

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**KOMPARACE SOMATOTYPŮ JUNIORSKÝCH TRIATLONISTŮ MEZI  
LETY 1998 A 2018**

Vedoucí práce:

**Mgr. Lenka Kovářová, MBA, Ph.D.**

Vypracoval:

**Daniel Jordán**

Praha 2019

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

V Praze 20. 8. 2019

Podpis:

## Evidenční list

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

Jméno a příjmení:      Fakulta / katedra:      Datum vypůjčení:      Podpis:

---

## **Abstrakt**

**Název práce:** Komparace somatotypů juniorských triatlonistů mezi lety 1998 a 2018

**Cíle práce:** Cílem práce je zjistit somatotyp triatlonistů juniorské kategorie v roce 2018 a porovnat výsledky se závodníky z roku 1998.

**Metody zpracování dat a vybraný soubor:** Pro měření antropometrických parametrů byla použita metoda pro stanovení somatotypu podle Heathové a Cartera. Získané údaje byly dosazeny do náležitých rovnic k výpočtu jednotlivých komponent. Antropometrické měření se týkalo pěti juniorských triatlonistů a šesti juniorských triatlonistek českého výběru zařazených do Sportovních center mládeže.

**Výsledky:** Získáním antropometrických údajů byl určen průměrný soubor juniorů (1,75 – 3,55 – 4,15) a juniorek (2,29 – 2,98 – 3,88). Průměr obou skupin spadá do skupiny ektomorfní mezomorf, zatímco soubor juniorů z roku 1998 (1,96 – 4,35 – 3,14) patřil do skupiny mezomorfní ektomorf.

**Klíčová slova:** somatotyp, triatlon, tělesný typ, metoda Heathové a Cartera

## **Abstract**

**Title:** Somatotype comparison of junior triathletes between years 1998 and 2018

**Objectives:** The goal is to determine the somatotype of junior triathletes in 2018 and to compare the results with junior triathletes from 1998.

**Methods:** For measuring of the anthropometric parameters was used as a method for somatotype determination by Heath and Carter. The gained data were used in specific equations to calculate each component. The anthropometric measurements involved five male junior triathletes and six female junior triathletes of Czech selection from the Youth sports centers.

**Results:** By gaining appropriate anthropometric data, the average somatotype of junior male triathletes was set (1,75 – 3,55 – 4,15) and female junior triathletes (2,29 – 2,98 – 3,88). The average of both groups falls to category ectomorphic mesomorph, while the somatotype of the junior triathletes from 1998 (1,96 – 4,35 – 3,14) belongs to category mesomorphic ectomorph.

**Keywords:** somatotype, triathlon, body type, the Heath-Carter method

## **Obsah**

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA</b> .....	<b>9</b>
2.1 CHARAKTERISTIKA TRIATLONU .....	9
2.2 STRUKTURA VÝKONU V KRÁTKÉM TRIATLONU .....	10
2.3 KONSTITUČNÍ PŘEDPOKLADY .....	13
2.4 SOMATOMETRIE.....	13
2.5 TYP TĚLESNÉ STAVBY ČLOVĚKA .....	14
2.5.1 Charakteristika komponent .....	16
2.6 METODY STANOVENÍ SOMATOTYPU.....	17
2.6.1 Antropometrická metoda pro stanovení somatotypu .....	17
2.6.2 Výpočty pro stanovení somatotypu .....	21
2.7 ZAŘAZENÍ SOMATOTYPU DO GRAFU .....	25
2.8 ČLENĚNÍ SOMATOTYPU PODLE VÝKONNOSTI .....	26
2.9 KATEGORIE SOMATOTYPŮ .....	27
2.10 TYPOLOGIE SPORTOVCŮ.....	29
2.11 TYPOLOGIE TRIATLONISTY.....	31
<b>3 SOUHRN TEORETICKÉ ČÁSTI</b> .....	<b>35</b>
<b>4 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY</b> .....	<b>36</b>
4.1 CÍL PRÁCE.....	36
4.2 ÚKOLY PRÁCE.....	36
4.3 VÝZKUMNÉ OTÁZKY .....	36
4.4 HYPOTÉZY .....	37
<b>5 METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>38</b>
5.1 POPIS SOUBORU .....	38
5.2 POUŽITÉ METODY .....	38

5.3 REALIZACE MĚŘENÍ.....	38
5.4 SBĚR DAT.....	39
5.5 ANALÝZA ZÍSKANÝCH DAT .....	40
<b>6 VÝSLEDKY.....</b>	<b>41</b>
<b>7 DISKUZE.....</b>	<b>47</b>
<b>8 ZÁVĚRY .....</b>	<b>50</b>
<b>9 SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>52</b>
<b>10 SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>56</b>
<b>11 SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>57</b>

# 1 Úvod

Tato práce se bude zabývat problematikou somatotypologie u juniorských triatlonistů. Hlavní náplní práce bude porovnat somatotyp současného juniorského výběru (2018) s juniory z roku 1998. V průběhu došlo k vývoji tohoto relativně mladého sportu a charakter soutěží byl pozměněn. To se odráží v tréninkových metodách, požadavcích na sportovce a tedy i v celkové struktuře sportovního výkonu, pro kterou je právě somatotyp sportovce nedílnou součástí.

Ke zjištění somatických předpokladů existuje několik moderních technologií, často se využívá např. bioelektrická impedance. Ze získaných údajů lze pak určit procenta tělesného tuku či podíl extracelulární a intracelulární tekutiny v lidském těle a na základě zjištěných informací stanovit antropometrické předpoklady sportovců pro výkon v triatlonu. V této práci však bude pro zjištění somatických parametrů použita metoda podle Heathové a Cartera, jelikož pomocí této metody byl zjištěn somatotyp na souboru triatlonistů v letech 1996 – 1998, se kterými budeme srovnávat soubor z roku 2018.

Dalším důvodem, proč bude použita právě metoda Heathové a Cartera, je obsáhlé množství informací získané od roku 1967, kdy tato technika pro zjištění tělesného typu člověka začala být využívána v praxi. Je tedy možné srovnat triatlonisty i se sportovci z jiných sportovních oblastí nebo s běžnou populací. To také umožňuje vytvořit si představu o tom, co můžeme od vybraného souboru očekávat a vytvořit tak několik hypotéz o tom, jakým směrem se somatotyp triatlonistů za ta léta mohl posunout.

Mimo výše zmíněného cíle této bakalářské práce, bude také část tvořit teorie zabývající se vývojem somatotypologie, ale hlavně podrobným popisem konkrétní metody vedoucí k určení somatotypu jedince a následným zařazením do somatografu pro porovnání s ostatními soubory.



## **2 Teoretická východiska**

### **2.1 Charakteristika triatlonu**

Triatlon je vytrvalostní víceboj vzniklý složením tří disciplín – plaváním, cyklistikou a během. Disciplíny na sebe bezprostředně navazují v uvedeném pořadí. Časomíra je tedy spuštěna začátkem plavecké části a zastavena po proběhnutí cíle, přechody mezi disciplínami jsou součástí celkového času. Formánek a Horčic (2003) definují triatlon jako vytrvalostní víceboj, ve kterém se kombinují tři sporty v jejich vytrvalostní podobě s mimořádnými požadavky na vytrvalostní schopnosti sportovce. Existuje několik vytrvalostních vícebojů, ale pouze triatlon byl zařazen do programu olympijských her (Řípa, 2012). Přítomnost triatlonu na olympijských hrách v Sydney roku 2000 přispěla k popularitě sportu a o výzvu, kterou triatlon přináší svým multisportovním charakterem, začali projevovat zájem i rekreační sportovci (Kovářová, 2012).

Ke spojení všech tří disciplín došlo již roku 1921 ve Francii, za počátek triatlonu je však považován až rok 1974. Jednalo se o Mission Bay Triathlon v San Diegu, kdy k původnímu duatlonu byla přidána i cyklistická část. Triatlon ještě na chvíli zůstával téměř neznámým sportem a k jeho rozšíření do světa pomohl až první dlouhý triatlon na Havaji v roce 1978 (Řípa, 2012).

Řídícím orgánem triatlonu je od roku 1989 Mezinárodní triatlonová unie (ITU – International Triathlon Union), díky níž se triatlon objevil o 11 let později na programu olympijských her. Pod záštitu ITU spadá pět kontinentálních organizací, včetně Evropské triatlonové unie, jejíž součástí je i Česká triatlonová asociace.

V triatlonu lze soutěžit v různých formátech vymezených délkou závodů. Nejkratším formátem pro kategorie dospělých je sprint triatlon (plavání 0,75 km, jízda na kole 20 km a běh 5 km), na tratích o těchto délkách zároveň závodí i juniorské kategorie. Dále se závodí v krátkém (olympijském) triatlonu, u kterého jsou délky jednotlivých disciplín dvojnásobné oproti sprint triatlonu. Asi nejznámějšími formáty jsou tzv. dlouhé triatlony (1,9/3,8 km plavání, 90/180 km jízdy na kole a 21/42 km běhu). Byly to právě tyto dlouhé závody, které s sebou přináší velkou výzvu a přitahují pozornost nových zájemců o tento sport.

Během vývoje triatlonu, vedle jeho zařazení do programu OH, nastalo několik dalších zlomových okamžiků, které je třeba zmínit v této práci. Prvním bylo povolení draftingu<sup>1</sup> pro juniorské kategorie na světovém šampionátu v roce 1997. Povolení jízdy v háku naprosto změnilo charakter sportu a způsob, kterým se přistupuje k tréninku. Kvůli odlišnosti od původního „bez-hákového“ triatlonu je nazýván ITU triatlon (Řípa, 2012). Druhým okamžikem bylo pozměnění délek závodů v juniorských kategoriích z krátkého triatlonu na sprint triatlon (Landers a kol., 2012).

## 2.2 Struktura výkonu v krátkém triatlonu

Faktory ovlivňující sportovní výkon můžeme chápat jako komponenty sportovního výkonu, některé mohou být lépe měřitelné (např. faktory somatické), některé téměř neměřitelné, např. faktory sociální (Suchý a kol., 2012). Některé vytrvalostní sporty jsou tak zvaně monofaktoriální, kdy má největší podíl na výkon faktor fyzický. V triatlonu však výkon ovlivňuje faktorů několik, je tedy považován za sport multifaktoriální.

Formánek a Horčic (2003) rozdělují faktory sportovní výkonnosti v triatlonu následovně:

**Faktory sociální:** vliv trenéra, fyzioterapeut, sportovní lékař, rodina, studium a zaměstnání aj.

**Vnější faktory:** klimatické podmínky, profil tratě, kvalita soupeřů, materiální vybavení

**Výživa:** vitaminizace, mineralizace, pitný režim, doplnění energetických zásob, esenciální výživové látky

**Trénink a zatížení:** objem, trvání, intenzita, četnost, intervaly odpočinku

**Zdravotní stav:** žádná zranění, žádná infekce, dostatečný spánek

**Psychologické faktory:** motivace, sebevědomí, koncentrace, nervozita

**Fyzické faktory:** kondiční předpoklady, koordinační předpoklady, ekonomika pohybu

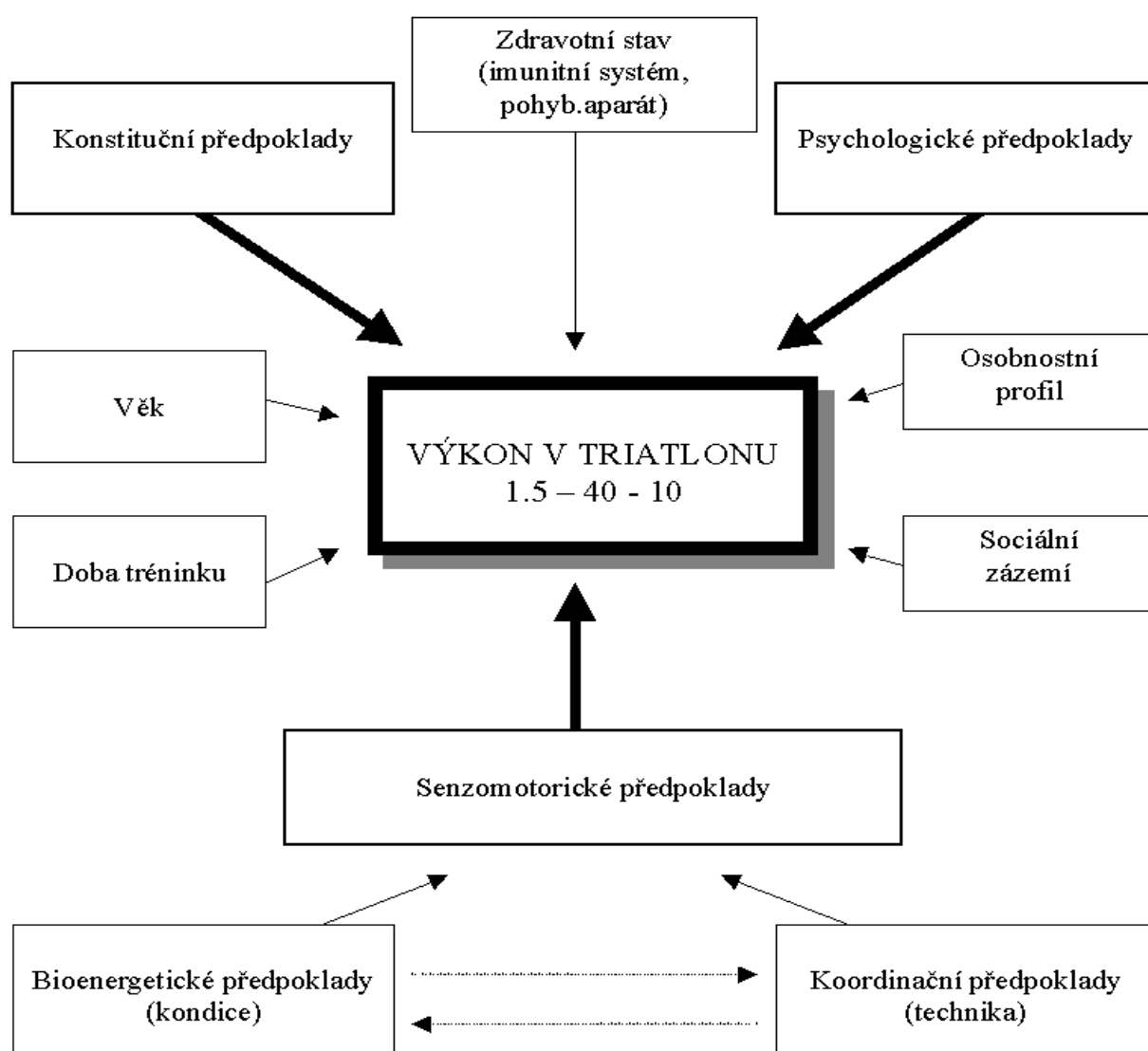
**Genetické faktory:** vlohy, talent, somatické předpoklady, poměr svalových vláken

---

<sup>1</sup> Závod s povolenou jízdou v háku.

Samotný sportovní výkon je pak výsledkem vzájemného propojení těchto faktorů, oslabení jednoho faktoru může znamenat oslabení jiného, stejně tak vyšší úroveň některého z faktorů může být na úkor nižší úrovně ostatních. Proto je cílem dosažení optimální úrovně všech faktorů pro dosažení konečného cíle – sportovního výkonu (Suchý, 2012).

Horčic (2004) vytvořil obdobné schéma všech determinant sportovního výkonu v triatlonu (Obrázek 1). Determinanty v krátkém triatlonu byly určeny na základě analýzy výkonů v závodech a struktur sportovních výkonů v ostatních vytrvalostních disciplínách.



Obrázek 1 - Struktura sportovního výkonu v triatlonu (Horčic, 2004)

Ofoghi a kol. (2016) se zabývali analýzou a predikcí výkonu v krátkém triatlonu. Popisují význam jednotlivých částí triatlonu na celkový čas v letech 2008 – 2012, jedná se tedy o dobu, kdy byl drafting povolen. To umožňuje vytvořit si základní představu o tom, jakým směrem se somatotyp triatlonistů mohl posunout. Studie jednoznačně potvrzuje teorii o navýšení významu plavecké a běžecké části na úkor cyklistiky. Bylo zjištěno, že muži i ženy na prvních třech místech mají statisticky rychlejší plavání, tento fakt potvrzuje např. i Peeling a Landers (2009), kteří stanovili dokončení plavecké části v „prvním balíku“ jako nezbytnou podmínku k úspěchu. Ofoghi a kol. (2016) u cyklistiky popisují pouze nízké časové rozdíly, což nasvědčuje dokončení této části v několika skupinkách a tím menšího vlivu cyklistiky na celkový výsledek závodu. Největší význam na celkové umístění připisují běžecké části. Určili časový odstup medailistů v běžecké části a ten nikdy nebyl vyšší než 20 sekund.

Výsledky tedy potvrzují rozšířené názory a závěry předchozích studií o tom, že výkon v běhu je rozhodující předpoklad pro výkon, dokončení plavání mezi prvními rovněž hraje podstatnou roli a výkon v cyklistické části s povoleným draftingem je nejméně důležitý.

### 2.3 Konstituční předpoklady

Ke konstitučním předpokladům se řadí tělesná výška a hmotnost, délkové rozměry a poměry, složení těla a tělesný typ (Dovalil a kol., 2002). Tyto faktory jsou relativně stálé v čase a závislé na dědičnosti, přesto mohou být do jisté míry ovlivněny a přizpůsobeny k určité činnosti. Somatické předpoklady jsou dále charakterizovány povahou kostry, svalstva, vazů a šlach.

Výška a hmotnost těla je tím nejsnadnějším ukazatelem konstitučních předpokladů. Oba faktory jsou snadno měřitelné a snadno srovnatelné. Pouze výška a hmotnost však není příliš podrobným ukazatelem, jejich využití proto zůstává spíše orientační. V některých sportech může být výkon v určité míře determinován i délkovými rozměry a poměry, jako příklad lze uvést délku paží v košíkové nebo délku dolních končetin při sprintu.

Složením těla se myslí především podíl tělesného tuku. Formánek a Horčic (2003) považují za vynikající hodnoty u triatlonistů podíl tuku 6 – 8 % z celkové tělesné hmoty, u žen pak 8 – 10 %. Dnešní trend vede k dalšímu snižování těchto hodnot. U složení těla se také pozoruje zastoupení pomalých a rychlých svalových vláken. Můžeme říct, že výkon v triatlonu závisí i na typu svalových vláken, spíše jejich podílech. Jelikož je i krátký triatlon svým charakterem déle trvající vytrvalostní sport, budeme se zajímat o vlákna červená – pomalá oxidativní. Dick (1980), Melichna (1990), Wilmore a Costill (1994), McArdle a kol. (1986), kteří uvádějí podíl rychlých a pomalých svalových vláken u některých vrcholových sportovců, stanovili zastoupení pomalých vláken u vrcholových triatlonistů na 63%. Kovářová (2012) naopak poukazuje na problematiku zjišťování podílů svalových vláken, ale zmiňuje se o obdobné a novější metodě, tzv. multifrekvenční bioimpedanci. Pomocí této metody lze zjistit podíl buněčné a mimobuněčné hmoty v těle, na základě toho pak silové předpoklady pro výkon.

### 2.4 Somatometrie

Somatometrie je jednou z antropologických metod. Představuje způsoby měření a získávání informací o člověku, konkrétně o částech a proporcích lidského těla pomocí určitých postupů. Získané informace prostřednictvím somatometrie mohou být využity např. pro stanovení populačních norem, ale i jako způsob srovnávání ve sportu. Fetter a kol. (1967) uvádí jako další možnosti využití somatometrických metod např. při

sledování postupu léčení a vývoje růstových poruch, v lehkém průmyslu pro zhotovení oděvů apod., pro tovární zhotovení nábytku a v kriminalistice. Jednotnost prováděných měření přináší mnoho výhod a možností pro porovnávání výsledků z různých míst na světě. Před využíváním somatometrie v praxi Fetter a kol. (1967) dále upozorňují, že je potřeba brát zřetel na individualitu, řadu zákonitostí a morfologických změn ve vývoji člověka.

## 2.5 Typ tělesné stavby člověka

Tělesná stavba člověka byla vždy předmětem zkoumání ve společnosti. Už Hippokrates rozlišoval dva základní typy tělesné stavby – habitus phthisicus (štíhlý, hubený) a habitus apoplecticus (obtloustlý, krátký), (Riegerová a kol., 2006). Dlouho byly rozlišovány pouze dva krajní typy, jejich vlastnosti podrobněji popsal Ch. R. Stockard. Až roku 1826 L. Rostan tvrdil, že nelze předpokládat vyváženost takového rozdělení a omezovat se pouze na dva krajní typy. Tak rozdělil typologii člověka do čtyř skupin – dechový, zažívací, mozkový a svalový (Fetter a kol., 1967). Detailněji byla typologie člověka zkoumána až koncem 18. Století. Za zakladatele novodobé typologie je považován J. N. Hallé, ten v roce 1877 publikoval práci zabývající se tímto tématem (Riegerová a kol., 2006). Například V. V. Bunak popsal tři tělesné typy velmi blízké typologii využívané dnes:

- a) **Stenoplastický** – štíhlý typ s minimálním množstvím tuku.
- b) **Mesoplastický** – střední typ s vyvinutým svalstvem.
- c) **Euryplastický** – široký typ s velkým podílem tuku.

Významným představitelem tělesné typologie je také S. Viola. Viola pro určování tělesné stavby začal využívat deset antropometrických údajů a podle toho určoval tělesný typ člověka. Hlavním problémem Violovy typologie bylo zařazování středních typů, jež jasně nezapadají a nacházejí se na hranici mezi jednotlivými typy (Fetter a kol., 1967).

Další klíčovým podkladem je publikace „Körperbau und Charakter“ z roku 1921 napsaná Kretschmerem. V této knize popisuje somatickou typologii a rozlišuje tři základní typy. Jednotlivé typy klasifikoval nejen dle tělesné stavby, ale na základě souvislostí mezi tělesnou stavbou a psychikou.

- a) **Astenický typ** – dosahuje průměrné výšky a minimální množství tuku omezuje šířku trupu a končetin. Tělo je dlouhé a svaly zůstávají téměř nevyvinuté. Štíhlost těla neovlivní ani nadměrné přejídání. Typickým znakem je taky menší hlava s výrazně ostrými rysy (Fetter a kol., 1967). Jedním z projevů jsou také brzké znaky stárnutí. Jedinec tohoto typu má tendence k introverzi a chová se odměřeně, až nespolečensky.
- b) **Atletický typ** – podobně jako u astenického typu dosahuje atletický typ průměrných výšek. Hlavním rozdílem je dobře vyvinutá kostra s velkým podílem svalové hmoty, to zvyšuje šíři celého těla a obvody končetin. Hlava je střední velikosti a rysy nejsou tak ostré, ale spíše ploché. Známkou atletického typu je větší nárůst svalové hmoty během dospívání. Jako osobnost se projevuje energicky až agresivně a přiklání se k extroverzi.
- c) **Pyknický typ** – nejvýraznějším projevem pyknického typu je tendence k ukládání tukové hmoty, především v oblasti trupu a obličeje, ale i na končetinách. To způsobuje převahu šířkových rozměrů nad vertikálními (Fetter a kol., 1967), projevem jsou i větší obvody jednotlivých částí těla. Kratší končetiny s málo vyvinutým svalstvem působí spíše zaobleně. S rostoucím věkem přibývá i podíl tukové hmoty a vytváří předpoklady k obezitě. Mezi psychické vlastnosti patří srdečnost, přizpůsobivost, otevřenost a společenskost. Také bezdůvodné změny nálady s delším trváním.

Až v roce 1940 se objevil pojem „somatotyp“ v Sheldonově publikaci – „Varieties of human physique“. Somatotyp definuje jako vztah morfologických komponent, vyjádřený třemi čísly (Riegerová a kol., 2006). Výhodou Sheldonovy metody je možnost určení i přechodného typu. Touto metodou lze rozdělit podle tělesné stavby na 76 různých typů, tento počet později rozšířil na 88 (Čelikovský a kol., 1979). Sheldonova typologie člověka spočívá v hodnocení úrovně tří komponent od jedné do sedmi, kdy vyšší číslo znamená větší zastoupení dané komponenty – endomorfní, mezomorfní a ektomorfní. Extrémy, u kterých jedna z komponent odpovídá číslu sedm, označil takto – endomorf (711), mezomorf (171), ektomorf (117). Endomorf odpovídá Kretschmerovu pyknickému typu, mezomorf atletickému typu a ektomorf astenickému typu. Sheldon svou metodu zpracoval v publikaci „Atlas of Man“.

Od roku 1967 je pak nejvyžívanější technikou modifikace Sheldonovy metody podle Heathové a Cartera. Tato adaptace Sheldonovy metody je zároveň využita v této práci. Zatímco Sheldonova metoda spočívá v pořízení fotografie a následné srovnávání s atlasem a tabulkou, při určování somatotypu podle modifikace Heathové a Cartera je nezbytné získat určité údaje pro určení každé z komponent. Endomorfní komponenta je určena tloušťkou tří kožních řas. Pro výpočet mezomorfní komponenty se měří šířka biepikondylů femuru a humeru, obvod paže ve flexi a obvod lýtky s odečtením příslušných kožních řas, s těmito údaji se pracuje ve vztahu k tělesné výšce. K určení ektomorfní komponenty stačí znát tělesnou výšku a hmotnost jedince.

### 2.5.1 Charakteristika komponent

- a) **Endomorfní komponenta** – definuje tloušťku či hubenost probanda. Při dominanci endomorfní komponenty jsou typické zakulacené tvary s velkým podílem tuku. Charakteristickým znakem je také absence svalové hmoty. Jednotlivé tělesné segmenty jsou relativně krátké. V případě úplné převahy endomorfní komponenty nad zbylými je somatotyp označen jako extrémní endomorf (Čelikovský a kol., 1979).
- b) **Mezomorfní komponenta** – vztahuje se k rozvoji svalstva a kostry. V případě, že mezomorfní komponenta nabývá vyšších hodnot, kostra a svalstvo převažují, kůže je silná. (Fetter a kol., 1967) To vše vytváří hranatost těla s ostrým svalovým reliéfem. Obvod břicha je proti obvodu hrudníku a šíři ramen výrazně nižší (Čelikovský a kol., 1979). Převaha mezomorfie je základním předpokladem pro většinu sportovních odvětví, zejména silového charakteru. Při úplné dominanci mezomorfní komponenty a minimálního zastoupení zbylých dvou je jedinec označován jako extrémní mezomorf.
- c) **Ektomorfní komponenta** – určuje délku tělesných segmentů. Znakem ektomorfie je velký tělesný povrch. Vysoká postava není podmínkou, výrazná je spíše délka končetin. Jedná se o křehký typ, podíl svalstva je výrazně nižší, to je nejviditelnější zejména na stehnech a pažích. Pokud jsou mezomorfní a endomorfní komponenty zastoupeny minimálně a ektomorfie převažuje, jedná se o extrémního ektomorfa (Čelikovský a kol., 1979).



## 2.6 Metody stanovení somatotypu

Ke stanovení somatotypu se dnes používá výše zmíněná metoda Heathové a Cartera, podle níž existují tři způsoby, jak somatotyp určit. Prvním způsobem je určení somatotypu podle antropometrické metody, další možností je použití metody fotogenické a třetí metoda spočívá v kombinaci těchto dvou. Vzhledem k podmínkám a možnostem, které se nabízely, bylo pro náš účel nejvhodnější použít první metodu.

### 2.6.1 Antropometrická metoda pro stanovení somatotypu

(Carter, 2002)

#### Potřebné vybavení

- Stadiometr nebo antropometr – měření tělesné výšky.
- Digitální váha – určení tělesné hmotnosti.
- Modifikace původního torakometru – měření bieepikondylárních rozměrů.
- Kaliperační kleště – měření tloušťky kožních řas.
- Krejčovský metr – měření vybraných obvodů.

#### Potřebné údaje

Výše zmíněné pomůcky jsou potřebné pro získání deseti antropometrických rozměrů, podle kterých může být somatotyp probanda vypočten. Jedná se o následující parametry:

- Tělesná výška v centimetrech a hmotnost v kilogramech
- Rozměry čtyř kožních řas s přesností na milimetry – tricipitální, subskapulární, supraspinální a střední lýtkové.
- Rozměry bieepikondylů humeru a femuru s přesností na centimetry.
- Obvody paže ve flexi, a lýtka

#### Způsob měření

1. **Tělesná výška** – Při měření stojí proband narovnaný u zdi či stadiometru, dívá se rovně před sebe. Paty, hýždě a záda se dotýkají zdi. Tělesná výška je pak získaná jako údaj naměřený od země k nejvyššímu bodu na temeni lebky při nádechu jedince (Štěpnička a kol., 1979).

2. **Tělesná hmotnost** – Proband ve spodním prádle nebo v plavkách, aby nedocházelo ke zkreslení skutečné váhy, se postaví bez bot na střed digitální váhy. Naměřená hodnota je zaznamenána na desetiny kilogramu.
3. **Kožní řasy** – Požadovaná kožní řasa je uchopena mezi palec a ukazováček levé ruky a odtazena směrem od náležitého svalu. S kaliperem je manipulováno pravou rukou tak, aby kožní řasa byla naměřena ploškami kaliperu přibližně centimetr pod místem úchopu. Po přiložení je kaliper v ruce uvolněn tak, aby byl vytvořen tlak mezi ploškami kaliperu, po dvou sekundách je z kaliperu odečtena naměřená hodnota. Kožní řasy jsou měřeny na pravé straně těla, u všech jedinec stojí a svaly udržuje uvolněné, pouze při získávání kožní řasy z lýtky je jedinec posazen, aby sval zůstal uvolněn (Carter, 2002).
  - a. **Tricipitální kožní řasa** (Obrázek 2) – Při měření je probandova paže uvolněná v anatomické pozici, kožní řasa se měří na zadní straně paže přibližně v polovině mezi akromionem a bližším koncem kosti pažní (Štěpnička, 1979).



Obrázek 2 - Tricipitální kožní řasa (Eston a Reilly, 2009)

- b. **Subskapulární kožní řasa** (Obrázek 3) – Uchopená kožní řasa šikmo dolů v prodloužení žeber je měřena pod dolním úhlem pravé lopatky.



Obrázek 3 - Subskapulární kožní řasa (Eston a Reilly, 2009)

- c. **Suprailiální kožní řasa** (Obrázek 4) – Kožní řasa nad trnem kosti kyčelní probíhá podél kosti a je měřena v místě zhruba tři centimetry nad trnem.



Obrázek 4 - Suprailiakální kožní řasa (Eston a Reilly, 2009)

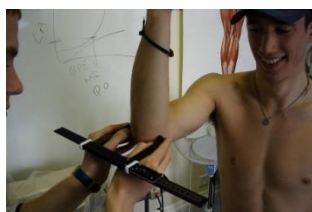
- d. Kožní řasa na lýtku** (Obrázek 5) – Při měření kožní řasy na lýtku je dolní končetina uvolněná a v pravém úhlu. Potřebné místo se nachází na vnitřní straně lýtku v jeho nejširším obvodu.



Obrázek 5 - Kožní řasa na lýtku (Eston a Reilly, 2009)

- 4. Rozměry epikondylů** – Měření kostních rozměrů může být provedeno pomocí kaliperu, stejně jako u kožních řas. Vhodnější je však využít modifikaci torakometru s umístěnými ploškami na ramenech nástroje. Plošky torakometru se přiloží na epikondyly takovým způsobem, že rovina proložená rameny měřítka pólí úhel, který svírá kloub (loketní nebo kolenní). Měří se na obou končetinách a zaznamenává se větší naměřená hodnota (Štěpnička a kol., 1979).

- a. Epikondylární rozměr kosti pažní** (Obrázek 6) – Jedná se o rozměr mezi mediálním a laterálním epikondylem kosti pažní. Paže je ohnutá tak, aby úhel mezi předloktím a kostí pažní svíral 90 stupňů.



Obrázek 6 - Epikondylární rozměr kosti pažní (Eston a Reilly, 2009)

- b. Epikondylární rozměr kosti stehenní** (Obrázek 7) – Před měřením je jedinec posazen s kolenem ohnutým v pravém úhlu. Požadovaný rozměr je nejdelší vzdálenost mezi laterálním a mediálním epikondylem femuru.



Obrázek 7 - Epikondylární rozměr kosti stehenní (Eston a Reilly, 2009)

**5. Obvodové rozměry** – Obvody jsou měřeny pomocí krejčovského metru nebo antropometrického kovového pásma. Obvody paže i lýtky jsou získány z míst největšího obvodu kolmo k dané končetině. Metr či pásmo je v kontaktu s kůží pouze tak, aby působícím tlakem neznehodnotil měření (Štěpnička a kol., 1979).

**a. Obvod paže (Obrázek 8)** – Paže je v předpažení, může být i v upažení. Loket je ohnutý tak, aby úhel mezi paží a předloktím svíral 45 stupňů. Ruka je pevně sevřená a svaly na celé paži musí být v kontrakci. Obvod se měří v nejširší části paže.



Obrázek 8 - Obvod paže ve flexi (Eston a Reilly, 2009)

**b. Obvod lýtky (Obrázek 9)** – U měření obvodu lýtky stojí jedinec v mírném stoji rozkročném pro snadnější měření s váhou rovnoměrně rozloženou na obou dolních končetinách. Ke změření obvodu musí být určená ta část lýtkového svalu s největším obvodem, kvůli tomu je krejčovský metr pomalu posouván nahoru a dolů a zapsáno je nejvyšší nalezené číslo.



Obrázek 9 - Maximální obvod lýtky (Eston a Reilly, 2009)

U antropometrické metody lze provádět měření na pravé i levé straně těla a dále použít tu větší ze získaných hodnot. Z praktických důvodů se ale využívá opakované měření na pravé straně těla. Měřená místa mohou být tak označena a celé měření může být zopakováno pro kontrolu. Z dvojího měření se dále počítá s průměrnou hodnotou a v případě, že bylo měřeno vícekrát, je počítáno s mediánem (Carter, 2002).

## **2.6.2 Výpočty pro stanovení somatotypu**

Pro stanovení somatotypu na základě výše získaných dat mohou být použity dvě metody.

### **Převod antropometrických dat na body somatotypu**

Potřebné antropometrické údaje jsou zaznamenány do tabulky (Obrázek 10). K výpočtu první komponenty se zaznamenají údaje čtyř kožních řas. Pouze tři jsou sečteny – tricipitální, subskapulární a supraspinální. Součet kožních řas se uvádí v kolonce „celkem“. V pravé části tabulky se následně zakroužkuje hodnota nejbližší celkovému součtu tří kožních řas (Carter, 2002). Endomorfní komponenta odpovídá hodnotě přímo pod číslem reprezentující součet kožních řas.

U výpočtu dalších komponent se postupuje obdobně. Pro mezomorfní komponentu se v levé části tabulky zaznamenají kostní rozměry, tělesná výška a následně obvody lýtky a paže, u kterých nejprve došlo k odečtení náležitých kožních řas. U řádku s tělesnou výškou se označí nejbližší hodnota uvedené tělesné výšky. Pro každý z kostních rozměrů je opět označeno nejbližší číslo v náležité řadě. V případě, že šířky kožních rozměru spadají přesně mezi dvě hodnoty v řádku, označena zůstává hodnota nižší, jelikož měření probíhá na silnější straně těla (Carter, 2002). V další části se počítá s celými sloupci. Nalezne se sloupec nebo místo mezi sloupci, které je průměrem sloupců pro kostní parametry a obvody (ne pro tělesnou výšku). První sloupec je ten nejvíce vlevo se zakroužkovanou hodnotou, od něj se sčítá pořadí dalších zakroužkovaných sloupců a získaný počet se dělí čtyřmi. Dále se použije to číslo získané dělením, od prvního zakroužkovaného sloupce se odpočítává počet sloupců ve směru doprava a výsledný bod se označí značkou (bod může být i mezi sloupci). Nyní se odpočítá počet sloupců od značky k vybrané tělesné výšce. Záleží také na směru značky od zakroužkované tělesné výšky. Jestliže je vpravo od značky pro tělesnou výšku, počítá se počet sloupců vpravo od čísla 4 (tendence robusticity). Je-li vlevo,

počítá se vlevo od čísla 4 (tendance gracility). Dosaženou hodnotu označíme v řádku 2. komponenty (Riegerová a kol., 2006).

K výpočtu ektomorfní komponenty se v obou postupech používá index tělesné výšky a hmotnosti (tělesná výška / hmotnost<sup>1/3</sup>). Po zaznamenání tělesné hmotnosti do tabulky stačí dosadit hodnoty do vzorce a označit odpovídající hodnotu ektomorfní komponenty ve spodním řádku.

**SOMATOTYP PODLE METODY HEATH-CARTER**

Jméno: ..... Věk: ..... Číslo .....  
 Zaměstnání: ..... Sport. úroveň: ..... Datum: .....  
 Výzkum čís.: ..... Měřil: ..... Poznámka: .....

Podkožní tuk (mm)																										
Triceps: .....	10,9	14,9	18,9	22,9	26,9	31,2	35,8	40,7	46,2	52,2	58,7	65,7	73,2	81,2	89,7	98,9	108,9	119,7	131,2	143,7	157,2	171,9	187,9	204,0		
Subscap.: .....	9,0	13,0	17,0	21,0	25,0	29,0	33,5	38,0	43,5	49,0	55,5	62,0	69,5	77,0	85,5	94,0	104,0	114,0	125,5	137,0	150,5	164,0	180,0	196,0		
Suprail.: .....	7,0	11,0	15,0	19,0	23,0	27,0	31,3	35,9	40,8	46,3	52,3	58,8	65,8	73,3	81,3	89,8	99,0	109,0	119,8	131,3	143,8	157,3	172,0	188,0		
Celkem: .....																										
Lýtka: .....																										
	1. komp.	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	
Výška (cm)																										
Epikond. (cm)	139,7	143,5	147,3	151,1	154,9	158,8	162,6	166,4	170,2	174,0	177,8	181,6	185,4	189,2	193,0	196,9	200,7	204,5	208,3	212,1	215,9					
humeru: .....	5,19	5,34	5,49	5,64	5,78	5,93	6,07	6,22	6,37	6,51	6,65	6,80	6,95	7,09	7,24	7,38	7,53	7,67	7,82	7,97	8,11					
femuru: .....	7,41	7,62	7,83	8,04	8,24	8,45	8,66	8,87	9,08	9,28	9,49	9,70	9,91	10,12	10,33	10,53	10,74	10,95	11,16	11,36	11,57					
Obvod paže – tuk	23,7	24,4	25,0	25,7	26,3	27,0	27,7	28,3	29,0	29,7	30,3	31,0	31,6	32,2	33,0	33,6	34,3	35,0	35,6	36,3	37,0					
Obvod lýtka – tuk	27,7	28,5	29,3	30,1	30,8	31,6	32,4	33,2	33,9	34,7	35,5	36,3	37,1	37,8	38,6	39,4	40,2	41,0	41,7	42,5	43,3					
	2. komp.	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0							
Hmotnost (kg) .....	39,65	40,74	41,43	42,13	42,82	43,48	44,18	44,84	45,53	46,23	46,92	47,58	48,25	48,94	49,63	50,33	50,99	51,68								
.....	40,20	41,09	41,79	42,48	43,14	43,84	44,50	45,19	45,89	46,32	47,24	47,94	48,60	49,29	49,99	50,68	51,34									
Výška <sup>3</sup> /hmotnost	39,66	40,75	41,44	42,14	42,83	43,49	44,19	44,85	45,54	46,24	46,93	47,59	48,26	48,95	49,64	50,34	51,00									
	3. komp.	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0							
	1. komponenta			2. komponenta			3. komponenta																			
Antropometrický somatotyp																										
Antropometrický a fotoskopický somatotyp																										

Obrázek 10 – Převod somatotypu pomocí tabulky

## Rovnice pro určení somatotypu

Druhou možností, jak zjistit somatotyp z naměřených údajů, spočívá v dosazování získaných dat do následujících rovnic.

- **Endomorfní komponenta**

$$= -0,7182 + 0,1451 (X) - 0,00068 (X^2) + 0,0000014 (X^3)$$

kde  $X = (\text{součet tricipitální, subskapulární a supraspinální kožní řasy}) * (170,18 / \text{výška v cm})$

Carter (2002) popisuje korekci tělesnou výškou jako preferovanou metodu, v případě porovnávání somatotypů je pak nezbytné vědět, zda korekce byla na vybraném souboru provedena.

- **Mezomorfní komponenta**

$$= 0,858 * \text{biepikondylární rozměr kosti pažní} + 0,601 * \text{biepikondylární rozměr kosti stehenní} + 0,188 * \text{korigovaný obvod paže} + 0,161 * \text{korigovaný obvod lýtky} - \text{tělesná výška} + 4,5.$$

U kalkulace mezomorfní komponenty je korigovaným obvodem myšlena hodnota po odečtení náležité kožní řasy.

- **Ektomorfní komponenta**

Pro výpočet ektomorfní komponenty se nejdříve postupuje stejně jako u tabulkové metody a to použitím indexu tělesné výšky a hmotnosti (dále jen HWR z angl. height – weight ratio). Podle výsledku je hodnota HWR dosazena do jedné ze tří rovnic.

$$\text{HWR} = \text{tělesná výška} / \text{hmotnost}^{1/3}$$

- Pokud je HWR vyšší nebo rovno 40,75, pak: ektomorfie =  $0,732 * \text{HWR} - 28,58$ .
- Pokud je HWR z intervalu  $\langle 38,25; 40,75 \rangle$ , pak: ektomorfie =  $0,463 * \text{HWR} - 17,63$ .
- Pokud je HWR rovno či nižší než 38,25, pak: ektomorfie = 0,1.

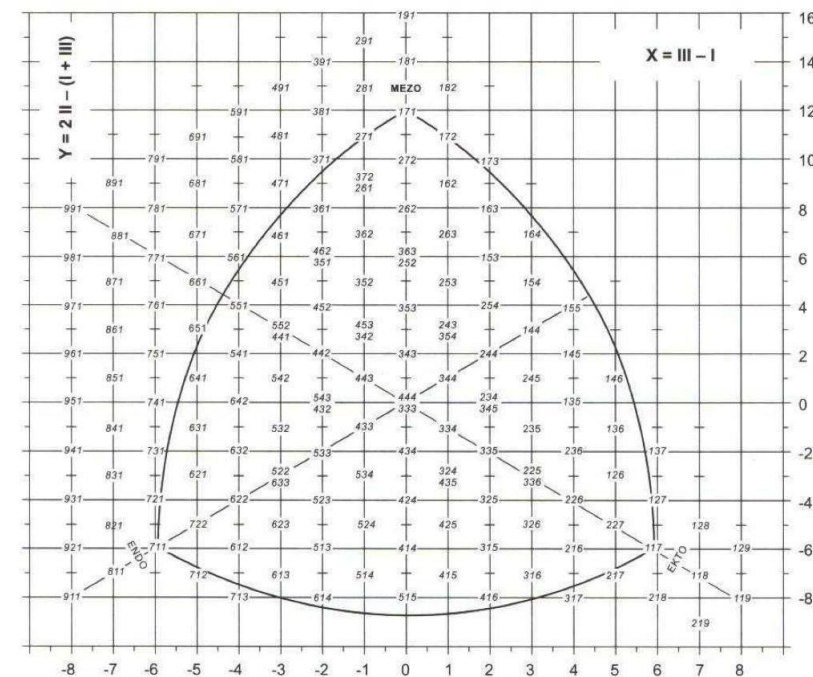


## 2.7 Zařazení somatotypu do grafu

Po výpočtu všech tří komponent může být konkrétní somatotyp umístěn do tzv. somatografu (Obrázek 11 – Somatograf se souřadnicovou sítí (Štěpnička a kol., 1979)). Somatograf vytváří přehledný obraz o poměru jednotlivých komponent a umožňuje rychlé srovnání s celým výzkumným souborem či s ostatními skupinami.

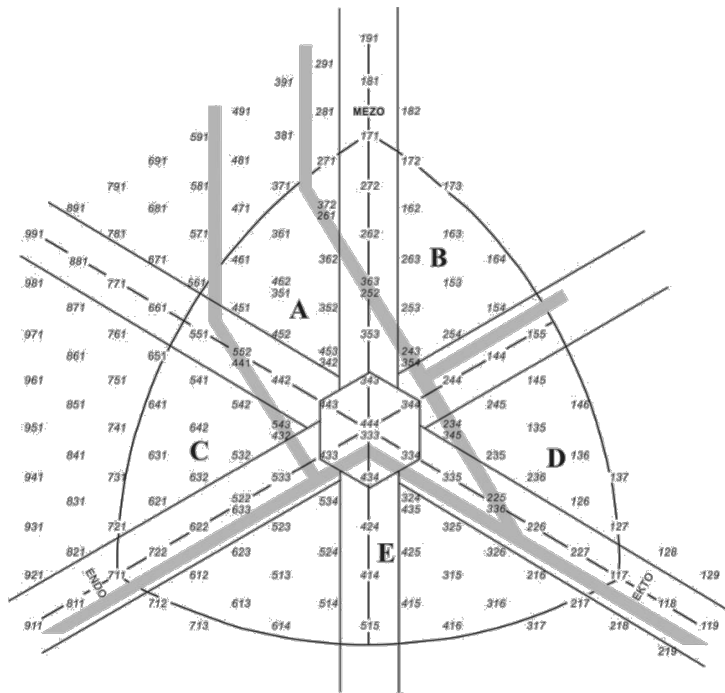
Souřadnice pro zařazení somatotypu jsou vypočítány na základě hodnot jednotlivých komponent.

1. Souřadnice X = ektomorfní komponenta - endomorfní komponenta
2. Souřadnice Y = 2 \* mezomorfní komponenta - (endomorfní + ektomorfní)



Obrázek 11 – Somatograf se souřadnicovou sítí (Štěpnička a kol., 1979)

## 2.8 Členění somatotypu podle výkonnosti



Obrázek 12 – Somatograf rozdělený na části podle výkonnosti (Chytráčková, 1990, převzato z Riegerová a kol., 2006)

Provedením několika motorických testů rozdělila Chytráčková (1990) původní somatograf na pět částí podle předpokladů k určitým schopnostem (Obrázek 12). Nejkladněji ze tří komponent korelovalo s výsledky testu zastoupení mezomorfní komponenty.

**Kategorie A** – Do této kategorie byli zařazeni jedinci, u kterých se hodnota endomorfní komponenty pohybuje mezi dvěma až pěti body a mezomorfní komponenta je vyšší než tři. V této kategorii nejsou očekávány výkony v disciplínách vytrvalostního či rychlostního charakteru, ale spíše silového. Hájek (2001) uvádí jako vhodný příklad skoky, hody a vrhy. Riegerová a kol. (2006) zmiňují spíše vyšší zastoupení ženského pohlaví v této kategorii kvůli vyššímu podílu endomorfie.

**Kategorie B** – Vzhledem k vysoké korelaci mezomorfní komponenty a výsledky motorických testů, poukazuje kategorie B, s dominancí mezomorfní komponenty a nízkým zastoupením endomorfní, na nejlepší somatické předpoklady ke většině pohybových činností.

**Kategorie C** – Zatímco dominance mezomorfní komponenty koreluje pozitivně s výsledky motorických testů, v případě endomorfie je to naopak. V této části somatografu budou jedinci s nižšími morfologickými předpoklady ke sportovním výkonům, jelikož endomorfní komponenta je u nich vyšší než pět bodů.

**Kategorie D** – Zastoupení mezomorfní komponenty není vysoké, což poukazuje na méně rozvinuté silové schopnosti. Přesto jedinci s tímto tělesným typem najdou uplatnění hlavně u činností vytrvalostního a obratnostního charakteru. Riegerová a kol. (2006) zdůrazňuje nutnost pracovat i na silových schopnostech, protože nižší zastoupení mezomorfie může vést ke špatnému držení těla.

**Kategorie E** – V poslední kategorii platí, že mezomorfní komponenta nenabývá hodnot vyšších než tři, to se projevuje obecně nižší výkonností ve všech ohledech, zejména pak v silovém projevu. Naštěstí zde spadá pouze nízké procento populace.

Nutno podotknout, že tato kategorizace platí především u dospívající mládeže a výkonnost klesá s rostoucí endomorfií. Zároveň se u žen očekává větší zastoupení endomorfní komponenty jako přirozený jev. Hájek (2001) odhaduje podíl genetiky na somatotyp jedince přibližně ze 70 %. Vlivem tréninku mohou být jednotlivé komponenty posunuty až o 2 body v negativním i pozitivním směru. Podle Riegerové a kol. (2006) lze nejvýrazněji měnit hodnotu endomorfní komponenty.

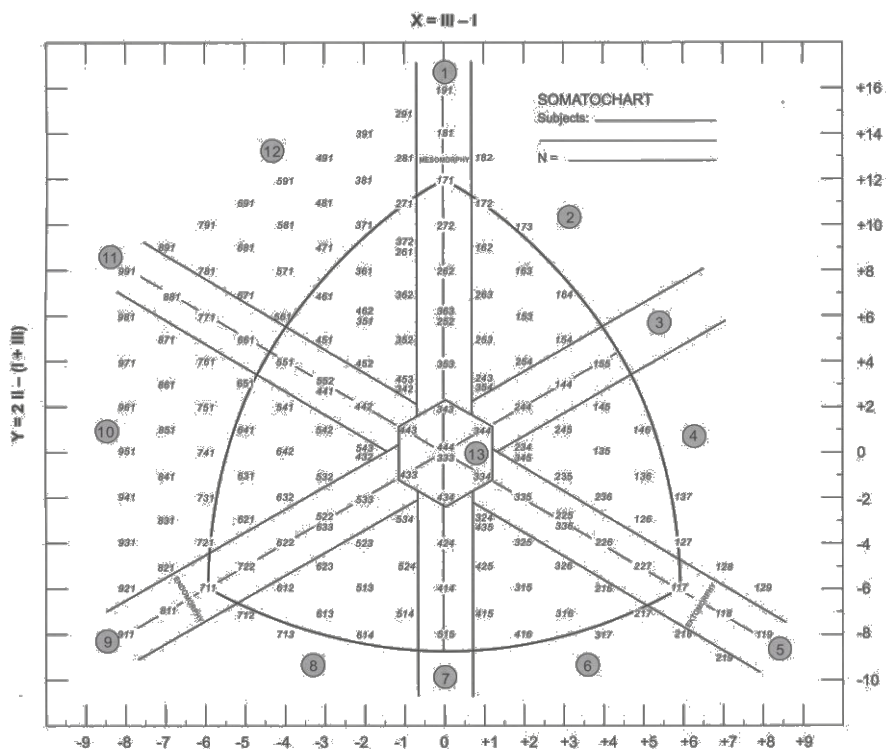
## 2.9 Kategorie somatotypů

Štěpnička a kol. (1979) rozdělují somatotyp podle zastoupení jednotlivých komponent do třinácti kategorií. Každá kategorie je pak slovně označena. Takto určené kategorie ještě mohou být rozděleny do tří hlavních skupin podle toho, zda je dominující endomorfní, mezomorfní či ektomorfní komponenta (Riegerová a kol., 2006).

Třináct kategorií dle Štěpničky (1979), (Obrázek 13):

1. Vyrovnání 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 o více než půl bodu, první komponenta je nižší.

4. Mezomorfní ektomorfové – třetí komponenta je dominantní, druhá je vyšší než první.
5. Vyrovnání ektomorfové – třetí komponenta je dominantní, první a druhá se sobě rovnají nebo se neliší o více než půl bodu.
6. Endomorfní ektomorfové – třetí komponenta je dominantní, první je vyšší než druhá.
7. Endomorfové – ektomorfové – první a třetí komponenta jsou stejné nebo se neliší o více než půl bodu, druhá komponenta je nižší.
8. Ektomorfní endomorfové – první komponenta je dominantní, třetí je vyšší než druhá.
9. Vyrovnání endomorfové – první komponenta je dominantní, druhá a třetí se sobě rovnají nebo se neliší o více než půl bodu.
10. Mezomorfní endomorfové – první komponenta je dominantní, druhá komponenta je vyšší než třetí.
11. Mezomorfové – endomorfové – první a druhá komponenta jsou stejné nebo se neliší o více než 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 o více než jeden bod od ostatních a sestává z hodnot 3 a 4 body.



Obrázek 13 – Třináct kategorií somatotypu podle Štěpničky (1979)

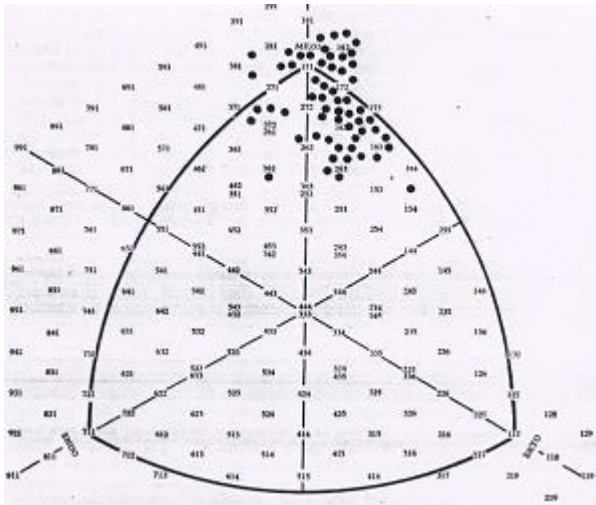
## 2.10 Typologie sportovců

I když somatotyp sportovce tvoří jeden z předpokladů ke sportovní činnosti, nemůže být pokládán za nezbytnou podmínku k podávání optimálních výkonů. Zvonař, Duvač a kol. (2011) tento fakt vysvětlují běžným výskytem rozptylu u vrcholových sportovců stejného sportovního odvětví. Zvonař, Duvač a kol. (2011) a Grasgruber (2008) také popisují přirozenou změnu somatotypu při pravidelné sportovní činnosti a to snížením endomorfní komponenty s výraznější dominancí mezomorfie.

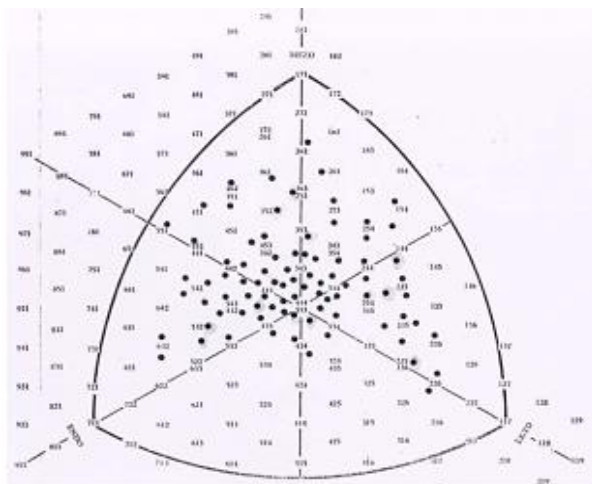
Obdobně zkoumali somatotyp elitních atletů z různých sportů (plavání, judo, míčové hry atd.) Raković a kol. (2015). Došli k závěrům, že tělesná stavba sportovců se velmi odlišuje od nespportující populace. I když v házené žen bylo zjištěno vyšší zastoupení endomorfní komponenty, u všech ostatních sportů se objevoval trend zvýšené mezomorfie s nízkou endomorfií.

Jako příklad pro představu rozptylu u vrcholových sportovců slouží somatograf gymnastů (Obrázek 14), zároveň vyniká dominancí mezomorfní komponenty, což

je v gymnastice nezbytné. Ve druhém somatografu (Obrázek 15) je pak vyznačen soubor tvořený nesportující populací s rozptylem téměř po celém grafu.



Obrázek 14 - Somatograf gymnastů (Pavlík, 1999)



Obrázek 15 - Somatograf studentů PdF MU (Pavlík, 1999)

## 2.11 Typologie triatlonisty

Horčic (2004) se zabýval určením výkonnostních předpokladů v triatlonu, součástí výzkumu bylo i určování somatotypu na vybraném souboru. V letech 1995 – 2000 byly sledovány skupiny reprezentačního výběru. V těchto letech byl zjištěn tělesný typ u celkem 63 dorostenců a juniorů, 21 mužů, 39 dorostenek a juniorek a 8 žen. V Tabulka 1 jsou pak uvedeny základní antropometrické údaje o tomto souboru.

<b>Antropometrický parametr</b>	<b>junioři (n = 24)</b>	<b>juniorky (n = 15)</b>
Výška (cm)	180,7 ± 7	167,3 ± 2
Hmotnost (kg)	71 ± 7,3	59,5 ± 3,6

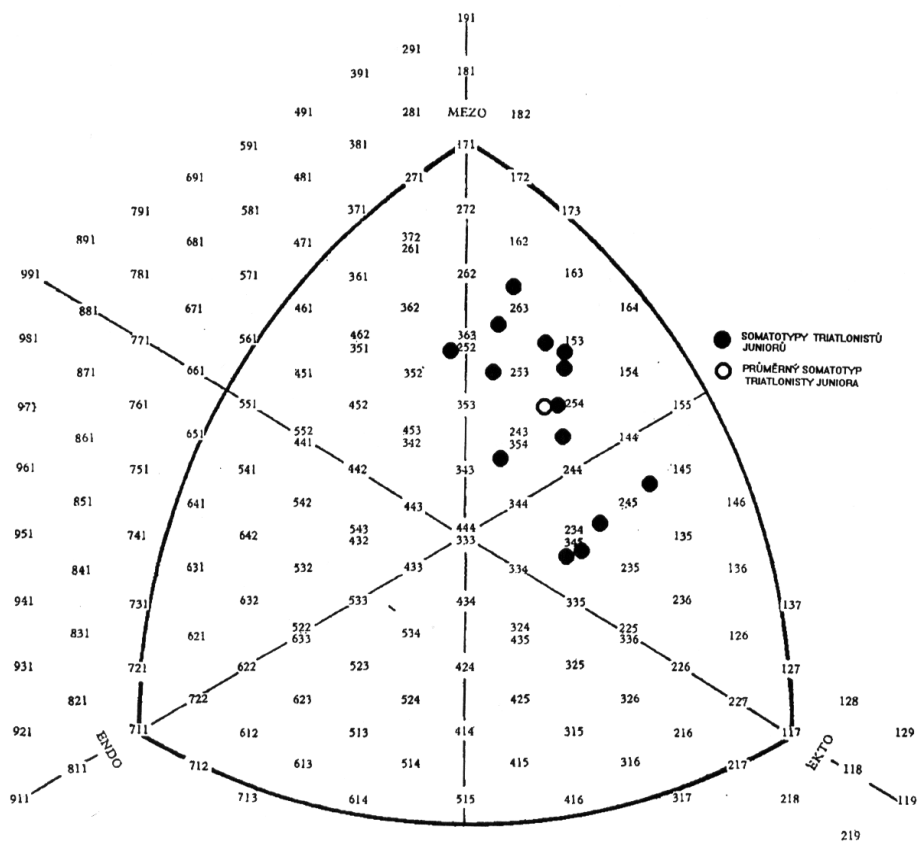
Tabulka 1 - Základní antropometrické parametry juniorských triatlonistů (Horčic, 2004)

Bernacíková, Kapounková, Novotný (2010) zpracovali antropometrické údaje u triatlonistů a triatlonistek (Tabulka 2) podle Grasgruber, Cacek (2008) a Landers (2000). Zahrnut je i somatotyp a podíl tělesného tuku mužů a žen, nejedná se však pouze o juniorskou kategorii, která je předmětem zkoumání v této práci.

<b>Antropometrický parametr</b>	<b>Muži</b>	<b>Ženy</b>
Výška (cm)	179	172
Hmotnost (kg)	72	60
Procento tuku (%)	5 - 10	10 - 15
Somatotyp	1,9 - 4,2 - 3,0	3,2 - 3,6 - 2,9

Tabulka 2 - Základní somatické parametry triatlonistů (Bernacíková, Kapounková, Novotný, 2010)

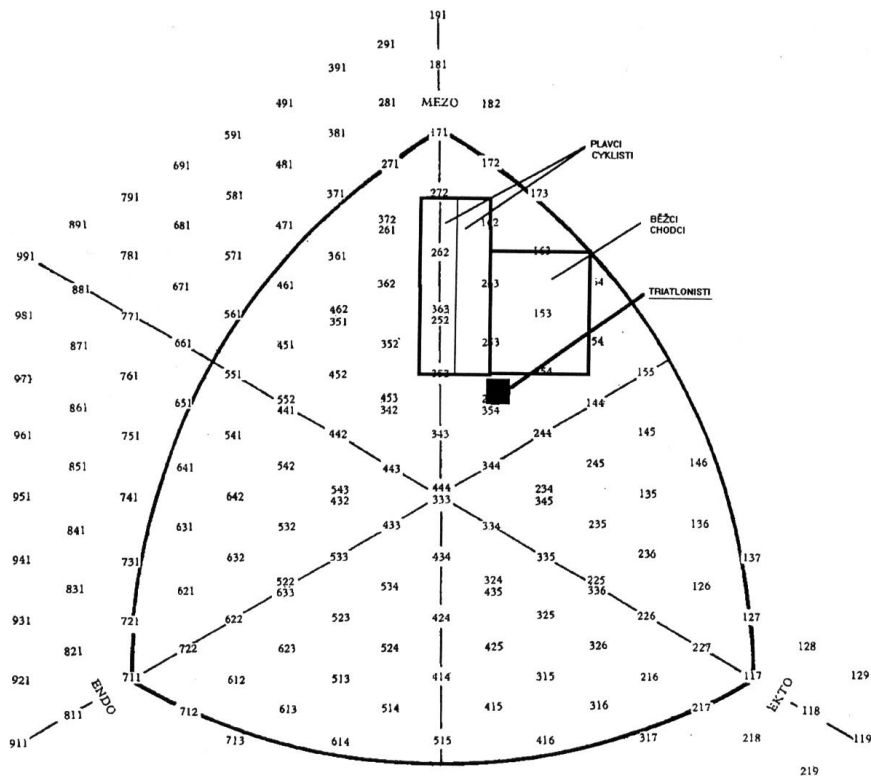
Údaje o somatotypech juniorů z let 1996 – 1998 byly vyznačeny v somatografu (Obrázek 16). S průměrným zastoupením komponent 1,96 – 4,35 – 3,14, Horčic (2004) popisuje typologii triatlonisty jako určitý „mezityp“ mezi specialisty v jednotlivých disciplínách triatlonu. K tomuto porovnání slouží somatograf (Obrázek 17), ve kterém je znázorněn průměrný somatotyp specialistů v plavání, cyklistice, běhu a triatlonu rovněž.



Obrázek 16 - Somatograf juniorských triatlonistů z let 1996 - 1998 (Horčic, 2004)

K obdobným závěrům došli i (Auckland, Blanksby, Landers a Smith, 1997). Při svých výzkumech se zabývali antropometrickým profilem elitních triatlonistů a před samotným měřením očekávali (na základě jiných studií) nižší ektomorfii a vyšší mezomorfii oproti běžcům a naopak nižší mezomorfii a vyšší ektomorfii oproti plavcům. Rozdíl v dominanci jednotlivých komponent od specialistů v plavání a běhu vysvětlují jako přirozený důsledek tréninku různých disciplín. Sellés-Pérez, Fernández-Sáez, Ferriz-Valero, Esteve Lanao a Cejuela (2018) sledovali změnu somatotypu u amatérských triatlonistů pravidelným tréninkem, výsledky jasně nasvědčovaly výraznému snižování endomorfní komponenty se zvyšujícím se podílem ektomorfie. Nižší zastoupení endomorfní komponenty zároveň poukazoval na vyšší výkonnost.





Obrázek 17 - Průměrný somatotyp triatlonistů srovnáný se specialisty jednotlivých disciplín (Horčic, 2004)

Landers, Ong, Ackland, Blanksby, Main a Smith (2012) podrobně porovnávali antropometrické rozdíly juniorských elitních triatlonistů z roku 1997 s rokem 2011. Pro porovnání s průměrným somatotypem zjištěným v letech 1996 – 1998 u českých juniorských triatlonistů (1,96 – 4,35 – 3,14), uvádí Landers a kol. (2012) somatotyp v roce 1997 u dvaceti juniorek (3,5 – 3,5 – 2,9) a dvaceti devíti juniorů (2,4 – 4,7 – 3,1). Hodnoty somatotypů u juniorů nabývají opět velmi podobných hodnot. Na somatotypu juniorek z roku 1997 můžeme vidět větší zastoupení endomorfie na úkor ektomorfie a zároveň i nižší podíl mezomorfní komponenty, což lze očekávat u ženského pohlaví.

Antropometrickými předpoklady pro triatlon se zabývala ve své publikaci i Kovářová (2012). Vedle údajů získaných o juniorském reprezentačním výběru v České republice Horčicem (2004), zmiňuje i obdobný výzkum triatlonistů v Austrálii, při kterém Auckland, Blanksby, Landers a Smith (1998) určili

průměrný somatotyp souboru vybraného z účastníků světového poháru (1,9 – 4,2 – 3,3), tedy téměř totožný s průměrným somatotypem uvedeným Horčicem (2004).

Všechny studie potvrzují, že ektomorfní mezomorf představuje vhodný tělesný typ triatlonisty. Od roku, kdy byly tyto údaje o somatotypu zjišťovány, uplynulo mnoho let a triatlon jako poměrně mladý sport se vyvinul a zároveň s tím nastaly určité změny pravidel – kratší trať pro juniorskou kategorii a povolení draftingu.

### 3 Souhrn teoretické části

Triatlon je relativně novým sportem a během jeho vývoje docházelo ke změnám, které mohly jistým způsobem pozměnit faktory ovlivňující výkon v tomto sportu. Jedním z faktorů determinujících výkon v triatlonu jsou právě somatické předpoklady, k těm se řadí tělesná výška a váha, délkové rozměry a poměry, složení těla a tělesný typ. Pro zjištění těchto parametrů o člověku se využívá somatometrie. V somatometrii slouží k určení tělesného typu několik metod, které se v průběhu let vyvíjely a měnily, při čemž dnes nejvyužívanější metodou je modifikace Sheldonovy metody podle Heathové a Cartera.

Metoda spočívá v určení tří komponent – endomorfní komponenta vztahující se k tloušťce probanda, mezomorfní komponenta definuje podíl kosterního svalstva a sílu skeletu, ektomorfní komponenta je odvozena od délek tělesných segmentů. Ke stanovení zmíněných komponent je zapotřebí změřit několik antropometrických parametrů pro následný výpočet. Dle podílů jednotlivých komponent lze následně somatotyp zařadit do tzv. somatografu. Somatograf může být rozčleněn podle předpokladů k určitým schopnostem na pět částí (Chytráčková, 1990). Podrobněji pak somatotyp rozděluje Štěpnička a kol. (1979) a to na třináct různých kategorií.

U vrcholových sportovců zpravidla dominuje mezomorfní komponenta s velmi nízkou endomorfií jako následek sportovního tréninku. Ve sportu se tedy často objevuje somatotyp ektomorfní mezomorf, to rovněž platí i v triatlonu. Průměrné somatotypy juniorských triatlonistů spadají do této kategorie, u juniorek je však přirozeně větší zastoupení endomorfie a spadají tedy spíše do kategorií mezomorfní endomorf. Od té doby však došlo ke změnám pravidel pro juniorské kategorie, konkrétně se jedná o zkrácení délek tratí a povolení draftingu. Tyto odlišnosti mohou mít vliv i na optimální somatotyp.

## **4 Cíle a úkoly práce, hypotézy**

### **4.1 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je získání somatických parametrů českých juniorských triatlonistů zařazených do SCM<sup>2</sup> a získané údaje porovnat s hodnotami získanými v letech 1996 – 1998, kdy byl triatlon v několika ohledech odlišný. Právě tyto změny v triatlonu vedou k druhému dílčímu úkolu, kterým bude charakteristika somatických změn v závislosti na vývoji sportu.

### **4.2 Úkoly práce**

1. Získat teoretické podklady zabývající se určováním somatotypu a vytvořit přehled o možných postupech, jak stanovit somatotyp.
2. Provést měření podle metody Heathové a Cartera na vybraném souboru současných dorostenců a juniorů zařazených do SCM.
3. Analyzovat výsledky určením průměrného somatotypu, zvlášť u dívek a zvlášť u chlapců.
4. Vyznačit somatotypu jednotlivců do somatografu.
5. Porovnat aktuální antropometrické údaje juniorských triatlonistů s údaji získanými v letech 1996 – 1998.

### **4.3 Výzkumné otázky**

1. Budou se antropometrické údaje současných juniorů odlišovat?
2. Jaký vliv na somatotyp juniorského triatlonisty může mít povolení jízdy v háku a zkrácení délek tratí?

---

<sup>2</sup> Sportovní centra mládeže. Vytvářejí navazující prvek v přípravě talentované mládeže a podmínky pro systematickou a dlouhodobou sportovní přípravu sportovních talentů zařazených do výběrů pro státní reprezentaci nebo k ní se připravující. (2018)

#### 4.4 Hypotézy

Na základě informací o změnách dnešních triatlonových závodů a publikací zabývajících se touto problematikou jsou stanoveny následující hypotézy:

1. Endomorfní komponenta u juniorek i juniorů bude signifikantně<sup>3</sup> nižší než v roce 1998, protože povolení draftingu zvyšuje význam běžecké části, pro jejíž úspěch je nízká endomorfie podmínkou.
2. Se snížením endomorfní komponenty se očekává i nižší tělesná hmotnost.
3. Ektomorfní komponenta juniorů a juniorek v roce 2018 bude signifikantně vyšší.
4. Procenta tělesného tuku budou nejnižší u souboru z roku 2018.
5. Mezomorfní komponenta se signifikantně nezmění. Změna v cyklistické části zároveň zvýšila význam plavání, u kterého vysoká mezomorfní komponenta vytváří předpoklad k lepším výkonům.

---

<sup>3</sup> Carter (2002) považuje za signifikantní rozdíl více než 0,5 při porovnání komponent.

## **5 Metodika práce**

### **5.1 Popis souboru**

Sledovaný soubor tvořilo jedenáct triatlonistů a triatlonistek zařazených do SCM. Jedná se o juniorské a dorostenecké kategorie, věk souboru se tedy pohybuje mezi 16 – 18 lety. K měření antropometrických parametrů se dostavilo šest dívek a pět chlapců. Soubor byl především vybrán tak, aby bylo možné porovnat somatické parametry s výsledky obdobného souboru z roku 1998.

### **5.2 Použité metody**

Tato práce odpovídá kvalitativnímu výzkumu, s hlavním cílem určit somatotyp dnešních triatlonistů juniorských kategorií a výsledky porovnat komparativní metodou s dostupnými informacemi z let, kdy byl v těchto kategoriích zakázán drafting a délka závodu byla delší.

K získání deseti antropometrických údajů nezbytných k určení somatotypu byla použita již popsaná metoda podle Heathové a Cartera. Pomocí získaných údajů touto metodou mohl být vypočítán somatotyp každého ze souboru, zároveň určen průměr celého souboru, a zvláště průměrný somatotyp chlapců a dívek. Mimo antropometrických parametrů probíhalo i měření tělesného složení tzv. bioimpedanční metodou s pomocí přístroje „Body Composition Analyzer, MC – 980“. Tímto měřením se zpřístupnily i údaje o podílu tělesného tuku a zároveň pomocí přístroje byla zjištěna i tělesná hmotnost probandů.

### **5.3 Realizace měření**

Veškerá měření proběhla 15. 11. 2018 v Laboratoři sportovní motoriky na FTVS UK při příležitosti testování juniorských triatlonistů.

K získání antropometrických parametrů byl použit kaliper harpendenského typu s přesností na 0,1 mm pro určení šířek kožních řas. Pomocí pásové míry byly změřeny obvody lýtky, a paže ve flexi. Kostní rozměry byly měřeny posuvným měřítkem. Údaje o tělesné hmotnosti jsou uvedeny v protokolech z bioimpedančního měření, jež probíhalo současně.

Somatometrická měření podle Heathové a Cartera proběhla opakovaně na pravé straně těla každého z přítomných. Výsledek hodnot pak tvořil průměr ze dvou, stejným postupem, získaných hodnot. Dosazením získaných údajů do rovnic pro výpočet tří komponent mohl být určen somatotyp.

## 5.4 Sběr dat

### *Data z roku 2018*

Informace o antropomotorických údajích k roku 2018, jež mají být porovnány s daty z let před změnou pravidel, jsou výsledkem měření českého výběru juniorských triatlonistů.

Testování proběhlo jako součást pravidelného každoročního měření v Laboratoři sportovní motoriky FTVS UK pod dohledem odborného personálu v období provádění testů zátěžové diagnostiky členů SCM a reprezentace. Měření somatotypu bylo součástí objednávky České triatlonové asociace. Testování probíhalo na základě smlouvy mezi UK FTVS a ČTA (Prováděcí protokol, Dohody o vzájemné spolupráci, Čl. II Oblast vědeckometodického servisu, odstavce b Metodika, která řeší i etickou problematiku testování a následné zpracování naměřených dat). Etická stránka byla navíc ošetřena podpisem probanda (nebo jeho zákonného zástupce) Informovaného souhlasu LSM FTVS UK (Příloha 1). Originály jsou k dispozici na sekretariátu LSM.

### *Data použitá ke komparaci*

Data ke komparaci o somatotypu juniorských triatlonistů byly získány prostřednictvím komplexního sledování v dlouhodobém cyklu 1996 – 2000 (Horčic, 2004). Tato publikace měla jako jediná sloužit k porovnání s daty z roku 2018, obsahuje však pouze průměrný somatotyp juniorů, nikoliv juniorek. Proto jsem jako druhou publikaci ke komparační analýze využil výzkum od Landerse a kol. (2012) s názvem *Kinanthropometric differences between 1997 World championship junior elite and 2011 junior elite triathletes*. Tento výzkum obsahuje i údaje triatlonistek, je tedy možné porovnat antropometrické rozdíly dívek z toho roku s rokem 2018. Oba zdroje obsahují informace z let, kdy byl zakázaný drafting a vzdálenosti byly o polovinu kratší.

## 5.5 Analýza získaných dat

Antropometrické údaje a dostupné informace juniorských závodníků z let 1996 – 1998 byly zpracovány v programu Microsoft Office Excel 2007. Pro následnou vizualizaci takto zpracovaných hodnot byl použit somatograf. K analýze získaných dat bylo potřeba splnit několik úkolů:

- Vypočítat hodnoty komponent současných triatlonistů.
- Určit průměrný somatotyp souboru z roku 2018.
- Seskupit získané antropometrické údaje do tabulek.
- Vytvořit grafický přehled pro porovnání jednotlivých komponent.



## 6 Výsledky

Antropometrický parametr	Proband 1	Prob. 2	Prob. 3	Prob. 4	Prob. 5	Prob. 6	Průměr	SD
Věk (roky)	16,38	16,30	15,71	18,83	17,95	17,46	17,11	1,08
Výška (cm)	165,30	172,30	169,00	169,00	179,00	164,50	169,85	4,84
Hmotnost (kg)	52,20	52,40	54,90	55,50	65,30	57,60	56,32	4,42
Součet tří kožních řas (mm)	25,40	17,20	24,80	26,80	19,40	25,60	23,20	3,57
Šířka epikondylu humeru (cm)	5,50	6,00	6,00	6,10	6,00	5,70	5,88	0,21
Šířka epikondylu femuru (cm)	9,10	8,80	8,80	8,60	8,90	8,50	8,78	0,20
Obvod lýtky (cm)	33,18	33,90	33,90	34,72	33,18	34,90	33,96	0,67
Obvod paže ve flexi (cm)	27,30	25,66	25,66	25,52	27,42	26,04	26,27	0,79
Endomorfní komponenta	2,55	1,58	2,48	2,71	1,85	2,57	2,29	0,42
Mezomorfní komponenta	3,51	2,65	3,08	3,15	2,04	3,46	2,98	0,51
Ektomorfní komponenty	3,80	5,12	3,97	3,85	3,96	2,60	3,88	0,73
Podíl tělesného tuku (%)	21,70	17,90	13,00	14,50	11,10	10,21	14,74	3,99

Tabulka 3 - Antropometrické údaje juniorek (2018)

Tabulka 3 popisuje antropometrické údaje, podle kterých byl určen somatotyp u každého probanda. V jediném případě (proband 6) nepřevyšuje ektomorfní komponenta ostatní a jedná se o typ ektomorfní mezomorf, ve všech ostatních případech však převyšuje ektomorfní komponenta. Nejvyšší zastoupení ektomorfní komponenty se objevuje u probanda 2, což může vypovídat o lepších předpokladech pro běžeckou část. Naopak u probanda 6 se somatotyp přibližuje spíše plavcům a cyklistům.

<b>Antropometrický parametr</b>	Proband A	Prob. B	Prob. C	Prob. D	Prob. E	Průměr	SD
Věk (roky)	16,40	16,30	17,76	18,28	18,30	17,41	0,89
Výška (cm)	177,00	186,30	175,30	183,80	181,00	180,68	4,10
Hmotnost (kg)	63,70	65,50	60,10	67,50	73,90	66,14	4,58
Součet tří kožních řas (mm)	20,60	17,50	15,60	21,60	17,80	18,62	2,18
Šířka epikondylu humeru (cm)	6,60	7,00	7,00	7,00	7,20	6,96	0,20
Šířka epikondylu femuru (cm)	9,40	9,00	8,80	9,20	9,90	9,26	0,38
Obvod lýtky (cm)	37,00	34,28	35,44	35,56	37,83	36,02	1,25
Obvod paže ve flexi (cm)	28,88	28,95	27,98	28,44	28,98	28,65	0,39
Endomorfní komponenta	1,99	1,62	1,39	2,11	1,66	1,75	0,26
Mezomorfní komponenta	4,01	2,47	3,80	3,03	4,46	3,55	0,71
Ektomorfní komponenty	3,86	5,25	4,18	4,46	2,99	4,15	0,74
Podíl tělesného tuku (%)	13,80	3,70	3,00	4,70	8,60	6,76	4,02

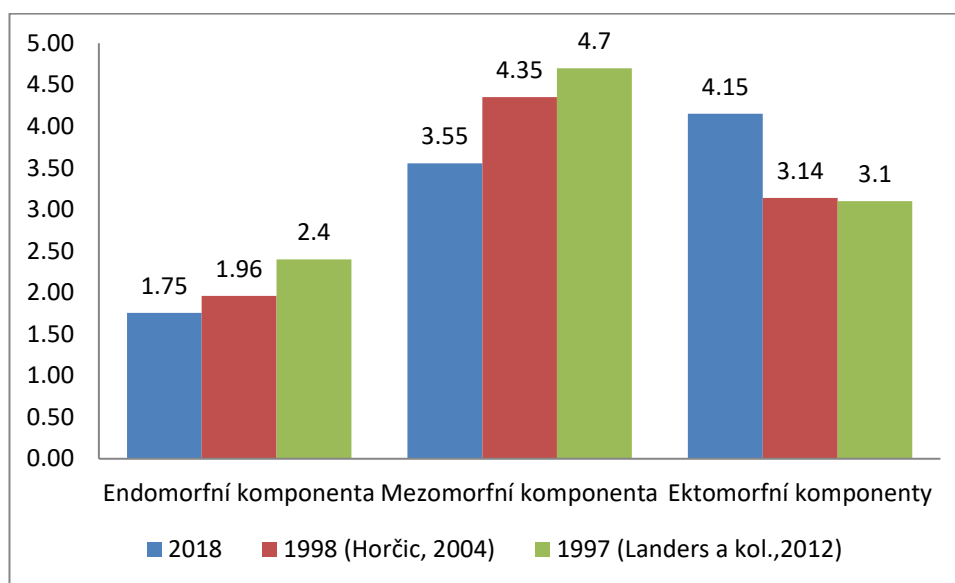
Tabulka 4 - Antropometrické údaje juniorů (2018)

Tabulka 4 obsahuje obdobné údaje u chlapců jako Tabulka 3 u dívek. Ve dvou případech (proband A, proband E) je nejvíce zastoupena mezomorfní komponenta. V ostatních případech opět převládá podíl ektomorfie, nejvýrazněji u probanda B, ten svým somatotypem a nízkým podílem tělesného tuku spadá spíše do kategorie vytrvalostních běžců.

Antropometrický parametr	1997 (n = 29)	1998 (n = 24)	2018 (n = 5)
Endomorfní komponenta	2,4	1,96	1,75
Mezomorfní komponenta	4,7	4,35	3,55
Ektomorfní komponenta	3,1	3,14	4,15
Podíl tělesného tuku (%)			6,76
Výška (cm)	175,7	178,8	180,65
Hmotnost (kg)	67	71,2	66,14

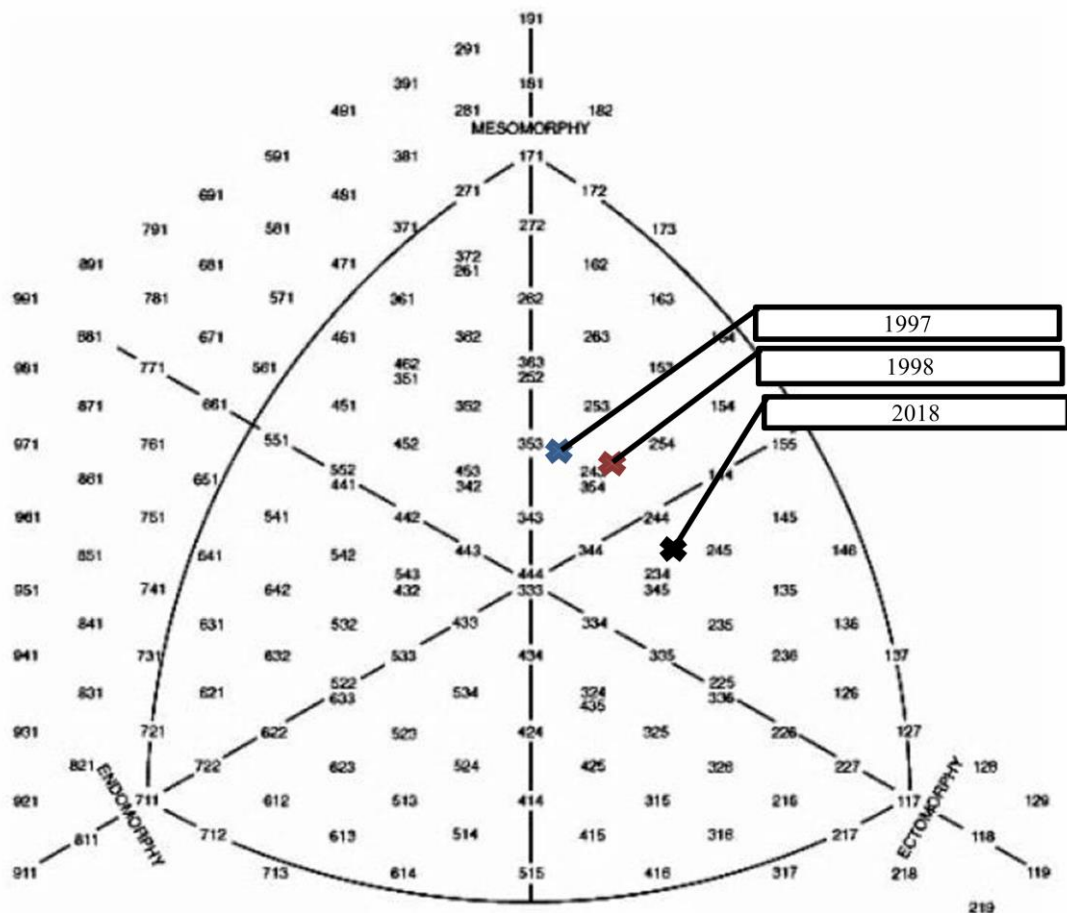
Tabulka 5 - Srovnání somatotypu juniorů

Z tabulky 5 je zřejmé, že nejvýraznější změnou v somatotypu juniorských triatlonistů k roku 2018 je zvýšení ektomorfní komponenty (4,15) a pokles mezomorfní. V roce 2018 byla rovněž zjištěna nejnižší hodnota endomorfnie. Podíl tělesného tuku byl předmětem zkoumání pouze v roce 2018. Formánek a Horčic (2003) považují za optimální podíl tělesného tuku 6 – 8 % a výsledek spadá do tohoto rozmezí.



Obrázek 18 - Srovnávací graf k Tabulce 5

Ve srovnávacím grafu k tabulce 5 lze vidět podíl jednotlivých komponent somatotypu v letech 1997, 1998 a 2018. V případě endomorfní a mezomorfní komponenty je podíl komponent k roku 2018 nižší. U ektomorfní komponenty je tomu naopak.



Obrázek 19 - Somatograf pro srovnání somatotypu juniorů

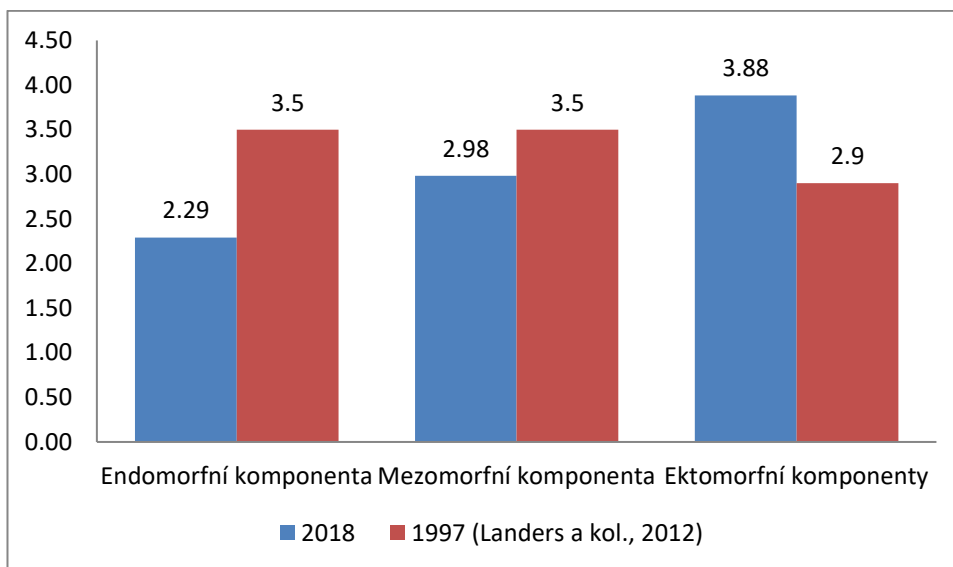
V somatografu (obrázek 19) jsou zařazeny somatotypy juniorů. Modrý i červený křížek značí v somatografu průměrný somatotyp z roku 1997 a 1998, oba spadají do kategorie ektomorfní mezomorf. Zatímco černý křížek reprezentující průměrný somatotyp z roku 2018, s vyšším zastoupením ektomorfie, se posunul směrem dolů a doprava, spadá tedy do kategorie mezomorfní ektomorf.

Antropometrický parametr	1997 (n = 20)	1998 (n = 15)	2018 (n = 6)
Endomorfní komponenta	3,5		2,3
Mezomorfní komponenta	3,5		3,0
Ektomorfní komponenta	2,9		3,9
Podíl tělesného tuku (%)			14,7
Výška (cm)	164,9	167,3	169,9
Hmotnost (kg)	56,7	59,5	56,3

Tabulka 6 - Srovnání somatotypu juniorek

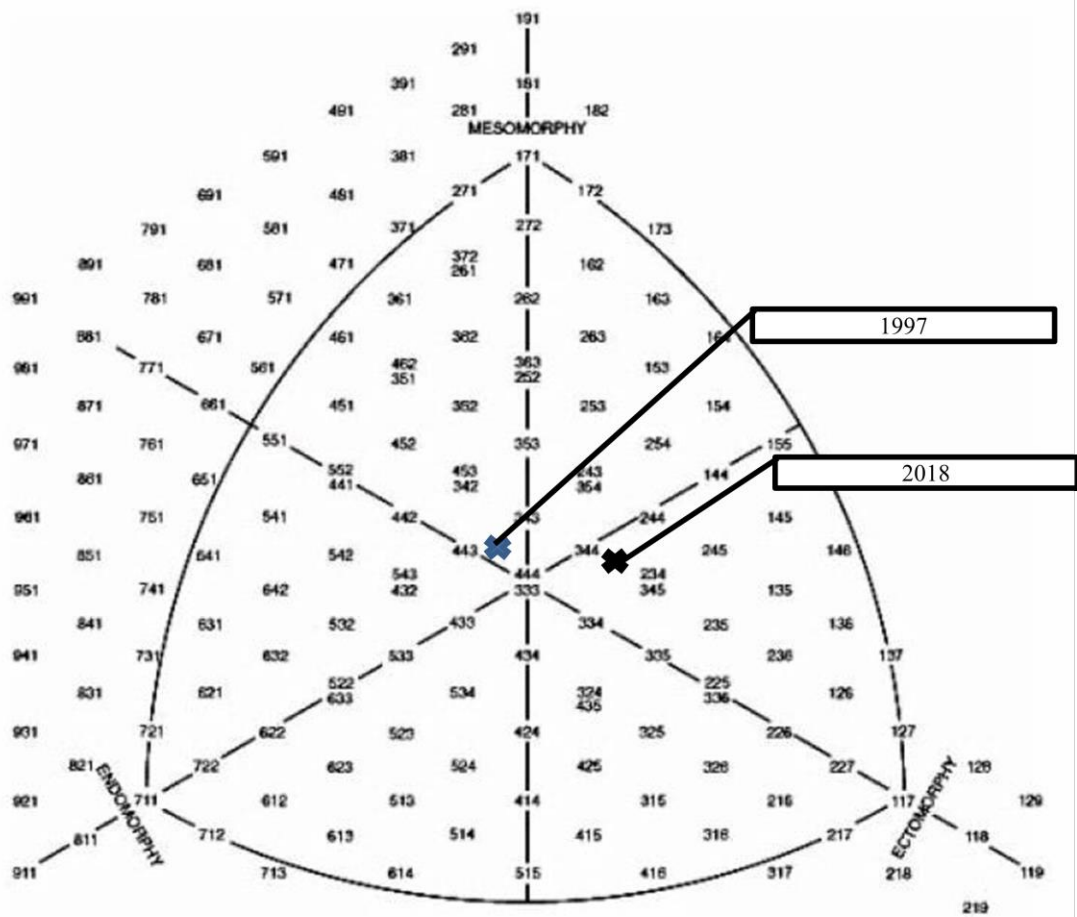
V Tabulce 6 jsou porovnány antropometrické parametry dívek. Hodnoty jednotlivých komponent u českých juniorek z roku 1998 nejsou uvedeny, proto somatotyp z roku 2018 může být porovnán pouze s hodnotami k roku 1997.

I u dívek je pozorovatelná změna v somatotypu. Zatímco na souboru z roku 1997 dominovaly endomorfní a mezomorfní komponenty (3,5), u souboru v roce 2018 převládá podíl ektomorfie (3,9). Kategorie somatotypu se tedy změnila z mezomorfů-endomorfů na mezomorfní ektomorfy.



Obrázek 20 - Srovnávací graf k Tabulce 6

Ve sloupcovém grafu (obrázek 20) jsou porovnány hodnoty jednotlivých komponent. V roce 1997 byl vyšší podíl mezomorfní a endomorfní komponenty (3,5), ektomorfní komponenta činila u dívek nejnižší podíl (2,9). U souboru juniorských triatlonistek z roku 2018 naopak ektomorfní komponenta (3,9) převyšuje zbylé dvě.



Obrázek 21 - Somatograf pro srovnání somatotypu juniorek

V somatografu (obrázek 21) modrý křížek reprezentuje průměrný somatotyp souboru z roku 1997 a černý křížek průměr souboru z roku 2018. Průměrný somatotyp souboru z roku 2018 je, především kvůli většímu podílu ektomorfní komponenty, posunut více doprava.

## 7 Diskuze

Vzhledem k vývoji triatlonu bylo vytvořeno několik hypotéz o změnách v somatotypu juniorských triatlonistů. Stanovené hypotézy předpokládají u souboru juniorských triatlonistů z roku 2018 následující změny – endomorfní komponenty budou signifikantně nižší, průměrná hmotnost naopak nižší, ektomorfní komponenta bude signifikantně vyšší, podíl tělesného tuku se sníží a mezomorfní komponenta se signifikantně nezmění.

Byla potvrzena první hypotéza, došlo k signifikantnímu snížení endomorfní komponenty oproti údajům od Horčice (2004) z roku 1998. V případě juniorů i juniorek došlo k signifikantní změně. U juniorů z doby, kdy pravidla nově povolovala jízdu v háku, byly uvedeny hodnoty 2,4 (Horčic, 2004) a 1,96 (Landers a kol., 2012), zatímco v roce 2018 byla průměrná endomorfní komponenta souboru  $1,75 \pm 0,26$ . I když soubor byl tvořen pouze pěti juniory, nízká směrodatná odchylka svědčí o nízkém rozptylu. Snížení endomorfie zůstává relativní. Pro porovnání endomorfie juniorek slouží pouze údaj z roku 1997 (3,5). V roce 2018 byl průměr endomorfní komponenty šesti juniorek  $2,29 \pm 0,42$ . Směrodatná odchylka souboru vypovídá o větším rozptylu, ale výrazný pokles endomorfie odpovídá teorii o vlivu změn v cyklistické části na somatotyp triatlonisty.

Druhá z hypotéz se týká nižší průměrné hmotnosti u souboru v roce 2018. V případě juniorů i juniorek jsou údaje o tělesné hmotnosti v roce 2018 nejnižší. V roce 1997 průměrná hmotnost souboru juniorů činila 67 kg, v roce 1998 71,2 kg a soubor z roku 2018 pouze 66,1 kg. U juniorek byl průměr souboru v roce 1997 56,7 kg, v roce 1998 59,5 kg, vybraný soubor z roku 2018 pak 56,3 kg.

Třetí hypotéza předpokládala, že dojde k signifikantnímu zvýšení ektomorfie oproti rokům 1997 a 1998. U juniorů i juniorek v roce 2018 byly zaznamenány vyšší hodnoty než ty uvedené Landersem a kol. (2012) a Horčicem (2004). U juniorů oba zdroje uvádějí velmi podobné údaje – 3,1 a 3,14. Oproti tomu, průměrná ektomorfie souboru juniorů z roku 2018 byla  $4,15 \pm 0,74$ . Pro juniorky tato hodnota stoupla z původních 2,9 na  $3,88 \pm 0,73$ . Jelikož snížení endomorfní komponenty bylo potvrzeno v obou případech, vysoká ektomorfie je adekvátní.

Hypotéza o nižších procentech tělesného tuku nemůže být potvrzena, neboť ani jedna z uvedených publikací neobsahuje záznam pro porovnání. Získaný údaj můžeme pouze porovnat s doporučenými hodnotami pro konkrétní skupinu. Formánek a Horčic (2003) u triatlonistů považují za vynikající hodnoty 6 – 8 % pro muže a 8 – 10 % pro ženy. Jansa, Dovalil a kol. (2007) uvádějí u skupiny vytrvalců stejné hodnoty pro muže jako Formánek a Horčic (2003), u žen však 14 – 16 %. Průměrný podíl tělesného tuku u souboru juniorů byl  $6,76 \pm 4,02$  %, což můžeme popsat jako vynikající hodnoty a doložit tím trend, který vede k dalšímu snižování tohoto podílu. U juniorek byl určen průměr  $14,74 \pm 3,99$  %, jedná se tedy o průměrné hodnoty. V případě juniorek nelze potvrdit teorii o větším důrazu na snižování tělesného tuku. Nutno podotknout, že hodnoty získané z roku 2018 byly získány pomocí bioimpedanční váhy značky Tanita. U doporučených hodnot není uvedena metoda, kterou je podíl tuku zjišťován, ale s největší pravděpodobností se bude jednat o kaliperaci. Výsledky můžeme tedy považovat pouze za orientační.

Předpoklad poslední z hypotéz, že mezomorfní komponenta zůstane téměř stejná, vzhledem ke zvýšené důležitosti plavecké části, se nepotvrdila. U juniorů v roce 1997, jak uvádí Landers a kol. (2012) byla mezomorfní komponenta vybraného souboru 4,7, Horčic (2004) při komplexní diagnostice triatlonistů zjistil hodnotu 4,35. Oproti roku 2018, kdy průměr mezomorfní komponenty tvořil  $3,55 \pm 0,71$ , se jedná o signifikantní rozdíl. U juniorek rozdíl není tak vysoký jako u juniorů, přesto velmi znatelný. V roce 1997 byl průměr mezomorfní komponenty juniorek 3,5. U souboru z roku 2018 pouze 2,98. Příčinou tohoto poklesu v obou případech pravděpodobně bude tělesná výška. Junioři i juniorky jsou průměrně o 5 cm vyšší než jejich protějšky v roce 1997. Vliv má i tělesná hmotnost, díky níž mohly být naměřeny kratší obvodové rozměry.

Přibližně pět let od povolení draftingu v triatlonu juniorských kategorií nastala změna délky závodu z krátkého triatlonu na pouze sprinterskou vzdálenost. Není jisté, jak tato změna ovlivnila somatotyp sportovců. Domníváme se však, že vyšší intenzity tréninků nezbytné pro úspěch na kratších tratích mohly přispět ke zvýšení ektomorfní komponenty a tudíž i snížení endomorfie.



Průměrný somatotyp juniorů v roce 2018 (1,75 – 3,55 – 4,15) a juniorek (2,29 – 2,98 – 3,88) v obou případech spadá do kategorie mezomorfní ektomorf a vypovídá o výrazných somatických změnách během vývoje triatlonu. K obdobným výsledkům došli i Landers a kol. (2012), v roce 2011 určili průměrný somatotyp elitních juniorů (2,1 – 3,7 – 3,8) a juniorek (3,3 – 3 – 4,1). Endomorfní komponenta u juniorek se sice odlišuje a spadá do kategorie endomorfních ektomorfů, u juniorů se však jedná rovněž o mezomorfní ektomorfy a výsledky jsou totožné. Také u endomorfní komponenty naměřili vysokou směrodatnou odchylku ( $\pm 1,5$ ). To vypovídá o větším rozptylu v případě ženské kategorie, zatímco u mužů bývají výsledky zpravidla více stejnorodé.

V průběhu testování nedošlo k žádným problémům. Získané údaje však může zkreslovat několik faktorů. U vybraného souboru juniorů a juniorek nebyly takové rozdíly v somatotypu, přesto průměr může být ovlivněn menším množstvím probandů. Měření probíhalo na podzim roku 2018, tedy nikoliv v závodním období, ale v přípravném. To se na somatotypu mohlo projevit vyšším zastoupením endomorfní komponenty, než je u vybraných probandů běžné. Údaje použité ke komparaci byly rovněž získány na podzim, srovnání tedy z toho hlediska zůstává objektivní.

## 8 Závěry

Cílem této bakalářské práce bylo především porovnat tělesný typ juniorských triatlonistů z roku 1998 s juniorským výběrem z roku 2018. Na základě získaných teoretických poznatků a spolehlivosti byla pro stanovení somatotypu využita modifikace Sheldonovy metody podle Heathové a Cartera. Výběrový soubor tvořilo 6 dívek a 5 chlapců. Měření probíhalo v rámci podzimního testování tohoto výběru v laboratoři sportovní motoriky na UK FTVS.

Již před samotným měřením se očekávaly určité odlišnosti v somatotypu. Příčinou těchto předpokladů byly změny, týkající se zkrácení délek tratí pro juniorské kategorie a zároveň povolení draftingu v cyklistické části.

Po provedení výpočtu a určení průměrného somatotypu na souboru dívek a chlapců byly opravdu nalezeny signifikantní změny v somatotypu. Průměrný somatotyp dívek v roce 2018 byl 2,29 – 2,98 – 3,88. Průměrný somatotyp chlapců v roce 2018 byl 1,75 – 3,55 – 4,15. V obou případech se jedná o kategorii mezomorfní ektomorf. Problematikou somatotypu u juniorů se v dřívějších letech zabývalo několik autorů a ve většině případů převyšovala mezomorfní komponenta zbylé dvě, při čemž u dívek byl i vyšší podíl endomorfní komponenty.

Vývojem triatlonu tedy došlo k somatickým změnám, které lépe odpovídají dnešnímu charakteru závodů. Největší změnou je zvýšení podílu ektomorfní komponenty na úkor endomorfní komponenty. Hlavní příčinou této změny je s největší pravděpodobností povolení draftingu a významnější role běžecké části na celkovém výsledku soutěže. Dalším důvodem změn v tělesné stavbě triatlonistů může být i zkrácení délek závodních tratí, což pozměnilo i určité charakteristiky tréninku, výsledkem je pak zařazování spíše intenzivnějších tréninkových jednotek na úkor velkých objemů.

V budoucnu by bylo vhodné provést měření opakovaně a to i v závodním období. Také se jedná o juniorskou kategorii, kdy vývoj ještě zdaleka není ukončen, proto by nebylo od věci, opakovat měření i v pozdějších letech. Vybraní závodníci se specializují na sprint triatlon a stejný somatotyp nemusí být vhodný na olympijských distancích, bylo by tedy zajímavé porovnat tyto somatické odlišnosti v závislosti na délkách závodů. Obdobně bychom mohli porovnávat i tělesný typ

v dlouhých triatlonech, ve kterém oproti kratším distancím, hraje cyklistická část mnohem větší roli.

## 9 Seznam literatury

1. ACKLAND, T. R., BLANKSBY, B. A., LANDERS, G. & SMITH, D. Antropometric profiles of elite triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 1997, roč. 1, č. 1, s. 51 – 56
2. ČELIKOVSKÝ, Stanislav. *Antropomotorika*. 1. vyd. Praha: SPN, 1979.
3. DICK, F., W. *Sports training principles*. London: Lepus Books, 1980.
4. DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2002. ISBN 80-7033-760-5.
5. ESTON, R. a REILLY, T. *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data*. 3. vyd. Abingdon: Routledge, 2009.
6. FETTER, V a kol. *Antropologie*. 1. vyd. Praha: Academia, 1967
7. FORMÁNEK, J., HORČIC J. *Triatlon: historie, trénink, výsledky*. Praha: Olympia, 2003. ISBN 80-703-3567-X.
8. GERČÁKOVÁ, D. *Zjištění somatometrických údajů závodníků v kvadriatlonu*. Praha, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
9. GRASGRUBER, P., CACEK, J. *Sportovní geny*. 1. vyd. Brno: Computer press, 2008. ISBN 978-80-251-1873-3.
10. HÁJEK, J. *Antropomotorika*. Praha: Univerzita Karlova, 2001. ISBN 80-7290-063-3.
11. HORČIC, J. *Řízení a objektivizace tréninkového procesu ve vytrvalostních vícebojích*. Praha, 2004. Disertační práce. UK FTVS.
12. JANSÁ, P. a DOVALIL, J. *Sportovní příprava: vybrané teoretické obory, stručné dějiny tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie sportu, fyziologie sportu, sportovní trénink, sport zdravotně postižených, sport a doping, úrazy ve sportu a první pomoc, základy sportovní regenerace a rehabilitace, sportovní management*. Praha: Q-art, 2007. ISBN 80-903280-8-3.
13. KOVÁŘOVÁ, L. *K identifikaci předpokladů v triatlonu*. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2124-1.

14. KUČERA, J. *Rozdíly tělesného složení a somatotypu mezi juniorskými rojníky, útočníky a seniorskými rojníky, útočníky rugby*. Praha, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
15. PAVLÍK, J. *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova univerzita, 1999. ISBN 80-210-2130-6.
16. LANDERS, G., BOON, O. K., ACKLAND, T. R., BLANKSBY, B. A., MAIN, C., L. & SMITH, D. Kinanthropometric differences between 1997 World championship junior elite and 2011 national junior elite triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 2012, roč. 16, č. 5, s. 444 - 449.
17. McARDLE a kol. *Exercise Physiology*. Philadelphia: Lea and Fibiger, 1986.
18. MELICHNA, J. *Pohyb a morfologická adaptabilita kosterního svalu*. Praha: Karolinum, 1990.
19. OFOGHI, BAHADORREZA, ZELEZNIKOW, J., MACMAHON, C., REHULA, J. & DWYER, D., B. Performance analysis and prediction in triathlon. *Journal of Sports Sciences*, 2016, roč. 34, č. 7, s. 607-612.
20. PEELING, P., & LANDERS, G. Swimming intensity during triathlon: A review of current research and strategies to enhance race performance. *Journal of Sports Sciences*, 2009, roč. 27, č. 10, s. 1079–1085.
21. RAKOVIĆ, A. a kol. Analysis of the elite athletes' somatotypes. *Acta Kinesiologica*, 2015, roč. 9, č. 1, s. 47-53.
22. RIEGEROVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M. a ULBRICHOVÁ, M. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006. ISBN 80-85783-52-5.
23. ŘÍPA, M. Historie triatlonu. In: SUCHÝ, J. a kol. *Skripta pro trenéry triatlonu III. třídy*. 3. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2012. ISBN 978-80-86317-94-6.
24. SELLÉS-PÉREZ, S., FERNÁNDEZ-SÁEZ, J., FÉRRIZ-VALERO, A., ESTEVELANAO, J. & CEJUELA, R. *Changes in triathletes' performance and body composition during a specific training period for a Half-Ironman race*. [online]. c2018, [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <http://www.johk.pl/files/1078-2018-67-0005.pdf>

25. SUCHÝ, J. a kol. *Skripta pro trenéry triatlonu III. třídy*. 3. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2012. ISBN 978-80-86317-94-6.
26. ŠTĚPNIČKA, J a kol. *Somatické předpoklady ke studiu tělesné výchovy*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 1979.
27. WILMORE, J., COSTILL, D., L. *Physiology of sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics, 1994.
28. ZAPALA, M. *Porovnání somatotypů současných studentů UK FTVS a studentů UK FTVS před čtyřiceti lety*. Praha, 2016. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
29. ZVONÁŘ, M., DUVAČ, I a kol. *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5380-9.
30. JANSÁ, P., DOVALIL, J a kol. *Sportovní příprava*. Praha: Q-art, 2007. ISBN 80-903280-8-3.

## Internetové zdroje

1. BERNACÍKOVÁ, M., KAPOUNKOVÁ, K., NOVOTNÝ, J. a kol. *Fyziologie sportovních disciplín*. Brno: Masarykova univerzita – Fakulta sportovních studií, [online]. c2011, [cit. 2019-08-02]. Dostupné z <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/triatlon.html>.
2. CARTER, J. E. L. *The Heath-Carter Anthropometric Somatotype: Instruction Manual*. [online]. c2002 cit. [2019-03-12]. Dostupné z: <http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf>

## 10 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Struktura sportovního výkonu v triatlonu .....	11
Obrázek 2 - Tricipitální kožní řasa (Eston a Reilly, 2009).....	18
Obrázek 3 - Subskapulární kožní řasa (Eston a Reilly, 2009) .....	18
Obrázek 4 - Suprailiackální kožní řasa (Eston a Reilly, 2009) .....	19
Obrázek 5 - Kožní řasa na lýtku (Eston a Reilly, 2009) .....	19
Obrázek 6 - Biepikondylární rozměr kosti pažní (Eston a Reilly, 2009).....	19
Obrázek 7 - Biepikondylární rozměr kosti stehenní (Eston a Reilly, 2009).....	20
Obrázek 8 - Obvod paže ve flexi (Eston a Reilly, 2009) .....	20
Obrázek 9 - Maximální obvod lýtka (Eston a Reilly, 2009).....	20
Obrázek 10 – Převod somatotypu pomocí tabulky .....	23
Obrázek 11 – Somatograf se souřadnicovou sítí (Štěpnička, 1979).....	25
Obrázek 12 – Somatograf rozdělený na části podle výkonnosti.....	26
Obrázek 13 – Třináct kategorií somatotypu podle Štěpničky (1979).....	29
Obrázek 14 - Somatograf gymnastů (Pavlík 1998) .....	30
Obrázek 15 - Somatograf studentů PdF MU (Pavlík 1999).....	30
Obrázek 16 - Somatograf juniorských triatlonistů z let 1996 - 1998.....	32
Obrázek 17 - Somatotyp triatlonistů a specialistů jednotlivých disciplín .....	33
Obrázek 18 - Srovnávací graf k Tabulce 5 .....	43
Obrázek 19 - Somatograf pro srovnání somatotypu juniorů.....	44
Obrázek 20 - Srovnávací graf k Tabulce 6 .....	45
Obrázek 21 - Somatograf pro srovnání somatotypu juniorek.....	46



## **11 Seznam tabulek**

Tabulka 1 - Základní antropometrické parametry juniorských triatlonistů .....	31
Tabulka 2 - Základní somatické parametry triatlonistů .....	31
Tabulka 3 - Antropometrické údaje juniorek (2018) .....	41
Tabulka 4 - Antropometrické údaje juniorů (2018) .....	42
Tabulka 5 - Srovnání somatotypu juniorů .....	43
Tabulka 6 - Srovnání somatotypu juniorek .....	45