

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

KOMPARACE SOMATOTYPŮ V KRÁTKÉM A DLOUHÉM TRIATLONU

Vedoucí práce:

Mgr. Lenka Kovářová, MBA, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Daniel Jordán

Praha 2021

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou 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 28. 5. 2021

Podpis:

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové 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 v krátkém a dlouhém triatlonu

Cíle práce: Cílem práce je zjistit somatotyp triatlonistů v dlouhém triatlonu a výsledky porovnat s triatlonisty v krátkém triatlonu.

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 účastníků závodů Czechman Tour.

Výsledky: Průměrný somatotyp triatlonistů středního triatlonu (2,1 – 4,4 – 2,9) spadá do kategorie ektomorfní mezomorf, zatímco somatotyp triatlonistů, kteří se specializují na krátké distance (2,1 – 4,4 – 2,9), patří do kategorie mezomorfní ektomorf.

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

Abstract

Title: Somatotype Comparison in Short Distance and Long Distance Triathlon

Objectives: The goal is to determine the somatotype of triathletes competing in half ironman distance triathlons with triathletes competing in short distance triathlons.

Methods: The Heath and Carter method was used for measuring the anthropometric parameters. The gained data were used in specific equations to calculate each of the three somatotype components. The anthropometric measurements involved participants of the Czechman Tour races.

Results: By gaining appropriate anthropometric data, the average somatotype of triathletes competing in half distance events (2,1 – 4,4 – 2,9) falls into the category of ectomorphic mesomorph, whereas the somatotype of competitors in short distance events (2,1 – 4,4 – 2,9) falls into the category of mesomorphic ectomorphs.

Keywords: somatotype, triathlon, body type, the Heath and Carter method

1 **Obsah**

2 ÚVOD	7
3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	8
3.1 CHARAKTERISTIKA TRIATLONU	8
3.2 KONSTITUČNÍ PŘEDPOKLADY	14
3.3 SOMATOMETRIE	15
3.4 METODY STANOVENÍ SOMATOTYPU	19
3.5 TYPOLOGIE SPORTOVců	35
4 SOUHRN TEORETICKÉ ČÁSTI	46
5 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY	48
6 METODIKA PRÁCE	50
7 VÝSLEDKY	52
8 DISKUZE	60
9 ZÁVĚRY	63
10 SEZNAM LITERATURY	65
11 SEZNAM OBRÁZKŮ	72
12 SEZNAM TABULEK	73
13 PŘÍLOHY	74

2 Úvod

Tato diplomová práce bude navazovat na bakalářskou práci z roku 2018 s názvem Komparace somatotypu juniorských triatlonistů mezi lety 1998 a 2018. Cílem v bakalářské práci bylo porovnat somatotyp juniorských triatlonistů z roku 1998 před povolením jízdy v háku a změnou délek závodních tratí s rokem 2018, kdy už jsou pravidla téměř 20 let změněna.

Údaje získané o somatotypu juniorských triatlonistů z roku 2018 budou použita pro porovnání a nalezení případných rozdílů se somatotypem triatlonistů soutěžících ve středních triatlonech. Změna pravidel v krátkých triatlonech ovlivnila strukturu výkonu a nedílnou součástí této struktury je právě tělesná stavba sportovců. V případě středních triatlonů jsou podíly délek tratí rozdílné a jízda v háku zůstává zakázána, dalším velkým faktorem ovlivňující tělesnou stavbu bude celkový čas závodů a s tím související tréninkové objemy.

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 roce 2018. Tato metoda je rovněž využita ve většině novodobých studií.

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, jaké budou rozdíly v tělesné stavbě triatlonistů specializujících se na různé distance.

3 Teoretická východiska

3.1 Charakteristika triatlonu

Triatlon je vytrvalostní víceboj zahrnující plavání, cyklistiku a běh do jediného závodu. 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 více vytrvalostních vícebojů, avšak 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 super sprint triatlon (0,4 km plavání, 10 km jízdy na kole a 2,5 km běhu). Zkrácení vzdáleností téměř o polovinu ze sprint triatlonu se stává trendem v poslední době. Intenzita závodu je mnohem vyšší, závod je dynamičtější a časové rozdíly mezi závodníky jsou minimální. Triatlon se tak stává mnohem atraktivnějším sportem i pro diváky. Kratší varianta triatlonu bude nově zařazena i na olympijských hrách v Tokiu formou smíšených štafet. Delším typem závodu je pak 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. Veřejnosti 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, kromě zařazení tohoto sportu do programu olympijských her, nastalo několik dalších zlomových okamžiků, které je třeba zmínit. Prvním bylo povolení draftingu¹ 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 et al., 2012). Tendence závodů dále zkracovat se objevuje i nadále. Na olympijských hrách v Tokiu bude zařazen i závod na nejkratších distancích v podobě smíšených štafet, což může ovlivnit nejen individuální přípravu sportovců, ale i týmovou spolupráci v reprezentačních výběrech.

Struktura výkonu v 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 zvané mono faktoriální, 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, fyzioterapeuta, sportovního lékaře, rodiny, 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

¹ Závod s povolenou jízdou v háku.

Zdravotní stav: žádná zranění, žádná infekce, dostatečný spánek

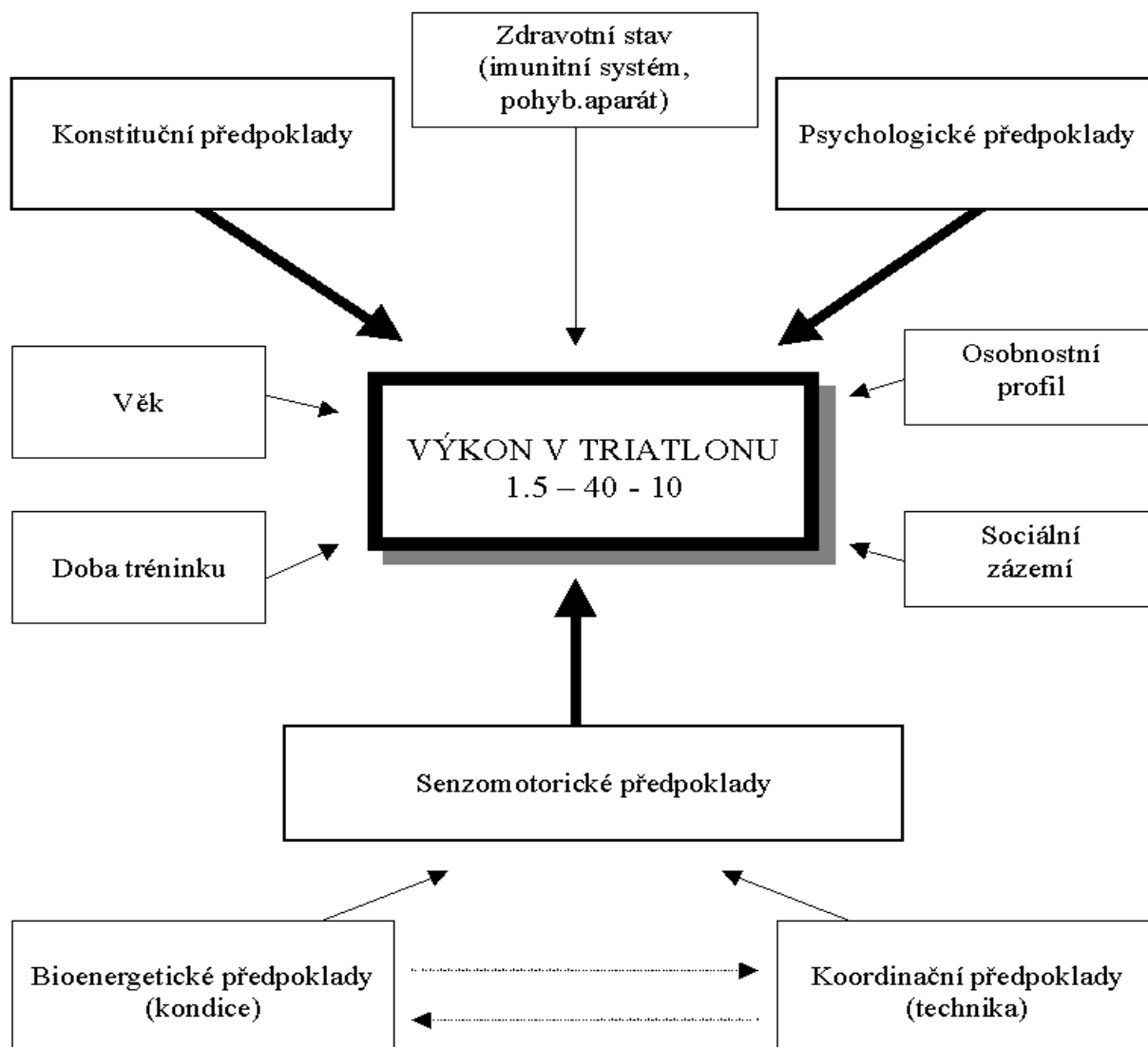
Psychologické faktory: motivace, sebevědomí, koncentrace, nervozita

Fyzické faktory: kondiční předpoklady, koordinační předpoklady, ekonomika pohybu

Genetické faktory: vloh, talent, somatické předpoklady, poměr svalových vláken

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)

Struktura výkonu v krátkém triatlonu

Ofoghi et al. (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. Peeling a Landers (2009), kteří stanovili dokončení plavecké části v „prvním balíku“ jako nezbytnou podmínku k úspěchu. Ofoghi et al. (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.

Knechtle et al. (2015) považují za významný prediktor výkonu v triatlonech věk závodníků. Po analýze mnoha studií určili průměrný věk 27 let jako období, kdy elitní triatlonisté dosahují nejlepších výsledků v olympijském triatlonu.

Struktura výkonu ve středním a dlouhém triatlonu

V případě krátkého triatlonu docházelo k výše zmíněným úpravám pravidel. U středních a dlouhých triatlonů stále zůstává zakázaná jízda v háku a délky tratí jsou rovněž zachovány. K dokončení středního triatlonu závodník musí uplavat 1,9 km, na kole urazit vzdálenost 90 km a na závěr uběhnout 21,1 km. V dlouhých triatlonech se pak jedná o dvojnásobné vzdálenosti všech disciplín.

Plavecká část u těchto závodů nese nejmenší podíl na celkovém výsledku, to sice platí i v krátkých triatlonech, přesto má plavání u kratších distancí vyšší podíl na celkovém čase a velkou roli také hraje nutnost doplavat co nejrychleji kvůli povolenému draftingu. U delších triatlonů tedy obzvlášť platí tvrzení „V triatlonu nemůžeš celý závod vyhrát už v plavecké části, ale můžeš zde závod také prohrát.“ (Zuallaert, 2013). Největší časový podíl tvoří cyklistická část, nicméně ještě významnější roli hraje běžecká část. Stejně jako v krátkém triatlonu to lze odůvodnit tím, že se jedná o poslední disciplínu. (Landers et al., 2000).

Struktura výkonu v delších triatlonech lze rovněž shrnout schématem z roku 2004 (Obrázek 1). S prodlužujícím se závodem je kladen větší důraz na doplňování energie a hydratace. Vzhledem k délce trvání přibývají na významu i klimatické podmínky (Laursen, 2011). Tělesná stavba se na struktuře výkonu podílí ve všech vytrvalostních závodech, včetně krátkých i dlouhých triatlonů. Nadbytek tělesné hmotnosti, vysoký podíl tuku a s tím vyšší endomorfie jsou velkou nevýhodou, především v běžecké části triatlonu (Dietrick, 1991).

V porovnání s krátkým triatlonem je výrazný rozdíl v přípravě na závod. O úspěchu na kratších distancích je rozhodující rychlost a kapacita v oblasti anaerobního prahu, to vyžaduje zpravidla intenzivnější trénink. U delších triatlonů má naopak větší význam rychlost a kapacita v oblasti aerobního prahu. Při plánovaném tréninku se tento fakt projevuje mnohem vyššími objemy v nižších intenzitách. Sellés-Pérez et al. (2018) sledovali přípravu triatlonistů na střední triatlon a celkový týdenní čas strávený tréninkem byl průměrně 13 hodin, podobné hodnoty u neprofesionálních triatlonistů uvádějí (Esteve-Lanao et al., 2017; Kandel et al., 2014), elitní triatlonisté však trénují přibližně 20 hodin týdně (Mujika, 2014). Gilinsky et al. (2013) se zabývali predikcí výkonu ve středních triatlonech a nenalezli zásadní rozdíl v počtu odtrénovaných hodin. Soubor tvořilo celkem 155 mužů, již trénovali v průměru 14 hodin týdně. Objem a intenzita tréninku jsou však velmi individuální, vyšší objem tréninku spíše uvidíme v přípravě na delší triatlony, protože v nižších intenzitách lze odtrénovat více, aniž by došlo k přetrénování.

Další odlišností od krátkých triatlonů je optimální věk triatlonistů, kdy dosahují v dlouhých triatlonech nejlepších výsledků. Zatímco, v olympijských triatlonech je tato hranice přibližně 27 let, v dlouhých triatlonech je to až 35 let (Knechtle et al., 2015).

3.2 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 tělesná hmotnost jsou běžným ukazatelem konstitučních předpokladů. Oba faktory jsou snadno měřitelné i porovnatelné. 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.

Složení 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 et al. (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 (Jordán, 2018).

3.3 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.

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 (obtlouhlý, 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, cit. dle Jordána 2018).

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 (Čelíkovský 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“ (Jordán, 2018).

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 lýtka 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 (Jordán, 2018).

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).

3.4 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 (Jordán, 2018).

Antropometrická metoda pro stanovení somatotypu

Dle Cartera (2002) je možné somatotyp stanovit následovně:

Potřebné vybavení

- Stadiometr nebo antropometr – měření tělesné výšky.
- Digitální váha – určení tělesné hmotnosti.
- Modifikace původního torakometru – měření epikondylárních 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 biepikondylů 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 odtažena 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 - Suprailiální 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 kolem 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 lýtka 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 stožení rozkročném pro snadnější měření s váhou rovnoměrně rozloženou na obou dolních končetinách. Ke změření obvodu musí být určena 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).

Výpočty pro stanovení somatotypu

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

Převod antropometrických dat na body somatotypu

Potřebné antropometrické údaje jsou zaznamenány do tabulky (**Error! Reference source not found.**). 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 (tendence gracility). Dosaženou hodnotu označíme v řádku 2. komponenty (Riegerová a kol., 2006, cit. dle Jordána 2018).

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

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**

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

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.

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

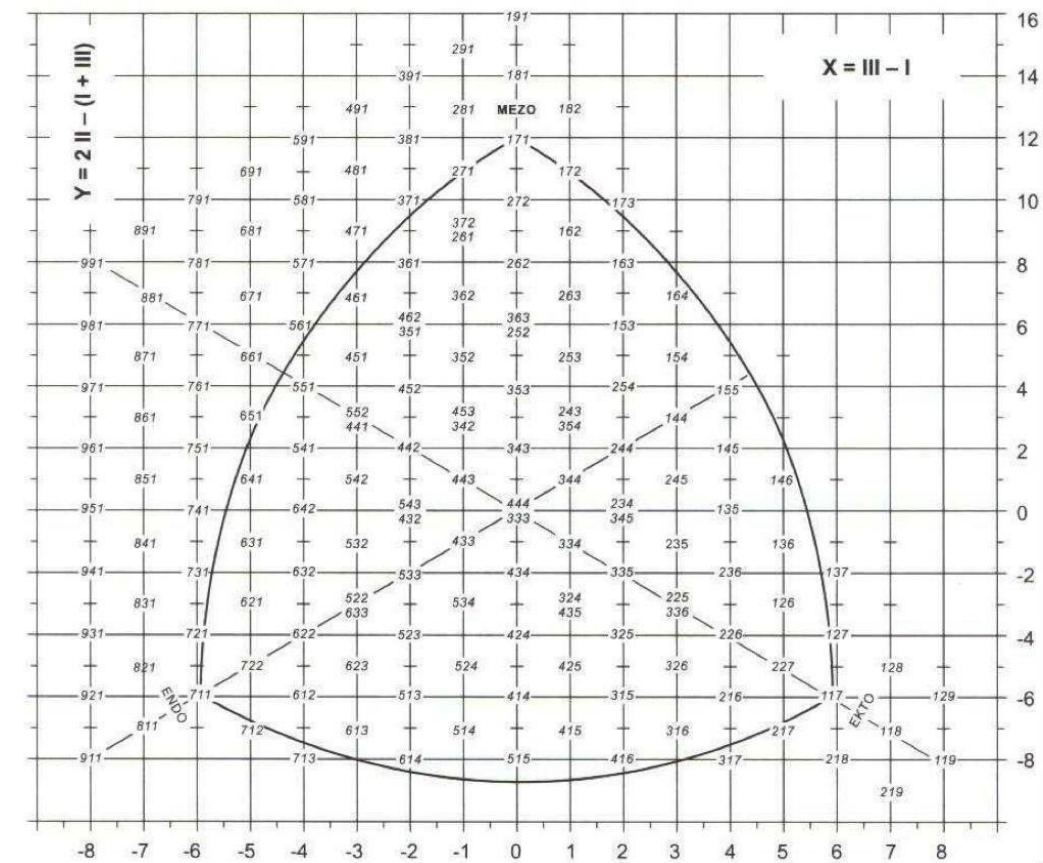
- Pokud je HWR vyšší nebo rovno 40,75, pak: ektomorfie = $0,732 * \text{HWR} - 28,58$.
- Pokud je HWR z intervalu $\langle 38,25; 40,75 \rangle$, pak: ektomorfie = $0,463 * \text{HWR} - 17,63$.
- Pokud je HWR rovno či nižší než 38,25, pak: ektomorfie = 0,1.

Zařazení somatotypu do grafu

Po výpočtu všech tří komponent může být konkrétní somatotyp umístěn do tzv. somatografu (**Error! Reference source not found.** Error! Reference source not found.). Somatograf vytváří přehledný obraz o poměru jednotlivých komponent a umožňuje rychlé srovnání s celým výzkumným souborem či s ostatními skupinami.

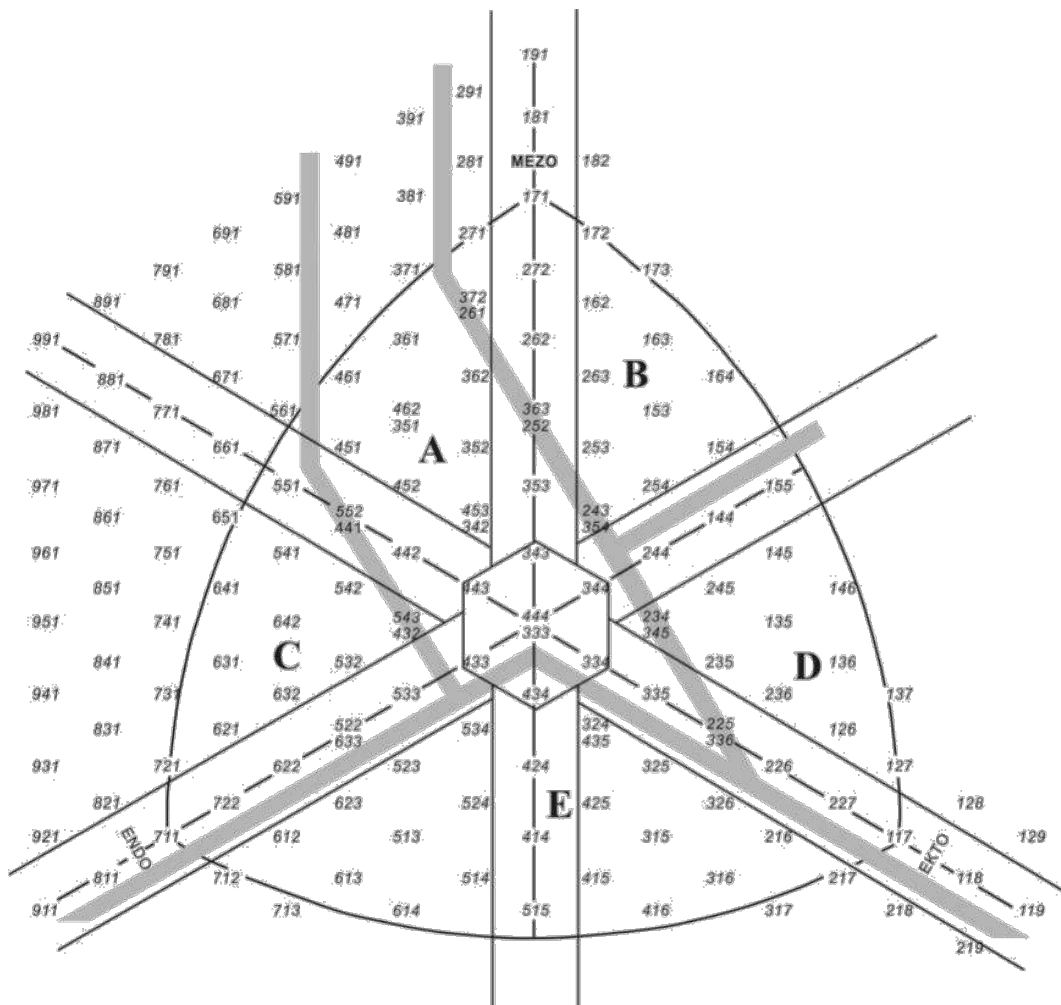
Souřadnice pro zařazení somatotypu jsou vypočítány na základě hodnot jednotlivých komponent.

1. Souřadnice $X = \text{ektomorfní komponenta} - \text{endomorfni komponenta}$
2. Souřadnice $Y = 2 * \text{mezomorfní komponenta} - (\text{endomorfni} + \text{ektomorfní})$



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

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.

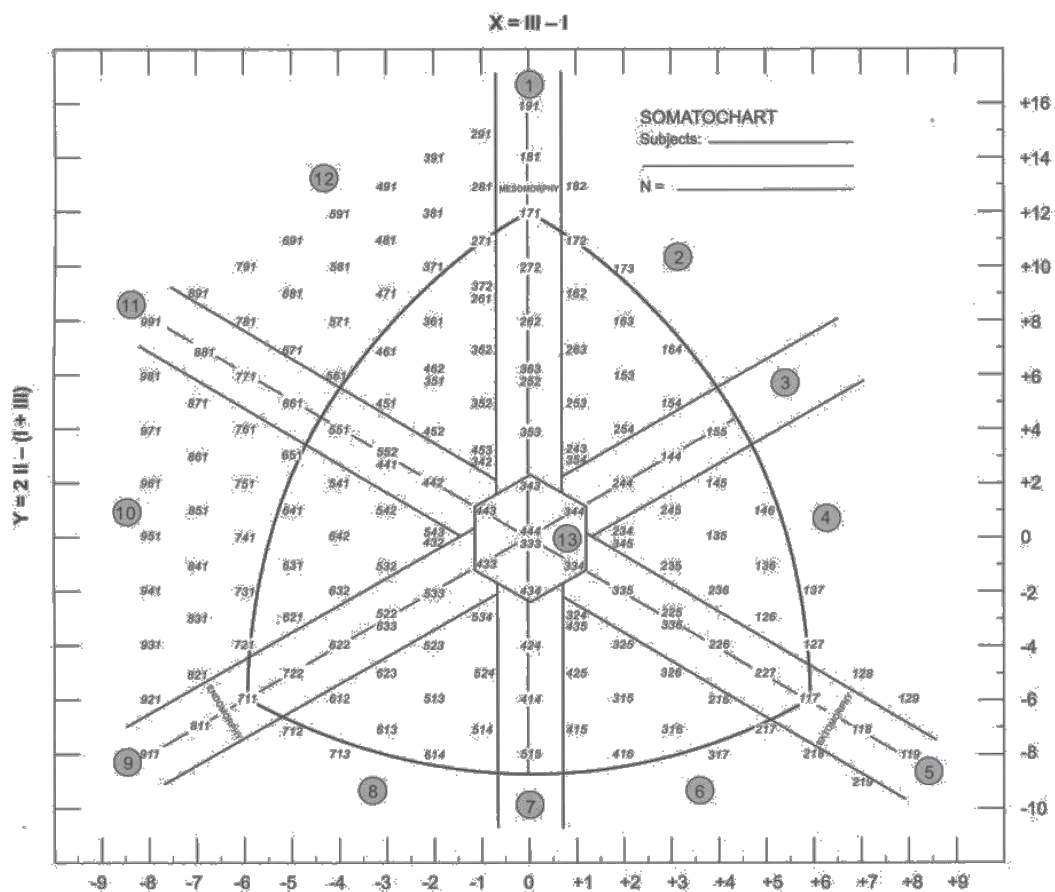
Nutno podotknout, že tato kategorizace platí především u dospívající mládeže a výkonnost klesá s rostoucí endomorfií. Zároveň se u žen očekává větší zastoupení endomorfní komponenty jako přirozený jev. Hájek (2001) odhaduje podíl genetiky na somatotyp jedince přibližně ze 70 %. Vlivem tréninku mohou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

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.



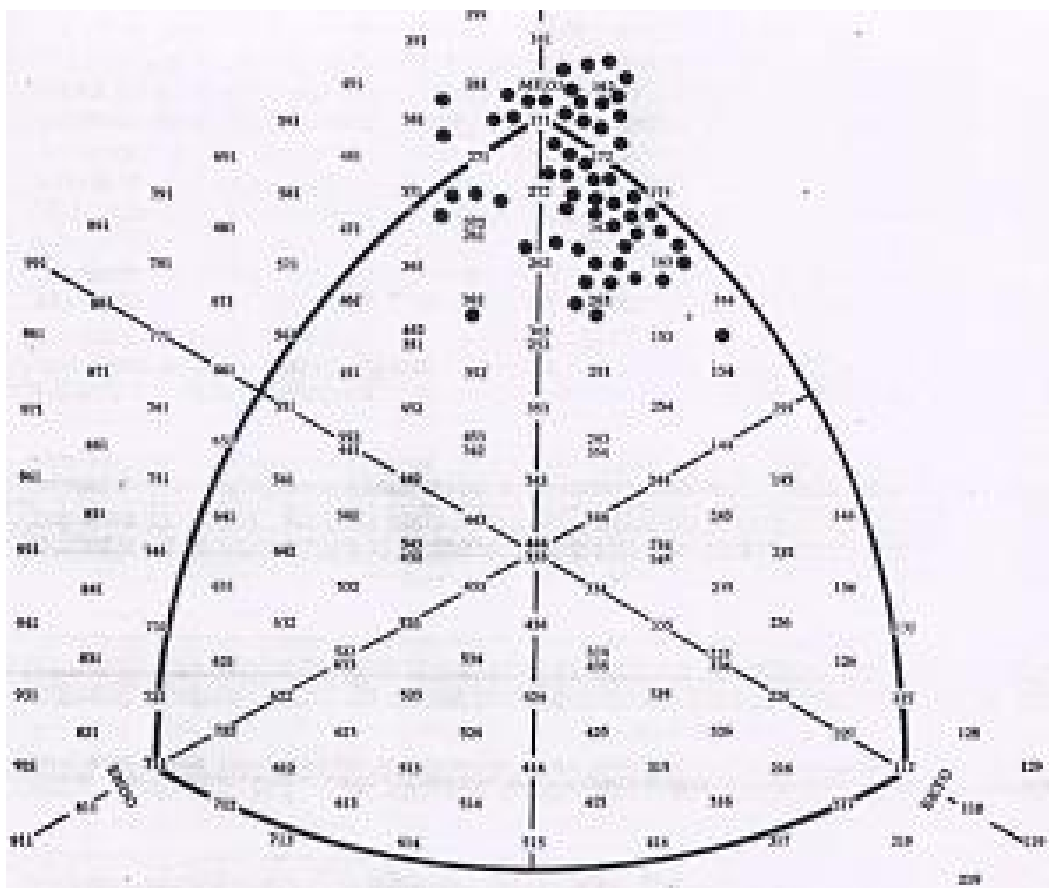
Obrázek 13 – Třináct kategorií somatotypu podle Štěpničky (1979)

3.5 Typologie sportovců

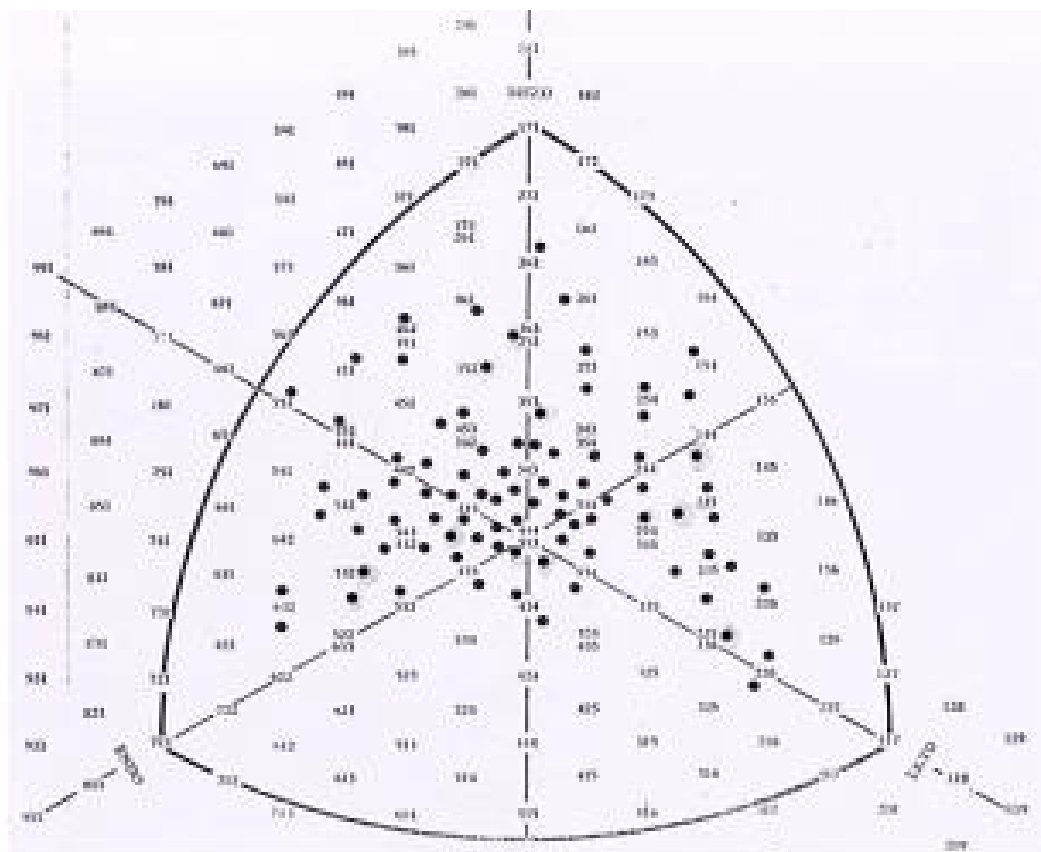
I když somatotyp sportovce tvoří jeden z předpokladů ke sportovní činnosti, nemůže být pokládán za nezbytnou podmínku k podávání optimálních výkonů. Zvonař, Duvač et al. (2011) tento fakt vysvětlují běžným výskytem rozptylu u vrcholových sportovců stejného sportovního odvětví. Zvonař, Duvač et al. (2011) 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 et al. (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 (**Error! Reference source not found.**) 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)

Typologie plavců

Rouš (1980) popisuje somatotyp plavce jako přechodný. Mezomorfní komponenta je dominantní, ale u typického somatotypu plavce uvádí i větší zastoupení ektomorfní. Typický somatotyp se tak zařazuje do kategorie ektomorfní mezomorf.

V novější studii Grasgruber a Cacek (2008) u vybraného souboru plavců zjistili somatotyp s následujícím zastoupením jednotlivých komponent (2,5 – 6 – 2,9).

Typologií mladších plavců ve věku 14 – 16 let se zabývali Leko et al. (2011). Soubor tvořilo 68 plavců Záhřebských plaveckých klubů. Průměrný somatotyp souboru byl 2,21 – 2,34 – 3,31. Převaha ektomorfní komponenty je zde s největší pravděpodobností zapříčiněna nízkým věkem probandů.

V roce 2014 Alpektin hledal souvislosti mezi antropometrickými parametry a technikou startu u mladých plavců s průměrným věkem 14 let. Součástí výzkumného souboru bylo pouze 7 probandů, avšak výsledný somatotyp (2,56 – 3,12 – 2,87) může být zařazen do kategorie vyrovnaný mezomorf jako je tomu ve většině ostatních studií.

Shrnutím typologie plavců může být komparativní studie z roku 2017, ve které Loo et al. porovnávali antropometrické parametry malajsijských plavců státní (38) a národní (8) úrovně s plavci světové úrovně (231). Ve všech případech dominovala mezomorfní komponenta a somatotyp všech souborů byl zařazen do kategorie ektomorfní mezomorf.

Stanković et al. (2018) se zabývali tělesnou stavbou sportovců z různých odvětví. Součástí výzkumného souboru bylo 13 plavců na národní úrovni s průměrným věkem 17 let. Celý soubor s průměrným somatotypem 3,2 – 4,3 – 2 spadá do kategorie ektomorfní mezomorf. Nicméně autoři dále uvádí, že téměř polovina souboru spadá do kategorie vyvážený mezomorf. Výzkum dále poukazuje na výrazný pokles endomorfní komponenty ve všech sportovních odvětvích, což Carter už v roce 1984 přisuzoval intenzivnějšímu tréninku.

Typologie plavců	Endomorfní k.	Mezomorfní k.	Ektomorfní k.
Plavání (Rouš, 1980)	2,0	5,0	4,0
Plavání (Horčic, 2004)	2,0	5,0	2,0
Plavání (Grasgruber a Cacek, 2008)	2,5	6,0	2,9
Plavání (Leko, Šiljeg a Mikuliæ, 2011) - dorostenci	2,2	2,3	3,3
Plavání (Alpekin, 2014) - dorostenci	2,6	3,1	2,8
Plavání (Loo, Wilson a Chai, 2017) - národní úroveň	2,2	5,1	3,1
Plavání (Loo, Wilson a Chai, 2017) - státní úroveň	2,3	5,2	3,0
Plavání (Loo, Wilson a Chai, 2017) - světová úroveň	1,9	5,0	2,9
Plavání (Stankovič a kol., 2018) - junioři	3,2	4,3	2,0

Tabulka 1 - Typologie plavců

Typologie cyklistů

Somatotyp cyklistů různých disciplín už Carter (1982) s hodnotami (1,7 – 4,8 – 3,1) zařadil do kategorie ektomorfních mezomorfů. Tělesná stavba je téměř shodná s výsledky silničních cyklistů, u kterých Štěpnička a kol. (1976) určili průměrný somatotyp souboru (1,5 – 5,5 – 2,4). K obdobným výsledkům rovněž došel i Stejskal (1975) v případě dráhových cyklistů (1,6 – 5,4 – 2,5).

Problematikou tělesné stavby cyklistů v různých disciplínách se pak zabývali Foley et al. (1989). U všech disciplín rovněž převládala mezomorfní komponenta. U sprinterů byl podíl mezomorfní komponenty nejvyšší (6,9), u cyklistů specializujících se na časovku byl podíl mezomorfní komponenty nejnižší (3,9), zároveň u tohoto souboru byla nejvyšší hodnota ektomorfní komponenty (3,7). Nutno zmínit, že pro úspěch v silniční časovce jsou rozhodující stejné faktory jako pro úspěch v cyklistické části během dlouhých triatlonů.

Tarnas a Wielinski (2005) stanovili průměrný somatotyp specialistů v disciplíně Biketrial. V této disciplíně jde o překonávání překážek na speciálním kole a vytrvalostní schopnost nemá na celkovém výsledku takový podíl jako je tomu u většiny jiných cyklistických disciplín. Nicméně průměrný somatotyp (1,57 – 4,41 – 3,20) lze zařadit do kategorie ektomorfních mezomorfů.

Typologie cyklistů	Endomorfní k.	Mezomorfní k.	Ektomorfní k.
Stejskal (1975)	1,6	5,4	2,5
Štěpnička a kol. (1976)	1,5	5,5	2,4
Carter (1982)	1,7	4,8	3,1
Foley et al. (1989) - sprinteři	2,2	6,9	1,4
Foley et al. (1989) - časovkáři	2,9	3,9	3,7
Tarnas a Wielinski (2005) - biketrial	1,6	4,4	3,2

Tabulka 2 - Typologie cyklistů

Typologie běžců

Carter (1982) řadil somatotyp běžců do kategorie ektomorfní mezomorf. Porovnával jejich somatotyp i v závislosti na délce tratí a u každé skupiny stanovil průměrný somatotyp. Typický somatotyp pro střední tratě byl (1,5 – 4,3 – 3,6), dlouhé tratě (1,4 – 4,2 – 3,7) a pro maratonce (1,4 – 4,4 – 3,4).

Vybrané antropometrické parametry u elitních běžců v roce 1986 posuzovali Bale et al. Probandy rozdělili do tří skupin podle jejich nejlepších výsledků na vzdálenost 10 km. Výsledky prokazují jasnou spojitost mezi rychlejšími časy a nižší tělesnou hmotností, tzn. vyšší ektomorfní komponentou. U nejlepších běžců byly naměřeny rovněž nejnižší hodnoty kožních řas, z čehož vyplývá i nejnižší zastoupení endomorfní komponenty.

Willber a Pitsiladis (2012) se podrobně zabývali, co stojí za úspěchem keňských a etiopských běžců. Autoři uvádí několik faktorů, jedním z těchto faktorů je právě dominance ektomorfní komponenty, zejména u keňských běžců, kteří se specializují na střední a dlouhé tratě.

Konkrétní antropometrické parametry u běžců z Keni posuzovali i Vernillo et al. (2013). Soubor zahrnoval 14 keňských běžců vrcholové úrovně. Somatotyp této specifické skupiny (1,5 – 1,6 – 3,9) lze zařadit do kategorie vyrovnaný ektomorf.

Tělesnou stavbu běžců a dopadem na výkon u vytrvalců shrnují autoři Petrovic a Marinkovic (2018). Přesné hodnoty jednotlivých komponent somatotypu nejsou uvedeny, ale po analýze několika studií považují štíhlost, nízké procento tělesného tuku a nižší hodnotu součtu kožních řas jako pozitivní prediktor výkonu ve vytrvalostním běhu. Stejný názor zastávají i Black et al. (2020).

Ve studii z roku 2020 Muñoz et al. měřili antropometrické parametry elitních mladých běžců. U somatotypu běžců na střední tratě bylo zastoupení mezomorfní a ektomorfní komponenty totožné (1,7 – 3,8 – 3,8), u běžců na dlouhé tratě už byla ektomorfní komponenta o něco vyšší (1,7 – 3,7 – 3,9).

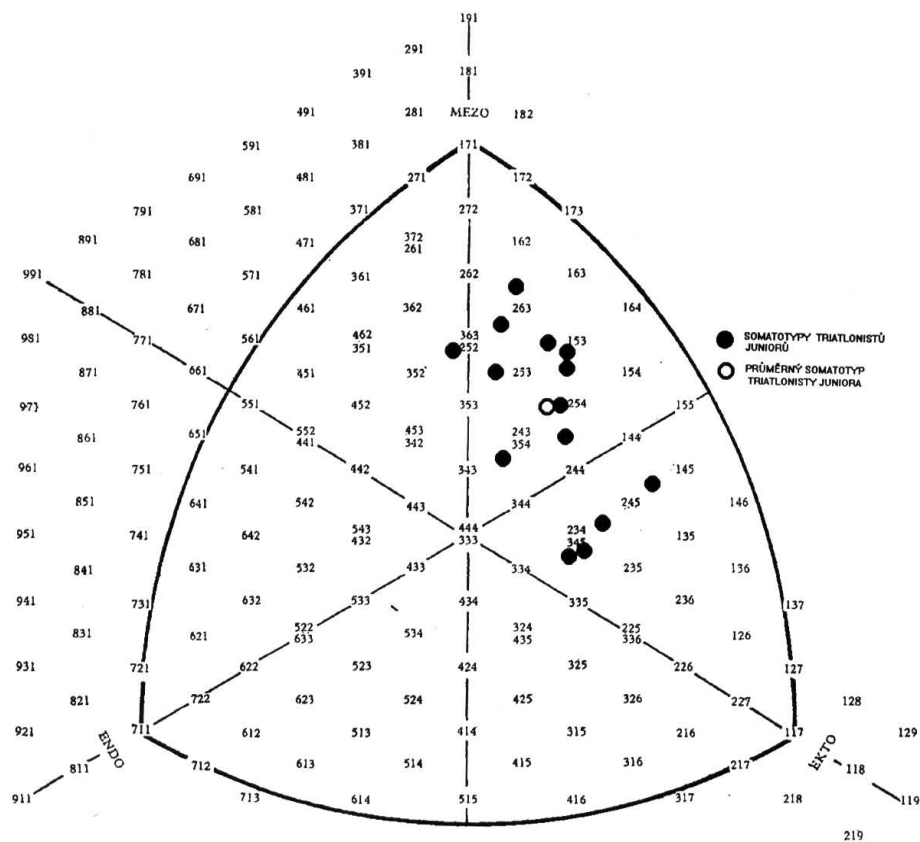
Typologie běžců	Endomorfní k.	Mezomorfní k.	Ektomorfní k.
Carter (1982) - střední tratě	1,5	4,3	3,6
Carter (1982) - dlouhé tratě	1,4	4,2	3,7
Carter (1982) - maratonci	1,2	4,4	3,4
Vernillo et al. (2013)	1,5	1,6	3,9
Muñoz et al. (2020) - střední tratě	1,7	3,8	3,8
Muñoz et al. (2020) - dlouhé tratě	1,7	3,7	3,9

Tabulka 3 - Typologie běžců

Typologie triatlonistů – krátký triatlon

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 junierek a 8 žen.

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.



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

K obdobným závěrům došli i Auckland et al. (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 et al. (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 poukazyval na vyšší výkonnost.

Bernacíková a kol. (2010) zpracovali antropometrické údaje u triatlonistů a triatlonistek podle Grasgruber, Cacek (2008) a Landers (2000). Kategorie

somatotypu – ektomorfní mezomorf - je shodná s výsledky od Horčice (2004). Konkrétní hodnoty somatotypu (1,9 – 4,2 – 3) jsou téměř totožné.

Landers et al. (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 et al. (2012) somatotyp dvaceti devíti juniorů v roce 1997 (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 et al. (1997) určili průměrný somatotyp souboru vybraného z účastníků světového poháru (1,9 – 4,2 – 3,3), tedy téměř totožný s průměrným somatotypem uvedeným Horčicem (2004).

Landers et al. (2012) porovnávali své výsledky z roku 1997 a 2011. V roce 1997 před povolením draftingu v krátkých triatlonech výrazně dominovala mezomorfní komponenta (2,4 – 4,7 – 3,1), zatímco v roce 2011 průměrný somatotyp souboru (2,1 – 3,7 – 3,8) lze zařadit do kategorie mezomorf – ektomorf.

Trend k vyšší hodnotě ektomorfní komponenty jsem zaznamenal i ve své bakalářské práci, kdy výsledný somatotyp juniorských triatlonistů (1,8 – 3,6 – 4,2) mohl být zařazen dokonce do kategorie mezomorfní ektomorf. Shodná kategorie byla stanovena i v případě souboru juniorských triatlonistek (2,3 – 3 – 3,9).

Dominance ektomorfní komponenty však není ani v krátkém triatlonu po povolení draftingu pravidlem. V roce 2015 bylo zahrnuto do studie pro stanovení somatotypu 39 univerzitních triatlonistů. Jednalo se o účastníku univerzitního šampionátu ve Španělsku, výzkumný soubor tedy nebyl tvořen pouze elitními závodníky. Průměrný somatotyp souboru (2,2 – 3,6 – 2,8) může být zařazen do kategorie ektomorfní mezomorf. (Rivas et al., 2015)

Typologie triatlonistů - krátký triatlon	Endomorfní k.	Mezomorfní k.	Ektomorfní k.
Landers et al. (2012) - junioři (1997)	2,4	4,7	3,1
Auckland et al. (1997)	1,9	4,2	3,3
Horčic (2004) - junioři (1998)	2,0	4,4	3,1
Bernacíková a kol. (2010) - muži (2000)	1,9	4,2	3,0
Landers et al. (2012) - junioři (2011)	2,1	3,7	3,8
Rivas et al. (2015)	2,2	3,6	2,8
Jordán (2018) - junioři	1,8	3,6	4,2
Jordán (2018) - juniorky	2,3	3,0	3,9

Tabulka 4 - Typologie triatlonistů - krátký triatlon

Typologie triatlonistů – dlouhý triatlon

Typologií triatlonistů v dlouhém triatlonu se zabývali Silva et al. (2012). Stanovili somatotyp celkem 64 soutěžících triatlonistů v závodě Ironman Brazil 2009. Soubor rozdělili do tří skupin podle věku. Skupinu mladších triatlonistů tvořilo 24 elitních závodníků ve věku 17 – 34 let. Autoři uvádí i průměrné tréninkové objemy těchto závodníků, za týden to je průměrně 27 km plavání, 230 km cyklistiky a 50 km běhu. U této skupiny stanovili somatotyp (2,1 – 4,4 – 3,4), který lze zařadit do kategorie ektomorfní mezomorf. U starších triatlonistů stále dominovala mezomorfní komponenta, ale endomorfní komponenta převyšovala ektomorfní komponentu. Nutno podotknout, že průměrný věk souboru v případě starších triatlonistů byl 63 let.

Vztah mezi tělesnou stavbou a výsledky triatlonistů v dlouhém triatlonu dále analyzovali Kandel et al. (2014). Výhodou této studie je vysoký počet probandů (165 mužů). Jednalo se o účastníky závodu Ironman Switzerland. Průměrný čas, za který závod dokončili, byl 11 hodin a 40 minut. Rovněž je uveden i průměrný tréninkový čas za týden (16 hodin). Somatotyp celého souboru (2,4 – 5,4 – 2,2) spadá do kategorie vyrovnaný mezomorf. Nicméně, autoři ještě doplňují ideální somatotyp pro dlouhý triatlon na základě dvaceti nejlepších závodníků (1,7 – 4,9 – 2,8). Tento výsledek je téměř shodný s výsledky od Silva et al. (2012). Ve všech studiích je somatotyp uveden jako zásadní předpoklad pro úspěch v závodech. Toto tvrzení potvrzuje i Knechtel et al. (2010), když uvádí, že mezi antropometrickými parametry sportovců a výsledky v závodech je zásadní vztah a z antropometrického hlediska se ti nejlepší závodníci tělesnou stavbou přibližují spíše běžcům. Glintsky et al. (2013) také spojují endomorfní komponentu

s výkonem ve středním triatlonu. Glinsky et al. (2013) rozdělili soubor triatlonistů do tří skupiny podle výkonnosti, skupina dosahující nejlepších výsledků měla nejnižší podíl tělesného tuku a nejnižší BMI, což lze přímo spojit s nízkým podílem endomorfní komponenty.

Typologie triatlonistů - dlouhý triatlon	Endomorfní k.	Mezomorfní k.	Ektomorfní k.
Silva et al. (2012)	2,1	4,4	3,4
Kandel et al. (2014) - celý soubor	2,4	5,4	2,2
Kandel et al. (2014) - top 20	1,7	4,9	2,8

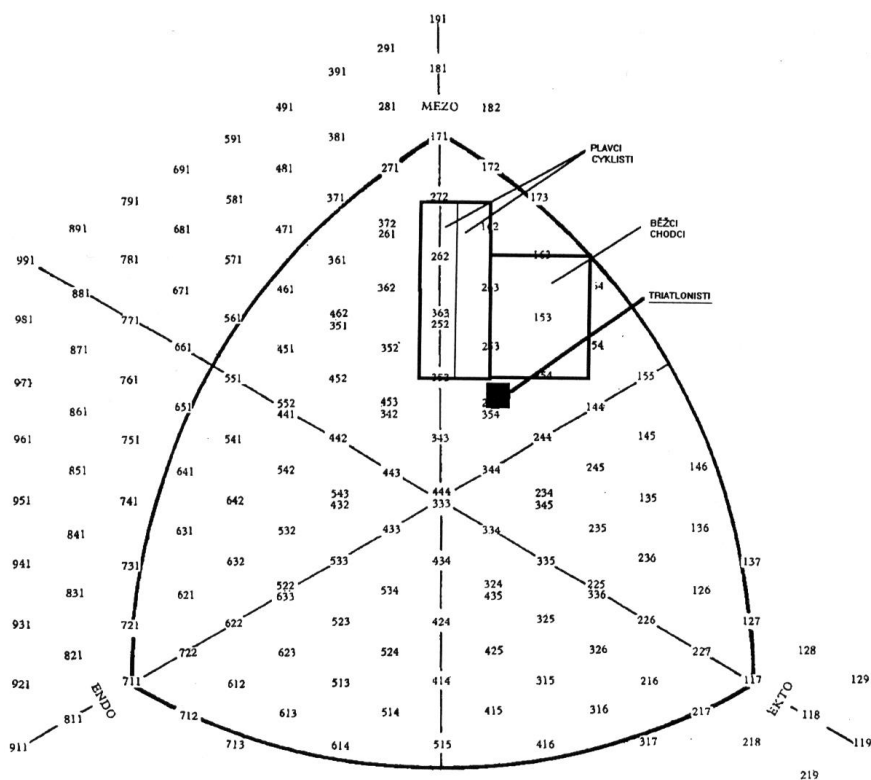
Tabulka 5 - Typologie triatlonistů - dlouhý triatlon

4 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. Stejně tak strukturu výkonu ovlivňuje formát konkrétního závodu. V případě sprint triatlonu 750 m plavání, 20 km cyklistiky a 5 km běhu, až po dlouhý triatlon složený z 3,8 km plavání, 180 km cyklistiky a 42,2 km běhu. 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 nejvyžívanější 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. Tento trend se objevuje i v jednotlivých disciplínách triatlonu. Mezomorfní komponenta výrazně převyšuje zbylé dvě především v plavání a cyklistice, zatímco v běžeckých disciplínách se za výhodu považuje nižší podíl tělesného tuku a s tím vyšší zastoupení ektomorfní komponenty. Rozdíly jsou pozorovatelné i mezi krátkým a dlouhým triatlonem, se zvyšující se délkou tratí vzrůstá podíl mezomorfní komponenty. Rozdíly mezi triatlonisty a specialisty v jednotlivých disciplínách shrnuje Horčic (2004) do somatografu (Obrázek 17).



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

V krátkém triatlonu však došlo k povolení draftingu v roce 1997, což ovlivňuje charakter závodů a s tím i požadovanou strukturu výkonu. Povolení draftingu ještě více prohloubilo rozdíly mezi krátkým a dlouhým triatlonem. U kratších závodů se tak stalo nezbytností přizpůsobit jízdu změnám tempa, udržet se ve skupině a zvítězit v běžecké části, zatímco v dlouhých triatlonech zůstává výhodné udržovat stálý výkon po celou cyklistickou část. Na středních a dlouhých distancích také nehraje tak výraznou roli plavecká část závodu, jelikož je stále možné ztrátu plavecké části dohnat na kole. Cyklistika na delších distancích je dále podmíněna vyladěním posedu a udržení aerodynamické pozice po celou délku tratě, o to více je v triatlonové přípravě kladen důraz právě na cyklistiku. Pravidelné absolvování těchto závodů rovněž vytváří mnohem větší nároky na odolnost pohybového aparátu.

5 Cíle a úkoly práce, hypotézy

Cíl práce

Cílem práce je porovnání somatotypu triatlonistů, kteří soutěží ve sprint triatlonu a krátkém triatlonu se somatotypem triatlonistů soutěžících ve středním a dlouhém triatlonu.

Úkoly práce

1. Získat teoretické podklady pro určení somatotypu a vytvořit přehled možných postupů pro stanovení somatotypu.
2. Provést antropometrické měření deseti vybraných parametrů podle Heathové a Cartera u souboru účastníků závodů delších formátů ze série Czechman Tour.
3. Analyzovat antropometrické parametry triatlonistů soutěžících v závodech série Czechman Tour a stanovit jejich somatotyp.
4. Porovnat průměrný somatotyp souboru s obdobnými studiemi.
5. Porovnat průměrný somatotyp specialistů na kratší distance se specialisty na delší triatlonové distance.
6. Přehledně zpracovat údaje o somatotypu do tabulek.
7. Rozdíly v somatotypech znázornit pomocí sloupcových grafů a somatografů.
8. Odpovědět na stanové hypotézy o změnách v průměrném somatotypu u specialistů na delší distance.

Výzkumné otázky

1. Bude somatotyp závodníků středních a dlouhých triatlonů odlišný?
2. Jaký vliv mají délky tratí na somatotyp triatlonistů?
3. Jak drafting ovlivňuje somatotyp triatlonistů?

Hypotézy

Na základě struktury výkonů v krátkých a dlouhých triatlonech, rozdílných pravidel a s pomocí studií s obdobnou problematikou byly vytvořeny následující hypotézy:

1. Endomorfní komponenta bude signifikantně² vyšší, než u specialistů na kratší distance.
2. Ektomorfní komponenta bude signifikantně nižší, než u specialistů na kratší distance.
3. Mezomorfní komponenta bude signifikantně vyšší, než u specialistů na kratší distance.

² Carter (2002) považuje za statisticky významný rozdíl více než 0,5 při porovnání komponent.

6 Metodika práce

Popis souboru

Výzkumný soubor tvoří celkem devět triatlonistů, kteří se účastnili v roce 2020 závodů ze série Czechman Tour. Součástí této série jsou střední i dlouhé triatlony. Vybraní triatlonisté se na těchto závodech pravidelně umisťují mezi nejlepšími dvaceti.

Použité metody

Tato práce odpovídá kvalitativnímu výzkumu, s hlavním cílem určit somatotyp triatlonistů, kteří se specializují na závody středních a dlouhých tratí. Následně dojde k porovnání komparativní metodou s výsledky somatického měření juniorských triatlonistů z roku 2018, kteří se specializují na sprint triatlon. Pro větší přehled a zasazení údajů do kontextu budou výsledky porovnávány i s jinými studii zabývajícími se touto problematikou.

K získání deseti antropometrických údajů nezbytných k určení somatotypu byla použita již popsána metoda podle Heathové a Cartera. Pomocí získaných údajů touto metodou mohl být vypočítán somatotyp každého ze souboru, a zároveň určen průměr celého souboru.

Realizace měření

Měření probíhala individuálně po domluvě s jednotlivými probandy v Laboratoři sportovní motoriky na FTVS UK.

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 torakometrem.

Následné antropometrické měření konkrétních parametrů podle Heathové a Cartera probíhало opakovaně na pravé straně těla. Výsledek hodnot pak tvořil průměr ze dvou takto získaných hodnot. Dosazením získaných údajů do rovnic pro výpočet všech tří komponent mohl být určen somatotyp.

Sběr dat

Data z roku 2021

Antropometrické měření probandů soutěžících ve středních a dlouhých triatlonech probíhalo po domluvě s jednotlivými probandy pod odborným dohledem. Každý z výzkumného souboru byl seznámen s problematikou a protokolem měření. Na základě toho každý účastník obdržel prohlášení etické komise (Příloha 1) a svým podpisem Informovaného souhlasu (Příloha 2) schválil, že byl s celou problematikou seznámen, a s měřením souhlasí.

Pro porovnání byly využity data získaná o antropometrických parametrech juniorů z roku 2018. Měření probíhalo v rámci každoročního testování triatlonové reprezentace na objednávku České triatlonové asociace.

Analýza získaných dat

Antropometrické údaje a dostupné informace juniorských triatlonistů z roku 2018 jsem převzal ze své bakalářské práce. Antropometrické parametry z roku 2021 byly zpracovány prostřednictvím Microsoft Office Excel 2007. Pro následnou vizualizaci zpracovaných hodnot byly využity tabulky, grafy a somatografy. K analýze získaných dat bylo potřeba splnit několik úkolů:

- Vypočítat hodnoty komponent somatotypu závodníků středních triatlonů.
- Určit průměrný somatotyp souboru z roku 2021.
- Seskupit získané antropometrické údaje do tabulek.
- Vytvořit grafický přehled pro porovnání jednotlivých komponent.

7 Výsledky

Antropometrický parametr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Průměr	SD
Výška (cm)	185	179	186	187	175	177	181	173	184	181	4,8
Váha (kg)	72	76	80	79	68	68	75	69	80	74	4,7
Tricipitální kožní řasa (mm)	6	8	7,6	8,2	4,8	7,6	7,2	5,4	5,3	6,7	1,2
Suprailiální kožní řasa (mm)	5	6,1	5,4	5,8	5,8	8,2	8,8	5,8	5,5	6,3	1,2
Subscapulární kožní řasa (mm)	6	8,2	6,7	7,2	5,6	8,8	7,8	9,2	5,4	7,2	1,3
Střední lýtková kožní řasa (mm)	3	9,4	5,6	7	3,8	8,2	9,8	9,2	4,4	6,7	2,5
Maximální obvod lýtky (cm)	36	41	40,5	38,5	39	37	38	38	38	38,4	1,5
Obvod paže ve flexi (cm)	30	34	33,5	32,5	36	31	32	32	32	32,6	1,7
Biepikondylus humeru (cm)	7	7	7,2	6,8	6,5	7	6,5	6,8	6,2	6,8	0,3
Biepikondylus femuru (cm)	8	10,3	9,8	9	8,7	9,4	9,5	9,6	10,1	9,4	0,7

Tabulka 6 - Antropometrické parametry, střední triatlon

V *Tabulka 6* je uvedeno všech deset antropometrických parametrů potřebných pro stanovení somatotypu každého z probandů. Poslední dva sloupce obsahují průměr celého souboru a směrodatnou odchylku.

Proband	Endomorfní k.	Mezomorfní k.	Ektomorfní k.
1	1,7	2,5	4,0
2	2,1	4,8	3,0
3	2,3	3,3	3,3
4	2,3	5,9	2,4
5	1,5	5,3	2,8
6	2,6	4,5	3,2
7	2,5	3,9	2,8
8	2,0	5,3	2,3
9	1,6	3,8	2,7
<i>Průměr souboru:</i>	2,1	4,4	2,9
<i>SD:</i>	0,4	1,0	0,5

Tabulka 7 - Zastoupení jednotlivých komponent somatotypu u probandů, střední triatlon

Tabulka 7 obsahuje konkrétní hodnoty jednotlivých komponent pro stanovení somatotypu. Dominantní komponenta je vždy zvýrazněna tučně. U prvního probanda ektomorfní komponenta (4,0) převyšuje zbylé dvě a u třetího probanda je mezomorfní komponenta na stejné úrovni s ektomorfní komponentou (3,3). Ve spodní části tabulky je uveden průměr celého souboru s nejvyšším podílem mezomorfní komponenty (4,4).

Antropometrický parametr	A	B	C	D	E	Průměr	SD
Výška (cm)	177	186	175	184	181	181	4,1
Hmotnost (kg)	64	66	60	68	74	66	4,6
Součet tří kožních řas (mm)	20,6	17,5	15,6	21,6	17,8	18,6	2,2
Šířka epikondylu humeru (cm)	6,6	7,0	7,0	7,0	7,2	7,0	0,2
Šířka epikondylu femuru (cm)	9,4	9,0	8,8	9,2	9,9	9,3	0,4
Obvod lýtky (cm)	37,0	34,3	35,4	35,6	37,8	36,0	1,2
Obvod paže ve flexi (cm)	28,9	29,0	28,0	28,4	29,0	28,6	0,4

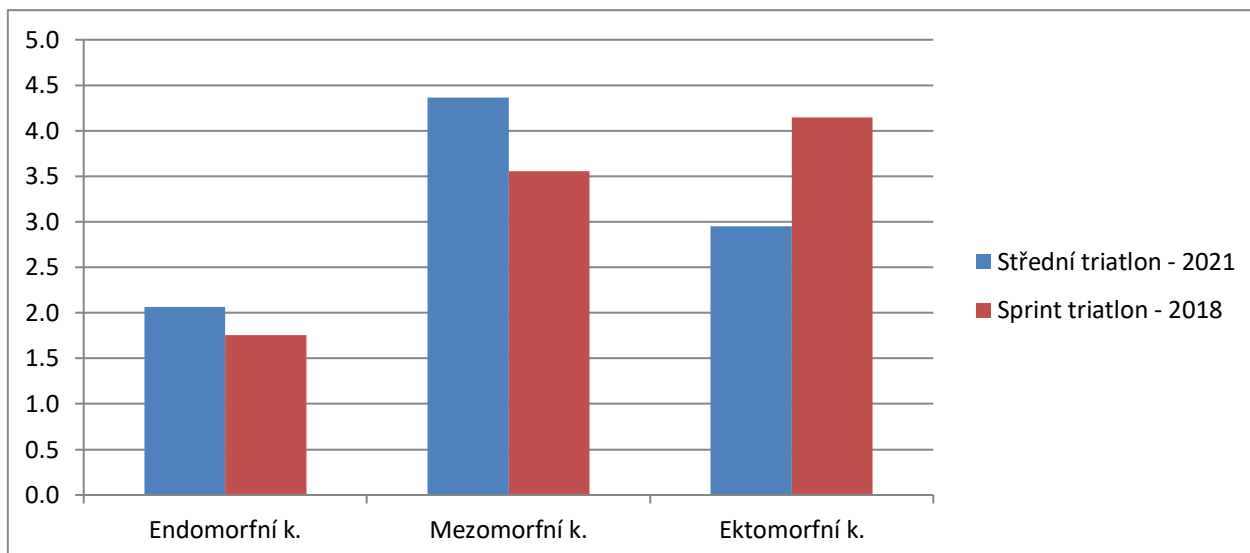
Tabulka 8 - antropometrické parametry juniorů

V *Tabulka 8* jsou popsány antropometrické parametry juniorských triatlonistů z roku 2018. Jediný rozdíl proti *Tabulka 6* je v přímo uvedeném součtu tří kožních řas pro usnadnění výpočtu endomorfní komponenty.

Proband	Endomorfní k.	Mezomorfní k.	Ektomorfní k.
A	2,0	4,0	3,9
B	1,6	2,5	5,3
C	1,4	3,8	4,2
D	2,1	3,0	4,5
E	1,7	4,5	3,0
<i>Průměr souboru:</i>	1,8	3,6	4,1
<i>SD:</i>	0,3	0,7	0,7

Tabulka 9 - Zastoupení jednotlivých komponent somatotypu juniorských triatlonistů, sprint triatlon

Tabulka 9 obsahuje podíl konkrétních komponent somatotypu souboru pěti juniorských triatlonistů z roku 2018. Dominantní komponenta je opět zvýrazněna tučně. U všech probandů, až na probanda E (v jehož případě dominuje mezomorfní komponenta 4,5), převyšuje ektomorfní komponenta zbylé dvě. Po stanovení průměrů komponent pro celý soubor nabývá nejvyšších hodnot právě ektomorfní komponenta (4,1).



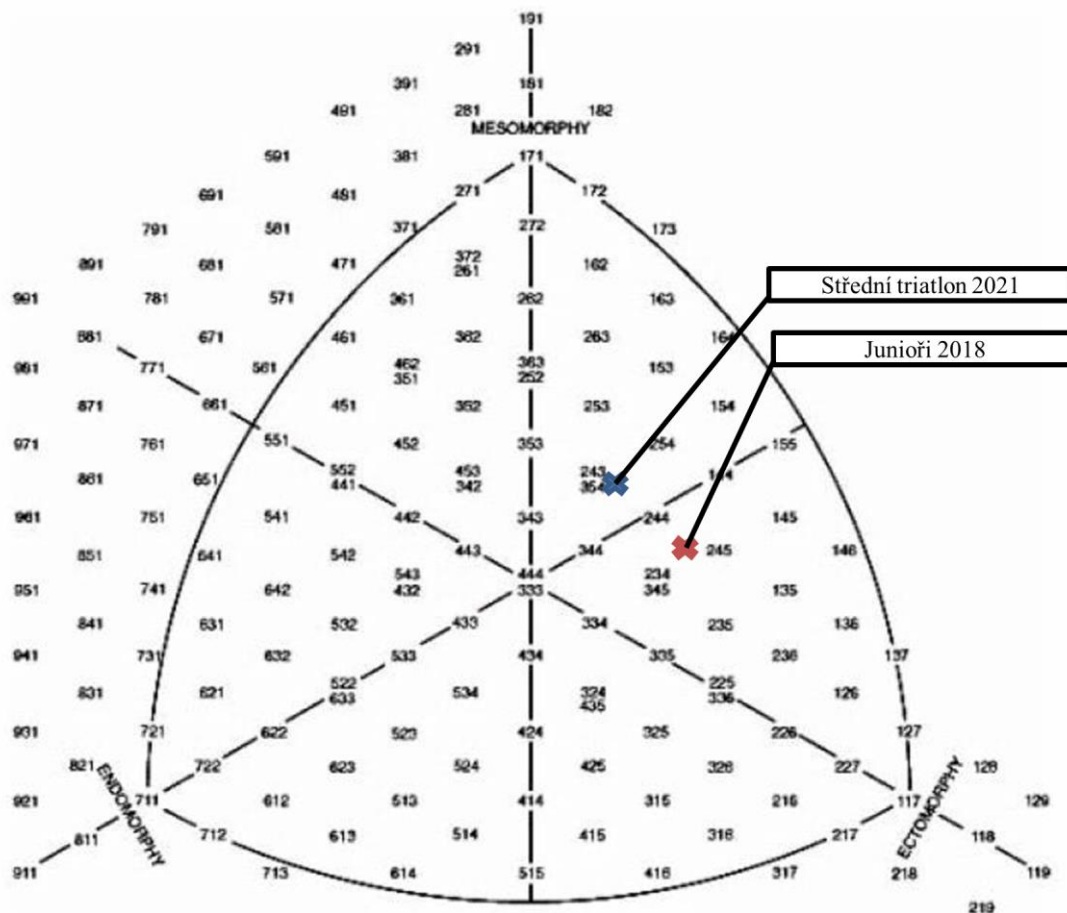
Obrázek 18 - Sloupcový graf pro srovnání komponent somatotypu ve sprint triatlonu a středním triatlonu

Ve sloupcovém grafu (*Obrázek 18*) je modrou barvou znázorněn průměrný podíl jednotlivých komponent somatotypu triatlonistů, kteří se pravidelně účastní závodů delších distancí. Graf potvrzuje dominantní podíl mezomorfní komponenty v případě středního triatlonu. Červená barva znázorňuje průměrné zastoupení jednotlivých komponent somatotypu juniorských triatlonistů z roku 2018. V případě juniorů převyšuje ektomorfní komponenta zbylé dvě.

Soubor	Endomorfní k.	Mezomorfní k.	Ektomorfní k.
Střední triatlon 2021	2,1	4,4	2,9
Sprint triatlon 2018	1,8	3,6	4,1
Rozdíl	0,3	0,8	1,2

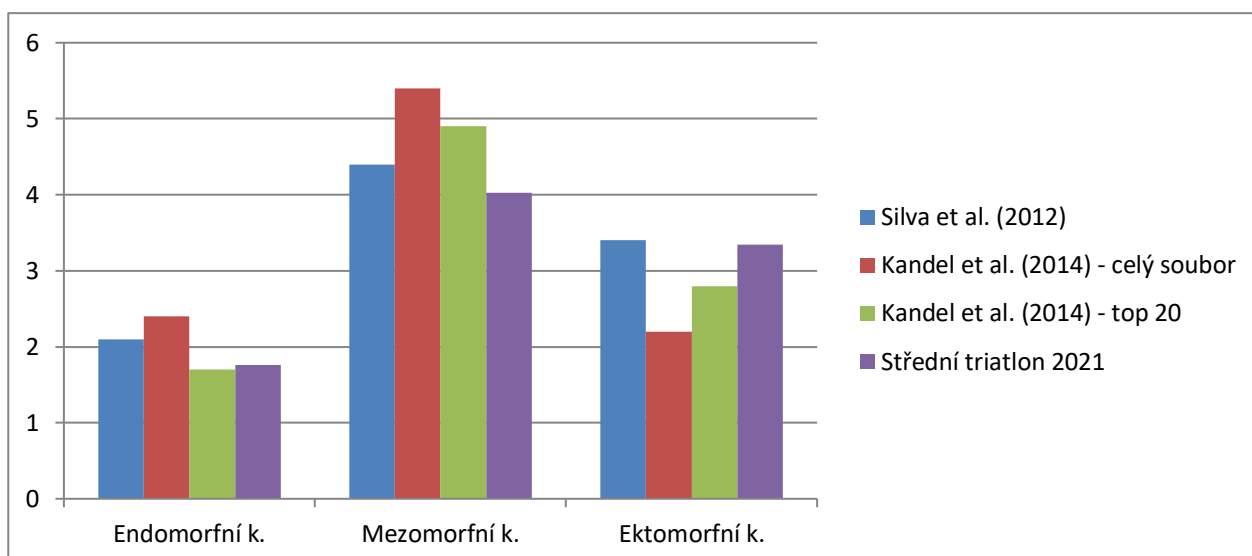
Tabulka 10 - Rozdíly v průměrném somatotypu triatlonistů

V *Tabulka 10* je znázorněn přesný rozdíl v zastoupení jednotlivých komponent somatotypu. Červenou barvou je zvýrazněn rozdíl, který lze dle Cartera (2002) považovat za signifikantní. V případě mezomorfní komponenty je rozdíl 0,8 ve prospěch souboru z roku 2021. Ektomorfní komponenta je naopak o 1,2 bodu vyšší u souboru z roku 2018.



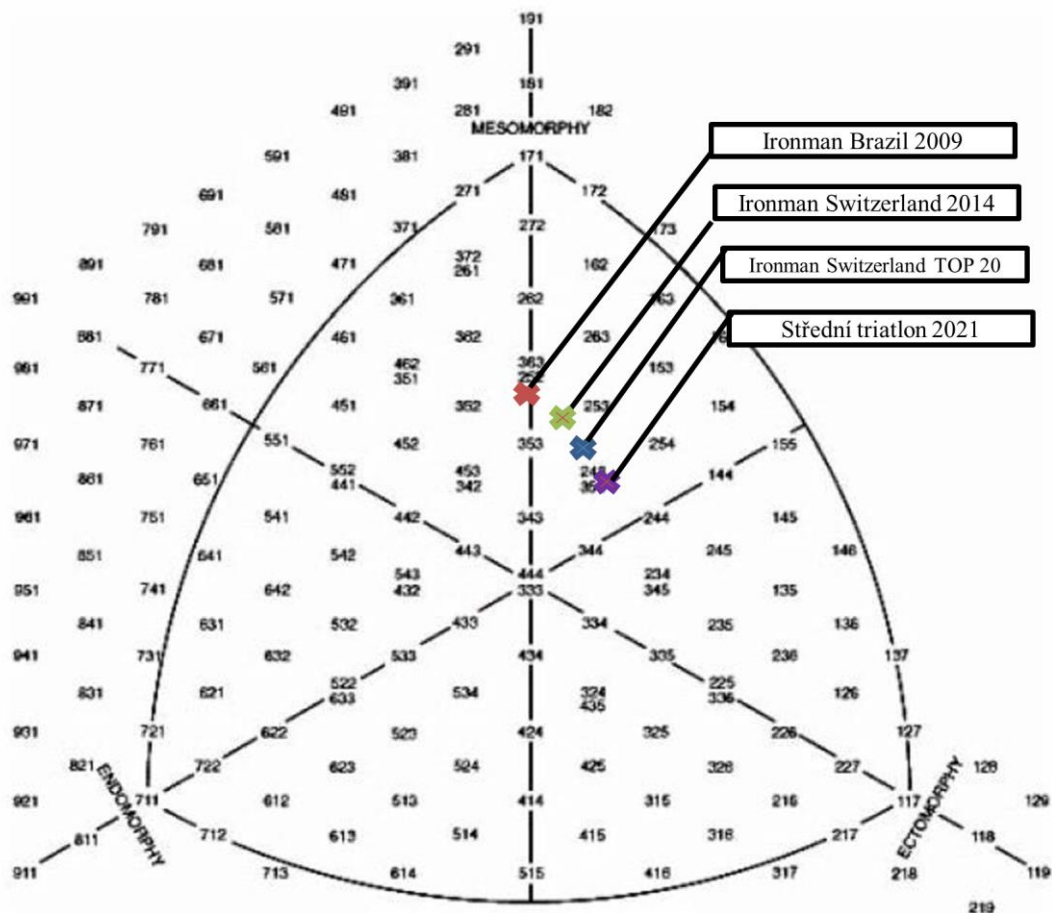
Obrázek 19 - Somatograf pro srovnání somatotypu, sprint triatlon a střední triatlon

V somatografu (Obrázek 19) je modrým křížkem vyznačen somatotyp triatlonistů, kteří se specializují na střední a dlouhé triatlony. Červený křížek znázorňuje somatotyp juniorských triatlonistů soutěžících ve sprint triatlonu. Ze somatografu je patrné, že nejvyšší rozdíl mezi těmito somatotypy je v zastoupení ektomorfní komponenty ve prospěch juniorů. Soubor z roku 2021 se v grafu více přibližuje mezomorfii.



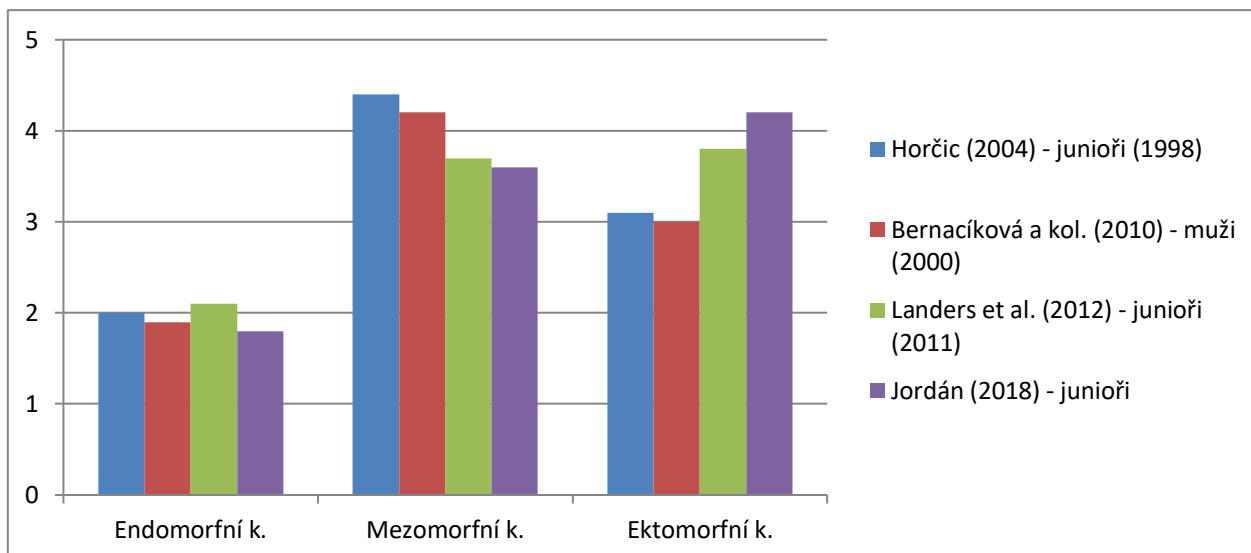
Obrázek 20 - Sloupcový graf pro srovnání komponent somatotypu v dlouhých a středních triatlonech

Sloupcový graf (*Obrázek 20*) slouží pro srovnání somatotypu z roku 2021 s vybranými studiemi. Ve všech případech je nejvyšší mezomorfní komponenta. Druhý nejvyšší podíl na celkovém somatotypu tvoří ektomorfie, až na soubor z roku 2014 vyznačený červenou barvou, kdy je podíl ektomorfní a mezomorfní komponenty téměř stejný.



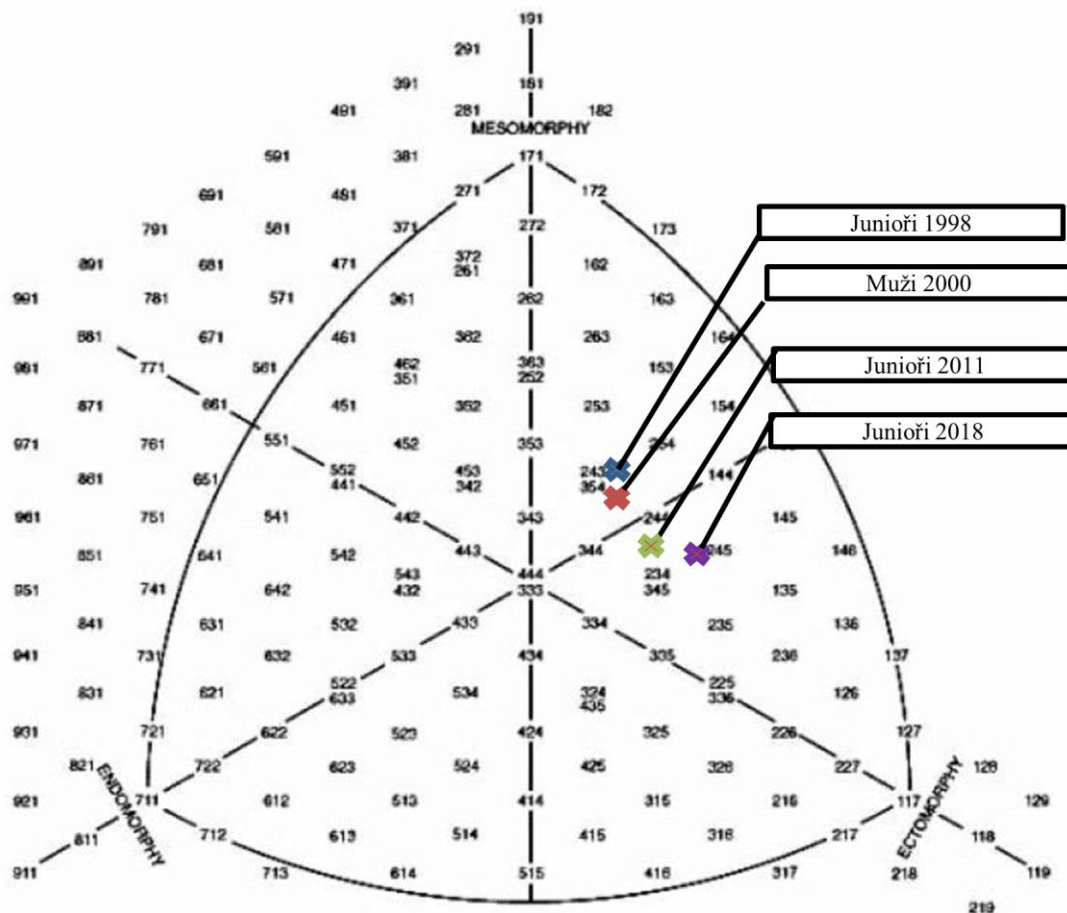
Obrázek 21 – Somatograf pro srovnání somatotypu, dlouhý a střední triatlon

V somatografu (*Obrázek 21*) jsou vyznačeny somatotypy specialistů na delší triatlonové distance. Somatograf vypovídá o tom, že u všech souborů dominuje mezomorfní komponenta. Nejnižší podíl ektomorfie lze vidět u souboru z roku 2009, naopak nejvyšší zastoupení ektomorfie u středního triatlonu z roku 2021.



Obrázek 22 - Sloupcový graf pro srovnání komponent somatotypu ve sprint triatlonech a v krátkých triatlonech

Sloupcový graf (*Obrázek 22*) znázorňuje podíly komponent somatotypu z vybraných studií pro sprint triatlon a krátký triatlon. Nejvyšší zastoupení mezomorfní komponenty je u souboru juniorů z roku 1998, v grafu znázorněno modrou barvou. Mezomorfní komponenta je dominantní i u souboru z roku 2000. Ektomorfní komponenta je nejvyšší u juniorských triatlonistů z roku 2018 a převyšuje i zbytek v případě juniorských triatlonistů z roku 2011.



Obrázek 23 - Somatograf, sprint triatlon a krátký triatlon

Somatograf (*Obrázek 23*) slouží ke srovnání somatotypu triatlonistů, kteří se specializují na krátké distance. V průběhu let můžeme pozorovat trend k vyššímu podílu ektomorfní komponenty. Nejnižší podíl ektomorfní komponenty je pozorovatelný u souborů z roku 1998 a 2000, zatímco v roce 2018 u juniorských triatlonistů ektomorfní komponenta převyšuje zbylé dvě komponenty.

8 Diskuze

Triatlony krátkých a dlouhých distancí se od sebe odlišují v několika směrech a od toho se odvíjí i struktura výkonu. V krátkém triatlonu byl v roce poprvé 1997 povolen drafting. Později došlo u juniorských kategorií i ke změně délek tratí z krátkého triatlonu na sprint triatlon. Těmto změnám musel být přizpůsoben i trénink závodníků. Zásadním rozdílem mezi krátkými a dlouhými triatlony je především délka tratí, ale po změně pravidel v roce 1997 je to i zákaz draftingu ve středním a dlouhém triatlonu. Závody jsou odlišné i v podílech jednotlivých disciplín na celkovém výkonu. Zatímco v dlouhém triatlonu cyklistická část tvoří podíl z celkového času zhruba 55 %, u krátkých triatlonů je to přibližně 50 %.

Tato diplomová práce navazuje na bakalářskou práci Komparace somatotypu juniorských triatlonistů mezi lety 1998 a 2018. Z této práce vyplynulo, že vzhledem ke změnám pravidel a vývoji triatlonu v průběhu let došlo i ke změnám v tělesné stavbě juniorských triatlonistů. Starší studie (Landers et al., 2000 a Horčic 2004) zjistili u somatotypu triatlonistů dominanci mezomorfní komponenty. V posledních letech (Landers et al, 2012 a Jordán, 2018) se u somatotypu juniorů objevuje vyšší podíl ektomorfní komponenty.

Somatotyp je nedílnou součástí struktury výkonu v triatlonu a vzhledem k těmto odlišnostem mezi krátkými a dlouhými závody bylo stanoveno několik hypotéz o rozdílech v tělesné stavbě. Předpokládali jsme, že ektomorfní komponenta se signifikantně sníží a zároveň dojde i k signifikantnímu zvýšení endomorfní komponenty. Dále dojde k výraznému zvýšení mezomorfní komponenty ve prospěch triatlonistů, kteří soutěží ve středních a dlouhých triatlonech.

První hypotéza: „*Endomorfní komponenta bude signifikantně vyšší, než u specialistů na kratší distance.*“ nebyla potvrzena. Rozdíl v endomorfní komponentě je pouze 0,3 bodů, což dle Cartera (2002) není považováno za rozdíl signifikantní. V souvislosti se snížením ektomorfní komponenty jsme očekávali i výrazné zvýšení endomorfní komponenty. Možnou příčinou proč endomorfní komponenta (2,1) zůstala nízká, je relativně vysoká trénovanost probandů. Spojitost mezi nízkým zastoupením endomorfní komponenty a vyšší výkonností v závodech popisuje např. Knechtle et al., (2010) a Kandel et al., (2014). Pozitivní

vliv tréninku na nižší podíl endomorfní komponenty dále zmiňují i Sellés-Pérez et al. (2018).

Druhá hypotéza: „*Ektomorfní komponenta bude signifikantně nižší, než u specialistů na kratší distance.*“ se potvrdila. Mezi průměrným somatotypem souboru z roku 2018 a souboru z roku 2021 je signifikantní rozdíl v ektomorfní komponentě, konkrétně 1,2 ve prospěch specialistů na kratší distance. V případě juniorských triatlonistů byla ektomorfní komponenta nejvyšší (4,1), u triatlonistů středních a dlouhých tratí měla výrazně nižší podíl na celkovém somatotypu (2,9).

Poslední hypotéza: „*Mezomorfní komponenta bude signifikantně vyšší, než u somatotypu specialistů na kratší distance.*“ byla rovněž potvrzena. Zastoupení mezomorfní komponenty je u souboru z roku 2021 vyšší o 0,8 bodů. V roce 2018 somatotyp juniorského výběru mohl být, s převahou ektomorfní komponenty a podílem mezomorfní komponenty (3,6), zařazen do kategorie mezomorfní ektomorf. Soubor triatlonistů z roku 2021 s nejvyšším podílem mezomorfní komponenty (4,4) však spadá do kategorie ektomorfní mezomorf.

Je zajímavé, že tělesná stavba triatlonistů delších tratí (2,1 – 4,4 – 2,9) se velmi přibližuje somatotypům triatlonistů z krátkých tratí ještě před povolením draftingu. To znamená, že délka triatlonových tratí neovlivňuje tělesnou stavbu tolik jako povolení jízdy v háku. S povolením draftingu v krátkých triatlonech se změnila dynamika cyklistické části a zároveň došlo k mnohem většímu důrazu na běžeckou část triatlonu, v tréninku i v závodech. Větší význam běžecké části je pravděpodobně největší příčinou nabývajícího podílu ektomorfní komponentu u závodníků v krátkých triatlonech. Úspěch v běžeckých disciplínách se štíhlostí a gracilitou spojuje např. Bale et al. (1986), Wilber a Pitsiladis (2012), Petrovic a Marinkovic (2018), Black et al. (2020).

V roce 2018 bylo součástí bakalářské práce i stanovení somatotypu juniorských triatlonistek. Bohužel, ve středních a dlouhých triatlonech se mi nepodařilo oslovit dostatečné množství triatlonistek, abych případné výsledky mohl považovat za vypovídající. Mezi ženami, které soutěží na delších distancích v České republice je také mnohem větší rozdíl ve výsledném čase. Somatotypem a výkonem v dlouhém triatlonu u žen se zabývali Knechtle et al. (2010). Nepodařilo se najít žádnou souvislost mezi tělesnou stavbou a výkonností. Jediná souvislost byla objevena

mezi tréninkovým objemem triatlonistek a celkovými časy dokončení dlouhého triatlonu. Gilinsky et al. (2013) neměřili somatotyp sportovkyň, nicméně zabývali se jejich antropometrickými parametry a nepodařilo se jim nalézt rozdíly mezi tělesnou váhou a podílem tělesného tuku při srovnání nejrychlejších a nejpomalejších triatlonistek v závodě.

Z výsledků vyplývá, že optimální somatotyp pro střední a dlouhé distance odpovídá kategorie ektomorfní mezomorf. Otázkou zůstává, zda tento somatotyp s převahou mezomorfní komponenty není optimálním somatotypem spíše pro závody se zakázaným draftingem, jelikož somatotyp triatlonistů z roku 2021 (2,1 – 4,4, - 2,9) je velmi podobný somatotypu triatlonistů z kratších distancí před povolením draftingu (2,4 – 4,7 – 3,1), (Landers et al. 2012); (1,9 – 4,2 – 3,3), (Auckland et al., 1997). Somatotyp závodníků v krátkých triatlonech zůstával téměř stejný i v době, kdy už byl drafting povolený, ale pravděpodobně ještě nedošlo k takovým změnám, aby to ovlivnilo somatotyp souboru z roku 1998 (2 – 4,4 – 3,1), (Horčic, 2004) a z roku 2000 (1,9 – 4,2 – 3), (Bernacíková a kol., 2010). Převahu mezomorfní komponenty u triatlonistů z delších tratí potvrzují i Silva et al. (2012); (2,1 – 4,4 – 3,4) a Kandel et al. (2014); (1,7 – 4,9 – 2,8).

Bohužel se mi nepodařilo najít starší studie zabývající se typologií triatlonistů ve středních a dlouhých triatlonech, aby mohl být posouzen vývoj somatotypu v průběhu let. Nicméně v těchto závodech nedošlo k žádné zásadní změně, jako tomu bylo v krátkých triatlonech, kdy povolení draftingu posiluje trend zvyšující se ektomorfní komponenty. Pokud bychom takto mohli somatotyp porovnat, pravděpodobně nebudou nalezeny signifikantní změny v podílech jednotlivých komponent, jako je tomu v krátkém triatlonu.

V průběhu měření nedošlo k žádným problémům, všechna měření kožních řas, obvodů a rozměrů epikondylů proběhla podle protokolu Heathové a Cartera s následným výpočtem konkrétních komponent pro stanovení somatotypu. Výsledky výzkumné části mohou být ovlivněny pouze nízkým počtem probandů (9), avšak soubor triatlonistů byl vybrán ze závodníků vysoké úrovně s delší triatlonovou historií. Průměrný somatotyp souboru lze tedy považovat za vypovídající, což potvrzují i výsledky obdobných studií (Silva et al., 2012; Kandel et al. (2014).

9 Závěry

Tato diplomová práce navazuje na bakalářskou práci Komparace somatotypu juniorských triatlonistů mezi lety 1998 a 2018. Hlavním cílem tedy bylo porovnat somatotyp juniorského souboru z roku 2018 se somatotypem triatlonistů, kteří se specializují na delší triatlonové distance. Pro stanovení somatotypu bylo v obou případech využito modifikace Sheldonovy metody podle Heathové a Cartera.

Na základě odlišností mezi krátkými a dlouhými triatlony byly očekávány určité rozdíly v tělesné stavbě zmiňovaných souborů.

Po výpočtu somatotypu na základě získaných antropometrických parametrů byl spočítán somatotyp souboru z roku 2021 (2,1 – 4,4 – 2,9). Na základě podílů jednotlivých komponent lze somatotyp zařadit do kategorie ektomorfní mezomorf, zatímco somatotyp juniorských triatlonistů (1,8 – 3,6 – 4,1) s převahou ektomorfní komponenty patří do kategorie mezomorfní ektomorf.

Signifikantní rozdíl při porovnání souboru z roku 2021 se souborem z roku 2018 se objevuje v zastoupení mezomorfní a ektomorfní komponenty. Mezomorfní komponenta je vyšší o 0,8 a ektomorfní komponenta naopak nižší o 1,2 u specialistů na delší distance.

Z výsledků vyplývá, že na delších tratích je výhodnější somatotyp s vyšším podílem mezomorfní komponenty, což potvrzují i výsledky jiných studií (Silva et al., 2012; Kandel et al. (2014). Naopak, v krátkých triatlonech se objevuje trend k vyššímu podílu ektomorfní komponenty (Landers et al., 2012; Jordán 2018), hlavní příčinou je povolení draftingu a tím zvýšení důrazu na běžeckou část závodů. V dlouhých triatlonech je proti kratším tratím kladen větší důraz na cyklistický trénink, jelikož cyklistická část bez povoleného draftingu má větší podíl na celkovém výkonu. Dominance mezomorfní komponenty v delších triatlonech je pravděpodobně vedlejším účinkem zaměření na cyklistickou část závodu.

Zajímavým zjištěním je shoda mezi souborem somatotypu triatlonistů z delších distancí s výsledky triatlonistů z krátkých triatlonů, ale před povolením draftingu. To znamená, že nejvíce ovlivňuje tělesnou stavbu povolení draftingu a tím větší význam běžecké části v krátkých triatlonech, nikoliv délka závodu.

V průběhu sportovní kariéry triatlonistů je běžný přechod z kratších distancí na delší distance. Změna specializace nabízí příležitost k porovnání somatotypu stejného souboru z časového období, kdy soutěžili v krátkých triatlonech s obdobím po přechodu na delší triatlonové distance.

10 Seznam literatury

1. ACKLAND, T. R., BLANKSBY, B. A., LANDERS, G. & SMITH, D. Anthropometric profiles of elite triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 1997, roč. 1, č. 1, s. 51 – 56
2. ALLEN, S., J. a M., I. FOLLAND. The Anthropometry of Economical Running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2020, roč. 52, č. 3, s. 762-770.
3. ALPTEKIN, A. Body Composition and Kinematic Analysis of the Grab Start in Youth Swimmers. *Journal of Human Kinetics*. 2014, roč. 42, s. 15-26.
4. BALE, P., D. BRADBURY a E. COLLEY. Anthropometric and training variables related to 10km running performance. *British journal of sports medicine*. 1986, roč. 20, č. 4, s. 170 - 173.
5. BLACK, M., I., S., J. ALLEN, S., E. FORRESTER a J., P. FOLLAND. The Anthropometry of Economical Running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2020, roč. 52, č. 3, s. 762-770.
6. CARTER, J., E., L. The Physical Structure of Olympic Athletes. *British journal of sports medicine*. 1982, roč. 16, č. 4, s. 80 – 109. "
7. ČELIKOVSKÝ, Stanislav. *Antropomotorika*. 1. vyd. Praha: SPN, 1979.
8. DEITRICK, R. W. Physiological responses of typical versus heavy weight triathletes to treadmill and bicycle exercise. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 1991; roč. 31, č. 3, s. 367–375
9. DICK, F., W. *Sports training principles*. London: Lepus Books, 1980.
10. DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2002. ISBN 80-7033-760-5.
11. ESTEVE-LANAO, J., D. MORENO-PÉREZ, C., A. CARDONA, E. LARUMBE-ZABALA, I. MUÑOZ, S. SELLÉS a R. CEJUELA. Is Marathon Training Harder than the Ironman Training? An ECO-method Comparison. *Frontiers in Physiology*. 2017, roč. 8, s. 1-8.
12. ESTON, R. a REILLY, T. *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data*. 3. vyd. Abingdon: Routledge, 2009.
13. FETTER, V a kol. *Antropologie*. 1. vyd. Praha: Academia, 1967

14. FOLEY J., P., BIRD S., R. a J. A. WHITE. Anthropometric comparison of cyclists from different events. *British Journal of Sports Medicine*. 1989, roč. 23, č. 1.
15. FORMÁNEK, J., HORČIC J. *Triatlon: historie, trénink, výsledky*. Praha: Olympia, 2003. ISBN 80-703-3567-X.
16. GERČÁKOVÁ, D. *Zjištění somatometrických údajů závodníků v kvadriatlonu*. Praha, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
17. GILINSKY, N., K., R. HAWKINS, T., N. TOKAR a J., A. COOPER. Predictive variables for half-Ironman triathlon performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2013, roč. 17, s. 300-305.
18. GRASGRUBER, P., CACEK, J. *Sportovní geny*. 1. vyd. Brno: Computer press, 2008. ISBN 978-80-251-1873-3.
19. HÁJEK, J. *Antropomotorika*. Praha: Univerzita Karlova, 2001. ISBN 80-7290-063-3.
20. HORČIC, J. *Řízení a objektivizace tréninkového procesu ve vytrvalostních vícebojích*. Praha, 2004. Disertační práce. UK FTVS.
21. J. E. L. CARTER. Physical structure of olympic athletes. *Medicine and Sport* [online]. 1982, roč. 16.
22. JANSA, 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.
23. JANSA, P., DOVALIL, J a kol. *Sportovní příprava*. Praha: Q-art, 2007. ISBN 80-903280-8-3.
24. JORDÁN, D. *Komparace somatotypu juniorských triatlonistů mezi lety 1998 a 2018*. Praha, 2019. Bakalářská. UK FTVS.
25. KANDEL, M., J., P. BAEYENS a P. CLARYS. Somatotype, training and performance in Ironman athletes. *European Journal of Sport Science*. 2014, roč. 14, č. 4, s. 301 - 308.

26. KNECHTLE, B., B. BAUMANN, P. KNECHTLE, T. ROSEMANN a S. OLIVER. Differential correlations between anthropometry, training volume, and performance in male and female Ironman triathletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, roč. 24, č. 10, s. 2785-2793.
27. KNECHTLE, B., R. KNECHTLE, M. STIEFEL, M., A. ZINGG, T. ROSEMANN a Ch. RÜST. Variables that influence Ironman triathlon performance – what changed in the last 35 years? *Journal of Sports Medicine*. 2015, roč. 6, s. 277-290.
28. KOVÁŘOVÁ, L. *K identifikaci předpokladů v triatlonu*. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2124-1.
29. 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.
30. LANDERS, G., BOON, O. K., ACKLAND, T. R., BLANKSBY, B. A., & SMITH, D. Morphology and performance of world championship triathletes. *Annals of human biology*, 2000, roč. 27, č. 4, s. 387 - 400.
31. 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.
32. LAURSEN, P. B. Long distance triathlon: demands, preparation and performance. *Journal of Human Sports and Exercise*, 2011; roč. 6, č. 2, s. 247–263
33. LEKO, G., K. ŠILJEG a P. MIKULIÆ. SWIMMERS SOMATOTYPE PROFILE. *Hrvat. Športskomed. Vjesn.* 2011, roč. 26, s. 83-87.
34. LOO, L., H. a N., C. CHAI. Anthropometric Profiles of Malaysian Elite Swimmers. *3rd International Conference on Movement, Health and Exercise*. Springer Nature Singapore, 2017, roč. 58, s. 101 - 105.
35. McARDLE et al. *Exercise Physiology*. Philadelphia: Lea and Fibiger, 1986.
36. MELICHNA, J. *Pohyb a morfologická adaptabilita kosterního svalu*. Praha: Karolinum, 1990.

37. MUJIKA, I. Olympic Preparation of a World-Class Female Triathlete. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2014, roč. 9, č. 4, s. 727-731.
38. MUÑOZ, C., S., J., J. MUROS, O., L. BELMONTE a M. ZABALA. Anthropometric Characteristics, Body Composition and Somatotype of Elite Male Young Runners. *International Journal of Enviromental Research and Public Health*. 2020, roč. 17, s. 1 - 10.
39. 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.
40. PAVLÍK, J. *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova univerzita, 1999. ISBN 80-210-2130-6.
41. 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.
42. PETROVIC, I. a M. MARKOVIC. Influence of Morphological Characteristics on Running Performance in Endurance Athletes. *FACTA UNIVERSITATIS, Physical Education and Sport*. 2018, roč. 16, s. 95-106.
43. RAKOVIĆ, A. et al. Analysis of the elite athletes' somatotypes. *Acta Kinesiologica*, 2015, roč. 9, č. 1, s. 47-53.
44. 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.
45. ROUŠ, J. Posuzování tělesného rozvoje. In: Handzo a kol. *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Avicenum, 1980.
46. 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.
47. 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>

48. SILVA, D., A., E., P. FERRARI, S., T. MEURER, D., L. ANTES, A., M. SILVA, D., A. SANTOS, C., N. MATIAS, F. VIERA, E. PETROSKI a L., B. SARDINHA. Anthropometric profiles of elite older triathletes in the Ironman Brazil compared with those of young Portuguese triathletes and older Brazilians. *Journal of Sports Sciences*. 2012, roč. 30, č. 5, s. 479-484.
49. STANKOVIĆ, D., R. PAVLOVIĆ, E. PETKOVIĆ, A. RAKOVIĆ a M. PULETIĆ. The Somatotypes and Body Composition of Elite Track and Field Athletes and Swimmers. *International Journal of Sports Science*. 2018, roč. 8, č. 3, s. 67-77.
50. STEJSKAL, F., Somatotyp dráhových cyklistů. *Teorie a Praxe Tělesné Výchovy*, 1975, roč. 23, č. 8, s. 483-487.
51. 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.
52. ŠTĚPNIČKA, J a kol. *Somatické předpoklady ke studiu tělesné výchovy*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 1979.
53. ŠTĚPNIČKA, J., CHYTRÁČKOVÁ, J., KASALICKÁ, V. Charakteristika československých vrcholových lyžařů-sjezdařů, zápasníků a silničních cyklistů z hlediska somatotypu. *Teorie a Praxe Tělesné Výchovy*. 1976, roč. 24, č. 3, s. 156-160.
54. TARNAS, J. a D. WIELIŃSKI. Types of body build of bike trial competitors. *Studies in physical culture and tourism*. 2005, roč. 12, č. 2.
55. VERNILLO, G., F. SCHENA, C. BERARDELLI, G. ROSA, C. GALVANI, M. MAGGIONI, L. AGNELLO a A. LA TORRE. Anthropometric characteristics of top-class Kenyan marathon runners. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2013, roč. 53, s. 403-408.
56. WILBER, R., L. a Y., P. PITSILADIS. Kenyan and Ethiopian Distance Runners: What Makes Them So Good? *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2012, roč. 7, s. 92 - 102.
57. WILMORE, J., COSTILL, D., L. *Physiology of sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics, 1994.

58. 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.
59. ZUALLERT, J. Zwemmen zonder benny. *Knack.be*, 2013, s. 88 - 91
60. ZVONÁŘ, M., DUVAČ, I et al. *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5380-9.

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>

11 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Struktura sportovního výkonu v triatlonu.....	11
Obrázek 2 - Tricipitální kožní řasa.....	20
Obrázek 3 - Subskapulární kožní řasa	21
Obrázek 4 - Suprailiackální kožní řasa.....	22
Obrázek 5 - Kožní řasa na lýtku.....	23
Obrázek 6 - Epikondylární rozměr kosti pažní	24
Obrázek 7 - Epikondylární rozměr kosti stehenní.....	25
Obrázek 8 - Obvod paže ve flexi.....	26
Obrázek 9 - Maximální obvod lýtka.....	27
Obrázek 10 - Převod somatotypu pomocí tabulky	29
Obrázek 11 - Somatograf se souřadnicovou sítí	31
Obrázek 12 – Somatograf rozdělený na části podle výkonnosti.....	32
Obrázek 13 – Třináct kategorií somatotypu podle Štěpničky.....	35
Obrázek 14 - Somatograf gymnastů	36
Obrázek 15 - Somatograf studentů PdF MU.....	37
Obrázek 16 - Somatograf juniorských triatlonistů z let 1996 - 1998	42
Obrázek 17 - Průměrný somatotyp triatlonistů srovnaný se specialisty.....	47
Obrázek 18 - Sloupcový graf pro srovnání komponent.....	54
Obrázek 19 - Somatograf pro srovnání sprint a středního triatlonu	55
Obrázek 20 - Sloupcový graf pro srovnání komponent somatotypu.....	56
Obrázek 21 – Somatograf pro srovnání v dlouhých triatlonech	57
Obrázek 22 - Sloupcový graf pro srovnání v krátkých triatlonech	58
Obrázek 23 - Somatograf, sprint triatlon a krátký triatlon.....	59

12 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Typologie plavců	39
Tabulka 2 – Typologie cyklistů.....	40
Tabulka 3 – Typologie běžců.....	41
Tabulka 4 – Typologie triatlonistů - krátký triatlon	44
Tabulka 5 – Typologie triatlonistů - dlouhý triatlon	45
Tabulka 6 – Antropometrické parametry, střední triatlon	52
Tabulka 7 – Zastoupení jednotlivých komponent ve středním triatlonu	52
Tabulka 8 – Antropometrické parametry juniorů.....	53
Tabulka 9 – Zastoupení jednotlivých komponent v krátkém triatlonu	53
Tabulka 10 – Rozdíly v průměrném somatotypu triatlonistů	54

13 Přílohy

Příloha 1

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS
k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce, zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Komparace somatotypů v dlouhém a krátkém triatlonu
Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce
Období realizace: Březen 2021 – Duben 2021
Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Předkladatel: Bc. Daniel Jordán
Hlavní řešitel: Bc. Daniel Jordán
Místo výzkumu (pracoviště): UK FTVS, Laboratoř sportovní motoriky
Vedoucí práce: Mgr. Lenka Kovářová, MBA, Ph.D. (UK FTVS, Laboratoř sportovní motoriky)
Název grantu:

Popis projektu: Cílem této diplomové práce je zjistit tělesnou stavbu triatlonistů soutěžících ve středním (1,9 km – 90 km – 21 km) a dlouhém triatlonu (3,6 km – 180 km – 42 km). Získané údaje o tělesné stavbě budou následně porovnány s tělesnou stavbou triatlonistů, kteří se specializují na kratší vzdálenosti. Diplomová práce navazuje na již obhájenou bakalářskou práci s názvem „Komparace somatotypu juniorských triatlonistů mezi lety 1998 a 2018“, bakalářská práce rovněž obsahuje informace o tělesné stavbě triatlonistů soutěžících v krátkém triatlonu. Jedná se o měření deseti antropometrických parametrů potřebných pro stanovení somatotypu dle Heathové a Cartera – tělesná výška (cm), tělesná hmotnost (kg), tricipitální kožní řasa (mm), supraspinální kožní řasa (mm), subscapulární kožní řasa (mm), střední lýtková kožní řasa, maximální obvod lýtky (cm), obvod paže ve flexi (cm), biepikondylární rozměr kosti pažní, biepikondylární rozměr kosti stehenní (cm). Očekává se, že výzkumná část ukáže rozdíly jednotlivých komponent somatotypu mezi výzkumnými soubory. Cílovou skupinou jsou elitní závodníci soutěžící v dlouhých triatlonech. Měření bude probíhat po domluvě v místě závodů.

Charakteristika účastníků výzkumu: Antropometrického měření se zúčastní okolo deseti probandů, kteří se účastní série závodů Czechman Tour pouze mužských kategorií do padesáti let, průměrný věk souboru však bude okolo 25. Probandi mají platnou zdravotní prohlídku. Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění, akutní zejména infekční onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Účastníky výzkumu budu vybírat já, Daniel Jordán, jakožto řešitel práce. Osobně oslovím soutěžící ve středních triatlonech a požádám je o spolupráci na výzkumu. V práci nebudu uvádět název klubu, pod kterým soutěží.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky: Jedná se o neinvazivní metodu o zjištění deseti antropometrických parametrů s využitím váhy, pásové míry, antropometru, kaliperu a torakometru. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem a přítomností Mgr. Lenky Kovářové, MBA, Ph.D. jako zodpovědného pracovníka přítomného při výzkumu.

Etické aspekty výzkumu: Výzkum se týká vždy osob starších osmnácti let, kteří se pohybují na elitní úrovni v dlouhém triatlonu, předpokládá se, že právě u takové skupiny bude mít tělesná stavba nejméně odchylek a bude tak možné určit případné odlišnosti od triatlonistů z krátkých triatlonů.

Potenciální střet zájmů: V případě tohoto výzkumu nehrozí střet zájmu, jedná se o standardizovaný postup měření, kdy při dodržení postupu nemůže dojít k ovlivnění výsledků neúmyslně. Záměrné ovlivnění výsledků by nebylo ve prospěch výzkumníka. Já ani nikdo z klubu nemáme soukromý zájem na výsledku výzkumu, výzkum nevede k mému osobnímu prospěchu ani k prospěchu žádného z účastníků výzkumu. Jedná se čistě o vědeckou práci. Výsledky o průměrném somatotypu souboru budou porovnány pouze se studii s obdobnou tematikou.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: věk a deset antropometrických parametrů pro stanovení somatotypu, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské (aj.) práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

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

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

Informovaný souhlas: Přiložen

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

Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.
Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 23.11.2020

Podpis předkladatele: *proch*

Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

prof. MUDr. Jan Heller, CSc.,

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.,

MUDr. Simona Majorová,

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.,

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: *196/2020*

dne: *23. 11. 2020*

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Ruzička UK FTVS 2 52, Praha 6
- 20 -

Heller
podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha 2

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem Komparace somatotypů v dlouhém a krátkém triatlonu, prováděné na Fakultě tělesné výchovy a sportu UK FTVS v Laboratoři sportovní motoriky.

Období realizace: Únor 2021 – Duben 2021

Cílem této diplomové práce je zjistit tělesnou stavbu triatlonistů soutěžících ve středním (1,9 km – 90 km – 21 km) a dlouhém triatlonu (3,6 km – 180 km – 42 km). Získané údaje o tělesné stavbě budou následně porovnány s tělesnou stavbou triatlonistů, kteří se specializují na kratší vzdálenosti.

Budete absolvovat deset antropometrických měření potřebných pro stanovení somatotypu dle Heathové a Cartera – tělesná výška (cm), tělesná hmotnost (kg), tricipitální kožní řasa (mm), supraspinální kožní řasa (mm), subscapulární kožní řasa (mm), střední lýtková kožní řasa, maximální obvod lýtky (cm), obvod paže ve flexi (cm), biepikondylární rozměr kosti pažní, biepikondylární rozměr kosti stehenní (cm).

Časová náročnost měření bude cca 15 minut a bude jednorázová.

Metoda výzkumu je neinvazivní.

Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní Vaše příprava k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Výzkumné měření budu provádět já (Daniel Jordán) samostatně, jakožto řešitel projektu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem a přítomností Mgr. Lenka Kovářová, MBA, Ph.D. jako zodpovědného pracovníka přítomného při výzkumu.

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

Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění, akutní zejména infekční onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Očekává se, že výzkumná část ukáže rozdíly jednotlivých komponent somatotypu mezi výzkumnými soubory.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), v nebo na e-mail adrese: Jordy.3@seznam.cz

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje věk a deset antropometrických parametrů pro stanovení somatotypu, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

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

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

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Daniel Jordán

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Daniel Jordán Podpis:.....

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

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis: