve vlasech a zvyšuje se sklon k ukládání podkožního tuku. Svalová soustava začíná slábnout a je nezbytné a důležité ji vhodně posilovat. Po psychické stránce je to etapa duchovního zrání a získávání životních zkušeností.

Od 45 let do 60 let se člověk dostává do středního věku neboli do období označovaného jako Maturus 2. U žen nastává menopauza, tedy ukončení reprodukčního období. Příčinou je pokles hladiny pohlavních hormonů. Pigmentace kůže se mění a samotná kůže ztrácí svou pružnost, svaly se zmenšují a jsou kompenzovány vazivem. Pokud jde o oblast psychiky, tak se jedná o období reprodukční“, jelikož v tomto období by měl člověk být schopen vydávat výsledky nabytých životních zkušeností a vědomostí.

Člověk je pak od 60 let do 75 let j ve věku presentilis, stárnutí. Je to velmi komplikovaný multifaktoriální proces vzájemného působení faktorů zevního prostředí a genetických podmínek.

2.6 Frakcionace tělesné hmotnosti

V současnosti se studie zabývající se tělesným složením soustředí na modifikace podílu jednotlivých tělesných frakcí v odlišných fázích ontogeneze, a to zejména v období růstu a stárnutí. Rovněž se zaměřují na přeměny zapříčiněné působením sportovního tréninku a tělesné zátěže. Dále pak na změny tělesného složení a různé metabolické onemocnění, klinické syndromy tělesně postižených jedinců nebo jedinců s psychickými onemocněními.

Z hlediska somatického je účinek tělesného zatížení na člověka posuzován hlavně změnami frakcionace úplné tělesné hmotnosti. Jedná se především o ztrátu tukové komponenty a nárůst svalové skupiny, eventuálně i kosterní složky. Stupeň konkrétních komponent z celkové tělesné hmotnosti poukazuje na aktuální zdravotní stav jedince a jeho výživu. Účinky pohybového zatížení máme možnost pozorovat pravidelnou kontrolou tělesného složení. Tělesné složení, stavba lidského těla a tělesné rozměry jsou důležitými faktory fyzické zdatnosti a motorické výkonnosti.

Riegrová et al. (2006) uvádějí, že celkovou hmotnost ať už podprůměrnou, či nadměrnou je možné konkretizovat za pomoci různých somatických indexů, které ovšem ne vždy vystihují hmotnost jako charakteristiku komplexní.

Dle Riegerová et al (2006) je možné frakcionaci tělesné hmotnosti vnímat ze dvou hledisek:

a) Body composition neboli tělesné složení – podíl individuálních tkáňových složek na celkové tělesné hmotnosti

b) Z hlediska hodnocení hmotnosti jednotlivých článků, jako segmentů kinematického řetězce (distribuce hmoty těla). Podíl tukové a svalové komponenty, popřípadě kostní složky podmiňují hmotnost individuálních tělesných složek, které mají vztah ve škále elementárních parametrů determinujících pohyb lidského těla působením vnitřních a vnějších sil.

První extensivní komplexní výzkum zabývající se tělesnou stavbou populace odlišných věkových skupin realizoval v roce 1895 český antropolog Jindřich Matiegka. Jemu rovněž přísluší prvenství idey frakcionace tělesné hmotnosti neboli hodnocení

podílu jednotlivých tkání na celkové tělesné hmotnosti, tedy stanovení tzv. tělesného složení (body composition) (Riegerová, Ulbrichová 1998).

2.6.1 Tělesné složení

Porovnáním dvou jedinců shodné tělesné výšky a hmotnosti, je mnohdy již pouhým pohledem zřetelné, že ačkoli je výška a hmotnost stejná, tak jejich tělesné složení se výrazně odlišuje. Kvantitativní kritéria, tedy tělesná hmotnost a výška nebo různé ukazatele jádro věci této odchylky nedokážou postihnout, jelikož vysvětlují jen orientační znalosti o tělesné konstituci. Pro důkladnější rozbor tělesné hmotnosti musíme realizovat frakcionaci na jednotlivé části (Pařízková 1961).

Složení lidského těla představuje dle autorky Pařízkové (1973) jeden z nejproměnlivějších parametrů organismu, kdy se liší podle pohlaví už od nejtělejšího věku. Podřizuje se změnám během celého života člověka, nejen v souvislosti se stupněm vývoje nebo stárnutí, ale také zejména dle kalorické rovnováhy, úrovně a rychlosti obratu energie v lidském organismu za časovou jednotku. To je stanoveno především pohybovou aktivitou a výživou, tedy svalovou prací.

V letech 1951 a 1971 realizoval se svými kolegy profesor Vojtěch Fetter celostátní antropologické výzkumy mládeže s cílem systematické kontroly jejich růstu (Suchý, Prokopec, Titlbachová). V této době tvořilo měřený soubor celkem 60 000 chlapců a děvčat ve věku do 6-ti let a 60 000 mužů a žen do 18-ti let věku. Vyhodnocením sesbíraných dat zjistili důležité informace týkající se růstové akcelerace, sekulární tendence a růstových norem primárních tělesných parametrů dětí a mládeže (Bláha et al. 1986).

Prokopcem, Titlbachovou, Dutkovou a Zlámalovou byl v roce 1981 uskutečněn celostátní antropologický výzkum zaměřený na děti a mládež. Závěry tohoto výzkumu obsahující tělesné hmotnosti, tělesné výšky a obvody hrudníků byly následně zpracovány a vydány také ve formě tabulek a percentilových grafů využívaných v pediatrické praxi (Bláha et al. 1986).

Užitečné a hodnotné výsledky předložila rovněž Fetterova opakovaná měření československých spartakiádních cvičenců v letech 1955, 1960 a 1965. Na tyto měření navázal Bláha se svými kolegy, kdy v roce 1980 využili konající se spartakiády a

realizovali antropologický výzkum československé populace ve věku od 6-ti do 35-ti let. V tomto dále pokračovali také v roce 1985, kdy znovu uskutečnili průřezové antropometrické měření československé populace. Povedlo se proměřit celkem 10 450 probandů ve věkové skupině od 6 do 55 let a tím byla získána široká škála rozměrů na rozsáhlých podsouborech. Do současné doby jsou tyto získané výsledky využívány na poli fyzické antropologie a také v jiných oborech, jako porovnávací materiál současného stavu somatického vývoje českého a slovenského obyvatelstva (Bláha et al. 1986).

Mnoho dalších výzkumů se věnovalo zkoumání somatického stavu jak různých subpopulací dětí, mládeže a dospělých, tak i profesních nebo etnických skupin. Další studie zabývající se tímto tématem byly publikovány například: Fetterem, Suchým, Prokopecem, Menzelovou, Krátoškem, Komendou, Pávkem, Novotným, Titlbachovou a dalšími.

Studium v oblasti tělesného složení, zejména rozvoje tukové a tukuprosté hmoty, se detailně zabývala od roku 1961 Pařízková a výsledky jejich studií jsou základním materiálem této problematiky.

Problematice tělesného složení specializované na odvětví sportovní antropologie se věnovali také někteří další autoři, jako například: Bláha, Malkovská, Řezníčková, Ulbrichová a jiní.

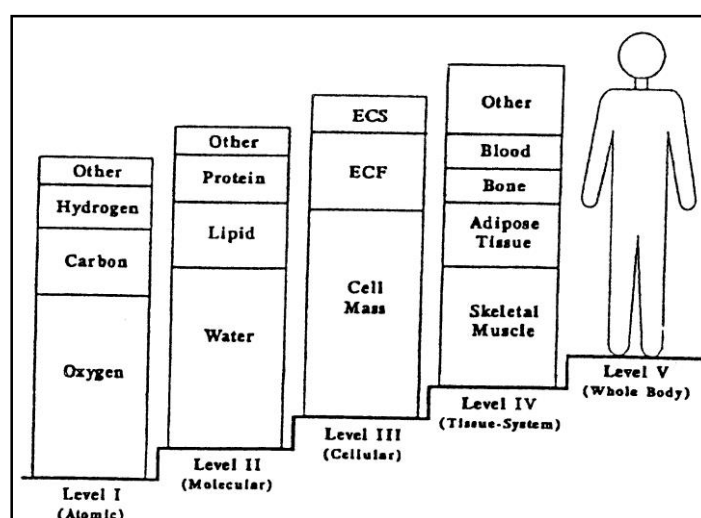
Protože je tělesná hmotnost komplikovanou veličinou, často rozdělujeme ve sportovní antropologie celkovou tělesnou hmotnost na individuální komponenty. Z chemického aspektu je lidské tělo složeno z tuků, vody, bílkovin, uhlovodanů a minerálů. Z hlediska anatomického je pak tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Celková váha lidského těla je dle takzvaného modelu čtyřkomponentového složena extracelulární tekutinou, tukem, buňkami a minerály, dle modelu tříkomponentového pak vodou, sušinou a tukem (minerály a proteiny). Jelikož je celkem těžké každou z těchto složek změřit zvlášť, byly proto předešlé metody zjednodušeny na pouhý dvoukomponentový model.

Tento model je z klinického a praktického pohledu nejčastěji využíván. Podle tohoto modelu je tělo člověka složeno aktivní tělesnou hmotou a tukovou hmotou (ATH, lean body mass – LBM), jinak řečeno tukuprostou tělesnou hmotou (fat free mass – FFM). Tukuprostá hmota je formulována jako hmotnost všech tkání minus extrahovatelný tuk.

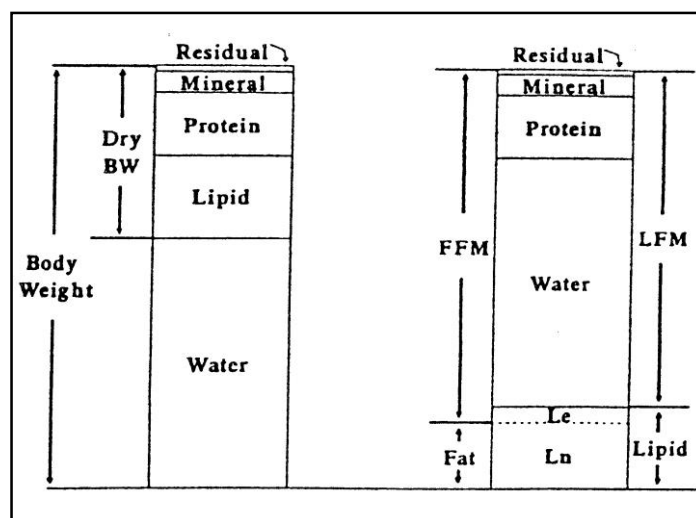
Tuková složka je relativně homogenní a neobsahuje draslík ani vodu, její denzita je $0,9\text{g/cm}^3$, kdež to aktivní tělesná hmota obsahuje značně rozdílné složky jak z hlediska chemického, morfologického, tak z hlediska jejich aktivity biologické. K vyjasnění nejasností v terminologii, které pořád existují (např. definice běžně užívaných názvů, jako tukuprostá, aktivní, hubená, esenciální tělesná hmota) se výrazně podílela definice pěti modelů tělesného složení, tvořeného modelem anatomickým, molekulárním, buněčným, tkáňově-systémovým a celotělovým model (Pařízková 1998).

1) Model anatomický, který vychází z konkrétních prvků přítomných v organismu. Tělesnou hmotnost tvoří z 98 % šest těchto prvků: kyslík (O), uhlík (C), vodík (H), dusík (N), vápník (Ca) a fosfor (P). Zbylé 2 % tvoří 44 dalších prvků. Analýzy byly realizovány na zesnulých a to chemickou cestou.

2) Model molekulární vychází z informací, které uvádějí, že 11 základních prvků vytváří molekuly, představující více jak 100 000 chemických sloučenin těla člověka. Molekuly se výrazně odlišují svou komplexností, a to od vody až po kyseliny deoxyribonukleové. V dnešní době se pozorují zejména tyto složky tvořící tělo člověka: voda, lipidy, proteiny, glykogen a minerály. Molekulární model tvoří konceptuální bázi pro vyšší stupně tělesného složení a propojuje výzkumy složení lidského těla s dalšími studii, zejména v oblasti biochemie a dalšími. Na úrovni molekulární můžeme měřit např. celkovou tělesnou vodu (Obrázek 9 a 10). Jednotlivé molekulární složky se spojují v buňky.



Obrázek 9. Pětistupňový model tělesného složení (Pařízková 1998)



Obrázek 10. Model tělesného složení na molekulární úrovni (Pařízková 1998)

3) Model buněčný, jenž je centrem vzájemné interakce a funkce mezi buňkami. Je zaměřen na fyziologii i patologii člověka, včetně složení lidského těla. Mezi běžně zkoumané složky patří buněčná masa (BM = svalové + pojivové + epiteliální + nervové buňky), tekutina extracelulární (ECT = plasma + intersticiální tekutina) a extracelulární pevné látky (ECPL = organické + anorganické pevné látky). Buněčnou úroveň lze vyjádřit rovnicí:

$$\text{hmotnost těla} = \text{BM} + \text{ECT} + \text{ECPL} + \text{buňky tukové tkáně} \text{ (Obrázek 9);}$$

Podle autorky Pařízkové (1998) jsou celulární systém a jeho komponenty dále řazeny do různých orgánů, systémů a tkání.

4) Model tkáňově-systémový vychází z předpokladu, že 75 % hmotnosti těla tvoří tři tkáně a tedy tkáň tuková, svalová a kostní. Celý organismus je následně vyjádřen: **hmotnost těla = muskuloskeletární + nervový + kožní + oběhový + zažívací + respirační + vyměšovací + reprodukční systém**. Jedná se o model komplexní, jenž obsahuje lidskou fyziologii, anatomii, biologii, histologii i histochemii. Zjištění pocházejí vesměs z výzkumu na mrtvolách (Obrázek 9).

5) Model celotělový těží z antropometrických měření, které slouží ke stanovení jednotlivých indexů, jako jsou hmotnost, výška, index tělesné hmotnosti (BMI), délkové, obvodové a šířkové rozměry kožní řasy, dále pak objem těla, jenž umožňuje vypočítat

denzitu těla. Z denzity těla můžeme rovněž vyvodit nepřímo aktivní tukuprostou hmotu a depotní tuk (Obrázek 9).

Každý z uvedených přístupů k hodnocení tělesného složení zahrnuje rozdílné metodiky, které se navzájem od sebe liší zejména svou časovou náročností, ekonomickou dostupností a výpovědní hodnotou.

Riegerová et al. (2006) píše, že nezbytnou složkou zdravého organismu je právě tuk. Zdravotní rizika sebou nesou například nízké hodnoty podkožního tuku. Fosfolipidy jsou součástí stavby buněčných membrán, rovněž jsou upotřebeny při využití a transportu vitamínů, které jsou v tucích rozpustné. K transportu cholesterolu a lipidů jsou využívány lipoproteiny. Tělesný tuk u mužů by měl být zastoupen v rozmezí 10% až 20 %, u žen pak 18% až 28%. Za obezitu jsou brány hodnoty tělesného tuku u mužů nad 25 % a u žen nad 29 % (Biospace, 2009a).

Tabulka 2. Standardy % FM (fat mass) pro muže a ženy (Heyward & Wagner, 2004)

Standardy % tuku	Věk v letech			
	6-17	18-34	35-55	55+
Muži				
zdravotní minimum tuku	< 5	< 8	< 10	< 10
Nízká hodnota (podprůměr)	5-10	8	10	10
střední hodnota (průměr)	11-25	13	18	16
vysoká hodnota (nadprůměr)	26-31	22	25	23
obezita	> 31	> 22	> 25	> 23
Ženy				
zdravotní minimum tuku	< 12	< 20	< 25	< 25
Nízká hodnota (podprůměr)	12-25	20	25	25
střední hodnota (průměr)	16-30	28	32	30
vysoká hodnota (průměr)	31-36	35	38	35
obezita	> 36	> 35	> 38	> 35

Techniky zabývající se odhadem tělesného složení se dělí na metody terénní a laboratorní. Metody terénní jsou méně náročné v jejich aplikaci a mají tak výhodu jednoduchosti. Jejich výpovědní hodnoty bývají často ve vysoké korelaci s hodnotami získanými testováním laboratoři. Nejčastěji jsou využívány postupy antropometrické. Při použití se vychází z antropometrie, tedy z měření tloušťky kožních řas.

Metody laboratorní můžeme považovat za metody, jelikož mají nejvyšší výpovědní hodnoty a přesnost. Mezi tyto metody řadíme hydrometrii, hodnocení celkové hustoty těla, měření celkového tělesného draslíku, duální rentgenovou absorpciometrii a jiné.

2.6.2 Metody odhadu tělesného složení

2.6.2.1 Antropometrie

Antropometrie je metodou pozorování a měření těla člověka a jeho částí. Základem pro samotné měření je řada antropometrických bodů, které se nacházejí na hlavě, trupu a končetinách. Jedná se zejména o místa, kde kostra není pokryta tukem a svaly, ale je překryta pouze kůží. Používají se 4 měrné body na hlavě a 22 měrných bodů na končetinách a trupu. Tyto základní antropometrické body jsou podkladem pro somatické dimenze neboli základní rozměry délkové, výškové, šířkové a obvodové. U dětí je důležité, obzvláště v prvních letech jejich života, pozorovat obvod hlavy, tedy základní hlavový rozměr.

Pařízková (1962) uvádí, že k určení jednotlivých složek tělesné konstituce bylo vypracováno mnoho metod, i když pro výběr specifické metody je důležitý záměr měření a metodické možnosti. Množství z těchto metod je možné totiž aplikovat jen v laboratorních podmínkách a vesměs jsou časově i finančně relativně náročné a proto jsou pro terénní nebo hromadné měření nevhodné.

Vhodnou metodou je právě antropometrie, jelikož je celkem časově a finančně nenáročná a také vhodná pro terénní nebo hromadné měření. Mezi takovéto metody aplikované v současné době v našich podmínkách řadíme dosud využívanou metodu pro tzv. kvantifikaci tělesných složek na bázi antropometrických (zevních) tělesných rozměrů. Jedná se o metodu, kterou popsal Matiegka (1921) a která byla následně publikovaná v USA. Samotná metoda se opírá o studie na středoevropských populacích, proto dosahuje v našich podmínkách dobrých výsledků. Matiegka (1921) navrhl

rozdělení celkové tělesné hmotnosti na tyto komponenty: hmotnost skeletu (O-ossa), hmotnost kůže (D-derma) a podkožního vaziva (podkožní tukové tkáně), hmotnost kosterního svalstva (M-musculi) a hmotnost dopočteného zbytku (R-reziduum), který v sobě obsahuje hmotnost tělních tekutin včetně vnitřních orgánů.

Popisovaná Matiegkova metoda je adekvátní především pro zkoumání vlivu tělesného cvičení a výživy na přeměnu v zastoupení jednotlivých složek. Matiegkova metoda dala základ řadě dalších studií pro odhad složení těla člověka z antropometrických dat u více jak stovky populačních skupin (Fetter, Prokopec, Suchý, Titlbachová 1967).

V našich podmínkách je rovněž hodně používanou metodou odhad tělesného složení ze součtu deseti kožních řas podle autorky Pařízkové (1962) a dále modifikována Matiegkova metoda podle Drinkwattera (1980). Omezení dané metody vyplývá z regresní rovnice využívané při odhadu podílu jednotlivých složek, které musí být konkrétní pro daný věk, určitou populaci, etnikum a pohlaví. V odborné literatuře máme možnost najít více jak stovku variant takovýchto regresních rovnic (pro dospělé jedince, děti, seniory, či sportovce). Dalším z omezení metody je například technika měření, typ použitého kaliperu, místo měření a další.

Pařízková (1962) svou metodu zakládá na dvoukomponentovém modelu tělesného složení. Podíl podkožního tuku se určuje kaliperací a to na podkladě součtu hodnot 10 kožních řas. Jsou od sebe rozlišeny hodnoty žen a mužů ve třech věkových kategoriích. V souvislosti s měřením podkožní tukové tkáně je určován podíl tukuprosté hmoty (FFM) podle níže uvedených postupu:

$$tuk (kg) = (hmotnost. \% tuku) : 100$$

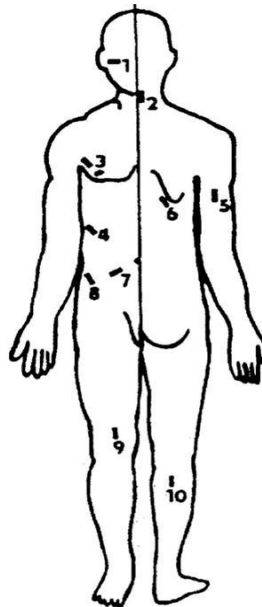
$$\% FFM = 100 - \% tuku$$

$$FFM (kg) = \text{tělesná hmotnost} - tuk (kg)$$

Obrázek 11 znázorňuje zakreslené body využívané k měření kožních řas dle metody Pařízkové pro výpočet složení těla dle konkrétních technik a pro určení procenta tělesného tuku na těle člověka:

- (1) tvář – pod spánkem na spojnici tragion-alare,
- (2) brada – nad jazyčkou,

- (3) hrudník I – na předním ohraničení axilární jámy nad okrajem musculus pectoralis major,
- (4) hrudník II – ve výši desátého žebra, v přední axilární čáře,
- (5) paže – nad musculus triceps brachii v polovině vzdálenosti mezi akromiale a radiale,
- (6) záda – pod dolním úhlem lopatky
- (7) břicho – v 1/3 vzdálenosti mezi omphalion a iliospinale anterior blíže k omphalion,
- (8) bok – nad hřebenem kosti kyčelní,
- (9) stehno – nad patellou,
- (10) lýtko I – pod fossa poplitea.



Obrázek 11. Lokalizace míst pro určení množství tělesného tuku podle Pařízkové (1962)

Pro samotné měření je důležitý důkladný nácvik. U krajních vysokých nebo nízkých hodnot tuku se zvyšuje pravděpodobnost výskytu chyb. I kvalifikovaný antropolog tak může docílit chyby v měření a to až o 5 %. Benefity této metody jsou ty, že nezatěžuje měřený subjekt, dále její proveditelnost v terénních podmínkách a rychlost.



Obrázek 12. Typy kaliperů (upraveno dle <http://www.mediconline.se/kaliper-fettmatare-n-10.aspx>)

Spolehlivost stanovení tělesného složení prostřednictvím měření tloušťky kožních řas revidovala Pařízková (1966) na podkladě porovnávání závěrů získaných touto metodikou a výsledků dosažených za pomoci denzitometrie. Podle Pařízkové existuje mezi denzitou těla a kožními řasami velmi úzká souvislost konstatována statisticky vysoce podstatnými korelacemi.

Podle Riegerové, Ulbrichové (1998) se pro měření podkožního tuku formovaly i další alternativní přístupy, jenž se snaží eliminovat technické defekty vznikající právě při kaliperaci. Mezi tyto alternativní metody řadíme:

- Ultrazvuk – v porovnání s touto metodou je přesnější metoda měření kaliperem;
- infračervená interakce (NIRI, Near Infrared Interactance) – jede o metodu stanovící tělesné složení iradiací tkání za pomoci paprsku podobnému infračervenému záření, technika přináší obdobné závěry jako hydrometrie.
- radiografie – je pokládána za metodu nejpřesnější, umožňuje posoudit jak průřez kosti, tak i svalovou tkání v určitém místě, užití této techniky je ovšem omezeno zejména z důvodu nepříznivého záření rtg, s variantou moderní přichází počítačová tomografie, širší uplatnění, ale zatím ztěžuje vysoká nákladnost a obtížná dostupnost;

Mimo antropometrie je další metodou zabývající se stanovením složení těla denzitometrie, která vyplývá z dvoukomponentového modelu lidského těla, a tedy z aktivní (esenciální) tukuprosté hmoty a depotního tuku. Metoda předpokládá tyto skutečnosti:

- obě komponenty mají rozdílnou denzitu, která je poměrně stálá u každého jedince (denzita depotního tuku je 0,9, aktivní hmoty 1,1);
- stálou úroveň hydratace ATH a koeficientu kostních minerálů v souvislosti ke svalovým proteinům.

Uvedené předpoklady jsou tématem diskuse, ale i přesto je tato technika považována za referenční metodu, podle níž je testována spolehlivost jiných mladších metod. Vychází z rovnice $hmotnost = denzita \times objem$, kdy objem je určován pomocí hydrostatického vážení za použití principu Archimédova zákona. Jedná se o spolehlivou metodu, jejíž předností je, že určuje současně jak depotní tuk, tak aktivní tělesnou hmotu. Je poměrně levná, a jelikož nepředstavuje zdravotní riziko, může se často opakovat. Pokud jde o nevýhody této metody, tak tím je její časová a technická náročnost (Pařízková 1998, Riegerová, Ulbrichová 1998).

Další možnou metodou je měření celkové tělesné vody, neboli hydrometrie. Tato metoda vychází ze skutečnosti, že voda není obsažena v rezervním tuku, ale je poměrně stálou komponentou tukuprosté hmoty. Za pomoci izotopů vodíku, tritia nebo deuteria, se nejprve stanoví tzv. celková tělesná voda (total body water TBW) a poté se z této hodnoty vypočítá ATH, kdy se vychází ze stavu normální hydratace, které je 73 %. Hodnota tělesného tuku je následně stanovena z rozdílu ATH a hmotnosti. Další rozsáhlý soubor technik využívaný pro stanovení konkrétních tělesných komponent tvoří metody biofyzikální. Jsou postaveny na výsledcích chemických analýz různých lidských tkání. Pro posouzení používají biofyzikální metody odhadu obsahu konkrétních elementů v organismu. Řadí se sem určení celkového tělesného draslíku (pro určení ATH a celkové buněčné masy), vápníku (pro kvantitativní posouzení celkových kostních minerálů) a dusíku (pro odhad svalové tkáně). Taktéž se používá neutronová aktivační analýza, která slouží pro vyhodnocení mnoho prvkového tělesného složení jedince a duální rentgenová absorpciometrie (DXA), využívaná pro odhad podílu tuku a celkové kostní hmoty. Jedná se o nadějně metody, které jsou ale nákladné (Riegerová, Ulbrichová 1998).

2.6.2.2 Bioelektrická impedance (BIA)

Uvedené metodě se budeme obsáhleji věnovat, jelikož je tato metoda využita v našem výzkumu. Je to neinvazivní, terénní, poměrně levná a bezpečná metoda, která je

v současné době ve světě poměrně rozšířená. Metoda má využití jak u různých klinických diagnóz nemocných jedinců, tak u zdravých probandů.

Podstatou metody je v rozdílném vysílání slabého elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických texturách. Bioelektrická impedance vychází z principu rozdílných elektrických atribut tuků, tkání a zejména vody. Výborným vodičem je právě tukuprostá hmota, jelikož má vysoký obsah elektrolytů a vody, oproti tomu tuková tkáň působí jako izolátor. Použití stálého střídavého proudu nízké intenzity aktivuje impedanci vůči šíření proudu, závislou na konfiguraci, frekvenci, průřezu a délce vodiče (Thomas, Cornish & Ward, 1992).

V minulosti se pro stanovení BIA u odborných výzkumů využívaly tetrapolární přístroje, které mají k dispozici čtyři elektrody, kdy dvě z elektrod jsou připevněny na horní končetině (hlavička 3. metatarzu na hřbetu ruky a předloktí) u ležící osoby a dvě elektrody jsou umístěny na dolní končetině (hlavička 2. metatarzu a mezi kotníky).

V současné době jsou velice často používány různé typy bipolárních přístrojů a to i v oblasti komerční. Bipolární metoda je také označována jako metoda ruční, u které proudí elektrický proud pouze bipedální neboli dolní částí těla anebo jen horní částí těla.



Obrázek 13. Ukázka jednoho z moderních tetrapolárních přístrojů pro stanovení BIA segmentálně (upraveno podle <http://www.toplinie.cz/wp-content/uploads/2013/01/inbody230.gif>)

Riegerová et al. (2006) ve své práci říkají, že celková tělesná voda (TBW) zastupuje primární proměnnou, která se měří BIA metodou. Na základě diferenciálu mezi hmotností tělesného tuku a hmotností celkovou je získána hodnota tukuprosté hmoty. Popisované získáme výpočtem za užití rovnice:

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

Vyjádřená hodnota 0,732 neboli 73,2 % uvádí průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty dospělého jedince. Extracelulární objem vody (ECW) na celkové tělesné vodě (TBW) s přibývajícím věkem klesá, oproti tomu narůstá podíl množství intracelulární vody (ICW). Z tukuprosté hmoty (FFM) se stanoví takzvaná vnitrobuněčná hmota, která se odvodí rovnicí:

$$BCM = FFM \cdot \alpha \cdot \text{konstanta}$$

(BCM = celková buněčná hmota)
(α = fázový úhel)

V rovnici je uveden fázový úhel alfa (α), kdy se jedná o úhel mezi vektorem impedance a průměrem do osy x, která obsahuje odporovou část. Velikost fázového úhlu alfa je přiměřená hmotnosti buněk lidského těla (BCM).

Hodnota uložené tukuprosté hmoty mimo buňky, tedy ECM, je popsána rovnicí:

$$ECM = FFM - BCM$$

Extracelulární hmota/buněčná hmota neboli ECM/BCM index, charakterizuje hodnocení kvality výživy jedince. Ideální hodnoty indexu výživy jsou 0,7 až 0,8. Muži mají tyto hodnoty nižší než ženy. Netrénovaní jedinci mají hodnoty vyšší oproti trénovaným jedincům, kteří disponují hodnotami nižšími (Riegerová et al., 2006).

Bioelektrická impedance není vhodné využívat u žen, které jsou v raném stadiu těhotenství, dále u dívek a žen v období premenstruace a menstruace, u jedinců s implantáty jako např. kyčelní protéza nebo kardiostimulátor, rovněž také u pacientů s peace makerem, a pacientů užívajících léky působící na vodní hospodářství organismu. Pro nabytí hodnot a exaktních závěrů musí jedinec, který je zkoumán dodržet před samotným měřením následující podmínky:

- před měřením nepít a nejíst po dobu 4 až 5 hodin,
- po dobu 12 hodin před testováním necvičit,
- nepožívat 24 hodin před testováním alkohol,

- před testem musí proband vyprázdnit močový měchýř,
 - obvyklá teplota místnosti, správný typ použitých elektrod a jejich přesné umístění.
- Zkoumaný proband musí ležet na zádech v klidu, horní i dolní končetiny má roztažené a části jeho těla se nesmějí dotýkat. Chybné umístění elektrod (± 2 cm) vykazuje chybu 4,1 % ve výsledku impedance, kdy v určení množství podkožního tuku jde o rozdíl menší než 5 %.

Bunc et al. (2001) konstatuje, že defekty metody jde dělit na chyby spojené s aplikací predikčních rovni, tedy se softwarem a nepřesností spjatou s hardwarem:

- chybu 2 až 4 % může vyvolat hydratace organismu
- chyba samotného měřicího přístroje se pohybuje na úrovni kolem 1,5 %
- použitý typ a pozice elektrod může způsobit nepřesnosti zhruba 3 % a míň
- zanedbatelný je pak přechodový odpor mezi kůží a elektrodou, který je menší jak 0,5%
- na úrovni 1 až 2 % se pohybují rozdíly mezi levou a pravou částí lidského těla

2.6.2.3 Somatometrie

Somatometrie je jednou z antropometrických metod. Jedná se o soustavu technik měření a pozorování jedince, částí jeho těla, a to nejpřesnějšími prostředky a metodami k vědeckému využití. Každý vědec má volbu vybrat si a uplatnit metody a míry, jež jsou nejideálnější pro jeho výzkum. V minulosti ovšem byly vymezeny primární antropometrické metody, které by měly být dodržovány v zájmu možnosti srovnávání jednotlivých závěrů (Drozdová 2004, Fetter, Prokopec, Suchý, Titlbachová 1967).

Fetter dle Novotného (1960) rovněž kladl důraz na prioritní a přesné zkoumání menšího množství měřených parametrů, před zjištěním velkého množství znaků zkoumaných nepřesnou metodou.

Autoři Fetter, Prokopec, Suchý a Titlbachová (1967) píší, že organismus člověka se v závislosti na vnějším prostředí vyvíjí a jeho morfologii ovlivňuje řada zákonitostí. Řadíme sem:

1. Dědičnost – každý jedinec po svých rodičích dědí charakteristické atributy druhu, osobní znaky, plemene a typu. Ty se následně dále během života formují;

2. Zákonitosti růstu – aplikují se při růstu těla jedince a jsou všem organismům vlastní;

3. Pohlavní diference a puberta – v průběhu dospívání dochází k rozlišování charakteristických tvarových a funkčních znaků pro ženský a mužský organismus;

4. Závislost tvaru na funkci – velikost, kapacita a akceschopnost, jednotlivých orgánů a jejich funkčnost je závislá na frekvenci jejich používání. Jsou-li orgány zanechány bez aktivity, dochází postupně k jejich zmenšení, které je úměrnému jejich používání a naopak;

5. Kompenzace a korelace – při defektu normálního vývoje konkrétního segmentu těla jedince dochází ke kompenzačnímu zbytnění aktuálních oblastí; naopak také dochází k poruše nebo zakrnění dalších orgánů;

6. Variabilita – funkce těla člověka i jeho morfologie jsou podřízeny oscilaci nebo variaci kolem průměru;

7. Plasticita, elasticita, adaptace a reakce – organismus člověka je plastický a může být ovlivněn velkým počtem faktorů. Rovněž je do jisté míry elastický a z toho důvodu po uvolnění snesitelného mechanického tlaku, který na organismus po určitý čas působil, má snahu vrátit se počátečního tvaru. Každé dráždění těla jedince zapříčiní určitou reakci a veškeré reakce trvající dostatečnou dobu, pak vedou k formování adaptace. Jde o strukturální nebo jiné změny, jež napomáhají takovéto dráždění vyrovnávat. Jestliže jsou pro organismus funkční adaptace dostatečně významné, postupně se mohou konsolidovat a směřovat k trvalé změně.

Novák (1952) poznamenal, že jako celek je člověk vystaven nepřetržitým vlivům prostředí. Přičemž označuje za nejvýznamnější formující faktor práci. Rovněž tělesná cvičení a sport, zejména pokud se provádí pravidelným systematickým profesionálním způsobem a jsou založeny na intenzivní přípravě, ovlivňují somatickou stavbu těla jedince a pracují jako aktivní činitel při utváření funkčních a morfologických zvláštností organismu.

2.6.2.4 Historie somatometrie sportovců

Už ve starověkých dílech se někteří badatelé zabývali tělesnou stavbou antických atletů. Pokud se jedná o novodobou historii, tak somatometrie sportovců má už více jak stoletou tradici. Koncem 19. stol. přitáhl rozvoj sportů také značný zájem o morfologii sportovců (Pavlík 1999). V našich podmínkách se například působením sokolských cvičení na stavbu lidského těla zabýval v 70. letech 19. století Krupička (1895).

Pavlík (1999) dodává, že významné práce pak vyšly ve dvacátých a třicátých letech 20. stol. od německých autorů, kterými byli například Bach, Arnold, Kohlrauscha další. Tito se zabývali somatickými specifikacemi sportovců různých odvětví sportu, například studentů tělesné výchovy nebo účastníků různých tělovýchovných slavností. Ve svých výsledcích počali tito autoři mnohdy charakterizovat sportovní, respektive morfologický typ jedince adekvátní pro danou disciplínu.

Po druhé světové válce se začíná stavbou těla sportujících jedinců zabývat velké množství autorů, kteří se zejména pokouší zachytit morfologické rozdíly sportující populace oproti normálnímu obyvatelstvu. Ve svých výzkumech si ale také všímají tréninkového zatížení nebo dědičných činitelů a jejich vlivu na stavbu těla. Někteří pozorují i negativní stránku sportu, zejména pak toho vrcholového. Somatometrická data se pozvolna začala objevovat i u různých prací popisující speciální nebo obecnou výkonnost sportovců. To vypovídá o tom, že většina autorů pokládá stavbu těla za jeden z významných činitelů ovlivňujících výkonnost motorickou. Somatometrie má také své využití při hledání sportovních talentů mezi sportujícími dětmi či mládeží a toto souvisí se současnou tendencí snižovat věkovou hranici k započetí se sportovní přípravou. Jedním ze základních zadaní výzkumné práce v morfologii sportujícího jedince, je vysvětlit význam konkrétních tělesných parametrů pro výběr vyhovujících somatických typů, jejich formování odpovídajícím tréninkovým zatížením a samotný výkon (Pavlík 1999).

K našim autorům, kteří uskutečnili zevrubná antropometrická měření u sportovní i nesportovní populace řadíme např. Bláhu, Havlíčka, Chytráčkovou, Matějkovou, Novotného, Pařízkovou, Pavlíka, Riegerovou, Štěpničku, Ulbrichovou a mnoho dalších.

2.6.2.5 Somatometrické metody

Dle Riegerové, Ulbrichové (1998) se ve funkční antropologii aplikují následující metody:

- klasické standardizované metody – umožňují vylíčení vnějších rozměrů těla jedince na podkladě celosvětově srovnatelného, unifikovaného systému technik měření. Vyplyvají z exaktně vymezených antropometrických bodů na těle reprezentujících stejnojmenné body na kostře, promítnuté na povrch těla a obsahující měření: délkových, výškových, šířkových a obvodových rozměrů, dále stanovení hmotnosti těla, tloušťky kožních řas a výpočet relativních indexů a rozměrů. Jejich prostřednictvím se také posuzuje biologický věk a stanovuje se typ nebo složení těla jedince.
- speciální metody – zachycující morfologické charakteristiky v souvislosti k funkci. Metody speciální jde dále rozdělit na:
 - a) metody, u nichž postačí klasický základní instrumentář, kdy pozorujeme nestandardizované charakteristiky. Jako vzor může být například měření délky dolní končetiny, jenž v současné době může mít kolem dvaceti různých postupů. Takové to metody se používají zejména v ergonomické antropometrii. Jde vesměs o jednorozměrné parametry. Soudobá ergonomie podle výzkumných prací používá speciálních a standardizovaných metod poměrně stejně často. S jejím rozvojem je také sledován značný pokles účasti standardizované metodiky, kdež to metody nové se více rozvíjí pro požadavky výzkumu pohybové činnosti jedince. I když některé pozměněné postupy používají metod standardizovaných, tak jejich výklad je značně přizpůsoben potřebám jejich využití (Riegerová, Ulbrichová 1998).
 - b) metody, u nichž je nutná montáž speciálních nástrojů. Obvykle se jedná o vícerozměrné parametry. Jako příklad lze uvést metodu, takzvanou kyrtometrii, jenž byla vyvinuta pro pozorování tvaru hrudníku a jeho průřezu. Metoda uplatňuje nástroje složené z pevného, ale lehce tvarovatelného drátu, kdy posuvný jezdec tvaruje drát podle hrudníku a daný tvar je poté přerýsován na papír. Jedná se o tzv. kyrtogram, z něhož je následně možné vyhodnotit tvar hrudníku, velikost průřezu, možné asymetrie a deformity (Riegerová, Ulbrichová 1998).

Riegerová, Ulbrichová (1998) jako další udávají metody fotografické, stereofotogrammetrie, fotostereometrie a Moiré konturografie, které zkoumají změny, plastiku a deformace povrchu lidského těla. Využívání těchto metod v praxi je ovšem ještě dosti omezené.

Fetter, Prokopec, Suchý, Titlbachová (1967) zmiňují, že je možné metodami somatometrickými zkoumat objektivně růstové změny celých populací i jednotlivce, dále vlivy práce, prostředí, sportu a výživy na tělesnou kondici člověka.

Drozdová (2004) rozlišuje podle způsobu měření tyto míry:

- Přímé míry

Jde o reálné objemy, vzdálenosti, váhy, šířkové rozměry, obvody, úhly či oblouky zkoumaného objektu. Obvykle jsou posuzovány přímo na měřeném objektu. Řadí se sem zejména míry lineární, neboli skutečné vzdálenosti mezi dvěma body nebo plochou a bodem.

- Projektivní míry

Měří se jako pravouhlý průmět konkrétní plochy, vzdálenosti nebo úhlu na vymezenou rovinu nebo osu. Používá se v těch případech, jestliže se daný bod nenachází v jedné rovině nebo na jedné přímce společně s referenční rovinou. Míra projektivní míra bývá kratší nežli přímá míra.

- Vypočítané míry

Určují se násobkem nebo součtem několika hodnot. Tento způsob získává obvykle kolmé vzdálenosti konkrétních bodů od podložky a to součtem několika hodnot nebo odečtením dvou výškových hodnot od sebe. Míry vypočítané přesně náleží těm přímo změřeným, za předpokladu, že všechny oblouky leží ve stejné rovině a délky v jedné přímce. Riziko, že vypočítaná míra bude větší u sčítání nebo menší u odečítání, než přímo změřená míra, hrozí v případě, jestliže se mezi jednotlivými body vyskytnou úhly. U vypočítaných hodnot je zásadní, aby se zkoumaný subjekt při měření konkrétních rozměrů nehýbal.

- Odhadnuté míry

Určité měrné body bývají u živého jedince nedostupné. Vzdálenost mezi body, jenž takovou míru stanoví, mohou být změřeny pouze přibližně a při tom jsou tedy měřeny k náhradnímu bodu a získaná hodnota je poté korigována.

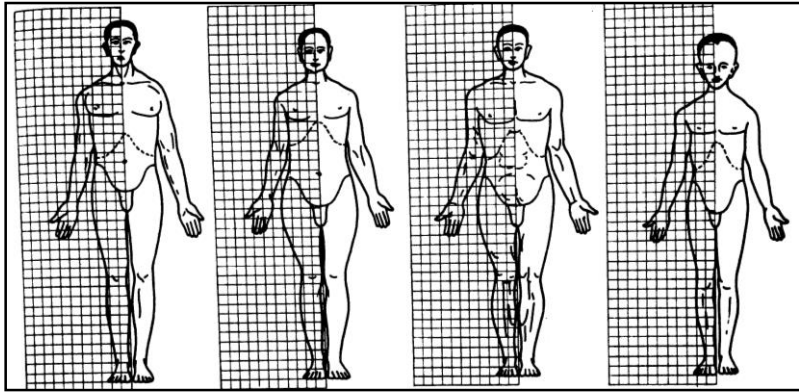
2.6.3 Somatotypologie

S tématem tělesného složení rovněž úzce souvisí typologické hodnocení člověka. Přední experimenty a snahy o popis určitých charakteristických rysů lidského těla se přisuzují již Hippokratovi, který už ve starověku utvářel soustavu, kterou stavbu lidského těla rozdělil na dva hlavní typy. Prvním typem je tělo štíhlé a dlouhé, s převládajícími rozměry vertikálními, náchylné k souchotinám tzv. habitus phthisicus. Druhý typ je tzv. habitus apoplecticus, zavalité, krátké tělo, u něhož převládají rozměry horizontálními a jenž je náchylný k mrtvici. Toto Hippokratovo rozdělení s určitými modifikacemi bylo následně využíváno jak ve starověku, tak i ve středověku, kdy se ale samotné lidské tělo vytlačovalo z popředí vědeckého zkoumání (Bok 1972).

V 19. století a poté zejména ve století dvacátém se formovaly mnohé typologické metody, pro které je typické, že převážně odlišují tři až čtyři krajní somatické druhy. Autoři Fetter, Prokopec, Suchý, Titlbachová (1967) píší, že se mezi nejznámější typologie daného období řadí:

1) Rostanova typologie - L. Rostan je spolu s L. Mac Auliffem a C. Sigaudem zástupcem francouzské typologické školy. Už roku 1826 Rostan popisoval, že dokonalá harmonie a vyváženost existovala jen v představivosti starých Římanů a Řeků, jelikož podle něj je v celé živočišné říši velmi výjimečná. Vesměs totiž pokaždé převažuje jedna soustava nad ostatními. Rosten podle těchto převažujících soustav, jinak řečeno systémů, odlišoval nejčastěji se objevující typy v lidské populaci, a tedy mozkový, dechový, svalový a zaživací;

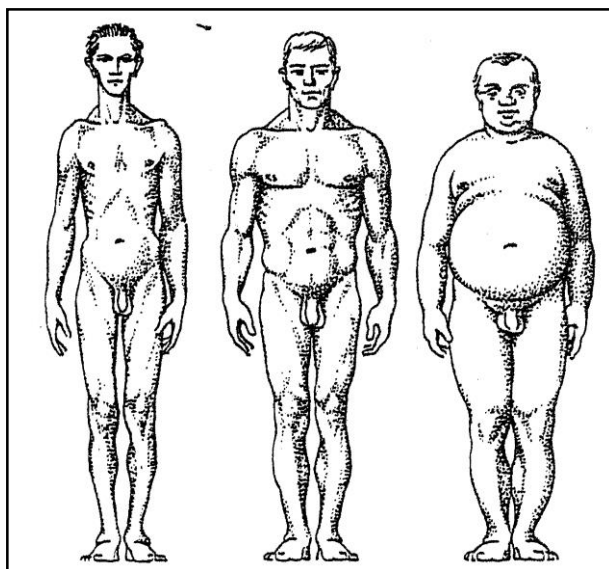
2) Sigaudova typologie – Sigaud upřesnil Rostanovu typologii na mozkomíšní (cébral) typ, dechový (respiratoire) typ, svalově-kloubní (musculaire) typ a zaživací (digestif) typ, jak znázorňuje obrázek 14. Toto rozdělení byla v našich podmínkách velmi používané a uznávané ve 30. letech minulého století;



Obrázek 14. Dechový, zaživací, svalový a mozkový typ (Fetter, Prokopec, Suchý, Titlbachová 1967)

3) Kretschmerova typologická soustava – představitel Kretschmer zastupuje německou typologickou školu, jež byla vedle francouzské typologické školy velice rozšířená, zejména v první půli 20. století. Ve své práci „Körperbau und Charakter“ staví do souvislosti tělesnou konstituci a vlastnosti psychické. Podle Kretschmerova názoru existuje biologická souvislost mezi:

- a) atletickým, astenickým, displastickým typem a schizofrenií;
- b) manio-depresivní psychózou a typem pyknickým;
- c) také malá souvislost byla zjištěna mezi typem atletickým, astenickým a manio-depresivní psychózou, dále schizofrenií a typem pyknickým.



Obrázek 15. Astenický, atletický a pyknický typ (Bok 1972)

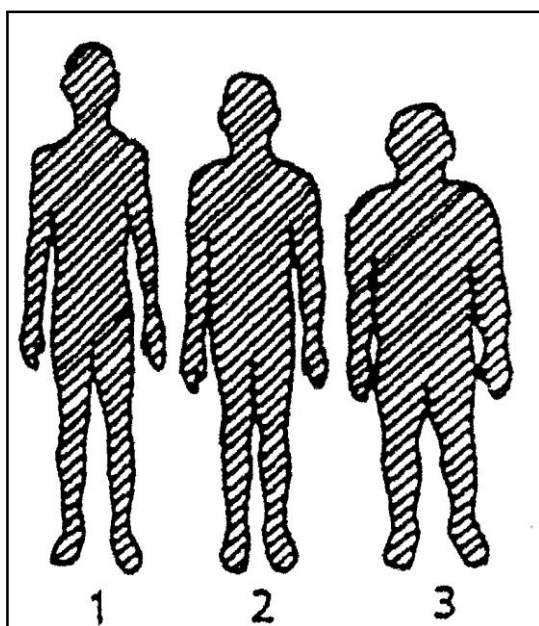
Kretschmer odlišuje tedy typ astenický (leptosomní), atletický a pyknický. Tato typologie je znázorněna na obrázku 15. Přičemž konkrétní typy popisuje Kretschmer následovně:

- Astenický typ se vyznačuje normální výškou s omezenou šířkou těla. Takový jedinec na hmotnosti nepřibírá a to ani, když se přejídá. Postrádá podkožní tukovou vrstvu a jeho skelet je gracilní a nedostatečně vyvinutý. Jedinec tohoto typu je náchylný k anémii, vyznačuje se plochým hrudníkem s vystouplými žebry. Jeho trup je dlouhý s velice štíhlými končetinami a břicho ploché až propadlé. Takovýto jedinec má rovněž malou hlavu s mírně ubíhavým čelem, obličej je úzký, nos je dlouhý a ostrý, brada poměrně málo vyvinutá. Hranice vlasové části zasahuje až na spánky a čelo, muži mají vousy nepravidelně rozložené, pubické a axilární ochlupení je střední, někdy sporé. Na dolních končetinách a pažích rostou vesměs krátké ochlupení. Jedinec má výrazný sklon k vzniku známek stárnutí a to už ve 35 až 40 letech svého života. V moderní typologii je tento typ řazen k dominanci ektomorfní komponenty.
- Atletický typ je vzrůstu středního se silně vyvinutým skeletem, svalovou tkání a hrudním košem. Břicho jedince tohoto typu bývá plochá a svalnaté. Veškeré obvody jsou zvětšené o svalovou tkáň a silné kosti. Převážně v obličejové části znatelně vystupuje kosterní základ, kdy vystupují nadočnicové oblouky, lícní kosti a robustní dolní čelist. Typický je také dlouhý oválný obličej s plochým nosem. Hlava má střední velikost, krk je dlouhý, ramena jsou široká a záda se zužují k útlým bokům. Kůže jedince obsahuje menší množství podkožního tuku a je elastická. Končetiny jsou většinou delší. Dle typologie moderní převládá u tohoto typu člověka komponenta mezomorfní. Mnoha autorů také uvádí, že atletický typ vlastně vůbec neexistuje, kdy se ve skutečnosti údajně jedná o typ zařazený mezi typem širokým a štíhlým, tedy typ průměrný. Také Kretschmer později sám od atletického typu upustil a zůstal u astenického a pyknického typu.
- Pyknický typ je dle Kretschmera typický převažujícími šířkovými rozměry nad mírami délkovými. Velké jsou obvody hlavy, hrudníku a břicha. Jedinec tohoto typu má sklon k ukládání tuku v oblasti obličejové a v partii břišní. Hrdlo je tlusté a kratší, hrudní část pak hluboká, krátká a břicho zavalité a vystouplé. Obličej mívá pětiúhelníkový tvar, nos je široký, konvexní nebo rovný, málo výrazné je pak obočí.

U těchto jedinců je častá přítomnost pleše, vousy jsou u tohoto typu rostlé přiměřeně. Končetiny mají málo vyvinutou svalovou tkáň a jsou spíše drobné. Daný typ je postavy celkově zavalité, kdy toto je dáno rozměry trupu, převážně břicha. Tuková vrstva je generována zejména na obličeji, lýtkách a hýždích, oproti tomu na ramenou, předloktích, ruce a noze je relativně slabá. S přibývajícím věkem jedince tuková vrstva narůstá převážně v břišní oblasti. Podle aktuálních metod se jedná o somatotyp s dominancí endomorfní komponenty.

4) Bunakova metoda – určuje typ štíhlý (stenoplastický), střední (mesoplastický) a široký (euryplastický).

5) Violova typologie – představitel typologie S. Viola byl studentem a následníkem zakladatele italské typologické školy A. de Giovanniho. Viola se ve své práci snažil eliminovat subjektivní chybu z hodnocení. Jeho metoda uveřejněná v roce 1909 vyplývá ze souvislosti mezi délkou končetin a objemem hrudníku. Roku 1933 následně uveřejnil novou metodu, jenž v našich podmínkách byla uplatňována společně s typologií Kretschmerovou. Violovy výzkumy vyplývají z hypotézy, že se každý člověk vlivem prostředí anebo v důsledku dědičnosti odlišuje záporným či kladným směrem od normálu, medionormálu, představující typ ideální. Dělí tedy jedince na typ mikrosplanchnický (longityp) normosplanchnický (normotyp) amakrosplanchnický (brachytyp), jak znázorňuje obrázek 16.



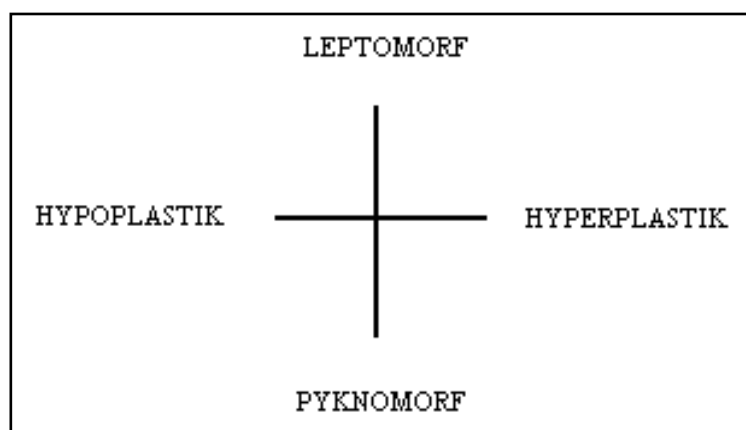
Obrázek 16. Longityp, normotyp a brachytyp (Bok 1972)

Tyto modifikace znázornil na Gaussově křivce, kde extrémy tvoří longityp a brachytyp, Nejrozšířenější variantou je pak normotyp. Následně rozlišoval celkem 18 extrémních typů a jiné mixotypy, ale i přes takto velkou komplikovanost, byla tato metoda u nás velmi uplatňována.

6) Conradova typologie – Conrad upravil Kretschmerovu typologii, kdy jeho metoda vychází z parametrů antropometrických a následně i z metrického indexu (Stromgren, první variační rovina, je založena na metrických znacích: sagitální a transversální šířce hrudníku a tělesné výšce) a plastického indexu (variační rovina druhá, vychází z těchto metrických znaků: obvod ruky, obvod předloktí a biakromiální šířka). Ve směru horizontálním se nachází plastická komponenta stavby těla od hypoplastika k hyperplastikovi, ve směru vertikálním pak se nachází komponenta metrická od leptomorfa k pyknomorfovi (Obrázek 17).

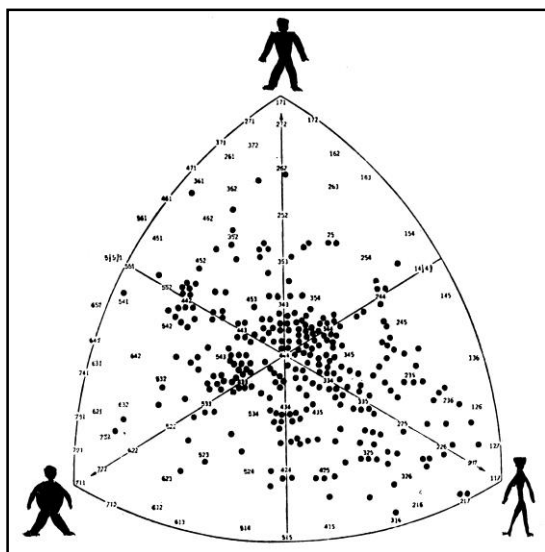
Kategorie metrického indexu: A – pyknomorfní, E – metromorfní, I – leptomorfní

Kategorie plastického indexu: 1 – hypoplastický, 5 – normoplastický, 9 – hyperplastický



Obrázek 17. Znázornění Conradovy typologie

7) Sheldonova typologie – je dosud nejprecizněji propracovanou typologií, rozlišující mimo tři krajních somatotypů, také celou řadu různě kombinovaných typů, jak následně ukazuje obrázek 18. Sheldon se stejně tak jako Kretschmer pokusil najít souvislost mezi psychickými vlastnostmi a tělesnou konstitucí, snažil se tedy vykonstruovat určité psychotypy. Toto úsilí ovšem bylo mnohými autory kritizováno a existence psychotypů se nezdařilo prokázat.



Obrázek 18. Sheldonův somatograf (Fetter, Prokopec, Suchý Titlbachová 1967)

2.6.3.1 Typologie Sheldona a Heathové-Cartera

Bok (1972) o Sheldonovi píše, že studoval obsáhlé množství somatometrických hodnot, než dospěl k teorii, že v populaci člověka nejsou pouze vyhraněné konstituční typy, ale celá škála typů tělesné konstituce. Zavedl úplně nový způsob určování somatotypů. Právě Sheldon použil pojem somatotyp jako první.

Sheldon ve své prvotní metodě z roku 1940 vydané v knize „*Varieties of Human Physique*“ popisuje 5 segmentů lidského těla, kterými jsou: hlava, horní končetiny, hrudník, břicho, dolní končetiny. Usiluje o plné vyniknutí individuality každého člověka. Aby Sheldon určil somatotyp, využíval fotometrické metody, které byly velice složité. Posléze, ve svém díle z roku 1954 „*Atlas of Man*“, metodu modifikoval a to tak, že už nezkoumal samostatně jednotlivé komponenty těla jedince, ale sledoval postavu člověka jako celek. Techniku určení somatotypu zjednodušil a postavil jí na fotoskopickém určení, přičemž používal standardní fotografie, které srovnával s atlasem a tabulkou distribuce somatotypů na základě výškově-hmotnostního ukazatele. Následně na podkladě planimetrování z fotografií, doplnil techniku o tzv. trupový index. Aby Sheldon co nejlépe vyjádřil tělesné typy jedinců, specifikoval tři složky: mezomorfii, endomorfii a ektomorfii. Názvy uvedených složek jsou vyvozeny ze tří zárodečných listů mezoderm, endoderm a ektoderm. Sheldon tím předpokládal, že dojde-li k převažujícímu rozvoji daného zárodečného listu a tkání, které z něj vznikají, popřípadě jejich vzájemného

poměru, podporuje tím vznik morfofenotypu, neboli geneticky tělesného typu. Morfofenotyp údajně podléhá změnám zejména v průběhu ontogenetického vývoje a při dosažení dospělosti se následně může změnit zapříčiněním vnějších činitelů. Reciproční koeficient tkání vytvořených ze tří zárodečných listů se ovšem už po dovršení dospělosti nemění (Riegerová, Ulbrichová 1998). Výsledné somatotypy jsou stanoveny třemi čísly, kdy první hodnota označuje endomorfní, druhá mezomorfní a třetí ekomorfní složku. Konkrétní složky nabývají hodnot 1 – 7, přičemž číslice 1 označuje nejmenší a číslice 7 největší možné zastoupení určité složky v somatotypu. Pro znázornění se poté dané trojčíslí zaznačí do grafu, který je ve tvaru sférického trojúhelníku. Extrémní somatotypy (endomorf 711, mezomorf 171, ektomorf 117), jsou umístěny na vrcholech, uprostřed se pak nacházejí vyvážené somatotypy, a uvnitř další typy přechodné (Bok 1972).

Nástupci Sheldonovu typologickou metodu převzali a pokusili se ji vylepšit. Zdokonalení této metody se nejlépe podařilo Parnellovi a Heathové a Carterovi, kteří jsou tvůrci prozatím konečné verze upravené Sheldonovy metody, která je jejich jménem pojmenována. Tento systém se stal nejvyužívanější vědeckou metodou pro určování somatotypů. Předností této metody je možnost rozlišení značné variability typů stavby těla jedince (Bok 1972).

Bok (1972) dodává, že právě Parnell antroposkopickou metodu nahradil Sheldonovou antropometrií a tím se snažil eliminovat subjektivní chyby, které vznikají při zkoumání fotografií. Parnell svojí metodu postupně modifikoval a roku 1958 publikoval ve své práci „*Behaviour and Physique*“ zjednodušenou tabulku a ta dala základ pro tabulku Heathové a Cartera.

Autoři Heathová a Carter na základě Parnellových prací vytvořili metodu, která se stala celosvětově uznávanou. Její předností je možnost rozlišení rozsáhlé variability typů stavby těla, s využitím antropometrických dat pro určení jednotlivých složek. Tvůrci doporučují v základu tři možnosti určení somatotypu. Způsob první je pouze antropometrický a somatotyp se určuje jen na základě tabulky. Způsob druhý je fotoskopický. Jeho možnost využití je například v případě, že je nezbytné somatotypy jedinců určené Sheldonovým systémem přehodnotit a k dispozici nejsou nezbytná antropometrická data. Třetím postupem je kombinace zmíněných dvou způsobů. Heath-Carterova metoda je ideální pro obě pohlaví a všechny věkové kategorie, s přesností komponent na 0,5 stupně. Autoři také zpřístupnili sedmi stupňovou klasifikační škálu,

kteřá slouží pro extrémnější somatotypy do vyšších stupňů a teoreticky je tedy počet možných somatotypů neomezený. Pro grafické znázornění umístění konkrétního somatotypu slouží Somatograf, který autoři Heathová a Carter rozšířili až do 9. stupně. Nicméně jsou na něm označeny jen somatotypy fakticky možné, tedy rozšíření se týká zejména extrémních typů mezomorfních, endo-mezomorfních a ektomorfních (Bok 1972).

2.6.3.2 Typologie sportovců

Už ve starověkých Athénách se otázce prvních problémů sportovní typologie a tělovýchovně-lékařským problémům věnoval Filostratos Flavius mladší. Flavius ve svém díle *Gymnastikos* kladl důraz mimo různých zevních charakteristik sportujících jedinců rovněž na jejich rozdílnou reakční schopnost. Dále poukazoval na skutečnost, že jestli mají být zápasníci, běžci na dlouhé a krátké tratě nebo pětibojáři úspěšní na olympijských hrách, musí mít specifickou tělesnou kondici (Novotný 1960). Zařazování sportovců do typologických soustav nemá v historii novodobější až tak dlouhou tradici jako měření somatometrická. V období po 1. světové válce začali dle svých typologií řadit sportovce Bunak a Kretschmer. Následně se po 2. světové válce se začala uplatňovat Sheldonova metoda. Jeden z prvních rozsáhlejších typologických výzkumů, vycházející ze Sheldonovy metody uskutečnil na 22 sportovcích, gymnastech a plavcích Cureton v roce 1948 při konání olympijských her v Londýně. Cureton ve svých výsledcích antropometrického měření rovněž poukázal na význam ukazatelů dosažených ze vzájemného poměru jednotlivých tělesných charakteristik na výkonnost jedince. V následujících letech na Curetona navázali i další, jako např. Taner, na olympijských hrách v Římě roku 1964 a poté Carter na olympijských hrách v Mexiku roku 1969. Při svých výzkumech zjistili, že vítězové jednotlivých soutěží měli hodnotu mezomorfie minimálně na pátém stupni (Novotný 1960).

V našich podmínkách se nejvíce zasloužil o rozmach a uplatnění Sheldonovy a Heath-Carterovymetody v praxi Štěpnička. Jako jeden z prvních u nás uskutečnil rozsáhlé měření vrcholových sportovců, a to nejprve podle typologie Sheldonovy a poté i dle Heath-Carterovymetody (Štěpnička 1967, 1970, 1972, 1974, 1979).

2.6.3.3 Typologie hráčů ledního hokeje

Chovanová (1979) se ve své studii soustředila na množství podkožního tuku hráčů ledního hokeje. Výzkumný soubor tvořili hráči československého reprezentačního A a B družstva a to 33 útočníků, 16 obránců a 6 brankářů. Získané výsledky následně Chovanová porovnávala se skupinou profesionálních lyžařů. Ze závěrů vyplynulo, že hráči hokeje dosahují nejvyšší hodnoty endomorfní složky, která byla nejčastěji zastoupena hodnotou 2, ovšem výjimkou nebyly ani hodnoty 4,5 a 5. Dle Chovanové to kvituje jejich relativní tučnost, která je poměrně velká. Chovanová rovněž sledovala vrstvu podkožního tuku v těchto partiích, jako byly záda pod dolním úhlem lopatky, nad tricipsem, na boku nad hřebenem kyčelní kosti a na lýtku. Z výsledků znovu vyplynulo, že průměrně největší obsah podkožního tuku z uvedených čtyř kožních řas mají právě hráči hokeje. Obránci měli součet podkožního tuku ze čtyř kožních řas největší, následovali brankáři a útočníci. Podle autorky je značné množství podkožního tuku právě u obránců způsobeno zřejmě statickou obrannou hrou.

Štěpnička (1974) se rovněž ve svých typologických výzkumech věnoval hráčům ledního hokeje, kdy zjistil, že pro moderní koncepcí ledního hokeje vyhovují spíše hráči se silně vyvinutou mezomorfní složkou a poněkud vyšší endomorfií, jenž pomáhá zvyšovat tělesnou hmotu a která je potřebná pro úspěšnost zvláště v osobních soubojích.

Kopecký a Přidalová (2001), kteří porovnávali somatické parametry 9 až 11letých tenistů a hokejistů přišli se závěrem, že hokejisté vypadají konstitučně jako endomorfní mezomorfové. U obou zkoumaných souborů je zřejmá vyšší hodnota mezomorfní komponenty, jež je výsledkem většího pohybového zatížení.

Výše uvedené výzkumy poukázaly na typické rysy v tělesné konstituci sportovců, kteří provozují lední hokej. Patří zde vyšší endomorfní komponenta somatotypu a silnější ložisko podkožního tuku ve srovnání s některými jinými sportovci.

3 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo posouzení aktuálního stavu rozvoje tělesné konstituce a vybraných somatických parametrů u současných hráčů ledního hokeje ve věku 10 až 18 let.

3.1 Dílčí cíle

1. Teoretická analýza aktuálního stavu v oblasti sportovní antropologie
2. Realizace výzkumného antropometrického šetření
3. Zpracování dat
4. Rozbor a vyhodnocení dat z výzkumného šetření

3.2 Výzkumná otázka

Jaká je úroveň rozvoje somatických parametrů u současných hráčů ledního hokeje ve věku od 10 do 18 let?

4 METODIKA

4.1 Charakteristika souboru

Výzkumného měření se zúčastnilo celkem 454 hráčů ledního hokeje z různých klubů Moravy i Čech, ve věku od 10 do 18 let. Zastoupení jednotlivých ročníků je uvedeno v tabulce 3 níže. Data získána výzkumným měřením jsou součástí dlouhodobého výzkumu, který probíhal v roce 2014 a 2015. Samotné měření bylo realizováno jak na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, tak i ve vyšetřovnách na zimních stadionech různých hokejových klubů ČR.

Tabulka 3. Četnost (n) sledovaných probandů rozdělených do věkových kategorií

Věk (v letech)	n
10,00–10,99	55
11,00–11,99	59
12,00–12,99	60
13,00–13,99	47
14,00–14,99	45
15,00–15,99	45
16,00–16,99	43
17,00–17,99	41
18,00–18,99	59
Celkem	454

4.2 Etika výzkumného měření

Z etického hlediska byli jak všichni měření probandi, tak i jejich zákonní zástupci a trenéři informováni o postupu a složkách celého měření. Před započítáním samotného měření byl do jednotlivých hokejových klubů zaslán průvodní dopis trenérům měřených věkových kategorií. Účastníci měření mohli s výzkumem nesouhlasit, nebo bez udání

důvodu v jakékoliv fázi, měření ukončit. Veškeré nakládání se získanými daty bylo anonymní.

4.3 Měření antropometrické rozměry

Pro vysokou validitu a spolehlivost výzkumné metody měření antropometrických rozměrů bylo postupováno dle Riegerové et al. (2006).

4.3.1 Tělesná výška

Pro měření tělesné výšky byl použit antropometr A-213 (Trystom, Česká republika) s přípustnou chybou měření 5 mm. Proband byl bez obuvi postaven vzpřímeně ke stěně, hlavu v prodloužení trupu a s chodidly u sebe. Měřena byla vzdálenost vertexu od země.

4.3.2 Tělesná hmotnost

Za pomoci přístroje InBody 230 (Biospace, Jižní Korea) s přesností měření 100g, byla měřena tělesná hmotnost probandů. Subjekt byl měřen ve spodním prádle a na přístroji byla provedena korekce 200g z celkové tělesné hmotnosti.

4.3.3 Body mass index (BMI)

BMI (Body mass index) je nejčastěji používaným kritériem k posouzení tělesné hmotnosti, bývá také označován jako Quetelův index.

$$**BMI = tělesná hmotnost v kg / výška v m²**$$

Naměřené výsledky tělesné výšky jsou zapsány v centimetrech (cm), tělesná hmotnost v kilogramech (kg) a hodnota BMI v kilogramech na metr čtvereční (kg/m²). Tato data jsou zapsána v tabulkách a zaokrouhlena na jedno desetinné místo. Směrodatná odchylka je pak zaokrouhlena na dvě desetinná místa.

4.3.4 Antropometrické somatotypy

Tělesná konstituce udávána somatotypem je celkově posuzována podle unifikované metodiky Carter-Heath (Carter & Heath, 1990). Realizace antropometrických měření by měla probíhat v souladu s doporučenými mezinárodními standardy, a to podle International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (Heyward & Wagner, 2004; Hume & Marfell-Jones, 2008; Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006).

Každá ze složek, tedy endomorfie, izomorfie a ektomorfie, reprezentuje rozvoj konkrétních frakcí stavby lidského těla na otevřené (neomezené) stupnici. Endomorfie je první komponenta somatotypu a vztahuje se k relativní tloušťce a informuje o stavu podkožní tukové vrstvy. Pro její hodnocení v rámci somatotypu je nutné určit součet hodnot tří kožních řas (triceps, subscapulární, suprailiakální). Mezomorfie představuje druhou komponenta somatotypu, která se vztahuje k relativnímu rozvoji svalstva a kostry ve vztahu k tělesné výšce. Pro její určení vycházíme z hodnot biepikondylárních vzdáleností humeru a femuru, tělesné výšky, obvodu kontrahované paže a obvodu maximálního lýtka, jež jsou korigovány o patřičnou kožní řasu. Ektomorfní komponenta se vztahuje k relativní délce části těla a její určení vychází z ponderálního indexu tělesné výšky ke třetí mocnině tělesné hmotnosti.

Zjištěný antropometrický somatotyp jsme dále lokalizovali ve sférickém trojúhelníku (somatografu) na podkladě výpočtu souřadnic x , y . Jejich počátek se nachází v bodě 4-4-4. Vzorec pro výpočet souřadnic somatotypu:

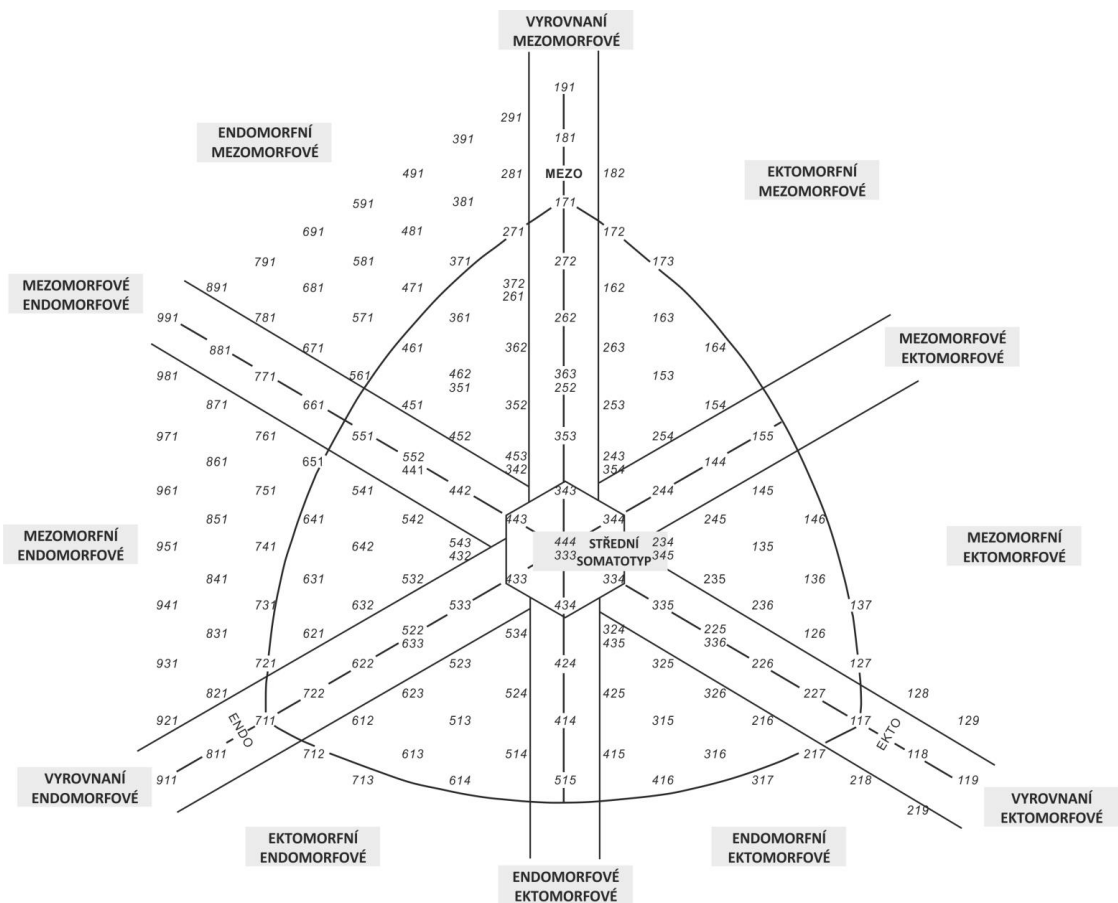
$$\begin{aligned}x &= III - I & I &= \text{hodnota endomorfní komponenty} \\y &= 2 \cdot II - (I + III) & II &= \text{hodnota mezomorfní komponenty} \\III &= \text{hodnota ektomorfní komponenty}\end{aligned}$$

Při zakreslení individuálního i průměrného somatotypu do somatografu jsme pracovali se dvěma kategorizacemi, které slučují somatotypy s obdobným poměrem jednotlivých komponent. První dělení vyplývá z dominance jednotlivých komponent a jejich vzájemného poměru (Štěpnička, 1979).

Dělení somatotypů na jednotlivé kategorie podle dominance jednotlivých složek (Carter, 2002):

1. Vyrovnaní mezomorfové – druhá komponenta je dominantní, první a třetí jsou nižší a obě stejné nebo se neliší více než o půl bodu.
2. Ektomorfní mezomorfové – druhá komponenta je dominantní, třetí je vyšší než první.
3. Mezomorfové-ektomorfové – druhá a třetí komponenta jsou stejné nebo se neliší více než o půl bodu, první komponenta je nižší.
4. Mezomorfní ektomorfové – třetí komponenta je dominantní, druhá vyšší než první.
5. Vyrovnaní ektomorfové – třetí komponenta je dominantní, první a druhá se sobě rovnají nebo se neliší více než o půl bodu, jsou nižší než třetí komponenta
6. Endomorfní ektomorfové – třetí komponenta je dominantní, první je vyšší než druhá
7. Endomorfové-ektomorfové – první a třetí komponenta se sobě rovnají nebo se neliší více než o půl bodu, druhá komponenta je nižší.
8. Ektomorfní endomorfové – první komponenta je dominantní, třetí je vyšší než druhá.
9. Vyrovnaní endomorfové – první komponenta je dominantní, druhá a třetí se sobě rovnají nebo se neliší více než o půl bodu.
10. Mezomorfní endomorfové – endomorfie je dominantní, druhá komponenta je větší než třetí
11. Mezomorfové-endomorfové – první a druhá komponenta se sobě rovnají nebo se neliší více než o půl bodu, třetí komponenta je nižší.
12. Endomorfní mezomorfové – druhá komponenta je dominantní, první je vyšší než třetí.
13. Střední somatotypy – žádná z komponent se neliší více než o jeden bod od ostatních a sestává z hodnot 3 a 4.

Při sloučení jednotlivých kategorií podle dominující komponenty vzniknou tři základní skupiny (mimo střední typ). V první skupině dominuje mezomorfní komponenta (kategorie 1., 2., 11., 12.), ve druhé dominuje komponenta endomorfní (7., 8., 9., 10.) a ve třetí kategorii dominuje komponenta ektomorfní (3., 4., 5., 6.).



Obrázek 19. Jednotlivé kategorie somatotypů podle dominance jednotlivých komponent

b) Směrodatná odchylka (SD)

Směrodatná odchylka je druhá odmocnina z aritmetického průměru druhých mocnin odchylek hodnot znaku od aritmetického průměru.

c) Rozdíl (Δ)

Znak vyjadřující rozdíl v naměřených hodnotách.

d) Věcná významnost (d)

Věcná významnost výsledků průměru a směrodatných odchylek byla posuzována za použití Effect of Size (Cohenovo d), kde hodnota $d 0,2$ = malá změna, $d 0,5$ = střední změna a hodnota $d 0,8$ = velká změna (Cohen, 1988; Thomas, Nelson, & Silverman, 2011).

Věcná významnost je vypočítána podle vzorce:

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD_{pooled}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{[(n_1 - 1) \cdot SD_1^2 + (n_2 - 1) \cdot SD_2^2]}{[n_1 + n_2 - 2]}}$$

K porovnání sledovaných parametrů s referenčními hodnotami populace bylo využito dat 6. Celostátního antropologického výzkumu (6. CAV) (Bláha et al. 2006) (viz. Tabulka 4).

Tabulka 4. Národní referenční data chlapců – 6. Celostátní antropologický výzkum (CAV)

Věk (v letech)	Tělesná výška (cm)	Tělesná hmotnost (kg)	BMI (kg/m ²)
10,00-10,99	144,3 ± 6,7	37,5 ± 7,8	17,9 ± 2,9
11,00-11,99	149,7 ± 7,3	41,3 ± 9,0	18,3 ± 3,0
12,00-12,99	156,8 ± 8,3	47,0 ± 10,4	19,0 ± 3,1
13,00-13,99	163,7 ± 8,8	52,4 ± 11,0	19,4 ± 3,0
14,00-14,99	171,0 ± 8,6	58,8 ± 10,7	20,0 ± 2,8
15,00-15,99	176,2 ± 7,5	64,2 ± 10,6	20,6 ± 2,8
16,00-16,99	178,8 ± 6,9	67,5 ± 10,3	21,1 ± 2,8
17,00-17,99	180,1 ± 7,0	70,0 ± 10,2	21,6 ± 2,8
18,00-18,99	180,2 ± 7,0	72,0 ± 10,6	22,2 ± 2,9

Tabulka 5. Četnost (n) chlapců zúčastněných 6 .Celostátního antropologického výzkumu (CAV) rozdělených dle věkových kategorií

Věk (v letech)	Tělesná výška	Tělesná hmotnost	BMI
10,00-10,99	1 401	1 403	1 401
11,00-11,99	1 494	1 495	1 494
12,00-12,99	1 676	1 675	1 675
13,00-13,99	1 703	1 704	1 703
14,00-14,99	1 447	1 446	1 446
15,00-15,99	1 640	1 638	1 638
16,00-16,99	1 839	1 838	1 838
17,00-17,99	1 616	1 615	1 615
18,00-18,99	1 193	1 193	1 193

5 VÝSLEDKY

Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách a také graficky znázorněné na obrázcích.

Tabulka 6. Hodnoty tělesné výšky, tělesné hmotnosti, BMI a meziroční přírůstky u hráčů ledního hokeje ve věku 10–18 let

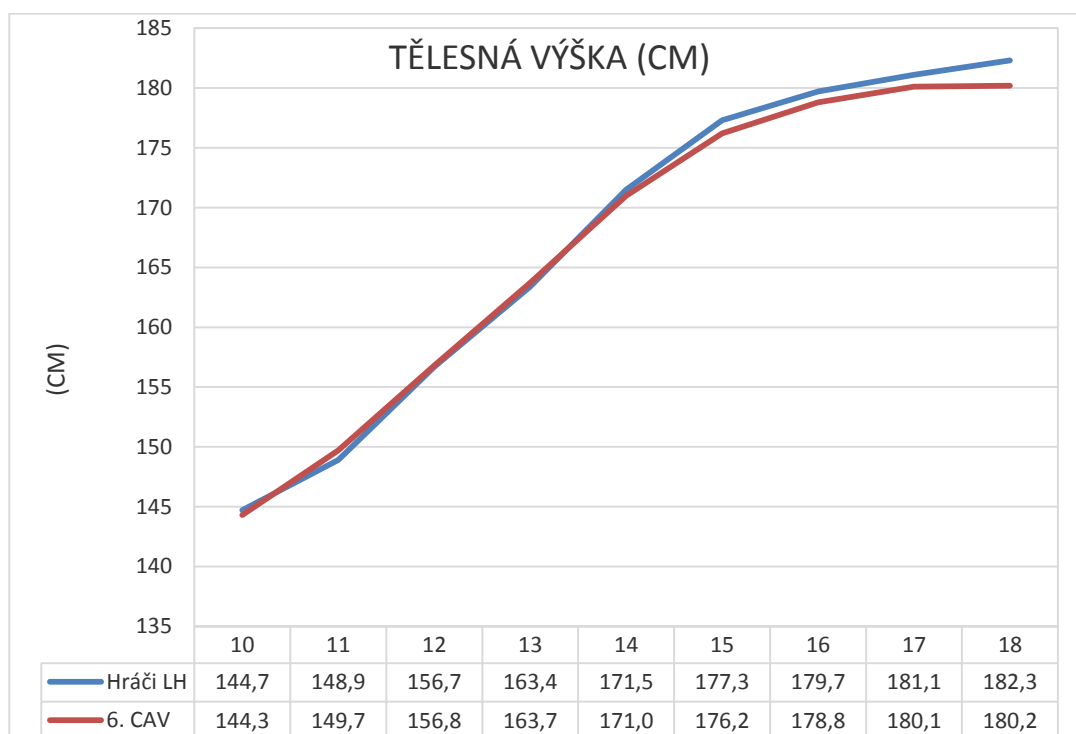
		Tělesná výška (cm)				Tělesná hmotnost (kg)				BMI (m/kg ²)			
Věk (v letech)	n	M	SD	Δ		M	SD	Δ		M	SD	Δ	
10,00–10,99	55	144,7	6,24			38,8	5,61			18,2	1,99		
11,00–11,99	59	148,9	7,31	10→11	4,2	41,7	7,96	10→11	2,9	18,4	1,96	10→11	0,2
12,00–12,99	60	156,7	8,23	11→12	7,8	46,1	10,12	11→12	4,4	19,0	1,88	11→12	0,6
13,00–13,99	47	163,4	9,38	12→13	6,7	53,1	9,79	12→13	7,0	20,3	1,89	12→13	1,3
14,00–14,99	45	171,5	9,82	13→14	8,1	61,5	10,24	13→14	8,4	21,1	1,91	13→14	0,8
15,00–15,99	45	177,3	6,98	14→15	5,8	70,4	8,74	14→15	8,9	21,6	2,12	14→15	0,5
16,00–16,99	43	179,7	7,14	15→16	2,4	73,6	9,38	15→16	3,2	22,6	2,09	15→16	1,0
17,00–17,99	41	181,1	7,68	16→17	1,4	77,2	8,21	16→17	3,6	22,8	2,15	16→17	0,2
18,00–18,99	59	182,3	6,15	17→18	1,2	82,5	7,76	17→18	5,3	23,7	2,21	17→18	0,9

Poznámka: n–četnost; M–aritmetický průměr; SD–směrodatná odchylka; Δ–hodnota meziročního rozdílu; 10→11, 11→12 apod.–změny mezi věkovými kategoriemi v letech

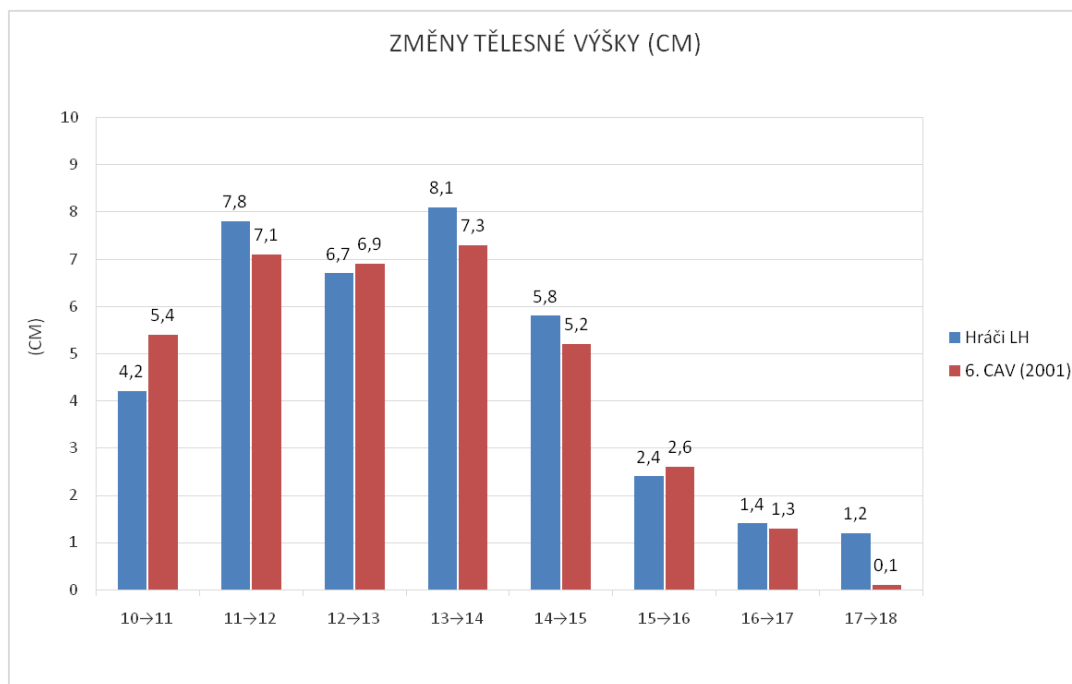
Tabulka 7. Srovnání tělesné výšky hráčů ledního hokeje ve věku 10–18 let s referenčními daty podle 6. CAV

Tělesná výška (cm)							
Věk (v letech)	Hráči LH		6. CAV (2001)		LH – 6. CAV		
	n	M + SD	n	M + SD	Δ	p	d
10,00–10,99	55	144,7±6,24	1 401	144,3±6,7	0,4	ns	0,06
11,00–11,99	59	148,9±7,31	1 494	149,7±7,3	0,8	ns	0,11
12,00–12,99	60	156,7±8,23	1 676	156,8±8,3	0,1	ns	0,01
13,00–13,99	47	163,4±9,38	1 703	163,7±8,8	0,3	ns	0,03
14,00–14,99	45	171,5±9,82	1 447	171,0±8,6	0,5	ns	0,06
15,00–15,99	45	177,3±6,98	1 640	176,2±7,5	1,1	ns	0,15
16,00–16,99	43	179,7±7,14	1 839	178,8±6,9	0,9	ns	0,13
17,00–17,99	41	181,1±7,68	1 616	180,1±7,0	1,0	ns	0,14
18,00–18,99	59	182,3±6,15	1 193	180,2±7,0	2,1	0,05	0,30

Poznámka: n –četnost; M –aritmetický průměr; SD –směrodatná odchylka; Δ –hodnota rozdílu; p –statistická významnost; ns –nesignifikantní; d –věcná významnost (Cohen)



Obrázek 21. Tělesná výška



Obrázek 22. Změny tělesné výšky

Z obrázku 21, který je sestaven z výše uvedených hodnot v tabulce 7, naměřených u mladých hráčů ledního hokeje a souboru 6.CAV je patrné, že mezi oběma skupinami jsou rozdíly mezi 10 až 15 rokem zanedbatelné. První minimální změny jsou zaznamenány od 15 do 18 let, kde hokejisté jsou oproti souboru 6.CAV v průměru o 1 cm vyšší. Výraznější změnu zaznamenáváme mezi porovnávanými soubory v 18 letech, kde hokejisté jsou v porovnání s 6.CAV až o 2,1 cm vyšší.

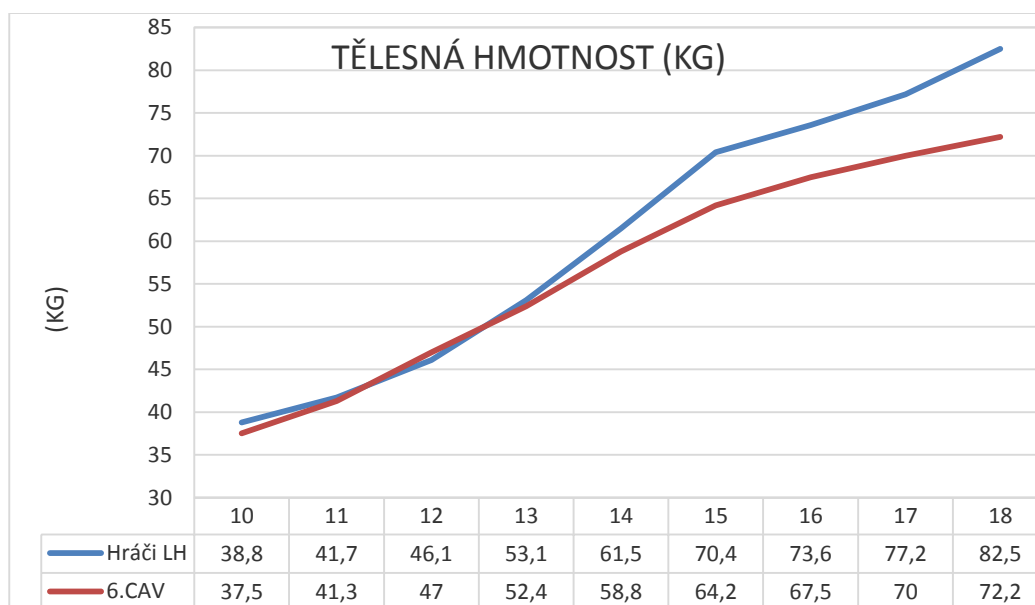
Největší rozdíly v tělesné výšce, jenž jsou graficky znázorněny na obrázku 22 jsou u obou souborů mezi 13 až 14 rokem, a to o 8,1 cm u hráčů hokeje a 7,3 cm u souboru 6.CAV.

Při hodnocení rozdílu tělesné výšky mezi oběma měřenými soubory, přičemž průměrná hodnota tělesné výšky byla rozdílná nejvíce o 2,1 cm, nebyl zjištěn věcně významný rozdíl, o čemž svědčí i malá hladina věcné významnosti, která u tohoto rozdílu činí d 0,30.

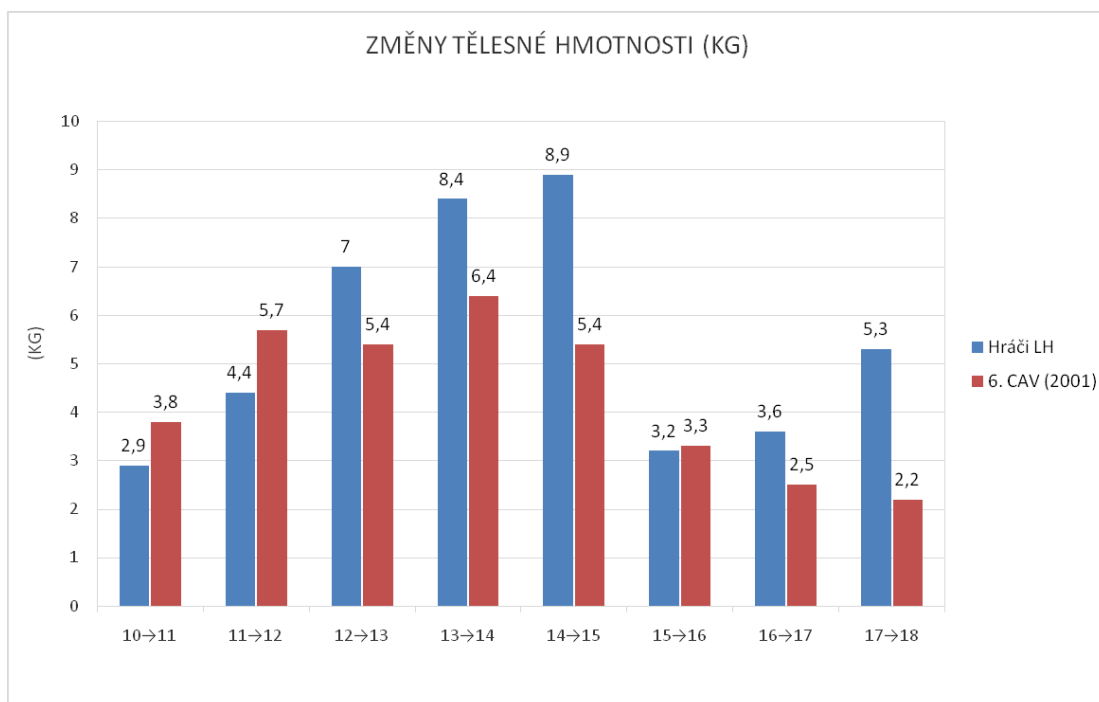
Tabulka 8. Srovnání tělesné hmotnosti hráčů ledního hokeje ve věku 10–18 let s referenčními daty podle 6. CAV

Tělesná hmotnost (kg)							
Věk (v letech)	Hráči LH		6. CAV (2001)		LH – 6. CAV		
	n	M + SD	n	M + SD	Δ	p	d
10,00–10,99	55	38,8±5,61	1 403	37,5±7,8	1,3	ns	0,17
11,00–11,99	59	41,7±7,96	1 495	41,3±9,0	0,4	ns	0,04
12,00–12,99	60	46,1±10,12	1 675	47,0±10,4	0,9	ns	0,09
13,00–13,99	47	53,1±9,79	1 704	52,4±11,0	0,7	ns	0,06
14,00–14,99	45	61,5±10,24	1 446	58,8±10,7	2,7	ns	0,25
15,00–15,99	45	70,4±8,74	1 638	64,2±10,6	6,2	0,01	0,59
16,00–16,99	43	73,6±9,38	1 838	67,5±10,3	6,1	0,01	0,59
17,00–17,99	41	77,2±8,21	1 615	70,0±10,2	7,2	0,01	0,71
18,00–18,99	59	82,5±7,76	1 193	72,2±10,6	10,3	0,01	0,98

Poznámka: n–četnost; M–aritmetický průměr; SD–směrodatná odchylka; Δ –hodnota rozdílu; p–statistická významnost; ns–nesignifikantní; d–věcná významnost (Cohen)



Obrázek 23. Tělesná hmotnost



Obrázek 24. Změny tělesné hmotnosti

Na obrázku 23 jsou zobrazeny hodnoty tělesné hmotnosti z tabulky 8 naměřené u mladých hokejistů a souboru 6.CAV. Rozdíl v tělesné hmotnosti mezi oběma soubory se začíná výrazněji projevovat až od 14 let věku. U hráčů ledního hokeje ve věku 18 let, je pak tělesná hmotnost oproti souboru 6.CAV ve shodném věku vyšší o 10,3 kg.

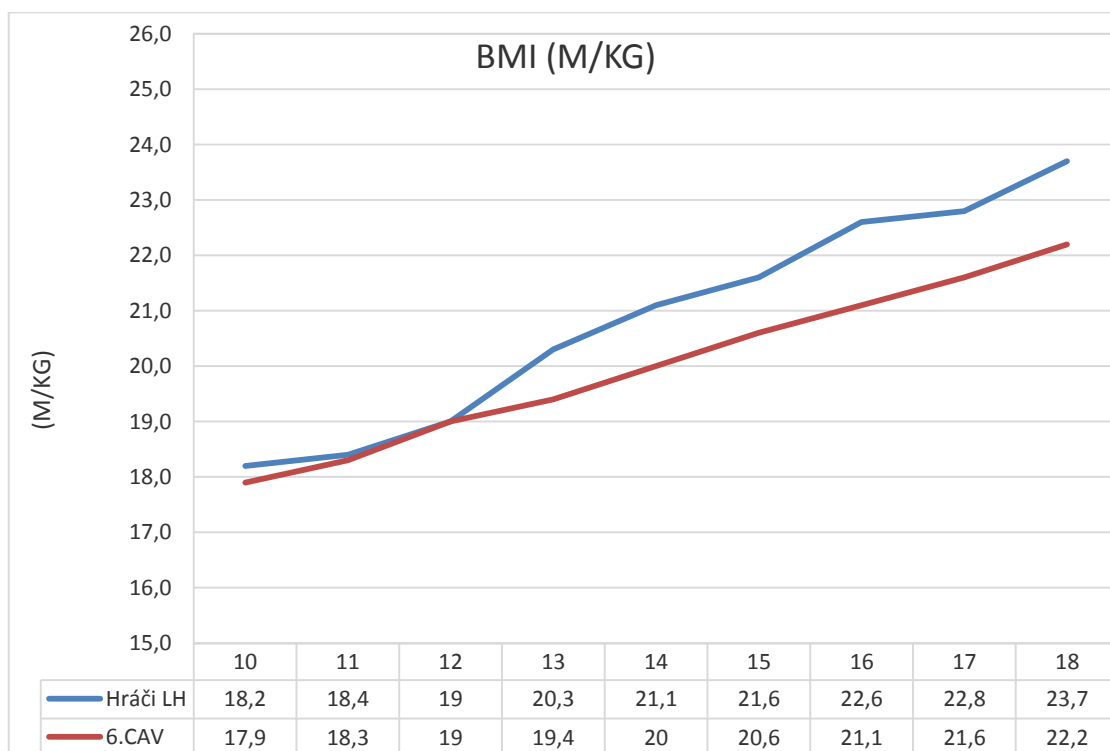
Největší rozdíly v tělesné hmotnosti, jež jsou graficky znázorněny na obrázku 24, jsou u souboru mladých hokejistů mezi 14 až 15 rokem, a to o 8,9 kg. Největší rozdíl v tělesné hmotnosti u souboru 6.CAV je pak mezi 13 a 14 rokem, a to o 6,4 kg.

Při hodnocení rozdílu tělesné hmotnosti mezi oběma měřeními soubory, byl zjištěn věcně významný rozdíl, ve věku 18 let, o čemž svědčí i hladina věcné významnosti, která u tohoto rozdílu činí d 0,98.

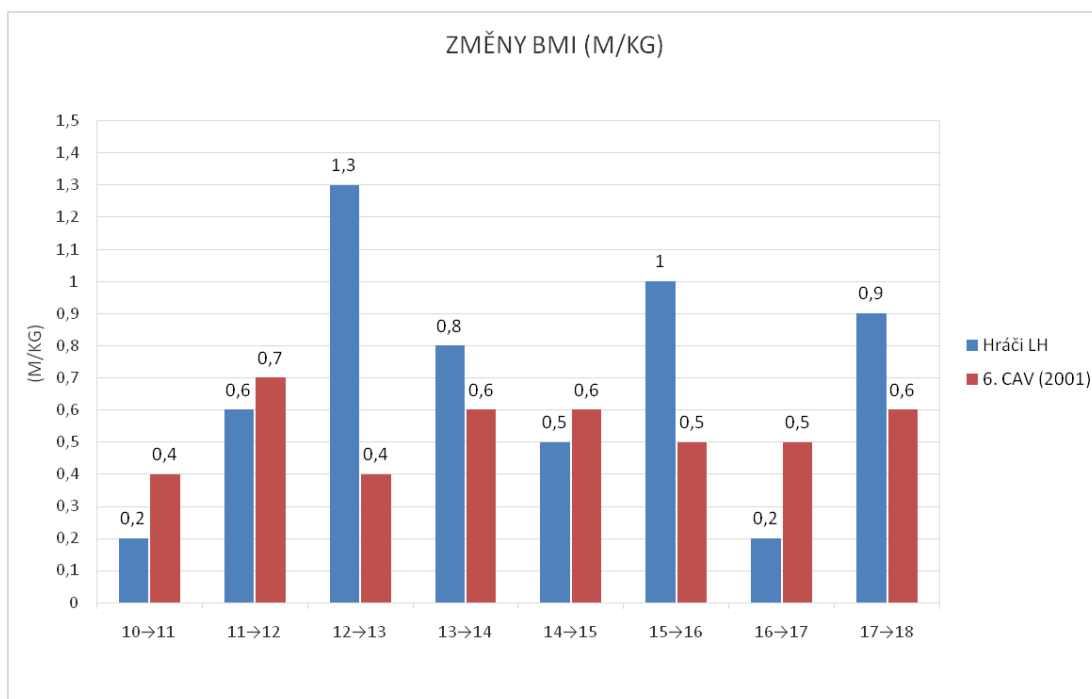
Tabulka 9. Srovnání hodnot BMI hráčů ledního hokeje ve věku 10–18 let s referenčními daty podle 6. CAV

BMI (m/kg ²)							
Věk (v letech)	Hráči LH		6. CAV (2001)		Δ	p	d
	n	M + SD	n	M + SD			
10,00–10,99	55	18,2±1,99	1 401	17,9±2,9	0,3	ns	0,10
11,00–11,99	59	18,4±1,96	1 494	18,3±3,0	0,1	ns	0,03
12,00–12,99	60	19,0±1,88	1 675	19,0±3,1	0,0	ns	0,00
13,00–13,99	47	20,3±1,89	1 703	19,4±3,0	0,9	0,05	0,30
14,00–14,99	45	21,1±1,91	1 446	20,0±2,8	1,1	0,05	0,40
15,00–15,99	45	21,6±2,12	1 638	20,6±2,8	1,0	0,05	0,36
16,00–16,99	43	22,6±2,09	1 838	21,1±2,8	1,5	0,01	0,54
17,00–17,99	41	22,8±2,15	1 615	21,6±2,8	1,2	0,05	0,43
18,00–18,99	59	23,7±2,21	1 193	22,2±2,9	1,5	0,01	0,52

Poznámka: n–četnost; M–aritmetický průměr; SD–směrodatná odchylka; Δ–hodnota rozdílu; p–statistická významnost; ns–nesignifikantní; d–věcná významnost (Cohen)



Obrázek 25. BMI



Obrázek 26. Změny BMI

Na obrázku 25 jsou zobrazeny hodnoty BMI z tabulky 9 naměřené u mladých hokejistů a souboru 6.CAV. Z uvedeného obrázku je zřejmé, že u souboru 6.CAV je lineární progres napříč grafem. Obdobné hodnoty pak u hráčů ledního hokeje jako u souboru 6.CAV sledujeme do 12 let, poté dochází k nárůstu BMI u hokejistů od 12 let z 19 kg/m^2 až do 18 na $23,7 \text{ kg/m}^2$.

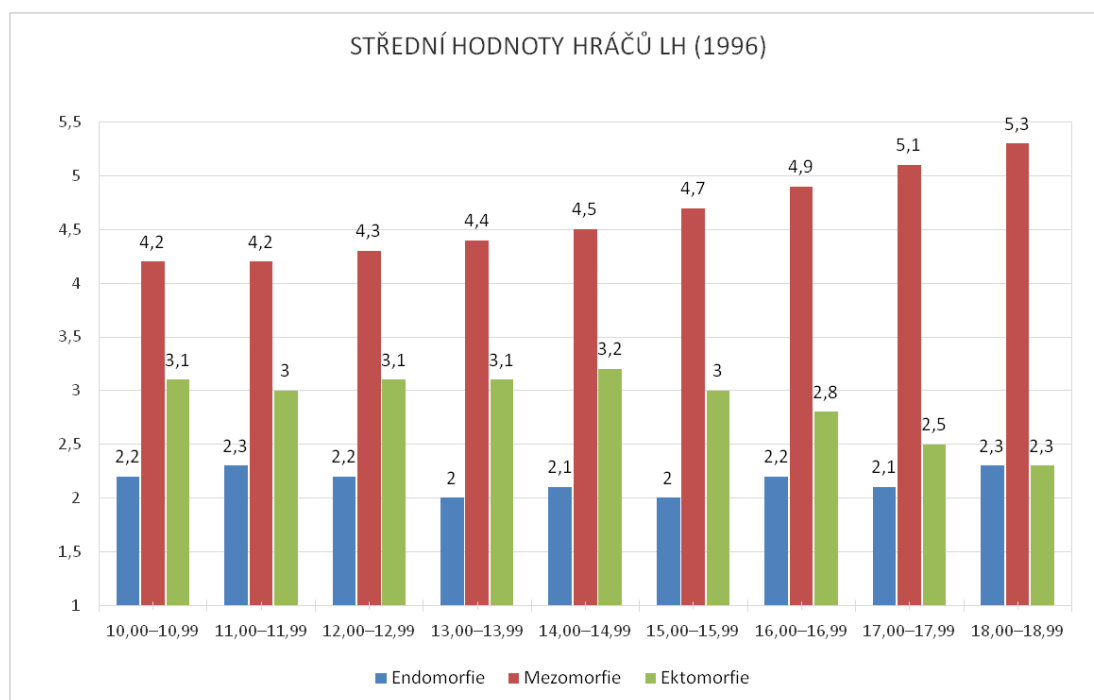
Největší rozdíly v hodnotách BMI, jenž jsou graficky znázorněny na obrázku 26 jsou u souborů mladých hráčů ledního hokeje mezi 12 až 13 rokem, a to o $1,3 \text{ kg/m}^2$, následně mezi 15 až 16 rokem je rozdíl 1 kg/m^2 a dále mezi 17 a 18 rokem je rozdíl $0,9 \text{ kg/m}^2$. Největší rozdíl BMI u souboru 6.CAV je zaznamenán mezi 11 a 12 rokem, a to o $0,7 \text{ kg/m}^2$ a dále v období od 13 do 15 let a to rozdíl $0,6 \text{ kg/m}^2$, poté mezi 17 a 18 rokem taktéž rozdíl $0,6 \text{ kg/m}^2$.

Při hodnocení rozdílu BMI mezi oběma měřenými soubory jsme nezjistili věcně významný rozdíl. Hodnota věcné významnosti, byla největší mezi 16 až 17 rokem a to $d = 0,54$, což značí střední změnu.

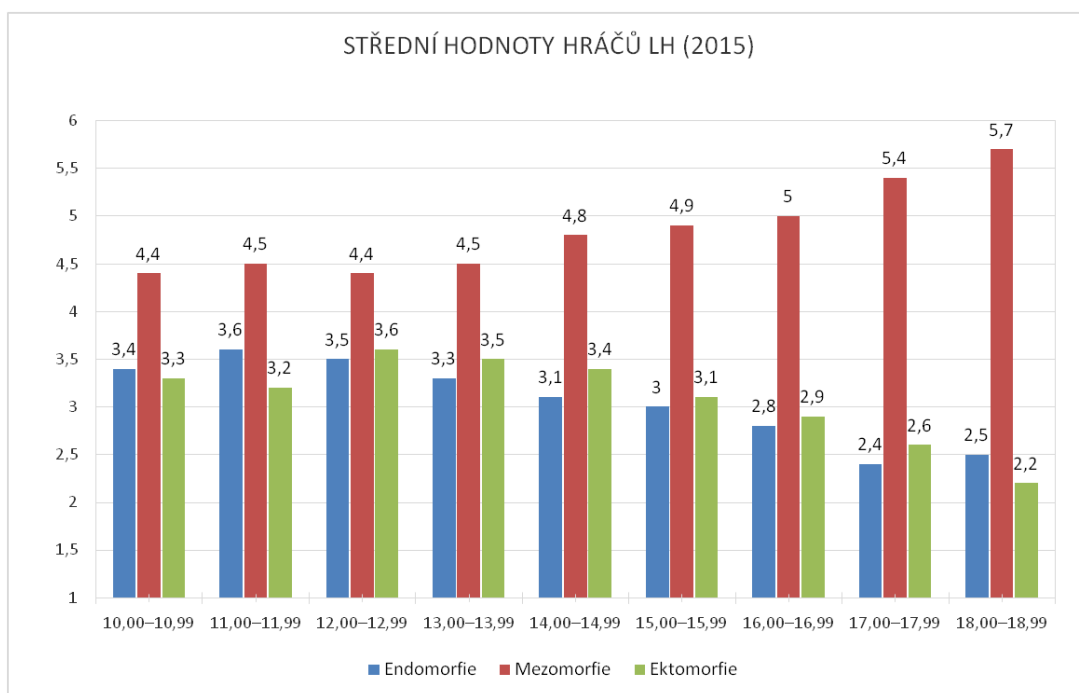
Tabulka 10. Střední hodnoty somatotypů mladých hráčů ledního hokeje -srovnání 1996 – 2015

1996				2015			
Věk	Endo	Mezo	Ekto	Věk	Endo	Mezo	Ekto
(v letech)	M	M	M	(v letech)	M	M	M
10,00–10,99	2,2	4,2	3,1	10,00–10,99	3,4	4,4	3,3
11,00–11,99	2,3	4,2	3,0	11,00–11,99	3,6	4,5	3,2
12,00–12,99	2,2	4,3	3,1	12,00–12,99	3,5	4,4	3,6
13,00–13,99	2,0	4,4	3,1	13,00–13,99	3,3	4,5	3,5
14,00–14,99	2,1	4,5	3,2	14,00–14,99	3,1	4,8	3,4
15,00–15,99	2,0	4,7	3,0	15,00–15,99	3,0	4,9	3,1
16,00–16,99	2,2	4,9	2,8	16,00–16,99	2,8	5,0	2,9
17,00–17,99	2,1	5,1	2,5	17,00–17,99	2,4	5,4	2,6
18,00–18,99	2,3	5,3	2,3	18,00–18,99	2,5	5,7	2,2

Poznámky: Endo–endomorfie; Mezo–mezomorfie; Ekto–ektomorfie; M–aritmetický průměr;



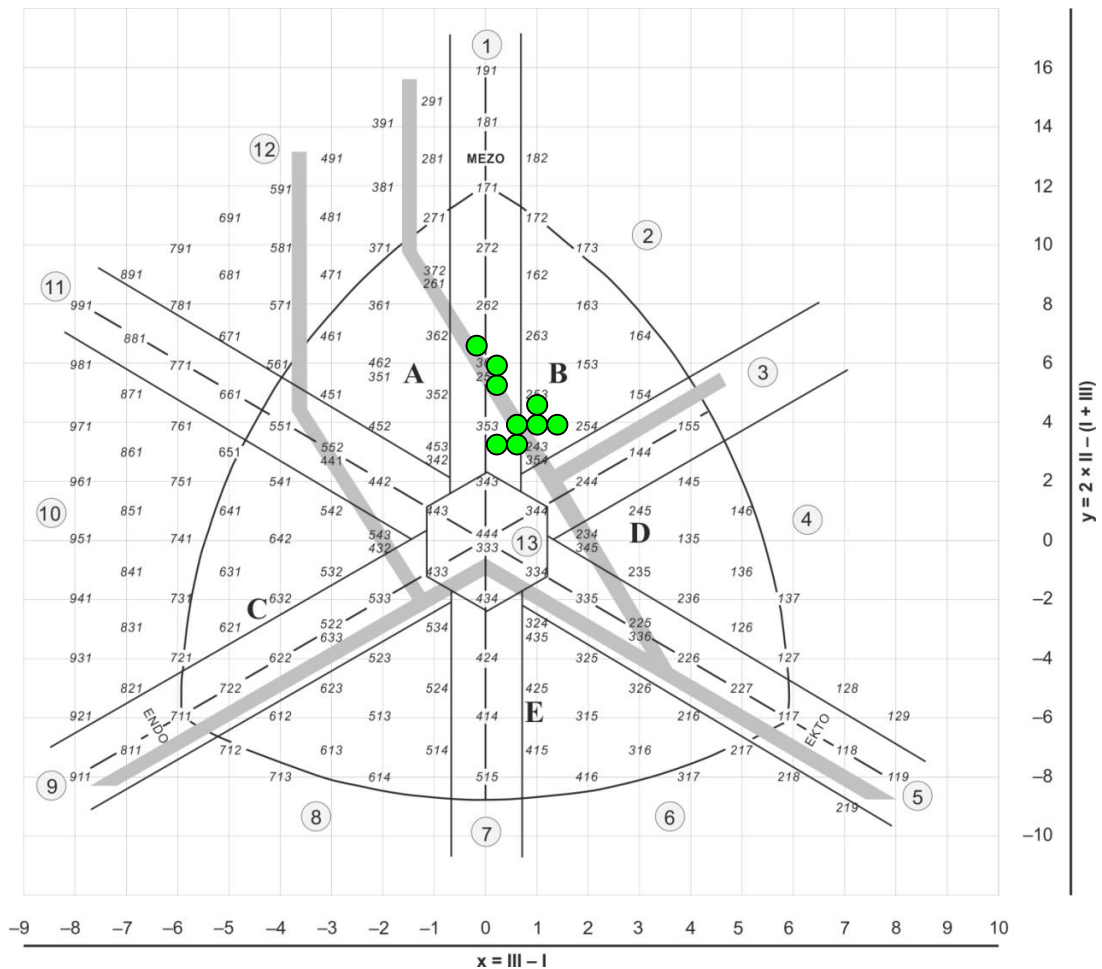
Obrázek 27. Střední hodnoty somatotypů mladých hráčů ledního hokeje - rok 1996



Obrázek 28. Střední hodnoty somatotypů mladých hráčů ledního hokeje - rok 2015

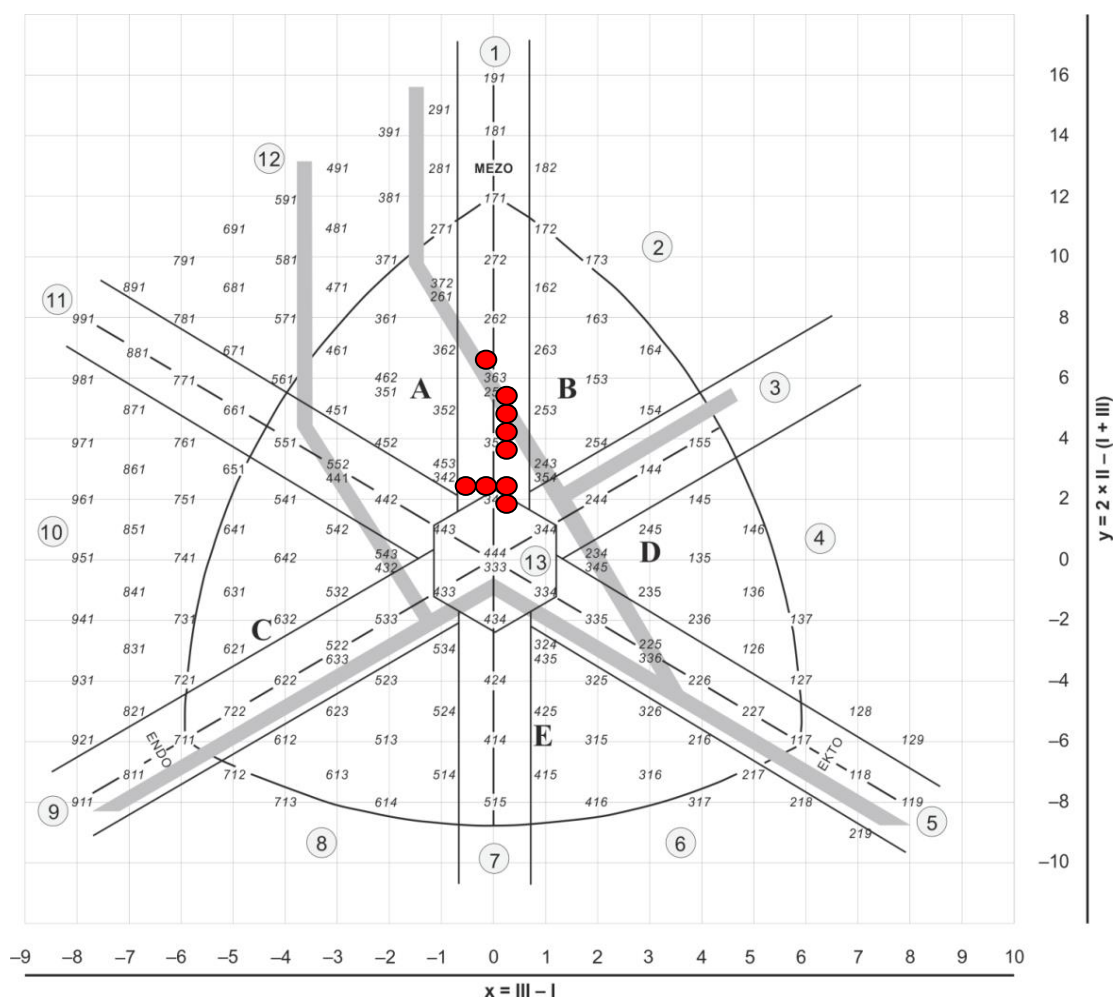
Z porovnání naměřených dat z roku 1996 zobrazených na obrázku 27 a z roku 2015 znázorněných na obrázku 28, jež jsou také uvedeny v tabulce 10, vyplývá, že střední hodnoty jednotlivých komponent mezomorfie a ektomorfie ve věku od 10 do 14 let jsou vesměs podobné. Nižší jsou pak hodnoty komponent endomorfie u věkové kategorii 10 až 16 let, naměřené v roce 1996, oproti roku 2015. U obou porovnávaných období se komponenta mezomorfie začne od čtrnácti let věku zvyšovat a to každý následující rok. Oproti tomu od třinácti let dochází k poklesu endomorfie a také ektomorfie u souboru mladých hokejistů z roku 2015. U hokejistů z roku 1996 klesá výrazněji od čtrnáctého roku věku ektomorfie, endomorfie se téměř nemění. Z výsledků je také zřejmé, že mladí hráči ledního hokeje z roku 2015 mají větší sklony k endomorfii oproti mladým hokejistům z roku 1996. Co se týče endomorfie můžeme dále vypořádat, že podobné hodnoty můžeme nalézt až v 17. a 18. roce života. Oproti tomu mezomorfie u měřených hráčů z roku 2015 má lehce vyšší hodnoty než u mladých hokejistů z roku 1996. Poslední kategorie ektomorfie je pak u obou pozorovaných souborů víceméně shodná. Z výsledků je patrné, že u obou souborů, tedy probandu s pravidelnou pohybovou aktivitou ve věku od 10 do 18 let převládá vždy mezomorfní komponenta. Tato mezomorfní komponenta u hokejistů z roku 1996 stoupá každým rokem, a to z hodnoty 4,2 až se dostane na hodnotu 5,3 a u hráčů ledního hokeje z roku 2015 pak z hodnot 4,4 až na 5,7. U mladých hokejistů

v roce 1996 se endomorfní komponenta dostane z hodnoty 2,2 na 2,3, ektomorfní z hodnoty 3,1 na 2,3. Jak endomorfní, tak ektomorfní komponenta má pak spíše klesající tendenci u hokejistů v roce 2015, a to z hodnoty 3,4 na 2,5. Ektomorfní složka z 3,3 na 2,2.



Obrázek 29. Somatograf mladých hráčů ledního hokeje – rok 1996

Na obrázku 29 je v somatografu zaznamenán vývoj mladých hokejistů ve věku od 10 do 18 let, dle hodnot naměřených v roce 1996. Tento vývoj směřuje z věkového rozmezí 10 až 14 let k ektomorfnímu mezomorfmu a ve věku 15 let postupně přechází až k vyrovnanému mezomorfmu.



Obrázek 30. Somatograf mladých hráčů ledního hokeje - rok 2015

Na obrázku 30 můžeme v somatografu vidět vývoj mladých hokejistů ve věku od 10 do 18 let, dle hodnot naměřených v roce 2015. Tento vývoj směřuje z věkového rozmezí 10 až 13 let ze středního typu k endomorfnímu mezomorfu ve věku 14 až 16 let a postupně přechází k vyrovnanému mezomorfu.

6 DISKUZE

Hlavním cílem této práce bylo stanovit a vyhodnotit základní změny sledovaných somatických parametrů a vývoj tělesné konstituce u dětí ve věku od 10 do 18 let s pravidelně řízenou pohybovou aktivitou. Výzkumný soubor tvořili hráči ledního hokeje z různých klubů Čech a Moravy. Celkem se tohoto měření účastnilo 454 mladých hráčů ledního hokeje. Pro porovnání sledovaných charakteristik s referenčními hodnotami populace, bylo využito dat 6. Celostátního antropologického výzkumu (6. CAV) (Bláha et al. 2006).

Ze zpracovaných výsledků vyplývá, že většina sledovaných charakteristik tělesného složení v průběhu ontogeneze ve věkovém období 10-18 let vykazuje stoupající tendenci.

Sportovci odlišných sportovních disciplín se různí v somatických parametrech, protože pro každé sportovní odvětví jsou vhodné jiné somatické parametry, což dokazují závěry mnoha studií (Dostálová & Přidalová, 2005; Dostálová, Přidalová & Kudrna, 2005).

Autoři Sigmund, Riegerová a Dostálová (2012) uvádí, že za posledních 80 let došlo u vrcholových hráčů ledního hokeje v ČR k nárůstu průměrných hodnot tělesné výšky o 10,9 cm a k navýšení tělesné hmotnosti o 18,9 kg. Tyto hodnoty korespondují i se zjištěními zahraničních studií, především na severoamerickém kontinentu (Montgomery, 2006).

Tělesná výška obou porovnávaných vzorků je od 10 do 11 let podobná. Od 11 do 12 let se objevují vyšší hodnoty u 6. CAV v průměru o 0,8 cm. Vyšší hodnoty pak u mladých hokejistů než u 6.CAV sledujeme mezi patnáctým šestnáctým rokem věku, kdy nejvyšší rozdíly byly zjištěny v osmnácti letech a to v průměru o 2,1 cm pro hráče ledního hokeje. Nejvyšší nárůst tělesné výšky mladých hráčů ledního hokeje je patrný mezi dvanáctým a patnáctým rokem života. Rozdíl mezi těmito lety je v průměru 20,6 cm.

Když porovnáme práci Kutáče (2012), jehož výzkumný soubor tvořili probandi ve věku 14 - 19 let z ostravského regionu, pak jsou naše naměřené hodnoty podobné a s

přibývajícím věkem probandů mírně nižší, což může být zapříčiněno menším výzkumným vzorkem.

Při srovnání mladých hráčů ledního hokeje s fotbalisty ve věku 11-13 let, které ve své práci porovnával Beker (2013), jsou naše zjištěné průměrné hodnoty o 2 cm nižší. Tato skutečnost může být opět způsobený menším výzkumným vzorkem.

Když porovnáme naše probandy ve věku osmnácti let s vrcholovými hráči ledního hokeje na úrovni české extraligy a KHL (Ruská nejvyšší soutěž) ze studie Kutáč a Sigmund (2015) zjistíme, že naši probandi jsou podobného vzrůstu jako útočníci obou výzkumných vzorků, ale ve srovnání s obránci jsou o 3,5 cm nižší.

Zeman (2005) uvádí, že stav lidské populace v České republice je velmi vážný, a to z důvodu, že víc než 50 % dospělých jedinců má nadváhu a 5,6 % dospívajících ve věku 15 až 24 let trpí obezitou.

Srovnáním referenčních hodnot 6. CAV dle Bláhy et al. (2006) s hodnotami tělesné hmotnosti námi sledovaných hráčů ledního hokeje ukazuje na relativně zřetelné diference až od 14 let, kdy tělesná hmotnost hráčů ledního hokeje začíná převládat. V 18 letech je pak rozdíl mezi výzkumnými soubory o 10,3 kg pro hráče ledního hokeje.

Při srovnání se soubory mladých hokejistů z ostravského regionu dle Kutáče (2012) jsou naše hodnoty velmi podobné.

Pokud porovnáme studii Demuth, Czerniak, Krzykala a Ziolkowska-Lajp (2011), kteří srovnávali v letech 2006 a 2008 mladé polské atlety ve věku 15 až 18 let, se vzorkem běžné populace ve shodné věkové kategorii, zjistíme že, hodnoty našeho výzkumného souboru jsou oproti atletům a běžné populace v Polsku vyšší.

Při porovnání s mladými fotbalisty ve věku 11 až 13 let ze studie Beker (2013), jsou naše výsledky vyšší a to v 13 letech až o 3 kg. Srovnáním našich hokejistů ve věku 18 let s ruskými a českými vrcholovými hráči ledního hokeje ze studie Kutáč et al. (2015), jsme zjistili, že obránci jsou až o 9 kg a útočníci až o 6 kg těžší, než naši měření probandi.

Pro děti nejsou přesně definovány tabulky hodnot body mass indexu (BMI), tak jako tomu je u dospělých jedinců. Z porovnání BMI mezi našimi měřeními probandy a 6. CAV daty bylo zjištěno, že hodnoty do 12 roku věku jsou téměř shodné, poté ale sledujeme rozdíly ve prospěch hráčů ledního hokeje, které jsou spojeny s narůstající

tělesnou hmotností. Největší rozdíl jsme pak sledovali mezi věkovou kategorií 16 až 18 let.

Kutáč et al. (2015), ve své studii uvádí hodnoty BMI pro obránce 26,8 kg/m² a pro útočníky 26 kg/m². V porovnání s těmito hodnotami jsou naše naměřené hodnoty u hokejistů ve věku osmnácti let výrazně nižší. K tomuto je zapotřebí podotknout, že nemůžeme vztahovat hodnoty z tabulky 9 na profesionální hráče ledního hokeje, jelikož u těchto hokejistů se počítá s vysokým zastoupením svalové hmoty. Z tohoto důvodu se hodnoty BMI u hráčů ledního hokeje berou jen jako orientační.

Co se týče somatotypu, pokud bychom naše výsledky porovnali s Czerniakem et al. (2006), který zkoumal mladé fotbalisty ve věku 13 až 15 let a jeho výzkumný soubor tvořilo na 60 probandů, zjistíme, že mezomorfní komponenta u těchto dětí také stoupá každým rokem. Stejně tak ektomorfní komponenta klesá od 13. let, ale endomorfní komponenta klesá již od dvanácti let a v 17. a 18. roce života má zase mírný nárůst.

Jestliže naše hodnoty z roku 2015 srovnáme s výsledky Sigmunda (2005), zjistíme, že i u nich má mezomorfní složka vzestupnou tendenci, zatímco endomorfní a ektomorfní tendenci sestupnou. Pokud bychom ovšem porovnali průměrnou mezomorfní komponentu uvedenou ve studii Sigmunda (2005) s prací Czerniaka et al. (2006), u věkové kategorie 13 až 15 let, můžeme vidět, že u hráčů ledního hokeje je daná komponenta rozvinutá více, než li u hráčů fotbalu, kdy toto je způsobeno pravděpodobně nároky na daný konkrétní sport. Co se však jeví jako zajímavé, je ta skutečnost, že při srovnání endomorfní komponenty naměřené Sigmundem (2005) 2,5; 2,4; 2,1 a Czerniakem et al. (2006) 2,7; 2,5; 2,7, jsou patrné relativně podobné hodnoty. Pokud ovšem uvedené dvě studie porovnáme s našimi hodnotami 3,3; 3,1; 3,0, naměřenými v roce 2015, zjistíme, že dnešní mladí sportovci mají vyšší endomorfní hodnoty.

Pokud se podíváme a porovnáme výsledky uvedených v tabulce 11 níže, tedy mladých hráčů ledního hokeje z roku 2015, s dětmi bez speciálního tréninkového programu, které v Kanadě, ve své studii zkoumal Carter et al. (1997), přičemž jeho měření se v daném roce účastnilo 63 probandů, kteří byli sledováni ve věkovém rozmezí 7 až 16 let. Je z uvedené tabulky patrné, že děti věnující se pravidelné pohybové aktivitě mají mnohem vyšší hodnoty endomorfní komponenty než děti bez speciálního tréninku před 20 lety.

V našem případě je také mnohem více rozvinutá komponenta mezomorfní. Komponenta ektomorfní je ovšem vyšší zase u probandů Cartera et al (1997). Co se týče jednotlivých komponent, jejich poklesů a nárůstů v průběhu let, tak u práce z roku 1997, můžeme sledovat, že endomorfie i mezomorfie mají poměrně shodné hodnoty, a to po celou dobu. Naopak ektomorfie s přibývajícím věkem narůstá a to je oproti naší studii značný rozdíl.

Tabulka 11. Srovnání průměrných hodnot jednotlivých komponent somatotypu Carter et al. 1997 a hráčů ledního hokeje ve věku od 10 do 16 let 2015

Věk (v letech)	Carter et al. 1997			Věk (v letech)	Hráči LH 2015		
	Endo	Mezo	Ekto		Endo	Mezo	Ekto
10.07	2.6	2.6	3.6	10,00 – 10,99	3,4 ± 0,92	4,4 ± 0,81	3,3 ± 0,69
11.06	2.7	2.7	3.7	11,00 – 11,99	3,6 ± 0,76	4,5 ± 0,85	3,2 ± 0,51
12.03	2.7	2.7	3.7	12,00 – 12,99	3,5 ± 0,74	4,4 ± 0,91	3,6 ± 0,68
13.03	2.6	2.6	3.8	13,00 – 13,99	3,3 ± 0,72	4,5 ± 0,86	3,5 ± 0,57
14.04	2.6	2.6	3.8	14,00 – 14,99	3,1 ± 0,96	4,8 ± 0,89	3,4 ± 0,79
15.04	2.6	2.6	3.9	15,00 – 15,99	3,0 ± 0,82	4,9 ± 0,79	3,1 ± 0,88
16.06	2.5	2.5	4.0	16,00 – 16,99	2,8 ± 0,84	5,0 ± 0,93	2,9 ± 0,87

Poznámky: Endo–endomorfní; Mezo–mezomorfní; Ekto–ektomorfní

Naše naměřené hodnoty můžeme rovněž porovnat s daty naměřenými v roce 2005 Sigmundem (2005) u hráčů ledního hokeje ve shodné věkové kategorií .

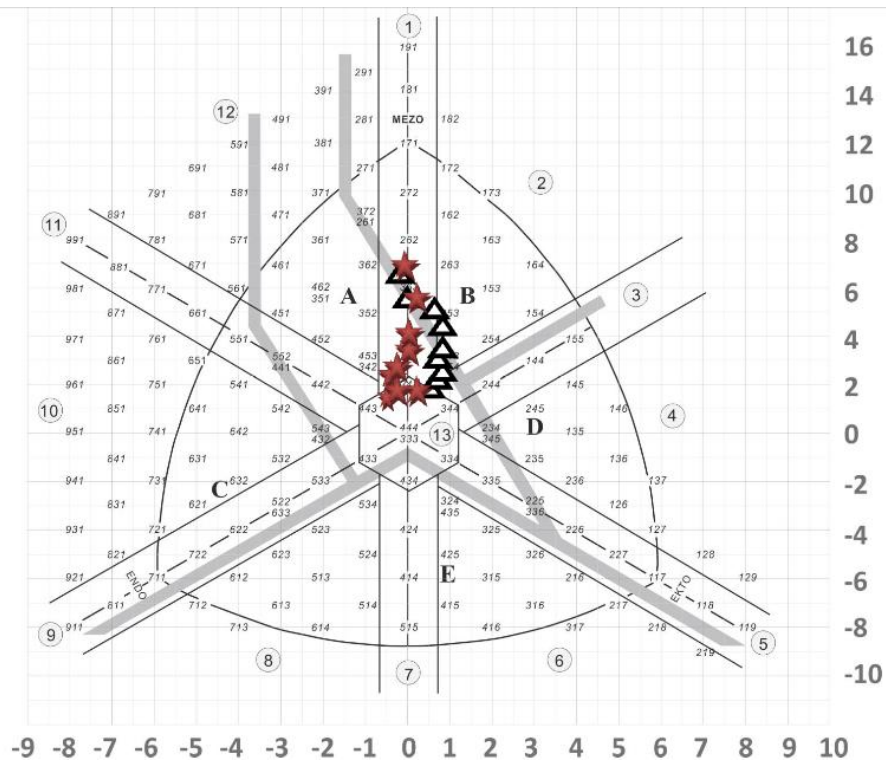
Tabulka 12. Střední hodnoty somatotypů mladých hráčů ledního hokeje a hodnoty indexu SAD - srovnání 2005 – 2015

2005				2015			
Věk	Endo	Mezo	Ekto	Věk	Endo	Mezo	Ekto
(v letech)	M	M	M	(v letech)	M	M	M
10,00-10,99	2,8	4,1	3,4	10,00-10,99	3,4	4,5	3,3
11,00-11,99	2,9	4,3	3,5	11,00-11,99	3,6	4,4	3,2
12,00-12,99	2,8	4,3	3,5	12,00-12,99	3,5	4,5	3,6
13,00-13,99	2,5	4,5	3,4	13,00-13,99	3,3	4,4	3,5
14,00-14,99	2,4	4,6	3,4	14,00-14,99	3,1	4,8	3,4
15,00-15,99	2,1	4,8	3,1	15,00-15,99	3,0	4,9	3,1
16,00-16,99	2,3	5,0	2,7	16,00-16,99	2,8	5,0	2,9
17,00-17,99	2,5	5,3	2,4	17,00-17,99	2,4	5,4	2,6
18,00-18,99	2,6	5,6	2,2	18,00-18,99	2,5	5,7	2,2

Poznámky: Endo–endomorfie; Mezo–mezomorfie; Ekto–ektomorfie; M–aritmetický průměr

Porovnáním hodnot z tabulky 12 vyplývá, že mladí hráči ledního hokeje z roku 2015 mají větší sklony k endomorfii, oproti mladým hokejistům z roku 2005, jak již bylo zmíněno výše. U endomorfie můžeme dále sledovat, že obdobné hodnoty se nacházejí až ve věku 17 a 18 let. Naopak mezomorfie u probandů z roku 2015 má mírně vyšší hodnoty, než u mladých hokejistů z let 2005, a to může být zapříčiněno také vyšším příjmem kalorií, jenž může ovlivňovat, jak rozvoj mezomorfní, tak endomorfní komponenty. Ektomorfie je víceméně u obou měřených souborů shodná.

Jestliže se podíváme níže na obrázek 31, můžeme na somatografu pozorovat, jakým směrem se hodnoty somatotypů mladých hráčů ledního hokeje vyvíjí. V somatografu je zakresleno srovnání naměřených hodnot z roku 2015, s naměřenými daty Sigmundem z roku 2005. Ze somatografu je patrné, že v roce 2005 byli probandi zastoupení převážně kategorií ektomorfní-mezomorf, mezomorf-ektomorf, mezomorfní-ektomorf, středním typem a vyrovnaným mezomorfem. V roce 2015 jsou pak převážně zastoupeni ve vyrovnaném mezomorfu, středním typem, endomorfně mezomorfního, mezomorfní-endomorf, mezomorf-endomorf. Z čehož je zřejmé, že když u obou měřených souborů je převážně zastoupena mezomorfní komponenta, tak v roce 2005 směřovala spíše k ektomorfii, naopak v roce 2015 spíše k endomorfii. To potvrzuje, že současní mladí hokejisté mají sklony k tloušťnutí, a to i přes pravidelnou pohybovou aktivitu.



Obrázek 31. Vývoj průměrných somatotypů hráčů ledního hokeje ve věku 10 – 18 let (rok 2005 a rok 2015) *Poznámky:* Δ- průměrný somatotyp 2005; ★ - průměrný somatotyp 2015.

7 ZÁVĚRY

Předložená práce měla za cíl posoudit aktuální stav rozvoje tělesné konstituce a vybraných somatických parametrů u současných hráčů ledního hokeje ve věku 10 až 18 let.

Námi posuzované a hodnocené parametry byly: tělesná výška, tělesná hmotnost, BMI a průměrné hodnoty jednotlivých složek somatotypu mladých hráčů ledního hokeje ve věku 10 – 18 let. Samotné měření proběhlo v roce 2014 a 2015.

Následně bylo dílčími cíli zpracování dat, analýza a hodnocení dat z výzkumného šetření.

Hlavní závěry našeho šetření:

- Vývoj tělesné výšky hráčů ledního hokeje ve věku 10 až 18 let koresponduje s vývojem referenčních hodnot populačního průměru. Nejvýraznějších změn v meziročním nárůstu tělesné výšky, bylo zaznamenáno u obou souborů ve věkové kategorii mezi 13 a 14 rokem. Rozdíl v tělesné výšce mezi mladými hráči ledního hokeje a populačním průměrem je nepatrný a ve věku 18 let jsou hokejisté v porovnání s populačním průměrem pouze o 2,1 cm vyšší.
- Vývoj tělesné hmotnosti hráčů ledního hokeje ve věku 10 až 18 let koresponduje od 10 do 14 let s referenčními hodnotami populačního průměru. Od 15 let pak dochází ke kladnému navyšování rozdílů u hráčů ledního hokeje ve vztahu k populačnímu průměru. Nejvýraznějších změn v meziročním nárůstu tělesné hmotnosti, bylo zaznamenáno ve věkové kategorii mezi 14 a 15 rokem. Největší rozdíl v tělesné hmotnosti byl zaznamenán u hráčů ledního hokeje ve věku 18 let, a to o 10,3 kg oproti populačnímu průměru ve shodném věku.
- Vývoj BMI je u hráčů ledního hokeje do věku 12 let obdobný jako u populačního průměru. Od 12 let dochází ke kladnému nárůstu BMI u mladých hráčů ledního hokeje, oproti populačnímu průměru. K největšímu rozdílu v nárůstu BMI dochází u mladých hráčů ledního hokeje mezi 12 až 13 rokem a u populačního průměru mezi 11 a 12 rokem. Největší rozdíl v hodnotách BMI mezi oběma soubory, byl

zaznamenán u hráčů ledního hokeje ve věku 16 let o $1,5 \text{ kg/m}^2$ a také v 18 letech o $1,5 \text{ kg/m}^2$, oproti populačnímu průměru.

- Porovnáním středních hodnot jednotlivých komponent somatotypu mladých hráčů ledního hokeje ve věku 10 až 18 let, naměřených v letech 1996 a 2015 vyplývá, že průměrné hodnoty jednotlivých komponent mezomorfie a ektomorfie ve věku od 10 do 14 let jsou vesměs u obou souborů podobné. Nižší jsou pak hodnoty komponent endomorfie u věkové kategorii 10 až 16 let, naměřené v roce 1996, oproti roku 2015. Mladí hráči ledního hokeje z roku 2015 mají také větší sklony k endomorfii oproti mladým hokejistům z roku 1996. Co se týče endomorfie, tak podobné hodnoty se u obou souborů objevují až v 17. a 18. roce života. Oproti tomu mezomorfie u hokejistů z roku 2015 má lehce vyšší hodnoty než u mladých hokejistů z roku 1996. Poslední kategorie ektomorfie je pak u obou pozorovaných souborů víceméně shodná. U obou souborů, tedy probandu s pravidelnou pohybovou aktivitou ve věku od 10 do 18 let převládá vždy mezomorfní komponenta. Endomorfní i ektomorfní komponenta má v průběhu let spíše klesající tendenci.

Předložené výstupy šetření je možné využít jako případná „referenční data“ u specifické skupiny populace s pravidelnou řízenou pohybovou aktivitou - hráčů ledního hokeje ve věku 10 až 18 let.

8 SOUHRN

Hlavním cílem diplomové práce bylo posouzení aktuálního stavu rozvoje tělesné konstituce a vybraných somatických parametrů u současných hráčů ledního hokeje ve věku 10 až 18 let.

Předložená diplomová práce obsahuje jak část teoretickou, tak část výzkumnou.

Část teoretická se zabývá základními pohybovými a fyziologickými charakteristikami ledního hokeje. Obsahuje poznatky týkající se kondiční přípravy a také seznamuje čtenáře s ontogenetickým vývojem člověka. Teoretická část rovněž obsahuje informace týkající se problematiky tělesné konstituce, jednotlivými složkami tělesné konstituce, jejich vzájemnými vztahy a metodou bioimpedanční, jejíž pomocí je odhadováno tělesné složení. Následuje somatometrie a somatotypologie z hlediska historie i současnosti. V rámci somatotypologie je i snaha popsat somatickou charakteristiku hráčů ledního hokeje.

Samotná výzkumná část obsahuje vytyčené cíle práce a popis metodiky, pomocí níž byly získány data pro následné zkoumání.

Výzkumného měření se zúčastnilo celkem 454 probandů, tedy hráčů ledního hokeje ve věku od 10 do 18 let. Měření proběhlo v roce 2014 a 2015. Za pomoci antropometrických metod byla zjištěna tělesná výška, tělesná hmotnost a z těchto hodnot byl vypočítán body mass index (BMI). Následně byly naměřené hodnoty tělesné výšky, tělesné hmotnosti a BMI srovnávány s referenčními hodnotami 6. celostátního antropologického výzkumu uskutečněného v roce 2001.

Z porovnaných výsledků vyplývá zřejmý rozdíl mezi dětmi s pravidelnou pohybovou aktivitou zaměřenou na lední hokej a populačním průměrem, zejména pak u tělesné hmotnosti a mírně i u hodnot BMI. Námi posuzované a hodnocené parametry, tedy tělesná výška, tělesná hmotnost a BMI v průběhu ontogeneze ve věku 10 až 18 let zachycují vzrůstající tendenci.

Výzkumná část dále obsahuje srovnání antropometrického somatotypu u mladých hráčů ledního hokeje ve věku 10 až 18 let z roku 1996 a mladých hokejistů z roku 2015 ve shodném věkovém období. Stanovování antropometrického somatotypu bylo realizováno za pomoci unifikované metody Cartera a Heathové (1990). Antropometrická

měření byla prováděna v souladu s doporučenými mezinárodními standardy podle International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)(Heyward & Wagner, 2004; Marfell-Jones, Olds, Stewart, &Carter, 2006). Hodnocení somatotypů bylo realizováno za užití výpočetní techniky ve specializovaných programech Antropo a Somato. Naměřené hodnoty somatotypu byly taktéž porovnány s dalšími studii a pracemi jako (Carter et al., 1997, Sigmund, 2005; Czerniak et al., 2006)

Většina námi naměřených hodnot je takřka shodná s hodnotami výše uvedených autorů. Ovšem najdeme i rozdíly mezi našimi probandy, kteří se věnují pravidelné pohybové aktivitě a běžnými dětmi ve shodném věku. Dále rovněž můžeme pozorovat změny za posledních 20 let, týkající se somatotypologie, především pak narůstající endomorfní složky.

9 SUMMARY

The main objective of this thesis was to assess the current state of development of physical constitution and selected somatic parameters in contemporary ice hockey players aged between 10 and 18 years.

The presented thesis contains both the theoretical part and the research part.

The theoretical part deals with basic physical and physiological characteristics of ice hockey. It contains knowledge of fitness training and also informs about the human ontogenetic development. The theoretical part also contains information about the issue of physical constitution, individual components of the physical constitution, their interrelationships and the bioimpedance method, which is used to estimate the body composition. There follows somatometry and somatotypology in terms of history and present. Somatotypology part includes the effort to describe the somatic characteristics of ice hockey players.

The research section contains the main objectives of the thesis and a description of the methodology by which the data for this study was obtained.

A total of 454 probands, ie. ice hockey players aged between 10 and 18, participated in the research. Measurements were executed in 2014 and 2015. Body height and body weight were determined by using of anthropometric methods and finally body mass index (BMI) was calculated. The measured values of body height, body weight and BMI were compared with the reference values of the 6th national anthropological research carried out in 2001.

The results show the significant difference between children with regular physical activity focused on ice hockey and average population, especially in body weight and slightly in BMI values. The assessed and evaluated parameters, ie. body height, body weight and BMI during ontogenesis at the age of 10 to 18 show an increasing tendency.

The research section also contains a comparison of anthropometric somatotype of young ice hockey players aged between 10 and 18, done in 1996, and young hockey players in the same age range, executed in 2015. The determination of the anthropometric somatotype was carried out using the unified method of Carter and Heath (1990). Anthropometric measurements were performed in accordance with recommended

international standards by the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (Heyward & Wagner, 2004; Hume & Marfell-Jones, 2008; Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006). The evaluation of somatotypes was carried out using computer technology in the specialized programs Antropo and Somato. The measured values of the somatotype were also compared with other studies and works such as Carter et al., 1997, Sigmund, 2005; Czerniak et al., 2006.

Most of our measured values are almost identical with those of the above authors. But we also find the differences between our probands who are engaged in regular physical activity and ordinary children of the same age. Furthermore, we can observe the changes over the last 20 years regarding somatotypology, especially the increasing endomorphic component.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Leon, A. S., Jacobs, D. R., Jr., Montoye, H. J., Sallis, J., & Paffenbarger, R. S. (1993). Compendium of physical activities: Classification of energy costs of human activities. *Medicine and Science in Sport Exercise*, 25, 71-80.
- Balla, Š., & Matejovičová, B. (2006). Telesné zloženie 12 až 15ročných chlapcov v období dospievania. *Česká antropologie*, vol. 56, p. 17–20.
- Barzilay, D. (2002). Evaluation structure for determining performance value of developing hockey players, *Acta Universitatis Carolinae: Kinanthropologica*, 38(1), 5–27.
- Behnke, A. R., & Wilmore, J. H. (1974). *Evaluation and regulation of body, build and composition*. New Jersey: Prentice-Hall Englewood Cliffs
- Beker, Z (2013). *Změny tělesného složení u chlapců z fotbalových tříd v průběhu ontogeneze*. Diplomová práce. Olomouc: UP v Olomouci, Fakulta tělesné kultury.
- Biospace. (2009a). *Co dokáže InBody*. Retrieved 12. 3. 2015 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/katalogy-cz/co-je-to-pristroj-inbody230.pdf>
- Bláha, P. et al. (1986). *Antropometrie Československé populace od 6 do 55 let – Československá spartakiáda 1985, díl 1*. Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády.
- Bláha, P. (2000). *Antropo*. [Computer software]. Praha: Antrobla.
- Bláha, P., Krejčovský, L., Jiroutová, L., Kobzová, J., Sedlak, P., Brabec, M., Riedlová, J., & Vignerová, J. (2006). *Somatický vývoj současných českých dětí*. Praha: Univerzita Karlova, Státní zdravotní ústav.
- Bok, V. (1972). Klasifikace současných typologických technik z hlediska potřeb tělovýchovného výzkumu. *Acta Universitatis Carolinae Gymnica*, sv. 8, č. 2, s. 43-56.
- Bukač, L. (2004). *Conditioning and skill consistency* (Coaching symposium Prague), IIHF.

- Bunc, V., Cingálek, R., Moravcová, J., & Kalous, J. (2001). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. In Válková, H., Hanelová, Z. (Eds.) *Pohyb a zdraví*. Olomouc: UP, FTK.
- Bunc, V., & Psotta, R. (2001). Physiological profile of very young soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(3), 337–341.
- Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Burr, J. F., Jamnik, R. K., Baker, J., Macpherson, A., Gledhill, N., & McGuire, E. J. (2008). Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1535–1543.
- Cady, S., & Stenlund, V. (1998). *High performance skating for ice hockey*. Human Kinetics, Canada.
- Carter, J. E. L., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping – Development and Application*. Cambridge: Cambridge University Press
- Carter, J., Mirwald, R., Heath-Roll, B., & Bailey, D. (1997). Somatotypes of 7- to 16-Year Old Boys in Saskatchewan, Canada. *American Journal of Human Biology*, 9, 257-272.
- Carter, J. (2002). *The Heath-Carter Anthropometric Somatotype – Instructional Manual*, <http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf>.
- Cohen, J., (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*. 2nd ed.. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Cox, M. H., Miles, D. S., Verde, T. J., & Rhodes, E. C. (1995). Applied physiology of ice hockey. *Sports Medicine*, 19, 184–201.
- Czerniak, U., Demuth, A., & Wieloski, D. (2006). Somatic differentiation of boys practicing football on variol sport level. *Česká antropologie*, 56, 35-37.
- Demuth, A., Czerniak, U., Krzykala, M., & Ziolkowska-Lajp, E. (2011). The relative fat mass level among the young athletes researched in 2006 and 2008. *Česká antropologie*, vol. 61, no. 1, p. 12-15.

- Dlouhá, R. (1998). *Výživa (přehled základní problematiky)*. Praha: Karolinum.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Dostálová, I., & Přidalová, M. (2005). Somatometrická studie mladých hráčů volejbalu. *Česká antropologie*, 55(1), 35–37.
- Dostálová, I., Přidalová, M., & Kudrna, Z. (2005). Evaluation of body constitution and body fractions of water polo players. *Slovenská antropológia*, 8(1), 46–49.
- Drozdová, E. (2004). *Panorama biologické a sociokulturní antropologie. Základy osteometrie*. Brno: Masarykova univerzita.
- Fetter, V., Prokopec, M., Suchý, J., Titlbachová, S. (1967). *Antropologie*. Praha: Nakladatelství Academia.
- Green, H., Bishop, P., Houston, M., McKillop, R., Norman, R., & Stothart, P. (1976). Time-motion and physiological assessments of ice hockey performance. *Journal of Applied Physiology*, 40, 159–163.
- Hajn, V. (2001). *Antropologie II*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Heller, J. & Perič, T. (1996). Anaerobic power and capacity in young and Adult ice hockey players. *Acta Univ. Carol. Kinanthropologica*, 32(2), 43-50.
- Heller J. Vodička P., & Pavliš Z. (2009). *Srovnání výsledků u útočníků, obránců a brankářů hráčů extraligy dorostu, juniorů a ELH ve věku 15 až 22 let*, Biomedicínská laboratoř FTVS UK a Český svaz ledního hokeje.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). Applied Body Composition Assesment. *Champaign, IL*, 87-98. Human Kinectics.
- Chovanová, E. (1979). Podkožný tuk u vrcholových hokejistů a lyžiarů. *Teor. Praxe těl. Vých.*, roč. 27, č. 12, s. 739-745.
- Kopecký, M., Cymek, L., Matejovičová, B., & Charamza, J. (2013). *Základy fyzické antropologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kopecký, M., Přidalová, M. (2001). Srovnání vybraných somatických charakteristik 9 až 11letých hokejistů a tenistů. *Bull. Slov. antropol. Spoloč.*, č. 4, s. 80-82.

- Kostka, V., Bukač, L., & Šafařík, V. (1986). *Lední hokej – Teorie a didaktika*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství
- Kutáč, P. (2011). *Somatická analýza sportující mládeže*. Habilitační práce, Fakulta humanitných a prírodných vied, PU Prešov.
- Kutáč, P. (2012). Vývoj somatických parametrů hráčů ledního hokeje. *Česká antropologie*, 62(2), 9–14.
- Kutáč, P. (2013). *Somatické parametry dorostenců jako faktor sportovní výkonnosti ve fotbalu*. Ostrava: Ostravská Univerzita.
- Kutáč, P. (2013). Základní antropometrické parametry dětské a adolescentní populace Moravskoslezského kraje. *Česká antropologie*, 63(1), 20–25.
- Kutáč, P., & Sigmund, M. (2015). A comparison of somatic variables of elite ice hockey players from the Czech ELH and Russian KHL. *Journal of Human Kinetics*, 45, 129–137.
- Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie, 2. aktualizované vydání*. Praha: Grada Publishing
- Lehnert, M., Novosad, J. et Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku I*. Olomouc: Hanex.
- Manners, T. W. (2004). Sport-specific training for ice hockey. *Strength & Conditioning Journal*, 26(2), 16-21.
- Marfell-Jones, M. J., Olds, T., Stewart, A. D., & Carter, L. (2006). *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom, South Africa: International Society for the Advance ment of Kinanthropometry (ISAK).
- Matiegka J. (1921). *The testing of physical efficiency*. Amer J Anthropol, 4, 3: 223-230
- Matiegka, J. (1927). *Somatologie školní mládeže. (Somatology of school children)*. Praha: Nakladatelství české akademie věd a umění.
- Montgomery, D. L. (1988). Physiology of ice hockey. *Sports Medicine*, 5, 99-126.

- Montgomery, D. L. (2006). Physiological profile of professional hockey players a longitudinal study. *Applied. Physiology, Nutrition Metabolism*. 31, 181-185.
- Nohejl, J. (1993). *Hokej lední. Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 1. díl*. Praha: FTVS UK, Karolinum, s. 149-158.
- Nohejl, J. (2000). Trendy úrazovosti ve vrcholovém mezinárodním hokeji.
- Novák, Z. (1952). Somatické zvláštnosti niektorých športovcov. *Lékařský obzor*, roč. 1., s. 413-417.
- Novotný, V. (1960). Antropologická problematika v tělovýchovně lékařské práci. *Praktický lékař*, roč. 40, č. 13, s. 583-588.
- Okleštěk, T. (2016). *Vývoj tělesné konstituce u chlapců s pravidelnou řízenou pohybovou aktivitou ve věku 10-18 let*. Diplomová práce. Olomouc: UP v Olomouci, Fakulta tělesné kultury.
- Pařízková, J. (1961). Určování tzv. aktivní hmoty a tuku v lidském těle. *Časopis lékařů českých*, č. 3, s. 72-78.
- Pařízková, J. (1962). *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství.
- Pařízková, J. (1966). Měření kožních řas jako ukazatel podílu tuku a aktivní hmoty při výzkumu pohybové zdatnosti. *Teor. Praxe těl. Vých.*, roč. 14, č. 10, s. 614-617.
- Pařízková, J. (1973). *Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu*. Praha: Zdravotnické nakladatelství Avicenum.
- Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Med Sport Boh Slov*, sv. 7(1), s. 1-6.
- Paterson, D. H. (1979). Respiratory and cardiovascular aspects of intermittent exercise with regard to ice hockey. *Canadian Journal Applied Sport Sciences*, 4, 22-28.
- Pavlík, J. (1999). *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova univerzita.

- Pavliš, Z. A kol. (1995) *Školení trenérů ledního hokeje. Vybrané obecné obory*. Praha: ČSLH.
- Perič, T. (2006). *Výběr talentů*. Praha: Grada.
- Perič, T. (2008). *Sportovní příprava dětí* (2nd ed.). Praha: Grada Publishing.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.
- Perič, T., Heller, J., Melichna, J., Matolin, S., Macková, E., Horák, V., Havlíčková, L., Vodička, P., & Zauner, C. W. (2003). Skeletal muscle characteristics and physical performance in 12 year-old ice hockey players. *Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica*, 39(1), 41-52.
- Quinney, H. A., Dewart, R., Game, A., Snyder, G., Warburton, D., & Bell, G. (2008). A 26 year physiological description of a National Hockey League team. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 33(4), 753-760.
- Riegerová, J., & Ulbrichová, M. (1998). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)* (3. vyd.). Olomouc: Hanex.
- Sigmund, M. (2000). *Morfologicko-funkční profil chlapců ve věku Infans I, II a Juvenis ve vztahu k intenzivní pohybové činnosti*. Disertační práce. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Sigmund, M., & Dostálová, I. (2004). Somatotypy mladých hráčů ledního hokeje s ohledem na herní postavení. *Česká antropologie*, 54, 178–179.
- Sigmund, M., & Dostálová, I. (1999). Somatický profil mladých hráčů ledního hokeje ve věku 9-13 let. In Válková, H., Hanelová, Z. (Eds.) *Pohyb a zdraví* (pp. 468-472). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Sigmund, M., & Dostálová, I. (2011). Základní morfologické charakteristiky, tělesné složení a segmentální analýza u vybraných vrcholových hráčů ledního hokeje nejvyšší ruské soutěže. *Česká antropologie*, 61(2), 25-31.

- Sigmund, M., Riegerová, J., & Dostálová, I. (2012). Vývoj základních morfologických parametrů u vrcholových seniorských hráčů ledního hokeje v České republice v kontextu let 1928-2010. *Česká antropologie*, 62(2), 29-35.
- Sigmund, M., Dostálová, I., & Brychta, T. (2013). Změny morfologických parametrů a tělesného složení u mladých hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let s ohledem na intenzivní devítitýdenní kondiční přípravu. *Česká antropologie*, 63(1), 26-32.
- Sýkora, F., a kolektiv (1995): *Telesná výchova a šport*. Bratislava: Vydavateľství F.R.&G.
- Štěpnička, J. (1967). Somatotyp a výsledky některých motorických testů u vrcholových sportovců a u průměrných cvičenců. *Teor. Praxe těl. Vých.*, roč. 15, č. 12, s. 744-750.
- Štěpnička, J. (1970). Typologie a motorika. *Teor. Praxe těl. Vých.*, roč. 18, č. 4, s. 225-230.
- Štěpnička, J. (1972). *Typologická a motorická charakteristika sportovců a studentů vysokých škol*. Praha: Universita Karlova.
- Štěpnička, J. (1974). Typologie sportovců. *Acta Universitatis Carolinae Gymnica*, č. 1, s. 67-90.
- Štěpnička, J. (1979). Somatotyp a výsledky některých motorických testů u vrcholových sportovců a u průměrných cvičenců. *Teor. Praxe těl. Vých.*, roč. 15, č. 12, s. 744-750.
- 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.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2011). *Research methods in physical activity* (6th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Vescovi, J. D., Murray, T. M., & VanHeest, J. L. (2006). Position performance profilig of elite ice hockey players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, (1), 84-94. Human Kinetics.

- Vaverka, F., & Černošek, M. (2007). *Základní tělesné rozměry a tenis*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Zapletalová, L., & Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. (2002). *Ontogenéza motorickej výkonnosti 7-18-ročných chlapcov a dievčat Slovenskej republiky*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport.
- Zeman, D. (2005). Obezita a metabolický syndrom. *Vnitřní lékařství*, vol. 51, no. 1, p. 72–75.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Vývoj maximální spotřeby kyslíku ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) hráčů ledního hokeje v NHL v období 1979-2003 (Quinney, et al., 2008).....	13
Obrázek 2. Maximální anaerobní výkon u hráčů ledního hokeje ve Wingate testu (Quinney et al, 2008)	13
Obrázek 3. Faktory (Prvky) sportovního tréninku.....	16
Obrázek 4. Srovnání průměrných hodnot tělesné výšky u vrcholových hráčů ledního hokeje (Sigmund & Dostálová, 2011)18	
Obrázek 5. Srovnání průměrných hodnot tělesné hmotnosti u vrcholových hráčů ledního hokeje (Sigmund & Dostálová, 2011)	18
Obrázek 6. Vývoj tělesné výšky u českých vrcholových hráčů ledního hokeje v letech 1928-2010 (Sigmund, Riegerová, & Dostálová, 2012, 32.....	19
Obrázek 7. Vývoj tělesné hmotnosti u českých vrcholových hráčů ledního hokeje v letech 1928-2010 (Sigmund et al., 2012, 32)	19
Obrázek 8. Rozdělení věku člověka (Riegerová et al.,2006).....	22
Obrázek 9. Pětistupňový model tělesného složení (Pařízková 1998).....	28
Obrázek 10. Model tělesného složení na molekulární úrovni (Pařízková 1998).....	29
Obrázek 11. Lokalizace míst pro určení množství tělesného tuku podle Pařízkové (1962)	33
Obrázek 12. Typy kaliperů (upraveno dle http://www.mediconline.se/kaliper-fettmataren-10.aspx)	34
Obrázek 13. Ukázka jednoho z moderních tetrapolárních přístrojů pro stanovení BIA segmentálně (upraveno podle http://www.toplinie.cz/wp-content/uploads/2013/01/inbody230.gif).....	36
Obrázek 14. Dechový, zažívací, svalový a mozkový typ (Fetter, Prokopec, Suchý, Titlbachová 1967).....	44
Obrázek 15. Astenický, atletický a pyknický typ (Bok 1972).....	44
Obrázek 16. Longityp, normotyp a brachytyp (Bok 1972).....	46
Obrázek 17. Znázornění Conradovy typologie.....	47
Obrázek 18. Sheldonův somatograf (Fetter, Prokopec, Suchý Titlbachová 1967).....	48
Obrázek 19. Jednotlivé kategorie somatotypů podle dominance jednotlivých komponent	57

Obrázek 20. Jednotlivé kategorie somatotypů podle dominance jednotlivých komponent se současným označením kategorií podle motorické výkonnosti.....	58
Obrázek 21. Tělesná výška	62
Obrázek 22. Změny tělesné výšky	63
Obrázek 23. Tělesná hmotnost.....	64
Obrázek 24. Změny tělesné hmotnosti	65
Obrázek 25. BMI	66
Obrázek 26. Změny BMI	67
Obrázek 27. Střední hodnoty somatotypů mladých hráčů ledního hokeje - rok 1996....	68
Obrázek 28. Střední hodnoty somatotypů mladých hráčů ledního hokeje - rok 2015....	69
Obrázek 29. Somatograf mladých hráčů ledního hokeje – rok 1996.....	70
Obrázek 30. Somatograf mladých hráčů ledního hokeje - rok 2015	71
Obrázek 31. Vývoj průměrných somatotypů hráčů ledního hokeje ve věku 10 – 18 let rok 2005 a rok 2015).....	77

12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Somatická charakteristika hráčů NHL v roce 2003 (Vescovi, Murray, & Van Heest, 2006)	17
Tabulka 2. Standardy % FM (fat mass) pro muže a ženy (Heyward & Wagner, 2004)	30
Tabulka 3. Četnost (n) sledovaných probandů rozdělených do věkových kategorií	53
Tabulka 4. Národní referenční data chlapců – 6. Celostátní antropologický výzkum (CAV)	59
Tabulka 5. Četnost (n) chlapců zúčastněných 6. Celostátního antropologického výzkumu (CAV) rozdělených dle věkových kategorií	60
Tabulka 6. Hodnoty tělesné výšky, tělesné hmotnosti, BMI a meziroční přírůstky u hráčů ledního hokeje ve věku 10–18 let	61
Tabulka 7. Srovnání tělesné výšky hráčů ledního hokeje ve věku 10–18 let s referenčními daty podle 6. CAV	62
Tabulka 8. Srovnání tělesné hmotnosti hráčů ledního hokeje ve věku 10–18 let s referenčními daty podle 6. CAV	64
Tabulka 9. Srovnání hodnot BMI hráčů ledního hokeje ve věku 10–18 let s referenčními daty podle 6. CAV	66
Tabulka 10. Střední hodnoty somatotypů mladých hráčů ledního hokeje -srovnání 1996 – 2015	68
Tabulka 11. Srovnání průměrných hodnot jednotlivých komponent somatotypu Carter et al. 1997 a hráčů ledního hokeje ve věku od 10 do 16 let 2015	75
Tabulka 12. Střední hodnoty somatotypů mladých hráčů ledního hokeje a hodnoty indexu SAD - srovnání 2005 – 2015	76