

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu



FAKTOROVÁ ANALÝZA SOMATOTYPU

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
PhDr. Jan Štochl, Ph.D.

Zpracoval:
Václav Samek

PRAHA 2007

Děkuji PhDr. Janu Štochlovi, Ph.D. za odborné vedení při vypracování této diplomové práce, za praktické rady, za poskytnutí podkladového materiálu a za možnost využít jeho zkušeností v této problematice.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze literaturu uvedenou v seznamu bibliografické citace.

V Praze, dne 5.9.2007

Václav Samek v.r.



Obsah

Obsah

Abstrakt

Úvod.....	7
1. Teoretická část.....	9
1.1 Kinantropometrie.....	9
1.2 Konstituční typologické systémy.....	11
1.2.1 Francouzský systém.....	12
1.2.2 Italský systém.....	12
1.2.3 Německý systém.....	13
1.2.4 Sheldon a jeho následovníci.....	14
1.3 Určení somatotypu podle Heathové a Cartera.....	16
1.3.1 Endomorfní komponenta.....	17
1.3.2 Mezomorfní komponenta.....	18
1.3.3 Ektomorfní komponenta.....	19
1.4 Antropometrie pro stanovení somatotypu.....	20
1.4.1 Základní antropometrický instrumentář pro měření somatotypu.....	24
1.5 Převod zjištěných antropometrických údajů na body somatotypu.....	27
1.5.1 Endomorfie.....	27
1.5.2 Mezomorfie.....	28
1.5.3 Ektomorfie.....	28
1.6 Znázornění somatotypu v grafu a jejich srovnávání.....	29
1.7 Kategorie somatotypu podle Cartera.....	31
2. Vědecká otázka, hypotézy.....	33
3. Metodická část.....	34
3.1 Vzorek.....	34
3.2 Statistické zpracování dat.....	34
4. Výsledky.....	36
4.1 Statistické vlastnosti dat a korelační matice indikátorů.....	36
4.2 Faktorová analýza somatotypu.....	37

4.2.1 Endomorfní a ektomorfní komponenta.....	37
4.2.2 Mezomorfní komponenta.....	38
4.2.3 Celkový model somatotypu.....	41
5. Diskuse.....	48
6. Závěr.....	51
7. Seznam bibliografických citací.....	52
8. Přílohy.....	54
8.1 Seznam příloh.....	54

Abstrakt

Název: Faktorová analýza somatotypu

Title: Factor analysis of somatotype

Cíle práce: Potvrdit Sheldonovu teorii pro určení tělesného typu na základě odhadu validit indikátorů metodiky dle H-C.

Metoda: Základní statistická data byla zpracována programem Microsoft Excel. Pro stanovení struktury somatotypu, resp. pro testování jednotlivých hypotéz o struktuře somatotypu byl použit program LISREL. Kovarianční matice a příslušné asymptotické kovariance byly vypočteny pomocí programu PRELIS,

Výsledky: Nebyl nalezen model, který by podporoval Sheldonovu teorii o stanovení somatotypu. Z deseti stanovených indikátorů somatotypu bylo možno identifikovat pouze 2-faktorovou strukturu.

Klíčová slova: Somatotyp, strukturální modelování, metodika H - C

Úvod

V tělovýchovně sportovní teorii i praxi má specifický význam stanovení tělesných typů jako předpokladu pro různé pohybové aktivity. Morfologické předpoklady jsou svým způsobem faktorem, který ovlivňuje úspěšnost v daném druhu tělesných cvičení a sportu, ve speciálním i obecné tělesné výkonnosti. Určováním tělesných typů se zabývá typologie člověka (somatometrie) jejíž podstatou je identifikace typických tělesných znaků, které jsou společné určitým skupinám jedinců (Hájek 2001).

Znalost somatotypů je velmi důležitá pro tvorbu programů pohybových aktivit, ve školní tělesné výchově, při výběru sportovních talentů, význam mají i ve zdravotní tělesné výchově apod. Každý z tělesných typů reaguje na tělesnou zátěž odlišně a celkový vliv cvičení je též specifický. Somaticky podobní jedinci mají obvykle i podobnou výkonnost.

V této diplomové práci se budeme zabývat faktorovou strukturou měření somatotypu, tak jak je stanovil William Sheldon a později rozpracovali Heathová a Carter. Hlavní myšlenkou této práce je zjistit co vlastně jednotlivé indikátory komponent somatotypu měří a vhodnost použití těchto komponent (latentních proměnných) ke stanovení somatotypu (teoreticky otestovat Sheldonovu teorii pro určení tělesného typu). Ve 2. kapitole byly stanoveny hypotézy o struktuře měření somatotypu, k jejichž ověření byla zvolena faktorová analýza, resp. strukturální modelování.

V teoretické části této práce bude popsána historie somatotypologie spolu s typologickými systémy (francouzský, italský, německý, Sheldonův). Dále je v této kapitole podrobněji popsána Sheldonova metoda, kterou později rozpracovali Heathová a Carter. Podle této metody byla získána data pro další práci a proto jsme se zde více věnovali i antropometrii pro stanovení somatotypu. Byl tu popsán také základní antropometrický instrumentář, který je velmi důležitý pro přesné změření jednotlivých komponent ke stanovení somatotypu a k tomu v neposlední řadě patří převod naměřených komponent na bodu somatotypu. Teoretickou část uzavírá popis tzv. přechodných somatotypů, které stanovil Carter.

V praktické (metodické, výzkumné) části budou odprezentovány jednotlivé dílčí výsledky, které budou v následné diskusi shrnuty a srovnány s jinými studiemi.

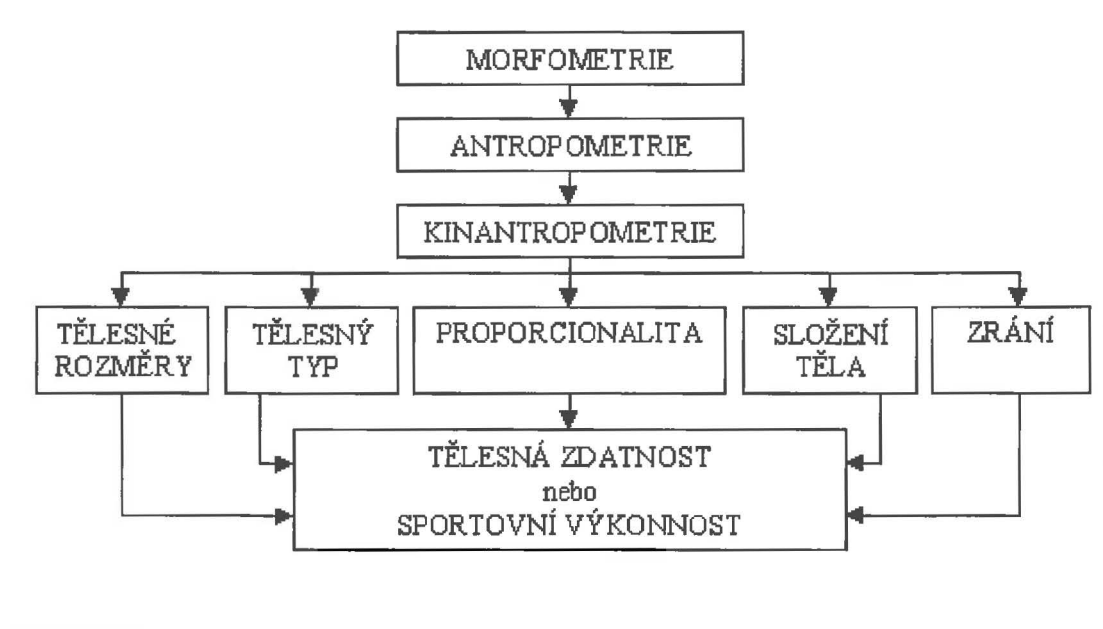
1. Teoretická část

1.1 Kinantropometrie a její vývoj

Kinantropometrie je odvozené slovo z řeckého kineó - pohybový, antropo týkající se člověka z řeckého anthrópos - člověk a z francouzského métre (resp. řeckého metron - míra) ve smyslu měření. Součástí oboru antropomotorika je od začátku kapitola somatické předpoklady motoriky, z důvodů historických spojovaná převážně jen s typologií. Kinantropometrie má širší záběr a tak obohacuje obor, na jehož půdě se začala u nás rozvíjet. I když ne přímo specifikovaná jako kinantropometrie, má tato vědní oblast dlouhou tradici. Před více než 1600 lety Galileo a Borelli předvedli svůj geniální materiál o rozměrech a zvířecí lokomoci. Je to A. Quetelet (1796 - 1874), který bývá považován za předka fyzické antropologie a kinantropometrie. Jako astronom, matematik a filozof přispěl nejvíce těmto vědám, když aplikoval statistické metody na studium strukturálních stránek těla člověka (Chytráčková, 2002).

U nás nesmíme zapomenout na práce Purkyněho, jehož práce o rozvoji svalové hmoty a jejím měření, bychom mohli považovat za "kinantropometrické". Obohatil v této oblasti používaný instrumentář o dynamometr. Rovněž práce Matiegky nechybí v žádném seriózním historickém přehledu, který se zabývá složením těla odvozeného z antropometrie. Praktickou aplikaci výsledků kinantropometrie můžeme nalézt již v Německé spolkové tělovýchově, kdy tabulky měřených výkonů byly sestaveny jako násobky nebo podíly výšky těla (Chytráčková, 2002). Nejčastěji se výše zmíněná problematika řešila pod termíny dynamická antropometrie, fyzická antropometrie, sportovní antropometrie, funkční antropologie. V České republice dále - mimo zmíněné názvy - v rámci antropomotoriky.

Termín kinantropologie byl poprvé zaveden na kanadské Universitě de Laval. V roce 1969, vznikl v Belgii časopis Kinanthropologie ve francouzském jazyce. Právě v tomto časopise v roce 1972 použil poprvé Ross termín kinantropometrie. Ross definuje kinantropometrie jako disciplínu, která studuje vztahy mezi strukturou (skladbou, složením) těla člověka a jeho pohybem. Carter odvozuje kinantropometrii od morfometrie (měření typu a formy těla) resp. antropometrie, která měří typ a formu těla lidí.



Odvození a obsah kinantropologie podle Cartera (Chytráčková, 2002)

Vzájemné obohacování hlavně metodologického aparátu přichází jak ze strany antropologů a lékařů, tak odborníků z oblasti tělesné výchovy a sportu. Neustále se rozvíjí metodologický aparát a s tím i výčet poznatků, vymezuje se vztah k ostatním vědním disciplínám (Beunen - Borms, Carter, Ross, Hebbelinck - Ross aj.). Carter, Malina, Orvanová specifikují souvislosti mezi jednotlivými oblastmi kinantropometrie (Chytráčková, 2002).

Kinantropometrie byla poprvé začleněna do Olympijského vědeckého kongresu v Quebecu v roce 1976, který předcházela Olympijským hrám v Montrealu. O dva roky později sklídila zasloužený úspěch na druhém Mezinárodním kongresu kinantropometrie v Belgickém Leuven. Velmi důležitým bodem ve vývoji kinantropometrie bylo založení Mezinárodní pracovní skupiny v kinantropometrii (IWGK) v Brasílii 1978, jako součást vědecké komise ICSSPE, která má status A LTNESCA. IWGK používala protokoly měření pomocí kterých byl realizovaný projekt MOGAP (Montreal Olympic Games Anthropological Projed). V roce 1984 na Olympijském vědeckém kongresu v Los Angeles byla již kinantropometrie nejvíce zastoupenou vědeckou disciplínou.

Mezinárodní pracovní skupina v kinantropometrii se v Glasgowě 1986 transformovala na ISAK (International Society for the Avancement of Kinanthrometry). Na tomto místě je nutné připomenout, že prvním předsedou se stal doc. Štěpnička, jeden ze zakladatelů československé kinantropometrie (Chytráčková, 2002).

Centrálním tématem kinantropometrie je studium jedinců v jejich morfologické rozmanitosti a aplikace těchto poznatků na různé formy pohybu při současném sledování vlivu různého stupně formy fyzické aktivity na tuto variabilitu. Podstatné rozdíly v tělesné stavbě, typu či jednotlivých antropometrických znacích určí i neodborník. Nestačí však prosté konstatování, že některý znak je větší či menší než druhý. Je nutné doložit, jaký to má význam pro základní kategorie kinantropometrie, tj. motorické funkce nebo komponenty tělesné zdatnosti. Odborníci v kinantropometrii se zabývají z pohledu interindividuálních rozdílů měřením a vývojem tělesných znaků spolu s měřením a vývojem rozdílných aspektů lidského pohybu. Nezajímá je však pouze charakteristika a úroveň jednoho individua, ale celá škála rozdílů, které se nacházejí v populaci a podmiňují intra- a interindividuální rozdíly v motorických projevech. V nově utvářeném a expanzivním vědním oboru se zkoumají vztahy mezi vybranými funkcemi a tělesnými strukturami. Výchozími metodami jsou antropometrie a motometrie jako základní prostředek (v našich podmínkách) antropomotoriky, s následnými matematickostatistickým zpracováním dat. Jedná se o novou, ucelenou koncepci, přestože v minulosti se metody antropometrie i motometrie pro oblast tělesné výchovy, sportu a rekreaci používaly (Chytráčková, 2002).

1.2 Konstitučně typologické systémy

První pokusy o typologii tělesné konstituce, tj. o nalezení určitých typických vlastností tvaru lidského těla, jsou již velmi staré. Připisují se Hippokratovi, který jako první již ve starověku zanechal po sobě systém, dělící lidské konstituce na dva základní typy: habitus phthisicus (štíhlé, dlouhé tělo, převládající vertikální rozměry) a habitus apoplecticus (krátké, zavalité tělo, převládající horizontální rozměry). Hippokratova dělení, někdy s menšími odchylkami, se potom užívá ve starověku i středověku, i když středověk nebyl zrovna nakloněn studiu lidské konstituce a tak se další konstituční

studia objevují až v 18. a 19. století. V 19. a zvláště 20. stol. vzniká celá řada typologií. Charakteristické je, že většina z nich rozlišuje tři nebo čtyři krajní typy. V Evropě můžeme sledovat tři nejrozšířenější a nejvýznamnější typologické školy:

1.2.1 Francouzská škola:

Zakladatelem se stal J.N.Hallé, který 1797 publikoval práci, ve které uvádí čtyři základní typy: abdominální (břišní), muskulární (svalový), thorakální (hrudní a kraniální lebeční). Jeho následovníci rozpracovali s jistými obměnami jeho metodu. Roku 1820 se Cabanis omezil jen na typ nervový a svalový. Známa je typologie Rostanova, který v roce 1882 uvádí čtyři typy: zaživací, svalový, dechový a mozkový. Dalším originálním pokračovatelem byl Manouviere, který stanovil tři typy: makroskeletní (relativně nejdelší končetiny), mezoskeletní (normální proporce) a mikroskeletní (dolní končetiny relativně nejkratší). Svoji metodu založil na skeletním indexu (poměru délky dolních končetin k délce trupu vyjádřený v procentech). Ve třicátých letech byla u nás používána typologie Sigaudova, který vycházel ze spekulativního zjištění, že lidské tělo lze rozdělit na čtyři soustavy. Na tomto základě stanovil čtyři typy: dechový (respiratoire), zaživací (digestif), svalově-kloubní (musculaire) a mozkový (cérébral). Další typology byli Bunak, ten stanovil typy: stenoplastický (štíhlý), mesoplastický (střední) a euryplastický (široký) a Mac Auliffe se spolupracovníky.

1.2.2 Italská škola:

Škola byla založena antropologem Giovaninim. Metodu, výlučně založenou na antropometrii, rozvinul a podrobně definoval, jeho žák G. Viola. Svoji metodu mezi lety 1909 až 1933 průběžně rozvíjel a také publikoval. Revolučnost této metody spočívala ve snaze postihnout na konstitučním základě lidskou individualitu. Jednalo se o snahu stanovit typy jedinců pokud možno s největší diferenciací. Příčiny rozdílů jsou buď dědičné, nebo působením vlivu prostředí. Variace tělesné stavby potom teoreticky umístil na Gaussovu hřivnu, kde extrémny nazval brachytyp (makrosplanchnický) a longityp (mikrosplanchnický), modus představoval normotyp (normosplanchnický). Na antropometrickém stole, který Viola pro svoji metodu navrhl bylo nutné zaměřit 10

anropometrických rozměrů. Ze základních měr se pak vypočítají míry složené. Poměrně složitými výpočty se podle Violovy metody určovalo 18 tělesných typu. Pokud nebylo možno měřenou osobu zařadit, byla označena jako mixotyp. Podrobný popis v češtině podali (Tolar, Šabat 1943).

1.2.3 Německá škola:

Nejnámějším typologem této oblasti byl Kretschmer, který v roce 1921 vydal knihu *Körperbau und Charakter*. Ve své době nejlépe rozpracovaná studie, která měla dvě části: somatickou a psychickou. Společně se Sheldonem se pokoušeli o nalezení vztahu mezi tělesnou konstitucí a psychickými vlastnostmi. Cílem bylo vytvořit tzv. „psychotyp“. Tyto vztahy však byly mnohými autory kritizovány jako neprokazatelné. Stanovil tři základní typy, jejichž názvosloví se udrželo až do současnosti: pyknik, atletik a leptosom.

Astenický typ - je charakterizován normální výškou, avšak omezenou šířkou těla. Osoba tohoto typu nepřibírá na váze ani při přejídání, chybí jí podkožní tuková vrstva, kostra je gracilní, svalstvo nedostatečně vyvinuté. Je nalézán sklon k anémii, hrudník je plochý, žebra vstupují, epigastrický úhel ostrý. Končetiny jsou velmi štíhlé, prsty u ruky spíše kónické. Trup je dlouhý, břicho ploché až vkleslé. Hlava je malá, obličej úzký a oválný se zdůrazněnými rysy, mírně ubíhavé čelo, velmi dlouhý nos a málo vyvinutá brada. Vlasová hranice zasahuje do čela a na spánky. Obočí široké a husté, často spojené nebo protažené ke spánkům, rozložení vousů je u mužů nepravidelné, vývoj axilárního a pubického ochlupení je střední, občas chudý. Na pažích a nohou rostou většinou krátké chlupy. Je zde významná tendence k nástupu známek stárnutí již ve věku mezi 35-40 lety.

Atletický typ - je střední výšky se silně vyvinutou kostrou a svalstvem i hrudníkem. Břicho je svalnaté a nevystupující. Všechny obvody jsou zvětšené svalovou hmotou a robustními kostmi. Kosterní podklad vystupuje zejména v obličejí, silně se uplatňují klíční kosti, zápěstí, loket atd. V obličejí vynikají zejména lícni kosti,

nadočnicové oblouky, mohutná dolní čelist. Tvař je dlouhá, oválná, často s plochým nosem. Hlava střední velikostí nasedá na dlouhý krk, ramena jsou široká, záda se rychle zužují ke štíhlým bokům. Kůže je elastická, silná s dobrým turgorem, s poměrně malým množstvím podkožního tuku a pojiv. Končetiny jsou spíše dlouhé.

Piknický typ - u pyknického typu převažují šířkové rozměry nad vertikálními. Obvody hlavy, hrudníku a břicha jsou velké, zejména předozadní průměr hrudníku a břicha. Je zde tendence k ukládání tuku v obličeji a na trupu. Krk je krátký a tlustý, břicho tučné a prominující na rozdíl od klenutého, hlubokého a krátkého hrudníku. Tvar obličeje má tvar pětiúhelníku, nos je rovný nebo konkávní, široký, často přecházející plynule v čelo. Obočí bývá málo vyvinuté, růst vousů přiměřený, přechází z tváře na krk. Často se vyskytují velké lysiny. Končetiny jsou drobné, oblé, s málo vyvinutými svaly. Hřmotnost pyknika je dána rozměry trupu, především břicha. Na obličeji, hýždích a lýtkách je silná tuková vrstva, zatímco na předloktí, rukou, akromiálním konci ramene a na nohou je poměrně slabá. S věkem se podkožní tuková vrstva zvětšuje především na břiše.

Kretschmer zpočátku určoval své typy aspekci, později doporučoval i řadu antropometrických šetření. Na jeho systém navazovali svými pracemi Galant a Schmitz se snahou o jemnější rozlišení krajních typů a také Conrad, který kromě základních typů- pyktomorfa, metromorfa a leptomorfa, popisuje i mezitypy.

Teoretickými úvahami o lidských konstitucích a typologických systémech a jejich přednostech či nedostacích se zabývali i někteří další autoři, např. Tolar a Šabat (1943) a jiní.

1.2.4 Sheldon a jeho následovníci:

Vývoj typologie pokračoval dále ve snaze více diferencovat lidské postavy z hlediska konstituce. Setkáme se s tím v pracích Sheldona, jeho následovníků a kritiků.

William Sheldon (1898 – 1977), americký psycholog, který věnoval svůj život studiu tělesné stavby a psychickými projevy (pokračovatel Kretschmera). Vyučoval na několika amerických univerzitách a svoje vědomosti publikoval v knize *Varieties of*

human physique v roce 1940. Svoji typologii založil nejdříve na rozřídění asi 4000 fotografií mužů (zepředu, z boku a zezadu). Poté ji zpřesnil a definoval tři základní komponenty – endomorfní, mezomorfní a ektomorfní.

Sheldon ve své metodě vycházel z poznatku, že v lidské populaci neexistují pouze vyhraněné konstituční typy, nýbrž celá škála typů tělesné stavby. Studoval velké množství antropometrických dat u rozsáhlého materiálu. Na základě těchto zkušeností dospěl ke zcela novému způsobu stanovení somatotypu. Roku 1940 publikoval se svými spolupracovníky knihu *Varieties of human physique*, ve které popisuje svoji typologickou metodu, značně odlišnou od všech předchozích. Vychází ze základního požadavku definovat tělesnou stavbu jedince tak, aby plně vynikla jeho individualita. Zde vůbec poprvé uvádí pojem "somatotyp". Podle Sheldonovy metody podmiňují tělesnou stavbu 3 komponenty (endomorfní, mezomorfní a ektomorfní), názvy těchto komponent jsou odvozeny od tří zárodečných listů - endodermu, mezodermu a ektodermu. Domníval se, že převaha určitého zárodečného listu a tkání z něj vznikajících, podmiňuje geneticky determinovaný tělesný typ = morfogenotyp. Tyto Sheldonovy názory však nelze beze zbytku přijmout. Pro každou z komponent určil sedmibodovou stupnici a extrémní typy nazval a číselně označil takto:

- Endomorf 7 - 1 - 1
- Mezomorf 1 - 7 - 1
- Ektomorf 1 - 1 - 7

Pro stanovení somatotypu používal velmi složitou metodu. Vycházel ze standardní fotografie, na které zjišťoval 17 parametrů. Roku 1954 vydal Sheldon „Atlas of man“, v němž píše o zjednodušené metodě založené na fotoskopickém určení somatotypu. Z hodnocení jednotlivých komponent přešel na hodnocení postavy jako celku. I přes toto zjednodušení bylo určování somatotypu touto metodou poměrně složité, protože vyžadovalo značnou zkušenost a praxi a navíc pomocí jeho atlasu bylo možno stanovit somatotyp pouze u mužů. Petersen se snažil o obdobnou práci, umožňující stanovení somatotypu u dětí, a tak sestavil atlas dětí.

Somatotypy určené Sheldonovou metodou bylo možné graficky dokumentovat v tzv. sférickém trojúhelníku (graf je zjednodušeným dvojrozměrným průmětem trojrozměrného uspořádání v objemu krychle).

Nejvýznamnějšími pracovníky, kteří navázali na Sheldonovy studie jsou Parnell, Heathová a Carter. Parnell se snažil odstranit ze Sheldonovy metody subjektivní chybu, vznikající při posuzování fotografií a zavedl místo antroposkopie metodu antropometrickou. Svou metodu stále zlepšoval a zpřesňoval, až v roce 1958 uvedl zjednodušenou tabulku, která se stala základem pro tabulku vytvořenou Heathovou a Carterem (Riegrová, Ulbrichová 1993).

1.3 Určení somatotypu podle Heathové a Cartera

Jako první se pokusila upravit Sheldonovu metodu Heathová, která upozornila na nutnost rozšířit stupnici na vyšší bodové ohodnocení než stanovil Sheldon (nejvyšší hodnota na stupnici byla 7). Upřesnila bodování jednotlivých komponent, navrhla rozšíření bodovací stupnice směrem nahoru a rozdělení celých bodů na půlbody. Vyloučila věkové rozdíly a sestavila tabulky založené na hodnotách tělesné výšky a hmotnosti tak, že je jejich použití možné pro všechny věkové kategorie i pro obě pohlaví.

Ze spolupráce Heathové a Cartera vznikla definitivní verze modifikované Sheldonovy metody, která nese jejich název. Tato modifikovaná metoda se stala nejpoužívanější metodou ke stanovení somatotypu. Poměrně přesné označení morfologické struktury jedince třemi čísly dává totiž možnost rozlišení velké variability typů tělesné stavby, které se v populaci vyskytují. V dalších publikacích se běžně používá pod zkratkou H - C.

Určování somatotypu podle Heathové a Cartera má oproti jiným metodám značné výhody, i proto je v současnosti nejpoužívanější metodou.

Výhody:

- hodnocení mužů, žen i dětí
- možnost určit neomezené množství přechodných typů
- grafické vyjádření

- standardizovaná antropometrie s maximálním vyloučením subjektivního hodnocení

O pár let později u nás s metodou H – C pracovali a také ji i popsali Štěpnička (1972, 1976), Náprstková (1973), Chytráčková (1979), Bláha (1986), Riegrová, Ulbrichová (1993). Jednotlivé komponenty definují následovně:

1.3.1 Endomorfie

První komponenta - *endomorfie* se vztahuje k relativní tloušťce osob, ale její vztah je i k relativní hubenosti. Endomorfie tedy hodnotí množství podkožního tuku a leží na kontinuu od nejnižších hodnot k nejvyšším (Štěpnička, 1979). Endomorfní komponenta charakterizuje tělesný typ se zakulacenými tvary těla, s měkkým svalstvem a s nadbytkem tukové tkáně. Břicho vystupuje před hrudník, obvod pasu je větší než obvod hrudníku. Dalšími rysy jsou relativně velká hlava, široká tvář, krátké končetiny a prsty, celkově rozložitý, oblý tvar těla, malý tělesný povrch, nízký energetický výdej. Endomorfové mají často dobrý potenciál k nabírání svalstva, ale obtížně se zbavují tuku. Malá aktivita vede k riziku obezity a srdečním onemocněním. Důležitý je tudíž důraz na aerobní aktivity. Endomorf se hodí např. na vzpírání, zápas, veslování, vodní sporty popřípadě kulturistika. Hájek (2001) uvádí, že extrémní endomorf má označení 8-1-1. Ke zjištění endomorfní komponenty se měří tloušťka tří kožních řas:

- kožní řasa nad trojklaným svalem pažním (m.triceps)
- kožní řasa pod dolním úhlem pravé lopatky
- kožní řasa na pravém boku nad hřebenem kosti kyčelní (nad spinou)

Součet naměřených hodnot v milimetrech se k zjištění čísla (bodů) komponenty porovná s tabulkou. Obecně platí, že endomorfní komponenta je brzdící složkou výkonnosti a má tedy záporný vliv na výkonnost (zvláště je-li 4 a vyšší), resp. její nadbytečnost snižuje zdravotně orientovanou zdatnost běžné populace. Nízké hodnocení

v endomorfní komponentě označuje typ jedince s malým množstvím podkožního tuku, vysoké ohodnocení typ s vysokým množstvím podkožního tuku (Riegrová, Ulbrichová 1993).

1.3.2 Mezomorfie

Druhá komponenta- *mezomorfe* se vztahuje k relativnímu svalově kosternímu rozvoji ve vztahu k tělesné výšce. Oceňuje jej a leží na kontinuu od nejnižších hodnot k nejvyšším (Štěpnička, 1979). Mezomorfie může být považována za hubenou tělesnou hmotu ve vztahu k tělesné výšce, skládající se z muskuloskeletárního systému měkkých orgánů a tělesných tekutin (nebo také celého těla bez podkožního tuku). Mezomorfní komponenta charakterizuje tělesný typ s převládajícím masivním svalstvem a masivní kostrou. Typická je určitá hranatost těla s výrazným svalovým reliéfem. Obvod hrudníku převyšuje obvod břicha. Hrudník s rameny je široký. Končetiny jsou svalnaté a jejich délka není konstantním znakem, podobně i velikost hlavy. Pánevní bývá mohutnější. Držení těla je dobré, bederní lordóza je jen někdy mírně zvětšena. Mezomorf se vyznačuje středně rychlým energetickým výdejem, na silový trénink reaguje rychlým přírůstkem svalové hmoty a uplatnění má např. v kulturistice, sprintech, plavání nebo v gymnastice. Extrémní mezomorf má označení 1-8-1 (Hájek, 2001).

Při zjišťování mezomorfní komponenty se měří rozměry epikondylů kosti stehenní (femuru) a kosti pažní (humeru), obvod paže ve flexi a obvod lýtka, od nichž se odečte podkožní tuk na příslušných řasách. Naměřené hodnoty jsou upraveny poměrem k tělesné výšce. Příslušné tabulky umožní vyhledat odpovídající číslo (body) pro mezomorfní komponentu. Vliv velikostí stupně mezomorfní komponenty má obecně zásadní význam pro lepší výsledky v motorických testech základní tělesné výkonnosti (zdatnosti) u běžné populace. Nízká hodnota mezomorfie označuje jedince se slabou kostrou a málo vyvinutým svalstvem, vysoká hodnota mezomorfie typ s markantním kosterně svalovým rozvojem (Riegrová, Ulbrichová 1993).

1.3.3 Ektomorfie

Třetí komponenta - ektomorfie se vztahuje k relativní délce částí těla. Stanovení třetí komponenty je založeno především na indexu podílu výšky ke třetí odmocnině z hmotnosti. Tento poměr a určení třetí komponenty spolu souvisí tak, že na dolním konci svého rozsahu zaznamenávají relativní krátkost různých tělesných rozměrů, horní konec znamená relativní délku různých tělesných rozměrů (Štěpnička, 1979). Hodnotí formu a stupeň podélného rozložení první a druhé komponenty. Dominuje-li ektomorfní komponenta, vykazují jedinci této skupiny somatotypu často dobré výsledky v testech motorického nadání. Ektomorfní komponenta charakterizuje tělesný typ se slabým svalstvem, slabými kostmi a převažujícími znaky tělesné křehkosti. Trup je relativně krátký, končetiny relativně dlouhé a slabé. Prsty jsou dlouhé a křehké. Hrudník je plochý a úzký. Pánev je rovněž relativně malá. Břicho bývá ploché. Ramena jsou skleslá, záda kulatá (hrudní kyfóza). Krk bývá dlouhý s vadným držením hlavy a krku. Dalšími rysy ektomorfie jsou velký povrch těla, rychlý energetický výdej, málo tukových buněk. Špatně nabírá svalovou hmotu, vyžaduje méně náročný trénink, potřebuje delší pauzy mezi sériemi, vysoký příjem bílkovin a dostatek odpočinku. Ektomorf se hodí na vytrvalostní sporty, skok vysoký nebo basketbal a volejbal. Extrémní ektomorf má označení 1-1-8 (Hájek, 2001).

Každá z komponent se hodnotí s přesností na 0,5 bodu a teoreticky není stupnice na horním konci omezena. Z praxe však vyplývá, že u extrémních typů byla naměřena v endomorfní komponentě maximální hodnota 14, v mezomorfní komponentě maximálně 10 a v ektomorfní komponentě maximálně hodnota 9. To prokázala dosavadní praxe měření somatotypů. Neznamena to však, že by v některé z komponent nemohly být nalezeny typy s vyššími hodnotami, než jaké uvádíme (Štěpnička, 1979).

Metoda Heathová - Carter je v současnosti nejvhodnější ke stanovování tělesných typů. Velikostí jednotlivých komponent má značný vliv na motoriku. Geneticky je dán asi ze 70%. Somatotyp lze částečně ovlivňovat ve smyslu pozitivním i negativním. Nejvíce se dá ovlivnit endomorfní komponenta (je to dáno snadnější manipulací s podkožním tukem), ostatní dvě komponenty (mezomorfie a ektomorfie) méně. Obecně platí, že komponenty endomorfní a ektomorfní korelují s výsledky

motorických testů ve všech případech záporně nebo velmi nízko, zatímco mezomorfni komponenta ve všech případech kladně, nejvíce pak v testech silových schopností (Riegrová, Ulbrichová 1993).

1.4 Antropometrie pro stanovení somatotypu

Pro stanovení somatotypu metodou Heath - Carter je třeba provést antropometrická měření, hodnoty pak zanést do příslušných protokolů (nomogramu) a pomocí nich vyhodnotit stupně jednotlivých komponent. Na měřeném probandu je třeba zjistit následující antropometrické parametry:

Tělesná výška

Tělesná výška je vertikální vzdálenost nejvyššího bodu na temeni hlavy (vertex) od podložky. Postoj při měření je vzpřímený, proband je ve stoji spojném na plných chodidlech, paty, hýždě, lopatky a eventuelně i hlava se dotýkají stěny. Hlava je ve frankfurtské rovině. V okamžiku měření je proband ve vdechové poloze.

Tělesná hmotnost

Tělesná hmotnost je nutné, aby proband byl ve spodním prádle, jakékoli jiné části oděvu by mohly ovlivnit výsledky.

Tloušťka kožních řas

Tloušťka kožních řas měření tloušťky kožních řas pomocí kaliperu (tloušťkoměru) je neinvazní laboratorní i terénní metoda posuzování "tukové" frakce tělesného složení. Na mnoha místech je možné kůži zřasit a takto nadzvednutou kožní řasu změřit. Přibližně na 15 místech jsou mezinárodní dohodou určeny standardizované body, které jsou přesně definované, kde se měření provádí (nad dvojhlavým svalem pažním, nad trojhlavým svalem pažním, pod lopatkou, na hrudníku ve výši 10. žebra, nad hřebenem kosti kyčelní, řasa nad čtyřhlavým svalem stehenním, nad patellou a na

lýtku). Samotná kůže nevykazuje velké rozdíly v tloušťce, avšak tloušťka celé řasy může být podle velikosti vrstvy podkožního tuku na těle velmi rozdílná. Přímým měřením kožních řas získáme poměrně přesnou informaci o hodnotách podkožního tuku (tukové tkáně). Asi polovina celkové tukové tkáně v těle člověka je uložena pod kůží. Její množství má bezprostřední vztah ke zdravotnímu stavu, stavu výživy a zprostředkovaně i k tělesné zdatnosti.

Z kaliperace se určuje přímá hodnota tloušťky podkožního tuku na jednotlivých řasách. Tyto údaje jsou často využívány pro konstrukci rovnic ze kterých se odhaduje % celkového tělesného tuku.

Měří se tloušťka dvojité vrstvy kožní řasy s příslušným podkožním tukem. Kožní řasa s podkožním tukem se uchopí pevně palcem a ukazovákem levé ruky a tahem se oddělí od svalové hmoty. Drží se pevně po celou dobu měření, řasa se však nesmí příliš vytahovat. Pravou rukou uchopíme kaliper, rozevřeme ramena a jejich dotykové plošky se přiloží ke kožní řase 1 cm od palce a ukazováku. Po přiložení dotykových plošek na kožní řasu uvolníme prsty pravé ruky páku a tlak čelistí na kožní řasu začne působit. Za 1-2 sekundy od okamžiku, kdy začne tlak působit, odečítáme na číselníku. (Štěpnička, 1979).

- Kožní řasa nad tricepsem - proband stojí zády k experimentátorovi ve volném připažení. Kožní řasa se vytáhne palcem a ukazovákem levé ruky vzad na pravé paži nad tricepsem uprostřed mezi acromionem a olecranonem. Kožní řasa se zvedne ve směru podélné osy paže.



Obr. 1. Měření kožní řasy nad tricepsem

- Kožní řasa pod lopatkou (subskapulární) - proband stojí zády k experimentátorovi vzpřímeně, avšak s uvolněným zádovým svalstvem. Kožní řasa se vytáhne palcem a ukazovákem levé ruky těsně pod dolním úhlem pravé lopatky šikmo dolů (rovnoběžně se žebry).



Obr. 2. Měření kožní řasy pod lopatkou

- Kožní řasa nad spinou (suprailiackální) - proband stojí ve vzpřímeném postoji čelem k experimentátorovi. Kožní řasa se vytáhne palcem a ukazovákem levé

ruky asi 3 cm nad pravým předním trnem kyčelním horním (spina iliaca anterior superior) směrem mediálním a mírně kaudálním.



Obr. 3. Měření kožní řasy nad spinou

- Kožní řasa na lýtku - proband se posadí na židli, chodidla jsou na zemi mírně od sebe. Kožní řasa se vytáhne palcem a ukazovákem levé ruky na pravém lýtku v místech největšího vyklenutí trojhlavého svalu lýtkového (m. triceps surae) ve směru podélné osy bérce.



Obr. 4. Měření kožní řasy na lýtku

Kostní rozměry

Kostní rozměry měří se vzdálenost epikondylů na distálním konci humeru a femuru. Plošky ramen posuvného měřítka se přiloží na epikondyly takovým způsobem, že rovina proložená rameny měřítka pŕlÍ úhel, který svÍrá kloub loketní, nebo kolenní. Měření se provádÍ na obou končetinách a zaznamenává se větší naměřená hodnota.

- Vzdálenost mezi epikondyly humeru (rozměr bieepikondylární) - paže probanda je v předpažení pokrčmo, předloktí s kostí pažní svÍrá úhel 90 stupňů.
- Vzdálenost mezi epikondyly femuru (rozměr bieepikondylární) - proband sedí na židli, chodidla jsou na zemi a stehno s bérceem svÍrá úhel 90 stupňů.

Obvody paže a lýtka

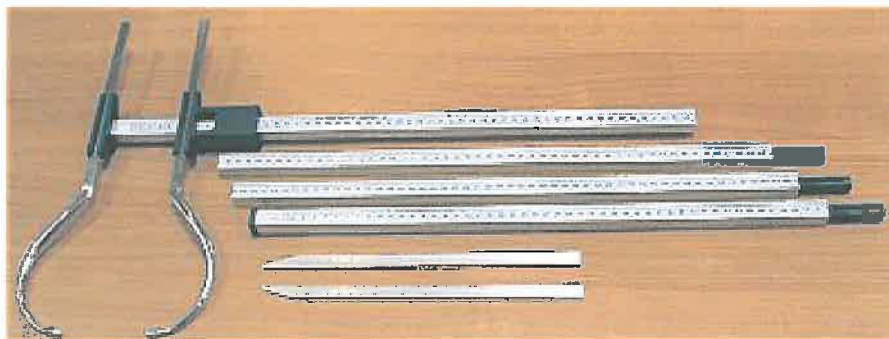
Obvody paže a lýtka obvod se měří kolmo k podélné ose paže nebo bérce. Měření se provádÍ v místech největšího obvodu. Pásmo je při měření v lehkém kontaktu s kůží, nesmÍ tlakem nijak deformovat tkáň. Obvod se měří na obou končetinách a zaznamenává se vyšší naměřená hodnota.

- Obvod paže - paže probanda je ve skrčení předpažmo, předloktí supinováno, ruka sevřená v pěst, v loketním kloubu je maximální flexe, biceps je v silné kontrakci. Měří se v místě největšího obvodu.
- Obvod lýtka - proband stojí na zvýšeném místě v mírném stoj rozkročném, váha je rovnoměrně rozložena na obou chodidlech. Páska se přiloží na obvodu lýtka blízko kolene a pomalu se posunuje dolů (a event. pak nahoru), dokud se nezjistí místo největšího obvodu.

1.4.1 Základní antropometrický instrumentár pro měření somatotypu

Antropometr - dvoumetrová kovová tyč s milimetrovou škálou a jezdcem se zasunovacími pohyblivými (rovnými nebo obloukovými) jehlami. Měřidlo je složené ze

čtyř dílů a je opatřeno dvěma stupnicemi pro odečítání výškových, délkových eventuálně šířkových rozměrů. Nejhořejší díl lze použít samostatně.



Obr. 5. Antropometr

Váha (digitální) nášlapná - k určení hmotnosti s přesností na 0,1 kg.



Obr. 6. Váha digitální nášlapná

Posuvné měřítko (modifikovaný thorakometr) - k měření biepikondylárních diametrů na živém těle se používá měřidlo se zaoblenými konci měřících ramen. Sloupek z hliníkového čtvercového profilu je ze dvou stran opatřen milimetrovou stupnicí. Ve výřezu posuvného ramene lze proto z obou stran odečítat naměřené hodnoty



Obr. 8. Posuvné měřítko

Pásová míra – k měření tělesných obvodů. Může být několik provedení např. látková, ocelová nebo plastová.



Obr. 9. Pásová míra

KALIPER – je určen ke standardnímu měření kožních řas. Měření se provádí pod standardním tlakem 10 g/mm².



Obr. 10. Kaliper (Harpendenský)

1.5 Převod zjištěných antropometrických údajů na body somatotypu

Vypočtení somatotypu se provádí buď pomocí počítačového programu nebo pomocí nomogramu (protokol pro zápis somatometrických charakteristik získaných při antropometrických měření (viz. příloha 1)). V případě použití protokolu se postupuje následovně:

1.5.1 Endomorfie

Obodování první - endomorfní komponenty. Do sektoru „podkožní tuk” se zapíší výsledky měření kaliperem. Sečtou se hodnoty prvních tří změřených kožních řas (triceps, subscapularis, suprailiaca) a zakroužkuje se na stupnici nejbližší hodnota

zjištěné sumy podkožního tuku. Ve sloupci pod zakroužkovanou hodnotou sumy budou označeny body endomorfní komponenty.

1.5.2 Mezomorfie

Obodování druhé - mezomorfní komponenty se provede tak, že do druhého sektoru vlevo budou zaneseny příslušné zjištěné antropometrické výsledky. Do prvního řádku se zaznamená tělesná výška. Vpravo se pak označí místo mezi dvěma nejbližšími hodnotami námi naměřené výšky, nejlépe šipkou. Do druhého řádku pak bude zaznamenán rozměr mezi epikondyly humeru. Do třetího mezi epikondyly femuru. Do čtvrtého se zapíše obvod paže a hned vedle vpravo bude zapsána hodnota obvodu paže zmenšená o hodnotu kožní řasy nad tricepsem. V pátém řádku je zapsána hodnota obvodu lýtku, a napravo od ní tatáž hodnota zmenšená o hodnotu kožní řasy měřené na lýtku. V pravém sektoru se vždy zakroužkuje nejbližší odpovídající hodnota. Jestliže je hodnota přesně mezi dvěma čísly, zakroužkuje se nižší hodnota. Dále se počítá jen se sloupci, nikoliv s jednotlivými číselnými hodnotami. Nalezne se sloupec nebo místo mezi sloupci, které je průměrem sloupců jen pro kostní diametry a oba obvody (nikoliv pro tělesnou výšku). Za výchozí (nulový) se považuje sloupec ležící co nejvíc vlevo, se zakroužkovanou číselnou hodnotou. Od tohoto sloupce se bude počítat všechny počet sloupců, o který se musí postoupit doprava, aby bylo dosaženo všech tří zakroužkovaných čísel. Získaný součet se vydělí čtyřmi. Pak se použije tohoto čísla získaného dělením a od prvního zakroužkovaného sloupce bude odpočítán ve směru doprava takový počet sloupců. Výsledný bod se označí hvězdičkou (může být i mezi sloupci). Nadále se berou v úvahu opět pouze sloupce. Od vyznačené hvězdičky bude odpočítán horizontálně počet sloupců k označené tělesné výšce. Záleží rovněž na směru hvězdičky od označené tělesné výšky. Jestliže je napravo od značky pro tělesnou výšku, počítá se počet sloupců vpravo od čísla 4, je - li vlevo, počítá se vlevo od čísla 4. Dosažená hodnota bude zakroužkována v řádce „2. komponenta“.

1.5.3 Ektomorfie

Obodování třetí – ektomorfní komponenty se získá po zaznamenání tělesné hmotnosti a příslušného indexu $\text{výška} / \sqrt[3]{\text{hmotnost}}$ (vlevo) tak, že v protokolu na

stupnici vpravo se zakroužkuje hodnota té nejbližší vypočtené hodnotě. Ve sloupci těsně pod zakroužkovanou hodnotou se označí kroužkem v řádce „3. komponenta”.

Z řádků 1. komp., 2. komp. a 3. komp. budou vypočítány zakroužkované hodnoty a přepsány do kolonky antropometrický somatotyp, která je umístěna v dolní části protokolu.

Extrémních typů, tzn. těch typů, které jsou bodovány 7 v některé z komponent, je velmi málo. Nejčastější jsou tedy typy přechodné (viz. kap. 1.7).

1.6 Znázornění somatotypu v grafu a jejich srovnávání

K přehledné a rychlé orientaci rozložení somatotypu slouží somatograf (viz. příloha 2). Nejčastěji zaznamenáváme somatotypy jako tečky. Kromě toho nám známý graf umožňuje další analýzy založené na kategoriích jednotlivých somatotypů. Somatograf je rozdělen na sektory třemi osami, které se protínají ve středu sférického trojúhelníka. Pokud je somatotyp vyjádřen v celých jednotkách, není problém umístit ho na příslušné místo do grafu. Ale i somatotypy vyjádřené půlbodovým ohodnocením v některé z komponent můžeme přesně zaznamenat v somatografu. Graf je založen na vztahu mezi hodnotami tří komponent, můžeme tedy použít vzorce pro umístění každého naměřeného somatotypu. K tomu nám poslouží souřadnicová síť se somatografem. Začátek souřadnic x , y , je v bodě 4-4-4. Vzorce pro souřadnice x , y , jsou:

$$x = III - I$$

$$y = 2 \cdot II - (I + III), \text{ kde}$$

I = endomorfní komponenta

II = mezomorfní komponenta

III = ektomorfní komponenta

Do somatografu lze zaznamenávat i ty somatotypy, které jsou mimo hranice grafu, tzn. s vyššími hodnotami některé z komponent (např. 10 v endomorfii apod.). V grafu jsou na některých místech body, kde jsou uvedeny současně hodnoty i dvou

somatotypů. V těchto bodech jsou místa pro somatotypy, které mají podobnou relativní dominanci komponent, ale různou velikost.

Pokud se porovnávají dva somatotypy jako celek, je použito výpočtu vzdálenosti mezi somatotypy = SDD (podle Rosse a Wilsona). Tento vztah je vyjádřen vzorcem:

$$SDD_{1-2} = \sqrt{3 \cdot (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

kde 3 je konstanta, která pod odmocninou konvertuje jednotky x a y, a tak posuzuje všechny vzdálenosti somatotypů vzhledem k ordinální stupnici somatografu (viz. příloha 2)

x_1, y_1 jsou souřadnice prvního somatotypu,

x_2, y_2 jsou souřadnice druhého somatotypu.

Dále se pak může vypočítat index rozptýlení somatotypů = SDI, což je průměrná vzdálenost všech uvažovaných somatotypů (např. určitého souboru) od průměrného somatotypu. K získání tohoto indexu se musí nejprve vypočítat průměrný somatotyp a pak se určí jeho souřadnice x a y. Poté se vypočítají jednotlivé vzdálenosti všech somatotypů daného souboru od průměrného somatotypu. Pro index rozptýlení somatotypů (SDI) platí vzorec:

$$SDI = \frac{\sum_{i=1}^n SDD_i}{n}$$

Výpočtu vzdáleností mezi somatotypy (SDI) se používá hlavně v longitudinálním výzkumu a ve všech případech, kdy hodnotíme vztah dvou somatotypů na somatografu. Index rozptýlení somatotypů slouží jako popisná charakteristika souboru, která vyjadřuje rozptýlení okolo průměrného somatotypu.

1.7 Kategorie somatotypů podle Cartera

Somatotypy může být dělen do různých kategorií podle našich potřeb a podle záměru, který je sledován. Nejčastěji se dělí podle dominance jednotlivých komponent a podle jejich vzájemného poměru (Štěpnička 1979). Pro vzniklé kategorie se používá slovního označení.

Vyrovnaní endomorfové_- dominantní je první komponenta, ostatní se sobě rovnají nebo se neliší o víc než půl bodu.

Mezomorfní endomorfové_ Endomorfie je dominantní a mezomorfní komponenta je větší než ektomorfní.

Mezomorfové - endomorfové_- první a druhá komponenta se sobě rovnají nebo se neliší o více než půl bodu, třetí komponenta je nižší.

Endomorfní mezomorfové_- druhá komponenta je dominantní a první komponenta je vyšší než třetí komponenta.

Vyrovnaní mezomorfové_- druhá komponenta je dominantní, první a třetí komponenta jsou nižší než druhá, ale obě stejné nebo se neliší víc než o půl bodu.

Ektomorfní mezomorfové_- druhá komponenta je dominantní a třetí komponenta je vyšší než první.

Mezomorfové - ektomorfové_- druhá i třetí komponenta se sobě rovnají nebo se neliší více než o půl bodu, první komponenta je nižší.

Mezomorfní ektomorfové_- třetí komponenta je dominantní a druhá je vyšší než první.

Vyrovnaní ektomorfové_- třetí komponenta je dominantní, první a druhá komponenta se sobě rovnají a jsou nižší nebo se neliší více než o půl bodu.

Endomorfní ektomorfové_- třetí komponenta je dominantní a první je vyšší než druhá.

Endomorfové - ektomorfové_- první a třetí komponenta se sobě rovnají nebo se neliší víc než o půl bodu, druhá komponenta je nižší.

Ektomorfní endomorfové - první komponenta je dominantní a třetí komponenta je vyšší než druhá.

Střední somatotypy - žádná komponenta se neliší více než o jeden bod od ostatních komponent a skládá se z hodnot 3 a 4 nebo 2 a 3.

2. Vědecká otázka, hypotézy

a) Vědecká otázka

Nové metody v oblasti vícerozměrné statistiky a výpočetní možnosti moderních počítačů umožňují revizi metodik používaných po několik desetiletí, které byly validizovány na základě méně pokročilých metod. Přestože (a protože) je typologie dle Sheldona a metodika měření jeho pokračovatelů ve světě stále všeobecně přijímána, je třeba neustále aktualizovat a potvrzovat jejich validitu pomocí nově vyvíjených statistických a metodologických postupů. Vzhledem k těmto faktům je vědecká otázka řešená v této práci formulována následovně:

Jaká je faktorová struktura metodiky měření somatotypu a odpovídá tato struktura teorii somatotypů dle Sheldona?

b) Hypotézy

- 1) V baterii pro měření somatotypu budou identifikovány 3 faktory odpovídající endomorfní, mezomorfní a ektomorfní komponentě
- 2) RMSEA tohoto 3-faktorového modelu bude menší než 0.07.
- 3) Nejlépe bude identifikována struktura příslušná k mezomorfní komponentě (RMSEA<0.06)

3. Metodická část

3.1 Vzorek

Ke zpracování této diplomové práce byla použita antropomotorická data naměřená v rozmezí let 1985 – 1995 katedrou antropomotoriky na FTVS. Měření somatotypu se provádělo metodou Heath – Carter. Ze všech naměřených somatotypů bylo náhodně vybráno 1005 formulářů (monogramů (viz. příloha 1)). V poměru 779 mužů a 226 žen, kteří byli studenti oborů tělesné výchovy a sportu, tělesné výchovy a biologie, tělesné výchovy a matematiky, rehabilitace, trenérství a vojenského oboru. Měření probíhalo ve všech ročnících a průměrný věk měřených byl 21 let.

3.2 Statistické zpracování dat

Tato naměřená data tvořila podklad pro stanovení faktorové struktury somatotypů dle metodiky Heath-Carter. Jednotlivé indikátory komponent jsou následující:

- Triceps – kožní řasa nad troj hlavým svalem pažním
- Subscap – kožní řasa pod lopatkou
- Suprail – kožní řasa nad trnem kyčelním horním
- Calf – kožní řasa na lýtku
- Height – výška probanda
- Epikhumer – vzdálenost mezi epikondyly kosti pažní
- Epikfemur – vzdálenost mezi epikondyly kosti stehenní
- Circhumer – obvod paže
- Circcalf – obvod lýtky
- Weight – váha

Pro stanovení struktury somatotypu, resp. pro testování jednotlivých hypotéz o struktuře somatotypu byl použit program LISREL (Jöreskog & Sörbom, 2005). Vzhledem k intervalovému charakteru dat je doporučováno použití kovariancí a metody maximum likelihood (v případě nenormálního rozložení robust maximum likelihood)

pro odhad parametrů modelu (Štochl, 2005). V případě použití robust maximum likelihood je též třeba vypočítat příslušnou asymptotickou kovarianční matici (Jöreskog & Sörbom, 1993). Kovarianční matice a příslušné asymptotické kovariance byly vypočteny pomocí programu PRELIS (Jöreskog & Sörbom, 2002).

Jak uvádí např. Boomsma (2000) je vhodné nejdříve modelovat jednotlivé dimenze (v našem případě jednotlivé komponenty somatotypu). Tyto submodely jednotlivých dimenzí se nazývají modely měření. Jejich účelem je zejména posouzení unidimenzionality a ověření validit jednotlivých indikátorů.

4. Výsledky

Následující kapitola bude prezentací výsledků modelování somatotypu dle Heathové a Cartera. V první části budou prezentovány základní statistické parametry dat korelační vztahy mezi indikátory somatotypu za pomoci Pearsonova korelačního koeficientu. Následovat bude celkový model všech komponent, jehož účelem je zejména ověření vztahů mezi jednotlivými komponentami, resp. identifikace latentních proměnných vyšších řádů.

4.1 Statistické vlastnosti dat a korelační matice indikátorů

Základní přehled statistických vlastností jednotlivých indikátorů je uveden v tabulce 1. Je důležitý i pro volbu relevantní procedury odhadu parametrů.

Tabulka 1 Základní vlastnosti statistických dat

Proměnná	Průměr	Sm. odchylka	Šikmost	Špičatost	Normální rozložení
triceps	8,77	3,87	1,43	7,09	Ne
subscap	9,03	3,40	4,41	39,96	Ne
suprail	7,31	3,69	2,83	16,68	Ne
calf	7,98	3,86	1,98	10,25	Ne
height	173,98	14,45	-4,80	43,63	Ne
epikhumer	7,01	0,63	-1,08	8,91	Ne
epikfemur	9,96	1,22	16,19	396,57	Ne
circhumer	31,70	4,26	0,40	8,58	Ne
circcalf	36,99	2,85	-1,87	22,84	Ne
weight	70,55	13,29	1,84	25,12	Ne

V tabulce 1 uvádíme základní statistické vlastnosti dat získaných protokolů (nomogramů). Mezi základní data patří: průměrné hodnoty indikátorů, směrodatná odchylka, šikmost a špičatost a z toho vycházející rozložení dat. Průměr je součet všech jednotlivých indikátorů (př. váha), dělený počtem probandů. Směrodatná odchylka charakterizuje rozptýlení dat od průměru měřených indikátorů. Čím větší je směrodatná odchylka tím větší je rozptyl naměřených hodnot od průměru. V tomto případě je pozorován největší rozptyl u indikátorů váhy a výšky tzn. velké váhové a výškové rozdíly probandů. Šikmost a špičatost jsou statistické vlastnosti charakterizující tvar rozložení dat. Z hodnot šikmosti a špičatosti lze vyvozovat závěry

o normálnosti rozložení. Z tabulky 1 je patrné, že ani u jednoho z indikátorů nemá šikmost a špičatost hodnoty podporující hypotézu o normálním rozložení dat.

V tabulce 2 jsou uvedeny korelace mezi jednotlivými indikátory somatotypů. Vzhledem k intervalovému charakteru dat jde o Pearsonovské korelace.

Tabulka 2 Korelační matice jednotlivých indikátorů

	triceps	subscap	suprail	calf	height	epikhumer	epikfemur	circhumer	circalf	weight
triceps	1,00									
subscap	0,52	1,00								
suprail	0,54	0,66	1,00							
calf	0,76	0,52	0,55	1,00						
height	-0,14	0,00	-0,06	-0,16	1,00					
epikhumer	-0,36	-0,03	-0,13	-0,32	0,39	1,00				
epikfemur	-0,15	0,06	-0,04	-0,12	0,16	0,32	1,00			
circhumer	-0,34	0,08	-0,06	-0,25	0,20	0,60	0,33	1,00		
circalf	-0,07	0,21	0,11	0,03	0,38	0,45	0,47	0,62	1,00	
weight	-0,13	0,24	0,09	-0,10	0,38	0,57	0,30	0,64	0,68	1,00

Na první pohled jsou zřejmé vysoké korelace mezi jednotlivými indikátory endomorfní komponenty. Tyto komponenty vysoce korelují s hodnotami řas na lýtku. Další skupina vysokých korelací přísluší položkám epikhumer – weight. Překvapivě relativně nižší korelace je mezi tělesnou výškou a ostatními indikátory mezomorfní komponenty.

Z tabulky jsou patrné i další překvapivá zjištění - poměrně nízké korelace mezi tělesnou výškou a hmotností (0,38) a nízké korelace mezi hmotností a indikátory endomorfní komponenty : triceps (-0,13), subskapulární (0,24), suprailiální (0,09).

4.2 Faktorová analýza somatotypu

4.2.1 Endomorfní a ektomorfní komponenta

Vzhledem k počtu indikátorů endomorfní komponenty (pouze 3) a ektomorfní komponenty (2) není možno uspokojivě modelovat tyto složky somatotypu samostatně. Vzhledem k numerickým procedurám by byly tyto modely tzv. „underidentified“ (u ektomorfní komponenty) a „just identified“ (u endomorfní komponenty) a problém odhadu parametrů by přestal být problémem statistickým (u ektomorfní komponenty by

vůbec nebylo možno parametry modelu odhadnout). Fit „just identified“ modelu je vždy perfektní.

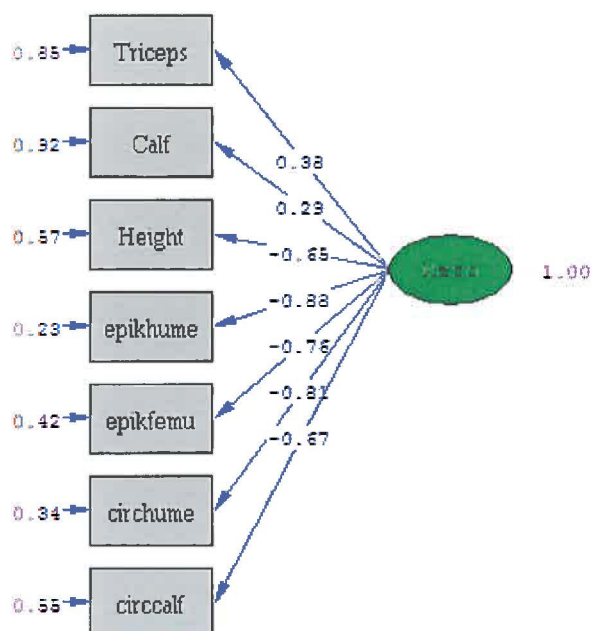
Endomorfní a ektomorfní komponenta budeme modelována až v části kompletního modelu somatotypu (viz. kap. 4.2.3)

4.2.2 Mezomorfní komponenta

Mezi základní indikátory mezomorfní komponenty jsou tělesná výška, vzdálenost epikondylů (humeru a femuru) a obvod paže a lýtku. V menší míře se také na určení mezomorfní komponenty podílí tloušťka řas na tricepsu a lýtku. Proto nejprve otestujeme model, který tyto proměnné zahrnuje. Výsledky prezentujeme v tabulkách 3 a 4 a na obrázku 11.

Tabulka 3 Kovarianční matice základních indikátorů

	Triceps	Calf	Height	epikhume	epikfemu	circhume	circcalf
Triceps	15,12						
Calf	11,43	15,21					
Height	-8,53	-8,87	123,11				
epikhume	-0,94	-0,72	4,01	0,36			
epikfemu	-0,58	-0,34	4,52	0,31	0,56		
circhume	-5,37	-3,43	20,82	1,74	1,82	16,75	
circcalf	-0,54	0,52	14,53	0,91	1,18	7,88	8,14



Obr. 11. Path diagram mezomorfní komponenty s indikátory kožních řas

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 14

Satorra-Bentler Scaled Chi-Square = 247,43 (P = 0.0)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.13

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.12 ; 0.14)

Normed Fit Index (NFI) = 0.95

Comparative Fit Index (CFI) = 0.95

Standardized RMR = 0.14

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.78

Tabulka 4 Residuální matice kovariancí

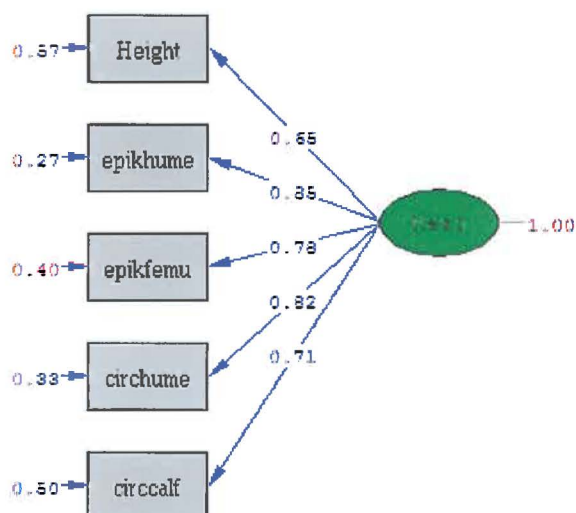
	Triceps	Calf	Height	epikhume	epikfemu	circhume	circcalf
Triceps	0,00						
Calf	9,76	0,00					
Height	2,34	-0,79	0,00				
epikhume	-0,15	-0,13	0,17	0,00			
epikfemu	0,27	0,29	0,37	0,00	0,00		
circhume	-0,39	0,27	-3,38	-0,02	-0,08	0,00	
circcalf	2,34	2,66	0,56	-0,10	0,08	1,48	0,00

Z tabulek. 3 a 4 a z indexů fitu je zřejmé, že uvedený model nesplňuje kritéria pro dobrý fit (viz. např. Browne & Cudeck (1993) nebo McDonald & Ho (2002)).

Je faktem, že ač jsou parametry proměnných tloušťka řas na lýtku a tricepsu ve výše uvedeném modelu signifikantní, jejich podíl na identifikaci mezomorfní komponenty je poměrně malý (zřejmé i z obrázku, faktorové validity jsou výrazně nižší než u ostatních proměnných). To je dáno mimo jiné měřítkem – tloušťka řasy je v milimetrech, zatímco obvod v centimetrech. Jinými slovy i relativně velká tloušťka řasy ovlivní obvod paže relativně málo. Totéž platí i pro lýtko. Z těchto důvodů byly tyto proměnné v následující analýze z modelu vyjmuty.

Tabulka 5 Kovarianční matice

	Height	epikhume	epikfemu	circhume	circcalf
Height	123,11				
epikhume	4,01	0,36			
epikfemu	4,52	0,31	0,56		
circhume	20,82	1,74	1,82	16,75	
circcalf	14,53	0,91	1,18	7,88	8,14



Obr. 12. Path diagram mezomorfní komponenty

Indexy fitu:

Degrees of Freedom = 5
 Satorra-Bentler Scaled Chi-Square = 22.55 (P = 0.00041)
 Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.059
 90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.036 ; 0.085)

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.042

Model AIC = 42.55

Normed Fit Index (NFI) = 0.99

Comparative Fit Index (CFI) = 0.99

Standardized RMR = 0.041

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.94

Tabulka 6 Fitted Residuals

	Height	epikhume	epikfemu	circhume	circcalf
Height	0,00				
epikhume	0,27	0,00			
epikfemu	0,30	0,01	0,00		
circhume	-3,49	0,02	-0,12	0,00	
circcalf	-0,19	-0,13	0,00	1,11	0,00

Z výše uvedeného je zřejmé, že takovýto model sedí na data velmi dobře.

4.2.3 Celkový model somatotypu.

Následující kapitola se bude věnovat celkovému modelu somatotypu, testovány budou modely zahrnující všechny 3 komponenty.

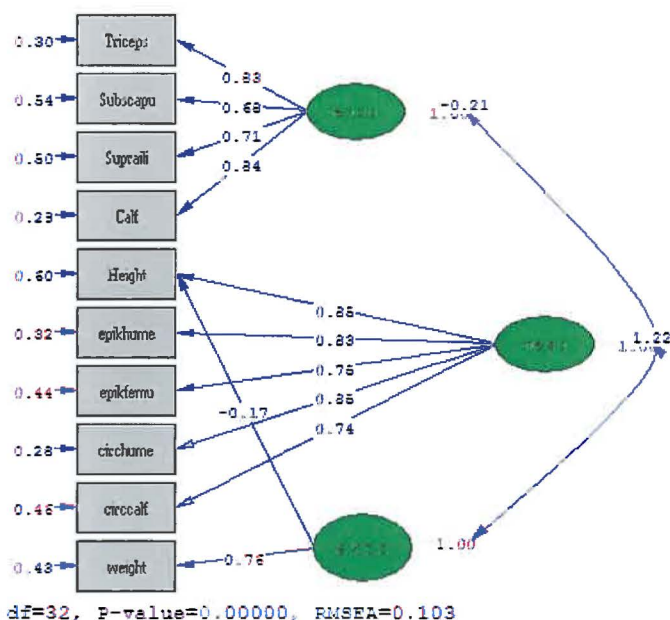
V této kapitole je na začátku uvedena testovaná kovarianční matice, dále potom u každého modelu path diagram a indexy fitu. U finálního modelu poté uvádíme navíc residuální kovarianční matici (ta není vzhledem k rozsahu diplomové práce uváděna u každého modelu zvlášť).

Tabulka 7 Kovarianční matice indikátorů somatotypu

	Triceps	Subscapu	Supraili	Calf	Height	epikhume	epikfemu	circhume	circcalf	weight
Triceps	15,12									
Subscapu	6,65	11,57								
Supraili	7,69	8,83	13,84							
Calf	11,43	6,95	8,05	15,21						
Height	-8,53	1,69	-1,92	-8,87	123,11					
epikhume	-0,94	0,1	-0,25	-0,72	4,01	0,36				
epikfemu	-0,58	0,37	0,03	-0,34	4,52	0,31	0,56			
circhume	-5,37	2,39	-0,15	-3,43	20,82	1,74	1,82	16,75		
circcalf	-0,54	2,67	1,6	0,52	14,53	0,91	1,18	7,88	8,14	
weight	-7,12	13,63	7,32	-3,53	88,9	5,42	6,39	39,00	25,57	149,73

První model testuje somatotyp nejbližší podobný tomu v teorii dle Sheldona. Bohužel, somatotyp totožný (tzn. nekorelované faktory) nebylo možné testovat z důvodu tzv. bifaktorové struktury tohoto modelu (program LISREL v tomto případě neumožňuje odhad některých parametrů).

V tomto modelu je



Obr. 13. Path diagram Sheldonova somatotypu (celkový model)

Indexy fitu:

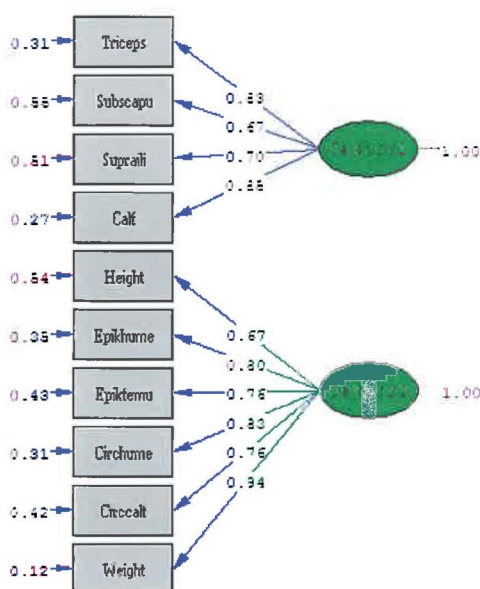
Satorra-Bentler Scaled Chi-Square = 371.60 (P = 0.0)
 Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.10
 90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.094 ; 0.11)
 Normed Fit Index (NFI) = 0.96
 Comparative Fit Index (CFI) = 0.96
 Standardized RMR = 0.13
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.82

Ačkoliv indexy fitu naznačují, že model je poměrně dobrý, vyskytují se v něm korelace mezi komponentami vyšší než 1 a tudíž model přijmout nelze.

Bylo testováno mnoho teoreticky přijatelných modelů. Většina z nich však numericky kolabovala. Důvod bude zřejmě v nelineárních matematických operacích, které jsou součástí výpočtu somatotypu.

Z tohoto důvodu jsme přikročili o krok nazpět k explorativní faktorové analýze. Ta poměrně zřetelně naznačila 2-faktorovou strukturu (viz. příloha 3), tyto faktory však již nelze označovat pojmy komponent somatotypu. Proto na obrázcích 13 a 14 udáváme pouze faktor 1 a faktor 2. Z tohoto důvodu jsme se pokusili pracovat na 2-faktorovém modelu.

Nejprve byl otestován následující model.



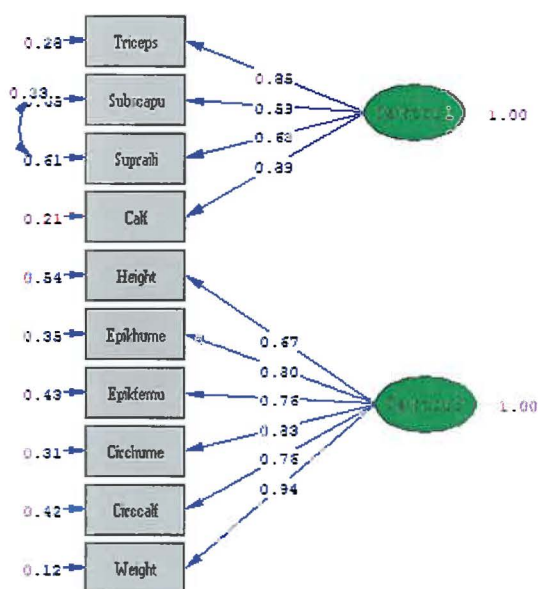
Obr. 14. Path diagram 2-faktorového modelu

Indexy fitu:

Degrees of Freedom = 35
 Satorra-Bentler Scaled Chi-Square = 456.35 (P = 0.0)
 Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.11
 Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.49
 Model AIC = 496.35
 Normed Fit Index (NFI) = 0.95
 Comparative Fit Index (CFI) = 0.95
 Standardized RMR = 0.13
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.80

Modifikační indexy výše uvedeného modelu (viz. příloha 4), že model lze vylepšit rozvolněním korelace mezi jedinečnostmi několika indikátorů. Výzkumník v této situaci musí pečlivě zvážit vhodnost rozvolnění modelu. Model by se měl

rozvolnit jen do té míry, do které je to odůvodnitelné a logické z teoretického pohledu řešené problematiky. Slepé následování těchto indexů může přinášet četné problémy. V našem případě (viz. příloha 5) je obsahově odůvodnitelné pouze uvolnění korelace chyb mezi indikátory tloušťek řas – subscapularis a suprailiaca. Navíc, dle těchto indexů by toto mělo způsobit největší přírůstek fitu. Byl proto otestován model s tímto rozvolněním (viz. níže).



Obr. 15. Path diagram 2-faktorového modelu s rozvolněním

Indexy fitu:

Degrees of Freedom = 34
 Satorra-Bentler Scaled Chi-Square = 330.32 (P = 0.0)
 Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.093
 90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.084 ; 0.10)
 Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.37
 Model AIC = 372.32
 Normed Fit Index (NFI) = 0.96
 Comparative Fit Index (CFI) = 0.97
 Standardized RMR = 0.13
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.85

Tabulka 8 Residuální matice

	Triceps	Subscapu	Supraili	Calf	Height	epikhume	epikfemu	circhume	circcalf	weight
Triceps	0,00									
Subscapu	0,00	0,00								
Supraili	0,00	0,00	0,00							
Calf	0,00	0,00	0,00	0,00						
Height	-8,53	1,69	-1,92	-8,87	0,00					
epikhume	-0,94	0,10	-0,25	-0,72	0,38	0,00				
epikfemu	-0,58	0,37	0,03	-0,34	0,29	0,03	0,00			
circhume	-5,37	2,39	-0,15	-3,43	-4,56	0,10	-0,10	0,00		
circcalf	-0,54	2,67	1,60	0,52	-1,67	-0,14	-0,05	0,54	0,00	
weight	-7,12	13,63	7,32	-3,53	2,92	-0,15	-0,10	0,04	0,70	0,00

Fit takového modelu je již akceptovatelný. Přesto nelze tvrdit, že byl nalezen model, který by plně splňoval všechny podmínky pro model dobře popisující vztahy mezi indikátory komponent somatotypu.

5. Diskuse

Nové metody v oblasti vícerozměrné statistiky a výpočetní možnosti moderních počítačů umožňují revizi metodik používaných po několik desetiletí, které byly validizovány na základě méně pokročilých metod. To bylo podmětem k vypracování výše uvedené práci.

Cílem této diplomové práce bylo zjistit co vlastně jednotlivé indikátory komponent somatotypu (tak jak je stanovil Sheldon) měří a vhodnost použití těchto komponent ke stanovení somatotypu. Jinými slovy, potvrdit validitu Sheldonovy typologie pomocí nově vyvíjených statistických a metodologických postupů. V tomto případě bylo k ověření použito faktorové analýzy resp. strukturálního modelování (více viz. kapitola 3.2).

Podkladem pro tu práci byla data naměřena katedrou kinantropologie na FTVS v rozmezí let 1985 – 1995. Měření se účastnili muži i ženy všech ročníků a většiny studijních programů. Průměrný věk všech probandů byl 21 let. Z těchto dat bylo náhodně vybráno 1005 nomogramů, které tvořily základ pro další práci. Nejprve byla ze všech formulářů získána základní statistická data (viz. tabulka 1) jako jsou průměr, směrodatná odchylka, šikmost špičatost a norma rozložení.

V následující kapitole budou shrnuty výsledky získané v kapitole předešlé, diskuse by měla objasnit získané výsledky a následně je porovnat s předem stanovenými hypotézami. Ve výsledkové části diplomové práce bylo rozpracováno několik modelů. Zmíněné modely měly za úkol potvrdit validitu metodiky stanovení somatotypu dle Sheldonovy teorie a jeho následovníků.

V kapitole 4. byly nejprve prezentovány základní statistické parametry dat korelační vztahy mezi indikátory somatotypu za pomoci Pearsonova korelačního koeficientu. Z korelační matice jsou zřejmé vysoké korelace mezi jednotlivými indikátory endomorfní komponenty. Tyto komponenty vysoce korelují také s hodnotami řas na lýtku. Tento výsledek naznačuje, že by kožní řasa na lýtku mohla být čtvrtým indikátorem pro stanovení endomorfní komponenty, což by teoreticky mohlo znamenat přesnější stanovení této komponenty. Za další zajímavá zjištění z korelační matice lze považovat nízké korelace mezi hmotností a indikátory endomorfní komponenty. To ukazuje, že lidé s větším podílem tukové hmoty nemusí být nutně těžcí. Další poměrně

vysoce korelující hodnoty je možno pozorovat mezi indikátory mezomorfní komponenty. To naznačuje platnost použití těchto indikátorů ke stanovení mezomorfní komponenty.

V první hypotéze bylo řečeno, že v baterii pro měření somatotypu budou identifikovány 3 faktory odpovídající endomorfní, mezomorfní a ektomorfní komponentě. V kapitole 4.2.3 byl vypracován celkový model všech komponent (somatotyp nejbližší podobný tomu v teorii dle Sheldona) jehož účelem je zejména ověření vztahů mezi jednotlivými komponentami, resp. identifikace latentních proměnných vyšších řádů. Z důvodu tzv. bifaktorové struktury modelu (některé indikátory se váží k více faktorům) bohužel nebylo možné testovat model totožný s teorií somatotypů dle Sheldona. Numerické metody použité v programu LISREL toto neumožňují. Z path diagramu na obrázku 13 je patrná korelace mezi komponenty, která je vyšší než 1 a proto model nemůže být přijat, i když indexy fitu naznačují, že je model poměrně dobrý. Na tomto základě bylo přistoupeno k explorativní faktorové analýze, která zřetelně naznačila 2–faktorovou strukturu (viz. příloha 3). Dále se testoval už jen 2–faktorový model (obrázek 14 a 15). Z takto uvedeného modelu již nelze faktory označovat jako pojmy komponent, proto faktor 1 a 2. Přestože indexy fitu modelu z obrázku 14 ukazují, že model je docela dobrý (RMSEA = 0,11), je možné ho ještě vylepšit rozvolněním korelace mezi jedinečnostmi několika indikátorů (viz. příloha 5). V tomto modelu je obsahově odůvodnitelné pouze rozvolnění korelace chyb mezi indikátory tloušťek řas – subscapularis a suprailiaca. Index fitu testovaného modelu s rozvolněním (obrázek 15) je o poznání lepší (RMSEA = 0.093). Z výše uvedeného je patrné, že první stanovená hypotéza se nepotvrdila. Bylo zjištěno, že z 10-ti indikátorů se dají určit pouze dva faktory a ty už lze pouze obtížně blíže specifikovat. Lze se však domnívat, že se jedná o faktory endomorfní a mezomorfní komponenty. K podobnému závěru došli autoři C. Susanne, E. B. Bodzsár, S. Castro (1998). Cílem jejich práce bylo prozkoumat shodu struktury tělesné stavby podle metody Heath – Carter a faktorové analýzy postavené na stejném počtu 10-ti proměnných užívaných Heathovou a Carterem. Výzkum byl proveden na skupině 200 zdravých mladých lidí, kterým bylo přibližně 20 let a byli studenty tělesné výchovy a sportu. Z jejich výzkumu vyplývá, že faktory a komponenty somatotypu se přesně neshodují a to je vedlo k závěru, že tři komponenty somatotypu nemohou být identifikovány u faktorové

7. Seznam bibliografických citací

- BLÁHA, P.: *Antropometrie československé populace*. Praha 1986.
- BOOMSMA, A.: *Reporting analyses of covariance structures*. *Structural Equation Modeling*, 7, 2000, č. 3, s. 461-483.
- BROWNE, M. W., & CUDECK, R.: Alternative ways of assessing model fit. In K. A. Bollen & S. J. Long (Eds.), *Testing structural equation models* (pp. 136-162). Newbury Park: Sage. 1993
- HÁJEK, J.: *Antropomotorika*. 1. vyd. UK Praha 2001
- CHYTRÁČKOVÁ, J.: *Vztah somatotypu a výkonnosti u žen*. Rigorózní práce. Praha 1979
- CHYTRÁČKOVÁ, J.: *Kinantropometrie*. Grantový projekt. č. 2591/2002 – Fond rozvoje vysokých škol 2002. Praha, 2002
- JÖRESKOG, K. G., & SÖRBOM, D.: *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Scientific Software International. Chicago, IL. 1993
- JÖRESKOG, K. G., & SÖRBOM, D.: *PRELIS (Version 2.54)*. Scientific Software International. Lincolnwood, IL. 2002
- JÖRESKOG, K. G., & SÖRBOM, D.: *LISREL (Version 8.72)*. Scientific Software International. Lincolnwood, IL. 2005
- McDONALD, R. P., & Ho, R. M.: *Principles and practice in reporting structural equation analyses*. *Psychological Methods*, 7, 2002, č. 1, s. 64-82.
- NÁPRSTKOVÁ, J.: *Somatotypy studentek tělesné výchovy*. *Teorie a praxe tělesné výchovy*, 21, 1973, č. 2, s. 102 – 105.
- NÁPRSTKOVÁ, J.: *Typologie ženy*. *Teorie a praxe tělesné výchovy*, 21, 1973, č. 9, s. 554 – 551.
- RIEGROVÁ, J., ULBRICHOVÁ, M.: *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. 1. vyd. Olomouc 1993.
- SUSANNE, C., BODZSÁR, E. B., CASTRO, S.: *Factor analysis and somatotyping are these two physique classification methods comparable?* *Annals of Human biology*. 25, 1998, č. 5, s. 405 - 414

ŠTĚPNIČKA, J.: *Typologická a motorická charakteristika sportovců a studentů vysokých škol*. 1. vyd. Praha 1972.

ŠTĚPNIČKA, J., CHYTRÁČKOVÁ, J., KASALICKÁ, V., KUBRYCHTOVÁ, I.: *Somatické předpoklady ke studiu tělesné výchovy*, UK, Praha 1979.

ŠTOCHL, J.: *Structure of motor symptoms of Parkinson's Disease*. Disertační práce. UK, Praha 2005.

TOLAR, V., ŠABAT, K.: *Violova metoda určení tělesného konstitučního typu člověka a naše modifikace anthropometrického stolu*. Sbor. Lékařský 1943, roč. 45, s. 175 – 208

8.Přílohy

8.1 Seznam příloh

Příloha 1: Nomogram

Příloha 2: Somatograf

Příloha 3: Total Variance Explained

Příloha 4: Rotated Factor Matrix

Příloha 5: Modification indices

STANOVENÍ SOMATOTYPU PODLE METODY HEATH - CARTER

Jméno: Věk: Čís.:
 Zaměstnání: Sport. úroveň: Datum:
 Výzkum č. Měřil:

Podkožní tuk (mm)	Podkožní tuk celkem (mm)																							
	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	10	10 1/2	11	11 1/2	12
1. Triceps:	10,9	14,9	18,9	22,9	26,9	31,2	35,8	40,7	46,2	52,2	58,7	65,7	73,2	81,2	89,7	98,9	108,9	119,7	131,2	143,7	157,2	171,9	187,9	204,0
2. Subsc:	9,0	13,0	17,0	21,0	25,0	29,0	33,5	38,0	43,5	49,0	55,5	62,0	69,5	77,0	85,5	94,0	104,0	114,0	125,5	137,0	150,5	164,0	180,0	196
Celkem:	7,0	11,0	15,0	19,0	23,0	27,0	31,3	35,9	40,8	46,3	52,2	58,8	65,8	73,3	81,3	89,8	99,0	109,0	119,8	131,3	143,8	157,3	172,0	188,0
4. Lýtka:																								

5. Výška (cm):	2. komp.																							
	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9						
Epikond (cm)	139,7	145,5	147,5	151,1	154,9	158,8	162,6	166,4	170,2	174,0	177,8	181,6	185,4	189,2	193,0	196,9	200,7	204,5	208,3	212,1	215,9	219,7	225,5	227,3
6. humeru	5,19	5,74	5,49	5,64	5,78	5,93	6,07	6,22	6,37	6,51	6,65	6,80	6,95	7,09	7,24	7,38	7,53	7,67	7,82	7,97	8,11	8,25	8,40	8,55
7. femuru	7,41	7,62	7,82	8,04	8,24	8,45	8,66	8,87	9,08	9,28	9,49	9,70	9,91	10,12	10,33	10,53	10,74	10,95	11,16	11,37	11,58	11,79	12,00	12,21
8. Obvod paže (cm) – podkož. tuk tricepsu	23,7	24,4	25,0	25,7	26,3	27,0	27,7	28,3	29,0	29,7	30,3	31,0	31,6	32,2	33,0	32,6	34,3	35,0	35,6	36,3	37,1	37,8	38,5	39,3
9. Obvod lýtky (cm) – podkož. tuk lýtky	27,7	28,5	29,3	30,1	30,8	31,6	32,4	33,2	33,9	34,7	35,5	36,3	37,1	37,8	38,6	39,4	40,2	41,0	41,8	42,6	43,4	44,2	45,0	45,8

10. Hmotnost (kg):	3. komp.																								
	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9							
Vý / ³ hm:	39,59	40,68	41,37	42,06	42,76	43,42	44,11	44,77	45,46	46,15	46,85	47,51	48,17	48,86	49,55	50,25	50,91	51,59							
		40,14	41,09	41,72	42,41	43,07	43,77	44,43	45,12	45,81	46,50	47,18	47,86	48,52	49,21	49,90	50,60	51,26							
			39,60	40,69	41,38	42,07	42,77	43,43	44,12	44,78	45,47	46,16	46,86	47,52	48,18	48,87	49,56	50,26	50,92						

Antropometrický somatotyp	1. komp.	2. komp.	3. komp.
	Antropometrický a fotoskopický somatotyp		

Příloha 3

Total Variance Explained

Extraction Method: Maximum Likelihood

Factor	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,232	42,316	42,316	3,860	38,605	38,605	3,772	37,724	37,724
2	2,772	27,725	70,041	2,445	24,453	63,058	2,533	25,334	63,058
3	,690	6,896	76,937						
4	,581	5,814	82,751						
5	,455	4,552	87,303						
6	,353	3,529	90,832						
7	,294	2,941	93,773						
8	,238	2,382	96,155						
9	,221	2,211	98,365						
10	,163	1,635	100,000						

Příloha 4 Rotated Factor Matrix(a)

	Factor	
	1	2
triceps	-,273	,818
subscapu	,199	,742
suprailli	,031	,728
calf	-,197	,810
height	,632	-,114
epikhume	,806	-,246
epikfemu	,733	-,037
circhume	,807	-,135
circcalf	,708	,158
weight	,938	,098

Extraction Method: Maximum Likelihood.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 3 iterations.

Příloha 5 Modification indices

	Triceps	Subscapu	Supraili	Calf	Height	Epikhume	Epikfemu	Circhume	Circcalf	Weight
Triceps	--									
Subscapu	--	--								
Supraili	--	332,43	--							
Calf	--	--	--	--						
Height	12,78	12,96	3,97	8,51	--					
Epikhume	25,66	0,69	4,67	4,22	46,65	--				
Epikfemu	0,04	2,29	4,01	2,14	--	--	--			
Circhume	51,94	12,55	0,14	0,64	193,52	43,46	--	--		
Circcalf	1,9	0,14	0,06	18,95	30,37	219,74	--	--	--	
Weight	0,24	58,7	42,06	7,09	--	--	--	--	--	--