

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Komparace tělesné stavby a výkonnosti u vrhačů

Vedoucí práce:
PhDr. Radim Jebavý, Ph.D.

Zpracoval:
Bc. Marek Pecha

Praha 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a uvedl veškeré literární prameny, které byly během této práce použity. Zároveň souhlasím se zveřejněním této práce jak v tištěné, tak v elektronické podobě.

V Praze dne:

—

vlastnoruční podpis autora

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:
Podpis:

Datum vypůjčení:

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce, PhDr. Radimovi Jebavému, Ph.D. za odborné vedení a konzultace, které mi při psaní práce poskytl a za čas, který mi věnoval.

Abstrakt

Název: Komparace tělesné stavby, výšky, váhy a výkonnosti u vrhačů

Cíl: Komparace tělesné stavby nejlepších světových vrhačů v minulosti a současnosti. Druhým cílem je srovnání tělesných proporcí světové špičky v jednotlivých disciplínách.

Metody: Rešerše odborných publikací, analýza a komparace tělesné stavby atletů. Srovnání výsledků v závislosti tělesných parametrů v jednotlivých disciplínách.

Výsledky: Výsledkem práce je dokument objasňující zdali mají tělesné proporce vliv na maximální výkon atleta a jeho dlouhodobou výkonnost. Z naší práce je dle výpočtů a jejich srovnání patrné, že v některých disciplínách má opravdu výška a váha přímý vliv na dosažený výkon atleta. Korelace se objevila zejména v disciplínách, kde je vrh dosažen přímočarým pohybem. V disciplínách kde předchází finálnímu odhodu pohyb po kružnici je vliv výšky a váhy na výkon minimální. V druhé části jsme vyzorovali vývoj výšky a váhy v jednotlivých vrhačských disciplínách v průběhu času.

Klíčová slova: somatotyp, výkonnost, atletické vrhy, tělesná stavba, výška, hmotnost, BMI

Abstract

Topic: Comparison of body types, weight, height and its relationship to performance

Goal: The goal is to compare body types of world elite athletes from past and present in athletic throws. Second goal is to compare weight and height in different disciplines.

Methods: Research in specialized sources, analyse and comparison of athletes' body types. Comparison of body types with performances in disciplines.

Results: We created a document which contains if body proportions are affecting on a thrower's performance in short and long term. From our results it is obvious that height and weight are really matters in some disciplines. We found a strong dependence in javelin throw and in shot put. In disciplines where prevails rotation movement, dependence is much lower, there is practically none. In the second part we found out differences in height and weight in throw through the time.

Keywords: body type, long performance, athletic throws, body composition, height, weight, BMI

Obsah

1	Úvod	9
2	Přehled literatury a použitých zdrojů	11
3	Teoretická východiska	12
3.1	Struktura sportovního výkonu	12
3.2	Faktory ovlivňující sportovní výkon	12
3.3	Obecná charakteristika vrhů a hodů	13
3.4	Hlavní faktory ovlivňující výkon u atletických hodů a vrhu	14
3.5	Charakteristika jednotlivých disciplín	16
3.6	Somatotyp	20
3.7	Tělesné složení	22
3.8	Tělesná stavba jako faktor sportovní výkonnosti	23
3.9	Morfologické a somatometrické determinanty u vrhů a hodů	24
3.10	BMI Index	25
3.11	Výška a hmotnost u vrhačů, index tělesné hmotnosti (BMI)	26
3.12	Přehled studií zabývajících se podobným tématem	29
4	CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY	30
4.1	Cíle práce	30
4.2	Úkoly práce	30
4.3	Vědecké otázky	30
4.4	Hypotézy	30
5	METODIKA PRÁCE	32
5.1	Design výzkumu	32
5.2	Popis výzkumného souboru	32
5.3	Použité metody	32
5.4	Sběr a analýza dat	33
6	Výzkumná část	34
6.1	Srovnání oštěpu	34
6.2	Srovnání Vrhů koulí	37
6.3	Srovnání hodu kladivem	40
6.4	Srovnání hodu diskem	43
6.5	Srovnání disciplín	46
7	Komparace výšky a hmotnosti vrhačů narozených do roku 1980 a po roce 1980 ..	49
7.1	Hod oštěpem	49

7.2	Hod Diskem	51
7.3	Vrh koulí	52
7.4	Hod kladivem	54
8	Diskuze	56
9	Závěr.....	58

1 Úvod

Vyrůstal jsem ve sportovní rodině a celé dětství jsem trávil na bazénu, skalách, tenisových kurtech, atletickém stadionu, anebo na vojenských cvičištích protože tatínek byl voják. Aktivně jsem začal sportovat již ve školce, kdy mezi hodinami gymnastiky, karate a plaváním, jsem si vybral pro spoustu let mého jasného favorita a to plavání.

Specializoval jsem se na tratě 50 a 100 metrů prsa a nemohl jsem si nevšimnout rozdílů mezi plavci, kteří se specializovali na různé disciplíny. Zajímavé taktéž bylo pozorovat určitý prototyp postavy, kterým se ti nejlepší vyznačovali. Poznávacím znamením byla široká ramena a dlouhé paže. V závislosti na tom, jestli byl plavec vytrvalec nebo sprinter, potom množství svalové hmoty.

U plavání jsem vydržel celých 14 let, nástup na vysokou školu, ale moji plaveckou kariéru zastavil. Bohužel už nebyl čas ani prostředky na zvládnání školy, práce a plavání. Díky fakultě jsem si ale mohl vyzkoušet široké spektrum sportů, které mě vždy bavily, ale nemohl jsem se jim věnovat. Opět mě uchvátila gymnastika spolu s atletikou. Každé léto jsem si zapisoval týdenní kurz atletiky a bylo to vždy zábavné zpestření letního semestru.

Po absolvování trenérské specializace plavání a dokončení bakalářského studia jsem již v plavání nechtěl pokračovat a možnost sepsat diplomovou práci na katedře atletiky byla zajímavá možnost.

Poprosil jsem tedy mého vedoucího pana Jebavého o pomoc výběru tématu.

Téma, které jsme vybrali, by mělo pomoci osvětlit jaký vliv, mají tělesné proporce atletů ve všech vrhačských disciplínách. Při výběru tématu jsme vycházeli z mojí zkušenosti s tělesnou stavbou v mé dřívější plavecké specializaci a převedli jsme toto téma do oboru atletiky. Somatotyp atletů má jistě vliv na výkony, které sportovci předvádějí, ale myslím, že tento aspekt se může dotýkat i zdravotní stránky sportovců. Tedy jaký vliv může mít stavba těla na stabilitu podávaných výkonů a na zdravotní aspekty zatížení pohybového aparátu při extrémních výkonech.

Tři hlavní kritéria, které budeme srovnávat, budou tělesná hmotnost, výška atletů a poměr těchto hodnot vyjádřený ukazatelem BMI. Předmětem zkoumání bude, zda mají tyto tři tělesné parametry vliv na výkon ve vrhačských disciplínách. V práci uvedeme

srovnání výsledků nejlepších atletů v jednotlivých disciplínách s jejich tělesnými proporcemi a následně zkusíme porovnat, zda jsou pro všechny vrhačské disciplíny parametry tělesné hmotnosti a výšky stejné, nebo každá disciplína má svoje specifické potřeby pro tělesnou stavbu, které závodníka předurčují k dosahování kvalitních výsledků ve své disciplíně.

Jako druhý parametr zkoumání uvedeme komparaci tělesné výšky a váhy u jednotlivých vrhačských disciplín u mužů a žen. Zajímá nás, zdali je nějaký znatelný rozdíl u vrhačů a vrhaček narozených před a po roce 1980. Tento rok jsme vybrali z důvodu ukončení centrálního sledování výkonnosti sportovců narozených dříve a podrobených starým metodám sledování tréninku oproti mladším generacím, které jsou již vychovávány odlišným způsobem. Na základě tohoto porovnání bychom chtěli na konci práce dát jasné stanovisko, zdali došlo v námi vybraném vzorku atletů změna v trendu optimální výšky a hmotnosti závodníků.

2 Přehled literatury a použitých zdrojů

Jako hlavní zdroj informací pro zpracování diplomové práce jsem zvolil jiné bakalářské, diplomové práce, které byly zpracovány na podobná témata v atletice a jiných sportech. Dále jsem využil odborné publikace rozebírající jak problematiku atletiky, fyziologie a sportovního tréninku. K dalším použitým zdrojům v nemalé míře patří internetové zdroje.

Velkou pomocí k výběru vhodných zdrojů informací mi byl nápomocen také můj vedoucí práce a spolužáci, kteří mají obhajobu diplomové práce na katedře atletiky již za sebou.

Šimon (2003) ve své publikaci uvádí důležité parametry vrhačského výkonu. Společný rys těchto disciplín je krátká doba trvání výkonu při maximální intenzitě zatížení a kontinuálního výkonu. Důležitou premisou je výbušnost dolních končetin i horních končetin. Tyto disciplíny mají rychlostně silový charakter.

Jako jeden z parametrů, který hodnotíme, je taktéž tělesná hmotnost. Riegerová (2006) ve své publikaci o hmotnosti hovoří jako o profilujícím parametru, který výrazně ovlivňuje dynamiku pohybu.

Tělesná stavba v jednotlivých vrhačských disciplínách je dosti rozdílná. V publikaci od Grasgruber a Cacek (2008) je uvedeno průměrné zastoupení jednotlivých komponent těla. V detailnějším náhledu do vrhačských disciplín si můžeme všimnout, že například, procento zastoupení tuku, je v některých vrhačských disciplínách, jako třeba koule, výrazně vyšší.

3 Teoretická východiska

3.1 Struktura sportovního výkonu

Sportovní výkon (SV) je specifickým typem pohybového výkonu, při kterém sportovec usiluje o dosažení výkonu maximálního“ (Měkota a Cuberek, 2007). „SV je jednou z hlavních kategorií sportu a sportovního tréninku. Uskutečňuje se prostřednictvím specifických pohybových činností, jejichž obsahem je řešení úkolů, vymezených pravidly příslušného sportu, v nichž sportovec usiluje o maximální uplatnění výkonových předpokladů. Z aspektu adaptace je SV výsledkem vrozených dispozic, vlivů sociálního prostředí a vlivů sportovního tréninku“ (Bedřich a Dovalil, 2009). SV definuje Moravec, Kampmiller, Šimonek, Vanderka, Laczo, a Belej (2004) jako finální, integrální projev vnitřních předpokladů sportovce, který je ovlivňován také působením dalších vnějších činitelů. SV je výsledným projevem schopností sportovce a adaptace jeho organismu na působení vnějšího prostředí. SV je jedním z prostředků tělesného zdokonalování a formování osobnosti sportovce. Během SV se integruje veškeré snažení sportovce, trenéra, klubu, je tedy vyvrcholením a smyslem sportovní činnosti, je jejím cílem i výsledkem. Pro sportovní veřejnost představuje nejvýznamnější hodnotu sportu (Měkota a Cuberek, 2007; Moravec a kol., 2004).

3.2 Faktory ovlivňující sportovní výkon

Sportovní výkon je výsledkem multifaktoriálních vlivů, z nichž každý má svoji neopomenutelnou váhu. Má tedy praktický vždy multifaktoriální charakter, přičemž skladba a hierarchie těchto faktorů je pro různá sportovní odvětví rozdílná (Zvonař, Duvač, 2011).

Růst výkonnosti v každém sportovním odvětví je podmíněn řadou faktorů, úrovní předpokladů, ale také metodikou a intenzitou tréninkového procesu (Dovalil, 2009).

Ideální výkon vyžaduje komplexní soubor antropometrických, biologických, fyziologických, biomechanických a psychologických faktorů (Bishop, 2000).

Jedním ze základních biologických předpokladů je tělesná stavba sportovce. Zvláště v některých sportech je významným faktorem podmiňující sportovní výkon (Zvonař, Duvač, 2011).

Killing (2011) zmiňuje faktory ovlivňující vrhačův výkon, jako jsou kondiční schopnosti (síla, rychlost vytrvalost), koordinaci, techniku osvojených dovedností, zdraví, psychické a emoční schopnosti, regeneraci, výživu, kognitivní a taktické schopnosti a v poslední řadě také tělesnou stavbu (tělesný stav).

3.3 Obecná charakteristika vrhů a hodů

Vindušková in Šimon (2003), hody a vrhy v atletice můžeme zařadit mezi technické disciplíny. Cíl v těchto disciplín je vrhnout nebo hodit náčiní na co největší vzdálenost. Společný rys těchto disciplín je krátká doba trvání výkonu při maximální intenzitě zatížení, kontinuální výkon. Důležitou premisou je výbušnost dolních končetin i horních končetin. Tyto disciplíny mají rychlostně silový charakter. Vrh koulí je typickou vrhačskou disciplínou s převážně silovým charakterem. Při hodu oštěpem a diskem je důležitá především dynamická práce svalů.

Rozdělení hodů a vrhů:

- vrh koulí
- hod diskem
- hod oštěpem
- hod kladivem

Vrhy a hody jsou technickými disciplínami, kde právě technika vrhu nebo odhodu má zásadní vliv na výsledný výkon. Sportovní výkon je ale ovlivněn více faktory než jen samotnou technikou. Jsou zde i vrozené dispozice (morfologické, psychologické, fyziologické), které se dotvářejí vlivem prostředí, ve kterém se sportovec pohybuje. Vysoký sportovní výkon charakterizuje Pavlík (2010) jako: dokonalou koordinaci provedení, kde základem sportovního výkonu je komplexní integrovaný projev mnoha tělesných a psychických funkcí člověka, podpořený maximální výkonovou motivací.

Všechny vrhačské disciplíny mají totožné měření délky každého pokusu, název náčiní je uveden v pojmenování disciplíny. Náčiní má parametry dané pravidly atletiky (hmotnost, délka a tvar). Hmotnosti jednotlivých náčiní podle věkových kategorií je znázorněn v tabulce číslo 1.

	Muži	Junioři	Dorostenci	Ženy	Dorostenky
Koule (kg)	7,260	6,000	5,000	4,000	3,000
Disk (kg)	2,000	1,750	1,500	1,000	1,000
Kladivo (kg)	7,260	6,000	5,000	4,000	3,000
Oštěp (kg)	0,800	0,800	0,700	0,600	0,500

Tabulka č. 1 – hmotnost vrhačského náčiní

Atletické vrhy a hody řadíme mezi rychlostně - silové sporty. Silově náročnější jsou disciplíny hod kladivem a vrh koulí z důvodu hmotnosti náčiní. Hod oštěpem a hod diskem jsou spíše švihového charakteru. Dále můžeme dělit disciplíny dle charakteru pohybu na přímé a rotační. Hod kladivem a hod diskem jsou typické pro rotační provedení pohybů, zatímco oštěp se vyznačuje přímočarostí pohybu.

Jako doplňkovou disciplínu nesmíme opomenout hod míčkem (150g) a granátem (350g). Hod míčkem je soutěžní disciplínou pro kategorii žáků. Hod granátem se používá jako doplněk atletických disciplín, využívánou v soutěžích žáků středních škol. V minulých dobách byl hod granátem využíván spíše jako prostředek branné výchovy, dnes se stále častěji využívá míčku o hmotnosti 350 g a granát tak slouží jako průpravný prostředek zejména pro hod oštěpem.

3.4 Hlavní faktory ovlivňující výkon u atletických hodů a vrhu

Dle Šimona (1997,2004) mezi hlavní faktory ovlivňující výkon ve vrzích a hodech patří faktory bioenergetické, morfologické, biomechanické a psychické. Soutěžní vrh nebo hod je krátkodobý, jednorázový výkon vysoké intenzity. Výkon je spojen s velkým nasazením síly. Pohybová činnost má explozivní charakter. Energie je uvolňována z větší částineoxidativně, a to zejména v alaktátové zóně metabolického krytí. Kapacita této zóny je představována zásobou ATP a CP. Jednorázový výkon je vykrytý volným ATP. Tréninkové výkony analogické soutěžním vrhům nebo hodům jsou svým nasazením síly podmíněny: rychlostí rozpadu ATP a CP uloženými ve svalech, absolutním množstvím těchto makroergních fosfátů, aktivitou velkého množství motorických jednotek složených z rychlých vláken, velkou plochou příčného průřezu svalu, respektive velikostí vláken. Rychlost průběhu svalové kontrakce ovlivňuje

vyvíjenou sílu a uvolněnou energii. Svalový stah provedený v kratší době a s vysokým nasazením síly vedek uvolnění většího množství mechanické energie.

Dle Šimona (1997, 2004) jsou morfologickým základem pro explozivní vrhačovy pohyby rychlá svalová vlákna. Typ vláken FG (II. B) jsou rychlá, glykolytická vlákna, která zprostředkují maximálně rychlý stah a maximální projev síly. U tohoto typu jsou vysoce aktivní enzymy neoxidativního metabolismu. U silově trénovaných vrhačů mají vlákna tohoto typu také větší rezervy ATP a CP. Jejich odolnost vůči únavě je však nízká. Z matematického výrazu pro šikmý vrh se dají spočítat ideální parametry konstituce těla vrhače a požadavky na jeho svalovou sílu a pohybovou rychlost. Vrháči vrcholové výkonnosti disponují nadprůměrnou tělesnou výškou, velkým rozpětí paží, širokými rameny a dobrou pohyblivostí v kloubech. V průběhu pohybu je dopředný pohyb celého systému (vrhače s náčiním) náhle zbrzděn dopředu vysunutou a zapřenou vrhačovou nohou. Bezprostředně před zapojením svalové síly na náčiní je vrhačovo tělo v náprahové poloze. Svaly potřebné pro hod jsou vystaveny silné excentrické kontrakci. Ve sportovní praxi se hovoří o fázi napínání luku. Základem účinného lukovitěho napnutí těla je brzdící činnost dolní končetiny zapřené pevně o zem před tělem. Svaly a vazy této končetiny jsou vystaveny velké zátěži. Během odhodové fáze dochází k násobení sil. Rozhodující jsou síly směřující do náčiní a způsobující jeho zrychlení ve správném směru. Finální výsledek vrhu nebo hodu je přitom podmíněn včasným nasazením sil, jejich velikostí, směrem a načasováním. Vrh a hody jsou sportovní disciplíny, které jsou velmi náročné na koordinaci a kladou na sportovce velké nároky. Při vlastním odhodu dochází k mobilizaci funkcí, které odpovídají vysoké intenzitě zátěže a velmi krátké době jeho trvání. Precizní a přitom složitá koordinace pohybů v prostoru a čase spolu s rychlostí pohybové činnosti představují pro centrální nervovou soustavu silnou zátěž. Vysoký sportovní výkon je podmíněn optimální psychosomatickou konstelací. Technika pro vrh a hody klade na atleta velmi specifické požadavky na řízení a regulaci motoriky. Z celé skupiny vrhačských disciplín jsou považovány hod oštěpem a kladivem z hlediska osvojení techniky za nejobtížnější. Ve všech vrzích a hodech se složitost vztahů projevuje v nárocích na mezisvalovou a nitrosvalovou koordinaci v bezprostředním napojení na další funkční systémy. Fyziologickým základem řídicí koordinační funkce je centrální nervová soustava. Té přísluší řízení a koordinace všech funkčních systémů organismu jako celku, včetně řízení motoriky. Úroveň řídicí a koordinační funkce centrální nervové soustavy u

vrhačese vždy odráží v rychlosti a v kvalitě osvojované a zdokonalované sportovní činnosti.

Mírou rozvoje těchto funkcí jsou takové znaky jako stabilizace, přesnost, plynulost a ekonomičnost dané činnosti, například techniky vrhu nebo hodů.

3.5 Charakteristika jednotlivých disciplín

Hod kladivem

„Koordinačně velmi složitá technika hodů kladivem vyžaduje od kladiváře velkou pohyblivost, velkou svalovou sílu a zároveň pružnost nohou a trupu“ (Šimon, 1997).

Technika je založena na precizním provedení specifických pohybů v jednotlivých otočkách v čase a v prostoru. Důležitou úlohu zde hraje i rytmus hodů. Plynulé zrychlování a zvětšující se dynamika v otočkách zajišťuje dobré předpoklady pro daleký hod. „Celkový výkon je závislý na správném provedení odhodu, odhod závisí na přesném provedení otoček, otočky na přechodu z nášvihu atd.“ (Vomáčka, 1980).

Dle Šimona (2004) je jednou z nejnáročnějších vrhačských disciplín právě hod kladivem. Celé provedení odhodové techniky je kombinací posuvného a rotačního pohybu. Světová elita zpravidla hází na 4 otočky, zřídka na 3. Důvodem je velmi složitá technika hodů (první otočka na špičce, další otočky na patě levé nohy). Závodníci pracují na technice celou kariéru díky složitosti jejího provedení. Pro hod kladivem existuje několik variant technik. Nejdůležitější však je přizpůsobit techniku odhodu dominantním vlastnostem jedince (rychlost, síla, koordinace, dynamika). Somatotypy kladivářů nejsou zatím pevně vyhraněny, protože výkon závisí i na dalších významných faktorech.

V Publikaci Atletika (1976) je uvedeno, že hod kladivem má velký význam v oblasti rozvíjení síly při hodů kladivem se aktivně zapojuje svalstvo celého těla a při značném počtu opakování dochází ke svalové hypertrofii

Kladivo se odhazuje z kruhu o průměru 2,135 m. Tento malý prostor omezuje maximální výkon, který by danou technikou mohl být docílen. Nebezpečí přešlapu nedovoluje nekonečné narůstání dráhy působením síly a maximální vystupňování rychlosti otoček.

Současná technika hodu kladivem už nenabízí žádné markantní zlepšení, ale výkonnost se dá zlepšit rozvojem fyzických dovedností, zapojením svalových skupin nebo delší drahou otáčení náčiní.

U špičkových vrhačů dosahujících výkonů mezi 75 - 85 m je optimální úhel vypuštění kladiva kolem 39-45°.

Hod oštěpem

Hod oštěpem je společně s technikou sunu u vrhu koulí přímočará vrhačská disciplína. Dle Šimona (2004) musí být všechny jednotlivé aspekty odhodu a rozběhu sladěny v jeden celek. Mezi elitními oštěpaři můžeme pozorovat v rámci somatotypu spíše vysoké jedince s nízkým poměrem tělesného tuku a dlouhým rozsahem paží, postava je štíhlejší oproti ostatním vrhačským disciplínám. Dle Šimona (2004) pouze oštěpaři s vyjímecnými švihovými a dynamickými schopnostmi mohou dosáhnout špičkových výkonů.

Hod oštěpem je složitá a technicky velice náročná disciplína vyžadující rychlost, výbušnost, sílu, rychlou nervosvalovou reakci a vysoký stupeň pohybové koordinace. Tyto náročné požadavky vyplývají z rychlého sledu pohybů, rytmicky spojených v jeden celek od počátku rozběhu až po odhod (Pivoňka, Fraisová a Franta, 1980).

Vyvinutá síla při oštěpařském pokusu má značný vliv na výkon oštěpaře. K tomu, aby byla síla maximální a uvolnilo se tak nejvíce energie vložené do odhodu oštěpu, je zásadní rychlost průběhu svalové kontrakce. Maximálně rychlý stah a maximální sílu umožňují rychlá svalová vlákna typu FG (IIB). Tato vlákna mají vysoce aktivní enzymy neoxidativního metabolismu a u trénovaných sportovců se v nich nacházejí větší rezervy ATP a CP. Svaly jsou rychlé, ale mají nízkou odolnost proti únavě. Velikost svalových kontrakcí se dá zvětšovat tréninkem a to převážně submaximálním až maximálním zatěžováním. Hlavní roli v zastoupení rychlých vláken typu FG hraje dědičný vklad (Šimon, 2004).

Návaznost svalových skupin nesmí být narušena a probíhá zrychlovaně od nohou až po svaly ruky jako švihnutí biče. Pohyby oštěpaře připomínají lehkost a ladnost pohyby divoké kočky, v nichž je skryto množství energie, jež čeká na uvolnění. Aby však délka hodu odpovídala vynaloženému úsilí, snaží se oštěpař při odhodu soustředit veškerou sílu do osy náčiní ("do vlákna"), aby ztráta energie byla co nejmenší. Přes svou

pohybovou náročnost patřil hod oštěpem nejen v českých zemích vždy k nejoblíbenějším atletickým disciplínám pro svou přirozenost a krásu (Vyškovský, 1990).

Vrh koulí

Vrh koulí je jediný vrh v atletických disciplínách. Od hodů se liší tím, že vrhačova síla působí ve směru dráhy letu náčiní, a nikoliv kolmo jako při hodech. Technika vrhu koulí se zaměřuje na plynulé a maximálně zrychlené provedení. Dráha působení je omezena délkou kruhu. Nejlepší vrhači jsou schopni působit na kouli po dráze 3,5 m, při velmi krátkém působení síly 0,8 – 0,9s. Za tento krátký časový úsek získá koule rychlost až 14 m/s (Ihring, 1987). Délka dráhy koule je závislá na tělesné výšce a proporcionalitě těla vrhače a umožňuje vypuštění náčiní výše a vpřed. Ještě významnější pro délku vrhu je váha vrhače, která není ovšem založena na tukové podložce, ale na aktivní tělesné hmotě. Platí zde vztah, že poměr délek vrhů je stejný jako poměr vah těla. Například koulaři těžcí 100 kg a 80 kg provedou vrh se stejně rychlým sunem a stejnou technikou. Oběma se též podaří předat kouli trčením paže pohybovou energii těla. Výsledek těžšího koulaře bude lepší o 1/5 výkonu dosaženou koulařem lehčím, a to je rozdíl velmi podstatný. To znamená, že výkon 12 m (80 kg vrhače) se rovná 15 m (100 kg vrhače). Příčinou je zpětné působení koule na koulaře (Vomáčka a Kněnický, 1974). Jak uvádí Kuchen (1977) techniku racionálně mohou vykonávat i lehčí a slabší vrhači (desetibojaři), kteří dosahují dobrých výkonů. Vhodným příkladem byl Tomáš Dvořák, jehož koulařské výkony patřili mezi elitní mezi vícebojaři. Jeho maximem je 16,88 m při váze 88 kg, což dle přepočtu je srovnatelné s výkony specialistů koulařů. Hlavní hnací silou při začátku sunu, představuje svalová síla dolních končetin projevená při odrazu z pravé nohy a síla švihů nohy levé (koulař pravák). Při vlastním odvrhu náčiní se nejvíce do pohybového řetězce zapojují natahovače dolních končetin, břišní svaly a rotátory trupu a veškeré svalstvo pletence ramenního včetně paže. Vrhač musí disponovat velkou svalovou silou, kterou musí v daných podmínkách co nejúčelněji vydat. Ve vrhu koulí se jeví toto vydávání síly jako schopnost akcelerace, kterou v praxi označujeme jako výbušnou sílu (Vomáčka a Kněnický, 1974). V průběhu pokusu je třeba usilovat o co nejplynulejší zrychlující pohyb koule po optimální trajektorii, kdy je snaha o co největší závěrečné zrychlení a zamezení jakémukoli poklesku rychlosti. Ke stagnaci nárůstu rychlosti často dochází ve dvou fázích, kterým říkáme uzlové. Prvním je přechod do sunu. Druhý

uzlový bod je moment spojení vrhu se sunem. Jeho efektivitu provedení je možné posuzovat dle rozdílu mezi došlapem pravé a levé. U světových koulařů se pohybuje od 0,06 s do 0,08 s. Dle Kuchena (1971) je tato hodnota u špičkových koulařů pouze 0,04 s. Těmto fázím je nutné při tréninku věnovat zvýšenou pozornost. Délka dráhy tlaku na kouli se pohybuje při technice zádovým stylem okolo 1,5 – 1,7 m, avšak při rotační technice se tato dráha prodlužuje. Další předností této techniky je větší přepětí svalů v průběhu otočky. Šimon (2004) udává, že rychlost během otočky je až dvojnásobná. Na základě těchto parametrů se rotační technika začíná mezi koulaři specialisty čím dál více prosazovat. Většina vícebojařů však zůstává u zádové techniky, a to z důvodu menší koordinační náročnosti a větší vyrovnanosti dosažených výkonů.

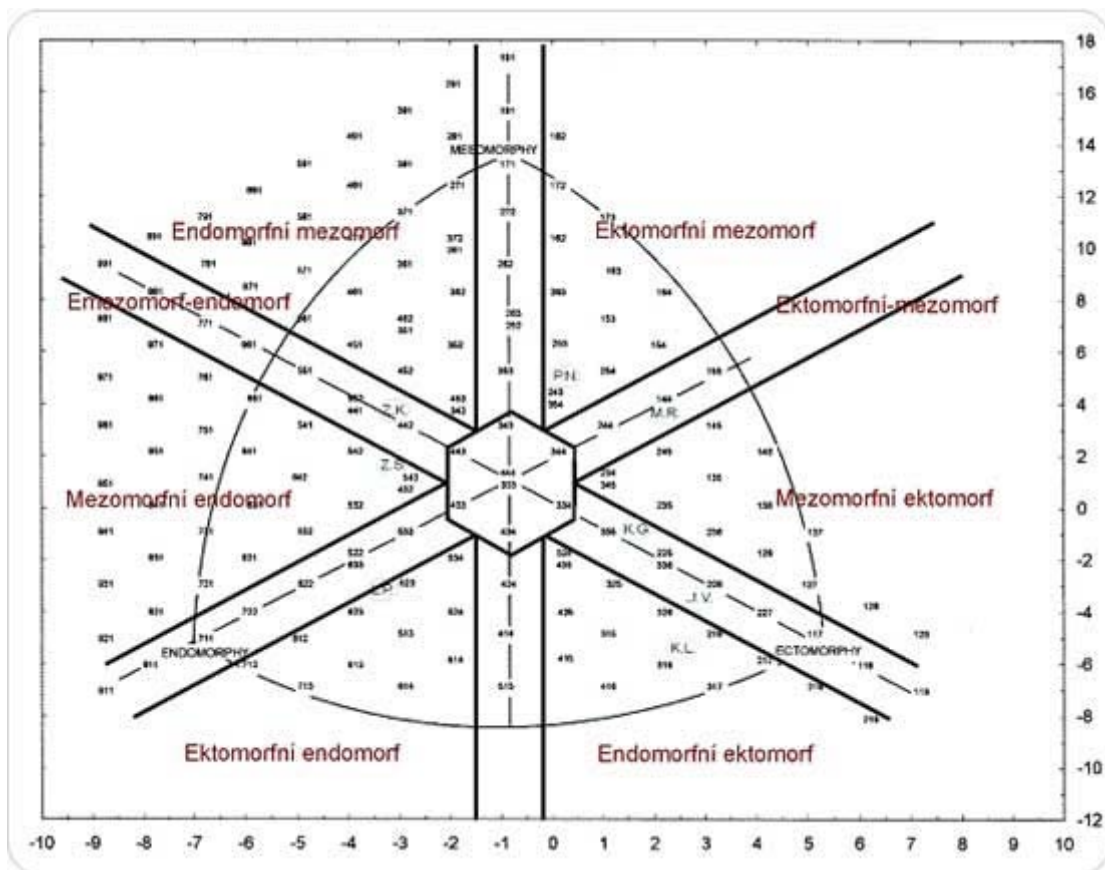
Hod diskem

Hod diskem je z historického hlediska nejstarší atletickou disciplínou. První utkání diskařů bylo zařazeno již na starověké olympijské hry. Za zmínku stojí zejména přinos Františka Jandy-Suka, který nebyl pouze výborným závodníkem a naším prvním světovým rekordmanem, ale právě on se zasloužil o moderní pojetí hodu diskem otočkou. Pohyb při hodu diskem je složitý. Skládá se z rotačního pohybu kolem naklánějící se podélné osy, z horizontálního pohybu postupujícího ve směru hodu a vertikálního pohybu. Nejde jen o pohyb těla, ale soustavy těles vrhač - náčiní. Charakteristika pohybu se jeví jako jednoduchá, jelikož jde o stupňující se pohyb s maximem rychlosti při vypouštění disku. V komplexu je však obtížné zapojovat všechny jednotlivé části ve správném časovém sledu tak, aby při komplikovaném pohybu disku výslednice působení sil směřovala do jeho pohybu disku a nezkracovala tím jeho dráhu (Vrábel, 1971). Celkově se pohyb jeví jako rovnoměrně zrychlený, kdy se toto zrychlení stává nejdůležitější v odhodové fázi. Výkon v disku závisí na několika činitelích: výška a úhel vypuštění (položení), vliv vzduchového prostředí a počáteční rychlost disku. Rozhodujícím faktorem je počáteční rychlost disku a rozděluje tak diskaře podle výkonnosti. Oproti ostatním vrhačským disciplínám je podstatné správné položení disku a udělení rotace, jelikož na základě biomechanických zákonů je možné využít vlastností náčiní a prostředí, a tím prodloužit výkon. Směr, síla větru spolu s optimální technickým přizpůsobením může výkon prodloužit až o 10% (Vomáčka, 1987).

Důležité charakteristiky výkonu popsal v kinematické analýze MS 95 Šimon (2004) poukazuje zde na tři podstatné časové parametry hodu diskem pro posuzování kvality techniky: letová fáze, interval došlapu pravé a levé nohy, interval od došlapu levé nohy po vypuštění. Lze jimi tedy charakterizovat rytmus hodu. Časové intervaly odhodové fáze u finalistů MS 95 poměrně rozdílné. Doba letové fáze se pohybovala od 0,08-0,18 s. Časový úsek mezi oběma došlapy, který musí být co nejkratší, nabýval hodnot 0,14-0,24 s. Technika hodu vyžaduje od diskaře velkou pohyblivost hybného systému (zejména páteře, ramenního kloubu), pružnost a sílu nohou, sílu trupu a pletence ramenního. Hnací silou otočky je síla dolních končetin. Hlavní silové působení při odhodu spočívá na natahovačích nohou, rotátorech trupu, prsních svalech a pletence pažního (Šimon, 2004). Při dokončení odhodu se uplatňují přitahovače paže a ohybače předloktí. Plně využít svalové síly pro urychlení disku je však možné pouze, jestliže výslednice sil působí ve směru dráhy letu. Stejně tak je třeba udržet dynamickou rovnováhu. Jakékoli nesrovnalosti se nejčastěji projeví těsně po vypuštění disku. Celková dráha, po které se disk pohybuje, dosahuje 11-14 m a závisí na výšce vrhače a délce jeho paží. Proto vyznavači této disciplíny jsou charakterističtí výškou okolo dvou metrů a váhou 100-110 kg. Rychlost, kterou disk získává, nazýváme obvodová a je závislá na délce poloměru a úhlové rychlosti (rychlosti otáčení), (Vomáčka, 1987).

3.6 Somatotyp

Pro orientační určení sportovců, zda se více či méně hodí pro danou disciplínu, se používá tzv. somatotyp. Somatotyp je dle Pavlíka a spol. (2010) komplexní označení tělesné stavby člověka, typických tvarů a proporcí těla. Somatotypologie spadá do vědního oboru antropologie. Existuje celá variace těchto typologií. Z nich jsme zde uvedli typologii dle Sheldona, kterou modifikovali Heathová a Carter. Somatotyp u Sheldona je limitovaný do stupně 7 (obr. 1), ale Heathová a Carter otevřeli tuto typologii i pro extrémní somatotypy, mezi které spadají i někteří vrhači, proto jako příklad uvádíme somatograf od Heathové a Cartera. Somatotyp se definuje jako složení tří komponent: endomorfní, mezomorfní a ektomorfní.



Obrázek č. 1 - Sheldonova „cluster chart“

Endomorfní složku označuje Pavlík a spol. (2010) jako brzdivý faktor ve vztahu k výkonnosti. Dle Vilíkuse (2012) vyjadřuje endomorfie především relativní podíl tělesného tuku na tělesném složení bez ohledu na jeho distribuci. Naprosto typickým sportovcem s velkou převahou endomorfní složky (stupeň endomorfie 8 a výše) je zápasník sumo. Vysokou hodnotu mají dle Pavlíka (2010) i kulaři a těžké hmotnostní kategorie vzpěračů a zápasníků, kteří potřebují vysokou tělesnou hmotnost pro jejich vlastní výkon. Zdůrazňujeme ale, že vrhači sice potřebují vysokou tělesnou hmotnost, ale mezomorfní komponenta by měla převládat, protože přebytečná kila navíc v podobě tuku jsou brzdí při rychlosti pohybu.

Mezomorfní složka vyjadřuje dle Pavlíka (2010) svalově kosterní rozvoj a množství beztukové hmoty těla vzhledem k tělesné výšce. Tato složka neboli komponenta je dominantní u sportující populace. Pravidelné cvičení, rekreační, výkonnostní i vrcholový sport vede k úbytku tělesného tuku a tím právě ke zvýšení podílu beztukové tělesné hmoty.

Ektomorfní složka vyjadřuje dle Pavlíka (2010) reaktivní linearitu (štíhlost) a stanoví se z výškově - hmotnostního indexu dotyčného jedince. Protoektomorfní sportovci budou např. běžci na střední a dlouhé tratě (somatotyp např. 138), maratonci, výškaři, dálkaři, ale i většina gymnastů.

Porovnání postav podle převažující složky dle Vilikuse je uvedeno v tabulce číslo 2.

<i>ENDOMORFNÍ</i>	<i>MEZOMORFNÍ</i>	<i>EKTOMORFNÍ</i>
- mohutná postava	- větší postava	- vyšší postava
- gracilní kostra	- robustní kostra	- štíhlost
- větší hlava	- výrazná muskulatura	- malá tendence k ukládání tělesného tuku
- hruškovitý/kulatý obličej	- větší hlava	- hlava spíše dolichocefalní
- kratší trup	- hranatý obličej	- dolů se zužující obličej
- malé ruce	- široká ramena	- delší krk
- prominující břišní stěna	- široký hrudník i pánev	- úzký a plochý hrudník
- centrálně uložený tuk	- velký obvod hrudníku	- středně dlouhé až dlouhé končetiny
- hodně viscerálního tuku	- delší trup	- dlouhá úzká ruka
- není patrný svalový reliéf	- delší horní končetiny	- osa dolních končetin spíše varózní
	- velké ruce	
	- paralelní osa dolních končetin	
	- výrazné ochlupení u mužů na hrudníku i končetinách	

Tabulka č. 2 - Somatotypy dle Vilikuse (2012)

3.7 Tělesné složení

Dle Kutáče (2009) je formováno geneticky a je ovlivněno vnějšími faktory, mezi které řadíme zejména pohybové aktivity a výživové faktory. Jako tělesné složení označujeme podíl aktivní tělesné hmoty a tělesného tuku v organismu a bývá považováno za jednu z nejdůležitějších morfologických charakteristik člověka, a jako ukazatel zdravotního stavu a tělesné zdatnosti. Tělo každého jedince je tvořeno jednímcelekem, který se skládá z několika složek, které poté utváří celkovou hmotnost těla. Mezi tyto složky řadíme vodu, minerální látky, proteiny a tuk (Vilikus, 2004) a můžeme jej rozdělit do několika komponentů, které mezi sebou vytváří vzájemné vztahy. Mezi nejvýznamnější komponenty tělesného složení řadíme tělesný tuk (FM), tukuprostou hmotu (FFM) a celkovou tělesnou vodu (TBW) (Kittnar, 2011). 1 Podle Kingorové a kol. (2009) bývá

problematika tělesného složení v běžné praxi zúžena především na otázku množství tělesného tuku a to jak u sportovců, tak u běžné populace. Vrcholový sport vyžaduje s ohledem na sportovní odvětví, optimální poměr tělesného tuku a tukuprosté tělesné hmoty. Tělesná hmotnost je základním morfologickým parametrem, se kterým pracujeme při sledování tělesného složení a z něhož je nutné vycházet (Hainer, 2003). Roche a kol. (1996) říkají, že v praxi se nemůžeme spolehnout pouze na stanovení hmotnosti, ale je důležité určit i množství tělesného tuku (BF) a další komponenty, které jsou shrnuty pod pojem tělesné složení (BC), které je odvislé od genetiky, dietního a pohybového režimu jedince. Pro praktické potřeby hodnocení předpokladů pro svalovou práci lze využít poměru mimobuněčné svalové hmoty – ECM a BCM (Bunc, 2007).

(ECM/BCM) extracelulární hmota a buněčná hmota představuje parametr pro hodnocení jedince. Optimální stav výživy odpovídá 0,7–0,8. Čím nižší je index, tím větším množstvím tukuprosté hmoty využitelné pro pohybovou aktivitu jedinec disponuje. Trénovaní jedinci disponují nižší hodnotou tohoto indexu než netrénovaní (Koralewski, Gunga, a Kirsch, 2004, vRiegerová a kol., 2006).

3.8 Tělesná stavba jako faktor sportovní výkonnosti

Sportovní výkonnost člověka je podmíněna řadou faktorů. Specifičnost jednotlivých faktorů je dána působením různých podnětů ve formě tělesných zátěží na organismus jedince. Vazba mezi stavbou těla a úrovní sportovní výkonnosti je oboustranná: dlouhodobé specifické tělesné zátěže mají za následek postupné adaptační proměny tělesné stavby sportovce a zároveň tělesná stavba svými vlastnostmi značně ovlivňuje úroveň sportovního výkonu (Pavlík, 1999). Podle morfologického stavu jedince (morfofenotypu) lze v určité míře predikovat jeho tělesnou výkonnost. Samozřejmě je zapotřebí celá řada dalších předpokladů, jisté ale je, že bez vhodného somatotypu nebude jedinec patřit v daném sportu mezi výkonnostně nejlepší. Dědičná podmíněnost morfofenotypu je přibližně 70% (Riegerová, Vodička, 1992). U dětí mladšího školního věku lze sdružit somatotypy do 5 kategorií podle tělesné výkonnosti. Podle těchto kategorií můžeme posuzovat individuální motorické předpoklady dětí. Děti s průměrnou výkonností v rychlostních, vytrvalostních a obratnostních činnostech nacházíme v kategorii A. Tyto děti mohou také vynikat v činnostech silového charakteru. Děti označované za nejvšestrannější a s nejlepšími předpoklady k všeobecné tělesné výkonnosti zahrnuje kategorie B. Naopak, do kategorie C patří obézní děti, jejichž

tělesná výkonnost je ve všech ukazatelích na nejnižší úrovni. Kategorie D zahrnuje děti štíhlé (spíše gracilní) s předpoklady pro lokomoční vytrvalost. Děti spadající do kategorie E se v populaci vyskytují ve velmi malé míře, hodnoty jejich mezomorfni komponenty patří k nejnižším, stejně tak jako úroveň jejich výkonnosti (Riegerová, Vodička, 1992). Během růstů procházejí změnami všechny 3 komponenty somatotypu. Jsou somatotypy, u nichž nedochází k téměř žádným změnám, někteří jedinci se naopak od počátečního stavu v pubertě naprosto liší, a jiné somatotypy se po prvotních přesunech vrací k původnímu stavu. Nejstabilnější jsou somatotypy mezomorfů-ektomorfů a mezomorfni ektomorfů (hlavně u chlapců) (Riegerová, Vodička, 1992). Mezi muži patří k nejvýkonnějším ti, kterým v somatotypu dominuje komponenta mezomorfni (Riegerová, Vodička, 1992). U žen je vzhledem k výkonnosti výhodnější všimnout si poměru endomorfni a mezomorfni komponenty, ne hodnot jednotlivé komponenty (Chytráčková, 1979). Faktem zůstává, že se zvyšující se hodnotou endomorfni komponenty výkonnost dospělých žen klesá (Riegerová, Vodička, 1992). O brzdivém účinku čtvrtého a vyššího stupně endomorfie je přesvědčen také Pavlík (1999). Zdá se, že hodnota ektomorfni komponenty ovlivňuje výkonnost nejméně (Pavlík, 1999). Specifický způsob a intenzita zatěžování určitých tělesných partií v daném sportovním odvětví má za následek, že u sportovců většiny sportovních odvětví můžeme najít typické somatické znaky a zvláštnosti. Tyto typické somatické znaky zřejmě zefektivňují strukturu předpokladů k danému sportovnímu výkonu. I u skupin vrcholových sportovců jednoho sportovní odvětví ale nacházíme rozptýlení somatotypů do 2 – 3 oblastí (Pavlík, 1999).

3.9 Morfologické a somatometrické determinanty u vrhů a hodů

Rychlost průběhu svalové kontrakce ovlivňuje vynaloženou sílu a uvolněnou energii. Svalový stah provedený v kratší době s vysokým nasazením síly vede k uvolnění většího množství mechanické energie. Morfologickým základem pro explozivní vrhačovy pohyby jsou rychlá svalová vlákna typu FG (II. B), která umožňují maximálně rychlý stah a maximální projev síly. U silově trénovaných vrhačů mají vlákna tohoto typu také větší rezervy ATP a CP, ale jejich odolnost vůči únavě je nízká. Z tohoto pohledu je pro talentovaného vrhače, kromě jiného, velmi důležitý dědičný vklad ve velkém zastoupení rychlých vláken FG ve svazech (Grasgruber a Cacek, (2008).

3.10 BMI Index

Označovaný také jako Queteletův index, nebo index tělesné hmotnosti. Dnes nejpoužívanější index tělesného složení. Pomocí BMI zjišťujeme normální tělesnou hmotnost, podváhu, nadváhu a obezitu. Vypočítá se jako poměr hmotnosti v [kg] a druhé mocniny výšky v [m] (Nováková, 2009). Tento index vyjadřuje poměr tělesné hmotnosti k výšce postavy. Není ale příliš spolehlivým měřítkem pro složení těla. Svalnatí lidé mají vysoké hodnoty BMI, což ale neznamená, že jsou obézní. Proto bychom měli při určování tělesného typu brát v úvahu kromě výšky a hmotnosti také určení procentuálního obsahu tuku v těle (Fialová, 2007). Index tělesné hmotnosti lze ale považovat za jednoduchý nástroj reflexe aktuálního stavu růstu dítěte. Hlavní nevýhodou této metody, je nespolehlivost při predikci míry zastoupení tuku v těle, kde BMI v mnohých případech selhává (Bunc, 2007; Seminogovský, 2006). Podle světové zdravotnické organizace jsou normální hodnoty BMI v rozmezí 18,5 – 24,9 kg/m². U vyšších hodnot se bavíme o nadváze a to při hodnotách 25 až 30 kg/m². Při nižších hodnotách hovoříme o podváze (Hainer a kol., 1997). Výhodou této metody je její jednoduchost a možnost porovnání s výsledky z celého světa. Problematické však může být využití tohoto indexu u dětské populace a u sportovců. Do poloviny 90. let minulého století nebyly určeny standardy pro děti a mládež. Vítek (2008) uvádí, že i BMI ve fyziologickém rozmezí má přímý vztah ke zdravotním problémům. 58 % všech případů cukrovky a 21 % případů ischemické choroby srdeční je způsobeno tělesnou konstitucí odpovídající BMI nad 21 kg/m². Jednoznačně, ale nemůžeme říct, že člověk s vysokým BMI se musí řadit mezi rizikovou skupinu, která je ohrožena kardiovaskulárními chorobami nebo jinými nemocemi, které souvisí s nadváhou a obezitou. Níže se nachází tabulka č. 5 podle Semiginovského (2006) která ilustruje procentuálně množství BMI a s tím spojené zdravotní rizika.

BMI (kg/m ²)	Interpretace nálezu	Zdravotní rizika
18,5 – 24,9	normální rozmezí	minimální
25,0 – 26,9	nadváha	nízká
27 – 29,9	nadváha	lehce zvýšená
30,0 – 34,9	Obezita I. stupně	vysoká
35,0 – 39,9	obezita II. stupně	vysoká
více než 40	obezita III. Stupně	velmi vysoká

Tabulka č. 3 – zdravotní rizika spojená s obezitou

Použití BMI

BMI index je pouze statickou pomůckou k výpočtu ideální tělesné stavby. BMI však nepokrývá tělesné složení a zastoupení jednotlivých komponent v tělesné skladbě. Jako příklad můžeme využít příklad mezi kulturistou, který dle BMI vychází jako obézní a důchodce, který dle BMI díky menší tělesné hmotnosti dle BMI má skladbu těla ideální. Proto se v lékařské praxi používají specifitější metody prozjištění tělesného tuku, jako je třeba kaliperace (Carter, 1990).

BMI index je užíváno pro statistické měření více vzorků populace. Je toz toho důvodu, že pro zjištění BMI indexu stačí pouze tělesná váha a výška. Vypočtená BMI hodnota jedince by neměla být brána jako absolutní ukazatel, ale pouze jako jedno vodítko k určení tělesné kondice (Carter, 1990).

Číselné vyjádření BMI hodnoty

Rozpětí hodnot v populaci je od cca 15 (závažná podvýživa) do cca 40 (těžká nadváha). Přesné hranice mezi jednotlivými stupni se podle odborníku liší, ale obecně je platné, že BMI index pod 18,5 značí podváhu, která může být následkem nějaké nemoci fyzické, nebo psychické, zatímco BMI nad 25 je považováno za nadváhu a BMI nad 30 je již příznakem obezity. Tyto stupně se dají použít pro jedince starší 20 let, u kterých je již ukončen vývoj (Carter, 1990).

3.11 Výška a hmotnost u vrhačů, index tělesné hmotnosti (BMI)

Tělesná Výška

Štěpnička a kol. (1979, s. 19) uvádí tělesnou výšku, jako vertikální vzdálenost bodu vrcholu od země. Měrný bod vrcholu je místo na temeni lebky, které při poloze hlavy v orientační rovině leží nejvýše. Jako nástroj měření se používá antropometr či nástěnná stupnice a pravouhlé měřítko. Postoj při měření: Proband stojí zpříma ve stoji spojném (při stoji na celých chodidlech se co nejvíce narovná), hlava je v rovině, v okamžiku měření je proband ve stavu nádechu. Způsob měření: Používá-li se nástěnné stupnice, přiloží se pravouhlé měřítko na temeno. Přesnějšího měření se docílí antropometrem, patu antropometru umístíme před špičky chodidel probanda a jehlu antropometru lehce umístíme na temeno hlavy (Riegerová a kol. 2006).

Tělesná hmotnost

Tělesná hmotnost je základní morfologický parametr, ze kterého se vychází při hodnocení dynamiky lidského pohybu (Riegerová a kol., 2006). Způsob vážení: Sledovaná osoba stojí zpravidla uprostřed desky váhy bez oděvu nebo v minimálním oblečení (spodní prádlo), pro vážení se používají např. kalibrované lékařské váhy.

Srovnání tělesných parametrů

Pro porovnání svého výzkumu tělesné výšky a váhy u vrhačů jsem vybral k porovnání k našemu výzkumnému vzorku hodnoty, které uvádí Grasgruber a Cacek (2008). V tabulce č. 4, jsou zobrazeny tělesné proporce atletů na OH 2000 + 2004 a MS 2001 + 2003.

	Medailisté (1. - 3.)	BMI	Finalisté (4. - 8.)	BMI
Koule	190,7 cm/125,3 kg	34,45	189,3 cm/126,9 kg	35,41
	182-202/113-135		183-198/115-145	
Disk	199,3 cm/122,5 kg	30,84	195,4 cm/119,3 kg	31,25
	193-204/110-130		183-205/105-140	
Kladivo	190,6 cm/108,4 kg	29,84	188,9 cm/109,3 kg	30,63
	187-194/98-126		183-194/100-126	
Oštěp	189,2 cm/95,4kg	26,65	188,3 cm/96,1 kg	27,1
	182-196/88-108		181-195/90-106	

Tabulka č. 4 - Tělesné proporce atletů na OH 2000 + 2004 a MS 2001 + 2003

Kromě tělesné výšky a váhy budu srovnávat i BMI. BMI je zkratka pro Body Mass Index. Jedná se hmotnostně-výškový index, který nám zobrazuje, kolik tělesné hmoty připadá na 1 m² plochy těla.

Pro účel této diplomové práce jsem zjišťoval BMI u vybraných vrhačů napříč všemi disciplínami ke zjištění relativní hmotnosti a nalezení ideálního stavu pro jednotlivé disciplíny. Dle BMI by bylo možné považovat některé z vrhačů za obézní, ale BMI nezohledňuje složení těla.

Aktivní tělesná hmota a procento tělesného tuku u vrhačů

Aktivní tělesná hmota je tělesná hmota bez tuku. Podle Grasgrubera a Cacka(2008) tvoří aktivní tělesnou hmotu svalstvo přibližně 60 %, kosti a vaziva 25 % a vnitřní orgány 15 %.

Hodnoty aktivní tělesné hmoty a množství tělesného tuku sportovců jsou odlišné od normální populace. Dle Vilíkuse (2012) bývají hodnoty tělesného tuku sportovců kolem 15 – 19 %, v extrémních případech nacházíme i podstatně vyšší hodnoty. U sportujících žen uvádí, že hodnoty jsou o 3 – 9 % vyšší než u mužů.

Grasgruber a Cacek uvádějí, že množství podkožního tuku u nesportujících mužů se pohybuje kolem 15% a u žen je to kolem 20 – 25 %. Za ideální sportovní normu považují 5 – 10 % u mužů a 14 – 18 % u žen. Pokles tělesného tuku u mužů pod 3 % a u žen pod 12 % považují za nezdravý a riskantní.

Korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient r zůstává nejdůležitější mírou síly vztahu dvou náhodných spojitých proměnných X a Y . Počítáme jej z n párových hodnot změřených na n jednotkách. Pearsonův korelační koeficient vyjadřuje pouze sílu lineárního vztahu. Špatně měří jiné vztahy, ať jsou jakkoli silné (Hendl, 2012).

Proměnné jsou korelované (resp. asociované), jestliže určité hodnoty jedné proměnné mají tendenci se vyskytovat společně s určitými hodnotami druhé proměnné. Míra této tendence může sahát od neexistence korelace (všechny hodnoty proměnné Y se vyskytují stejně 28 pravděpodobně s každou hodnotou proměnné X) až po absolutní korelaci (s danou hodnotou proměnné X se vyskytuje právě jedna hodnota proměnné Y). Obecně pak platí, je-li hodnota koeficientu menší než $|0,3|$, je závislost proměnných malá. Je-li hodnota vyšší než $|0,7|$, závislost proměnných je velká. Pokud se hodnota koeficientu nalézá v rozmezí hodnot od 0,3 do 0,7 nebo od $-0,3$ do $-0,7$, jedná se o středně silnou závislost proměnných (Hendl, 2012).

Obecně se užívá následující hodnocení korelace v závislosti na jeho číselné hodnotě:

- 0,0 - 0,2 Velmi slabá a zanedbatelná korelace
- 0,2 - 0,4 Slabá, nízká korelace (není příliš významná)
- 0,4 - 0,7 Střední korelace
- 0,7 - 0,9 Silná, vysoká korelace
- 0,9 - 1,0 Velmi silná korelace

3.12 Přehled studií zabývajících se podobným tématem

Při tvorbě této diplomové práce jsem čerpal inspiraci z prací zaměřených na podobné téma. Na základě porovnání jsme do naší práce zakomponovali metody výzkumu, které byly použity v podobných pracích. Fusek (2016) ve své bakalářské práci zkoumal soubor 7 výkonnostních kajakářů (18 – 24 let). Všichni kajakáři jsou účastníky nejvyšší formy českého soutěžního systému ve vodním slalomu – seriálu Českého poháru. Cílem práce bylo zjistit závislosti mezi explozivní silou horních končetin a výkonem při sprintu. K vyhodnocení výsledků byla použita regresní analýza jako v naší práci. Vondra (2016) ve své práci zjišťoval vliv vybraných kondičních faktorů na výkonnost ve vodním slalomu. Ke zjištění významnosti také použil Pearsonův korelační koeficient. Jako hladinu statistické významnosti určil hodnotu, kdy $r \geq 0,8$. V našem výzkumu jsme považovali za významnou hodnotu kdy parametr ovlivňuje výkon střední hodnotu závislosti kolem 0,5. Česák(2007) ve své práci zjišťuje, zda pro jednotlivé hráčské posty ve fotbale existuje ideální tělesná skladba. Ve své práci zjistil, že podobně jako v atletice pro jednotlivé vrhačské disciplíny existují výhodnější tělesné dispozice, tak i ve fotbale jsou hráči rozdílní dle své herní pozice. Např. bylo zjištěno, že z měřených hráčů mají nejvyšší procento tělesného tuku brankáři. Nejméně procent tělesného tuku mají průměrně v těle obránci. Podobné rozdělení můžeme sledovat i v našem případě v atletice. Předpokládáme, že nejvyšší procento tělesného tuku budou mít koulaři. Nejmenší zastoupení svalové hmoty a tuku předpokládáme v disciplíně hod oštěpem. Zajímá nás také srovnání závodníků aktuálně závodících se závodníky starších ročníků. Zdali je nějaký znatelný rozdíl v tělesné výšce, váze a poměru obou veličin. Kroulíková (2013) ve své práci porovnávala výkonnostní krasobruslařky v současnosti se vzorkem z roku 1988. Z jejího porovnání je patrné, že lidské tělo zaznamenalo jistý vývoj. Oproti běžné populaci jsou krasobruslařky lehčí a nižší. Avšak v porovnání mezi sebou je znatelný rozdíl. Od roku jsou v průměru závodnice těžší a vyšší než byly v roce 1988. Bude zajímavé, zdali podobný trend bude patrný i sportovců v atletice.

4 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY

4.1 Cíle práce

Hlavním cílem je komparace dosažených výsledků a jejich souvislost s tělesnou stavbou u světových vrhačů současnosti a minulosti. Také porovnání hmotnosti a výšky u vrhačů. Mezníkem je rok 1980. Rok 1980 byl vybrán jako mezník z důvodu, že okolo tohoto roku můžeme pozorovat přerod pojetí tréninku a vrcholové atletiky.

4.2 Úkoly práce

Pro dosažení námi zvoleného cíle, byla potřeba si určit následující úkoly:

- prostudování odborné literatury a internetových stránek v rámci svého tématu,
- vybrat parametry, které udávají tělesnou stavbu a hodnoty vypovídající o výkonnosti atletů,
- shromáždit soubor atletů, kde provedeme komparaci tělesné výšky a váhy
- získat data o 10 nejlepších vrhačích v každé disciplíně vybraných dle 10 nejlepších výkonů všech dob,
- analyzovat nashromážděná data a následně porovnat výsledky v jednotlivých disciplínách a diferencovat rozdíly,
- pokusit se odhalit ideální tělesnou stavbu (somatotyp) pro každou vrhačskou disciplínu,
- provést závěrečné shrnutí výsledků.

4.3 Vědecké otázky

1. Změnila se nějak tělesná stavba vrhačů dnes oproti závodníkům z 80. let?
2. Jaký vliv bude mít tělesná výška a váha v jednotlivých disciplínách?
3. Jaký je ideální typ tělesné stavby pro každou vrhačskou disciplínu?

4.4 Hypotézy

H1: Předpokládáme, že vzhledem k nejvyšší hmotnosti náčiní a nejkratší dráze působení, budou mít nejvyšší hmotnost a výšku koulaři.

H2: Předpokládáme, že v disciplínách disk a oštěp budou nejlepších výsledků dosahovat atleti s větším rozpětím paží a poměrem BMI kolem hodnot 25 až 27.

H3: Předpokládáme, že u diskařů a kladivářů bude vzájemný poměr výšky a hmotnosti velmi podobný.

5 METODIKA PRÁCE

Naše práce má charakter teoreticko-empirické práce a obsahuje kvantitativní typ výzkumu (Hendl, 2015; Myers et al., 2010). Hendl (2005, s. 46) uvádí, že: *„Kvantitativní výzkum využívá náhodné výběry, experimenty a silně strukturovaný sběr dat pomocí testů, dotazníků nebo pozorování. Konstruované koncepty zjišťujeme pomocí měření, v dalším kroku získaná data analyzujeme statistickými metodami s cílem je explorovat, popisovat, případně ověřovat pravdivost našich představ o vztahu sledovaných proměnných.“*

5.1 Design výzkumu

Analýzou získaných hodnot hledáme souvislost mezi tělesnou stavbou a jejím vlivem na výkon a dlouhodobou výkonnost ve vrhačských disciplínách. Hlavním zkoumaným parametrem budou 3 faktory. Výška, hmotnost a BMI. Vyjádříme, jaký vliv mají tyto zkoumané parametry na výkon závodníků v jednotlivých vrhačských disciplínách. Druhým cílem je porovnat výšku a hmotnost atletů narozených před a po roce 1980 a zjistit rozdíly.

5.2 Popis výzkumného souboru

Výzkumný soubor je tvořen vrhači absolutní světové elity. Kritérium pro zařazení bylo mít alespoň jeden výkon v top 10 absolutního pořadí. Do naší práce bylo zařazeno celkem 42 elitních vrhačů. Výzkumný soubor obsahuje mistry světa, Evropy i olympijské vítěze ve vrhačských disciplínách. Dle tabulek IAAF z roku 2016 byla získána data o nejlepších dosažených hodech a počtu hodů v top 100 všech dob.

5.3 Použité metody

K prohledání dostupných informačních zdrojů (knihovny, odborné elektronické databáze, odborné publikace i zdroje z internetu) jsme použili výzkumnou metodu nazývanou rešerše.

K získání vybraných testových ukazatelů bylo potřeba metod: *analýzy* - publikované literatury a internetových zdrojů, *osobního*

Dále bylo potřeba analyzovat nashromážděná data a následně metodou *komparace* porovnat výsledky v jednotlivých disciplínách a disciplíny mezi sebou.

5.4 Sběr a analýza dat

Sběr dat byl uskutečněn do konce roku 2016 z aktualizovaných tabulek IAAf a z odborných publikací. V průběhu roku 2017 v některých disciplínách došlo k dosažení výkonů, které bychom museli také zohlednit.

Bylo porovnáno celkem 42 elitních vrhačů současnosti i minulosti, jejichž data byla dostupná na stránkách IAAF. Dále jsme získali data analýzou tréninkových deníků, prostudováním odborných publikací z fakultní knihovny a internetových zdrojů.

Získaná data ze sběru dat byla analyzována a porovnávána mezi sebou. Dosažené výkony prezentujeme v tabulkách a v grafickém znázornění.

K základnímu porovnávání testovaných vrhačů byla použita metoda komparace dosažených výsledků.

Pro druhou část výzkumu byl soubor atletů rozšířen co do počtu, tak jsme přidali soubor vrhaček, kde porovnáváme hmotnost a váhu sportovců na základě data narození.

6 Výzkumná část

6.1 Srovnání oštěpu

Čeští oštěpaři

Jan Železný v roce 1996 posunul hranici svého osobního maxima a zároveň světového rekordu na 98,48 m. Prvenství na olympijských hrách obhájil také v roce 1996 v Aténách a roku 2000 v australském Sydney a stal se tak žijící legendou tohoto sportu (Luža, 1995). Naší další držitelkou světového rekordu je Barbora Špotáková, která stanovila hranici světového maxima na 72,28 m a získala dvě zlaté olympijské medaile Peking (2008) a Londýn (2012).

Srovnání výkonnosti

Pro srovnání výkonnosti a maximálního výkonu v hodů oštěpem použijeme 10 oštěpařů s nejlepšími výkony všech dob (10 nejlepších oštěpařů s jejich jedním nejlepším výkonem). Dále u oštěpařů zaznamenáme jejich tělesnou výšku a váhu.

Vybraní závodníci do hodnotící baterie

10 závodníků seřazených dle osobního rekordu

1.	98,48	 Jan Železný
2.	93,09	 <u>Aki Parviainen</u>
3.	92,72	 Julius Yego
4.	92,61	 Sergej Makarov
5.	92,60	 <u>Raymond Hecht</u>
6.	91,69	 <u>Konstadinós Gatsioúdis</u>
7.	91,59	 <u>Andreas Thorkildsen</u>
8.	91,53	 <u>Tero Pitkämäki</u>
9.	91,46	 Steve Backley
10.	91,29	 <u>Breaux Greer</u>

	Cm	Kg	BMI	Počet hodů
Pitkämäki	195	92	24,19	23
Železný	186	88	25,44	65
Thorkildsen	188	90	25,46	24
Backley	195	100	26,3	13
Gatsioúdis	189	95	26,6	20
Makarov	192	100	27,13	23
Parviainen	191	100	27,41	16
Hecht	191	100	27,41	18
Yego	175	85	27,76	2
Greer	188	100	28,29	3

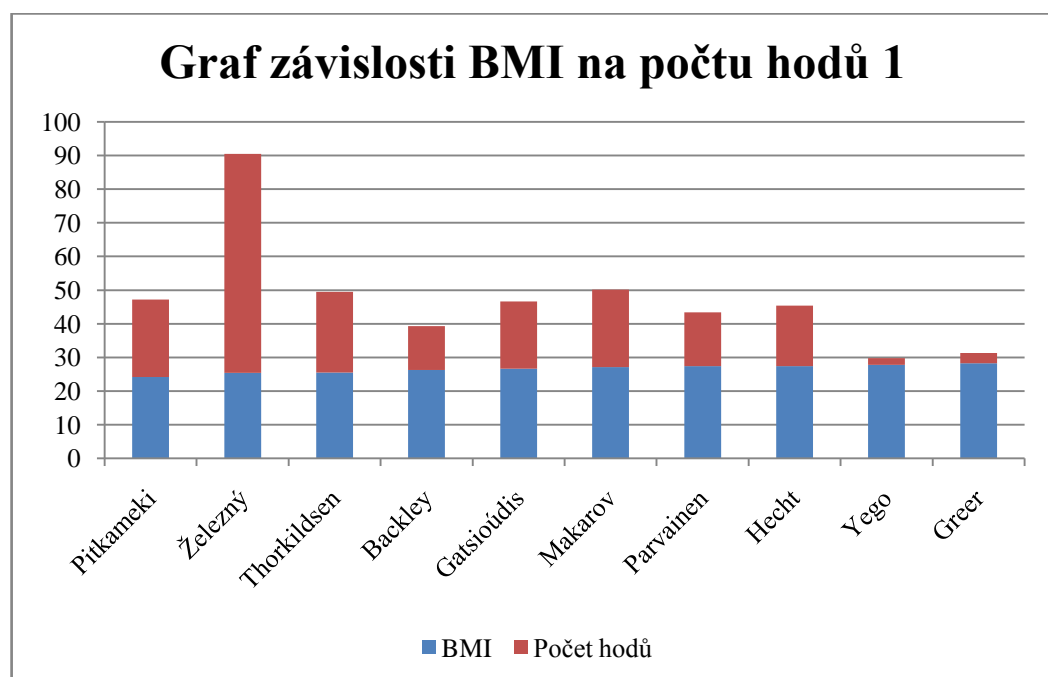
Tabulka č. 5 – data oštěpařů

Biometrická data závodníků obsahující výšku, váhu, BMI a počet hodů nad 83,4 metru. Základní porovnání kdy jsme porovnávali pouze nejlepší výkon a hodnotu BMI nebyl v ničem průkazný, byla tedy přidána veličina počtu pokusů a objevila se možná korelace mezi BMI a výkonností.

Somatické faktory

Jsou chápány jako součásti tělesné stavby, která zahrnuje tělesnou výšku, tělesnou hmotnost a některé další důležité charakteristiky jako např. šířku ramen, rozpětí paží, poměr tělesných částí a segmentů těla (Vinduškova a kol., 2003). Relevantní somatické předpoklady podle Kuchena(1987):

- Tělesná výška (muži 180—190 cm, ženy 165-175 cm),
- tělesná hmotnost (muži 80—90 kg, ženy 65-75 kg),
- proporce těla: rozpětí paží, šířka ramen, délka dolních končetin.



Graf č. 1- závislosti BMI na počtu hodů v oštěpu

Korelace oštěp

Na základě zvolených dat u vybraných závodníků, výška, váha a BMI, které jsme výpočtem porovnali mezi sebou, jsme došli k zajímavému výsledku.

$$SAB = \sum A * B - \bar{A} * \sum B = -4,38$$

$$SAC = \sum A * C - \bar{A} * \sum C = -53,28$$

$$SAD = \sum A * D - \bar{A} * \sum D = -20,58$$

Směrodatné odchylky výšky, hmotnosti a BMI

V disciplíně oštěp jsme předpokládali na základě dříve zpracovaných poznatků a studií (např.) jsme předpokládali, že v této disciplíně kvůli její složitosti a mnoha aspektům ovlivňující její výkon, nebude žádná znatelná souvislost mezi výkonem a výškou, váhou, nebo poměrem těchto veličin ve vztahu k výkonu v této disciplíně. Dosadili jsme jednotlivé veličiny do vzorce pro korelační koeficient, abychom zjistili, zda z našeho souboru zkoumaných jedinců vzniká korelace mezi výkonem a jednou ze zkoumaných veličin.

Dle předpokladu se ukázala středně silná statistická významnost mezi výkonem a výškou závodníka. Výška závodníka je ovlivňujícím činitelem při oštěpařově výkonu. Výška vypuštění náčiní přímo úměrně ovlivňuje vzdálenost hozeného náčiní.

Při výpočtu zohledňující oštěpařovu hmotnost, jsme došli výsledku velmi slabé závislosti korelace vůči výkonu oštěpaře. V tomto případě jsme ani nepředpokládali významný podíl hmotnosti v této disciplíně.

Při zkoumání ideálního poměru postavy oštěpaře jsme ovšem narazili na zajímavý výsledek v kombinaci parametrů. Velmi silná statistická významnost se ukázala v poměru výšky a váhy atleta, která byla znázorněna pomocí BMI. Je tedy zřejmé, že existuje ideální poměr těchto hodnot predikující atleta k dosahování kvalitního výkonu v této disciplíně.

Při porovnání našich výpočtů s jinými pracemi jsme došli k podobným závěrům. Při porovnání s prací (M.Čoh, D. Milanovic, D Emberišic, 2002) kde pánove zkoumali podobný vzorek probandů ve kterém byly obsaženi top světoví závodníci v juniorské kategorii. Z jejich studie vyplývá, že výška i váha mají jistý vliv na výkon oštěpaře, tak

také tělesná stavba. Nicméně z přiložených dat je zřejmé, že rozptyl ve váze a výšce je v oštěpu velmi značný. Z výzkumu také vyplývá, že při hodů oštěpem působí na finální výkon spousta proměnlivých faktorů, které přímý vliv tělesné stavby a tělesných proporcí na finální výkon upozadují. Tedy při výběru talentů a tréninku nám naše tři hlavní ukazatele o predispozicích sportovce v této disciplíně nenapoví tolik. Ideální tělesná stavba a složení pro tuto disciplínu tedy neexistuje.

Pro korektnost zde popsaných dat a výsledků je důležité zmínit změnu pravidel v hodů oštěpem. IAAF v roce 1986 posunula těžiště oštěpu o 4 cm vpřed. Zkrátil se tak dolet náčiní o cca 10 procent a eliminovala se plochá dráha letu oštěpu, kvůli které se oštěp často nezabodl do země a pokus byl tak prohlášen za neplatný. Váha oštěpu musela zůstat pro muže 800 gramů, nicméně délka oštěpu mohla být v rozmezí od 2,6 do 2,7 metru, jak se můžeme dočíst v článku ze Sports Illustrated (1986), kde Kenny Moore změny v disciplíně se závodníky detailně diskutoval.

$$\rho_{AB}=SAB*(SAA*SBB)^{-(1/2)}=-0,040$$

$$\rho_{AC}=SAC*(SAA*SCC)^{-(1/2)}=-0,476$$

$$\rho_{AD}=SAD*(SAA*SDD)^{-(1/2)}=-0,852$$

Korelační koeficient u výšky, hmotnosti a BMI

6.2 Srovnání Vrhů koulí

Čeští koulaři











Remigius Machura s koulí začínal ve 14 letech. Stal se dorosteneckým mistrem republiky, v roce 1979 juniorským mistrem Evropy a v roce 1981 skončil na halovém mistrovství Evropy na 4. místě. K největším Machurovým sportovním úspěchům patří 3. místo z ME 1982, 2. místo z MS 1983, 1. místo z halového ME 1985 a 1988 a 5. místo z olympijských her v Soulu. Donedávna byl držitelem českého rekordu ve vrhu koulí výkonem 21,93 m.

Aktuálně je stanoven nový český rekord výkonem dlouhým 22,01 metru. Vytvořil ho koulař Tomáš Staněk na mítinku v Schonebecku a dostal se tak zatím jako jediný český koulař za hranici 22 metrů.

Srovnání výkonnosti

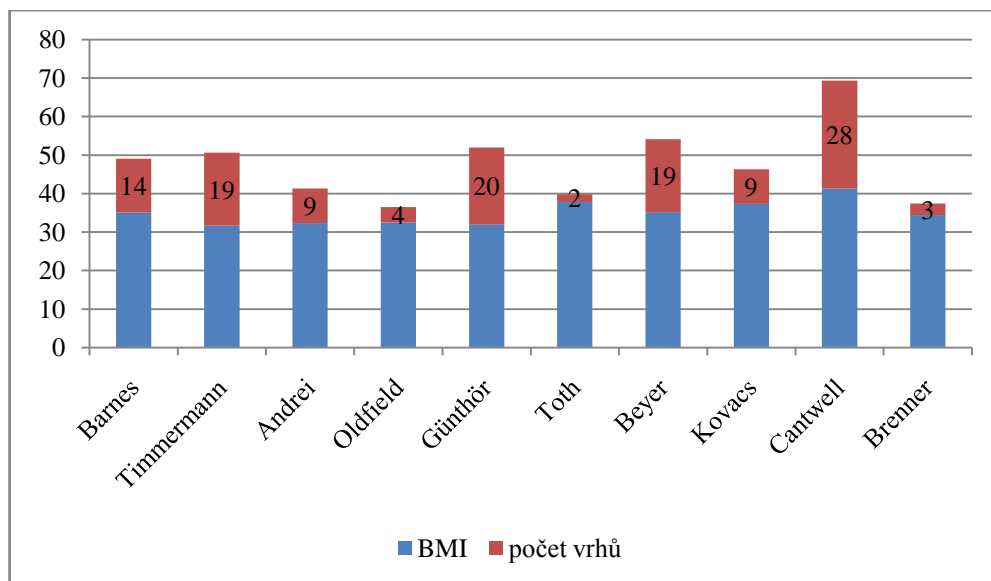
Pro srovnání výkonnosti a maximálního výkonu ve vrhu koulí použijeme 10 koulařů s nejlepšími výkony všech dob (10 nejlepších koulařů s jejich jedním nejlepším výkonem). Dále u koulařů zaznamenáme jejich tělesnou výšku a váhu.

Biometrická data závodníků obsahující výšku, váhu, BMI a počet hodů nad 21,04 metru. Základní porovnání kdy jsme porovnávali pouze nejlepší výkon a hodnotu BMI nebyl v ničem průkazný, byla tedy přidána veličina počtu pokusů a objevila se možná korelace mezi BMI a výkonností.

1. 23,12  Randy Barnes
2. 23,06  Ulf Timmermann
3. 22,91  Alessandro Andrei
4. 22,86  Brian Oldfield
5. 22,75  Werner Günthör
6. 22,67  Kevin Toth
7. 22,64  Udo Beyer
8. 22,56  Joe Kovacs
9. 22,54  Christian Cantwell
10. 22,52  John Brenner

	Cm	Kg	BMI	Počet vrhů
Barnes	194	132	35,07	14
Timmermann	193	118	31,68	19
Andrei	191	118	32,35	9
Oldfield	196	125	32,54	4
Günthör	200	128	32	20
Toth	195	144	37,87	2
Beyer	196	135	35,14	19
Kovacs	183	125	37,33	9
Cantwell	193	154	41,34	28
Brenner	192	127	34,45	3

Tabulka č. 6 – data koulařů



Graf č. 2 – závislosti BMI na počtu hodů v kouli

Korelace koule

V disciplíně vrh koulí, jsme předpokládali na základě fyziky a biomechaniky této disciplíny, že výška a váha bude mít úzký vliv na výkon ve vrhu koulí. Naším předpokladem bylo, že v popředí tabulek a nejlepších výkonů budou jedinci se značnou tělesnou výškou a velkou tělesnou hmotností. Vliv tělesné výšky jsme předpokládali na základě vlivu výšky vypuštění náčiní na výslednou délku letu. Taktéž jsme vycházeli z faktu, že vrcholoví závodníci v této disciplíně budou mít znatelně vyšší tělesnou hmotnost, než atleti v dalších vrhačských disciplínách.

Oproti původnímu předpokladu se ukázala velmi slabá statistická významnost mezi výkonem závodníka a jeho tělesnou výškou. Dle našeho výpočtu se zdá, že tělesná výška, není v této disciplíně určujícím parametrem výkonu.

Při zjišťování korelace mezi výkonem a tělesnou hmotností jsme zjistili střední statistickou významnost korelace, mezi hmotností a dosaženým výkonem. Potvrdil se zde náš předpoklad, že tělesná hmotnost má vliv na dosažení kvalitního výkonu ve vrhu koulí.

$$SAB = \sum A * B - \bar{A} * \sum B = 1,98$$

$$SAC = \sum A * C - \bar{A} * \sum C = -10,60$$

$$SAD = \sum A * D - \bar{A} * \sum D = -3,59$$

Směrodatné odchylky výšky, hmotnosti a BMI

Při zkoumání ideálního poměru postavy koulaře jsme zjistili střední statistickou významnost korelace mezi vztahem výšky a hmotnosti ve vrhu koulí vůči výkonu. Existuje tedy vztah mezi tělesnou stavbou koulaře, která přímo ovlivňuje výkon v této disciplíně. Můžeme tedy tvrdit, že existuje jistý ideální poměr těchto veličin, dle kterých poté dokážeme predikovat pravděpodobnou úspěšnost závodníka na základě jeho tělesné konstituce.

Při porovnání našich výsledků se studií (Tešanović, G. et al. , 2010) kde byl zkoumán podrobně vliv hmotnosti, výšky, BMI a délky končetin u vrhu koulí. Z jejich výpočtu je patrné, že zásadní vliv na výkon mají všechny zmíněné 3 hlavní faktory, délka horních končetin. Naopak žádný vliv na výkon nemá délka dolních končetin. Na základě těchto výsledků je tedy výhodné při tréninku a výběru talentů pro vrh koulí sledovat tyto parametry, protože je vysoce pravděpodobné, že když se budou hodnoty sportovců blížit nebo budou podobné vůči našemu vzorku testovaných, pravděpodobně bude sportovec dosahovat kvalitních výsledků, minimálně pro jejich dosažení bude mít ideální předpoklady.

$$\rho_{AB} = \text{SAB} * (\text{SAA} * \text{SBB})^{-1/2} = 0,230$$

$$\rho_{AC} = \text{SAC} * (\text{SAA} * \text{SCC})^{-1/2} = -0,482$$

$$\rho_{AD} = \text{SAD} * (\text{SAA} * \text{SDD})^{-1/2} = -0,592$$

Korelační koeficient u výšky, hmotnosti a BMI

6.3 Srovnání hodu kladivem

Čeští kladiváři

Vladimír Maška (6. února 1973, Děčín) je bývalý český atlet, reprezentant v hodu kladivem. V současnosti je držitelem národního rekordu v této disciplíně, výkonem 81,28 metru z roku 1999. Svoji formu si výborně načasoval také na olympijské hry 2000 v Sydney, odkud se vrátil jako osmý nejlepší kladivář planety. (Atletika.cz, 2016)

Lukáš Melich (16. 9. 1980) je několikanásobný mistr ČR v hodu kladivem. Účastník 2003: Univerziáda, Tegu (Jižní Korea), kladivo, 4. místo, 71,26, 2005: MS, Helsinky (Finsko), kladivo, 9. místo, 74,53 m, 2006: ME, Göteborg (Švédsko), kladivo, 15. místo, 73,77 m, 2008: OH (kvalifikace). Na Letních olympijských hrách 2012 v









Londýně pak skončil na 6. místě výkonem 77,17 metrů. Na mistrovství světa v atletice v Moskvě vybojoval dne 12. 8. 2013 výkonem 79,36 m bronzovou medaili. Kromě hodu kladivem se Lukáš Melich účastní též Skotských her pořádaných každoročně na zámku v Sychrově a několikrát se stal celkovým vítězem. Osobní rekord – 80,28 m. (Jirka, 2000).

František Janda-Suk (25. března 1878 v Postřižíně - 23. června 1955 v Praze) byl český atlet a vůbec první Čech, který se umístil na stupních vítězů na Olympijských hrách. Kromě sprintu se věnoval především hodu diskem (několikanásobný rekordman a mistr Čech a Československa), hodu kladivem a vrhu koulí. Byl držitelem prvního českého rekordu v hodu kladivem 23,00 v roce 1900 (Jirka, 2000).

Srovnání výkonnosti

Pro srovnání výkonnosti a maximálního výkonu v hodu kladivem použijeme 10 atletů s nejlepšími výkony všech dob (10 nejlepších kladivářů s jejich jedním nejlepším výkonem). Dále u atletů zaznamenáme jejich tělesnou výšku a hmotnost.

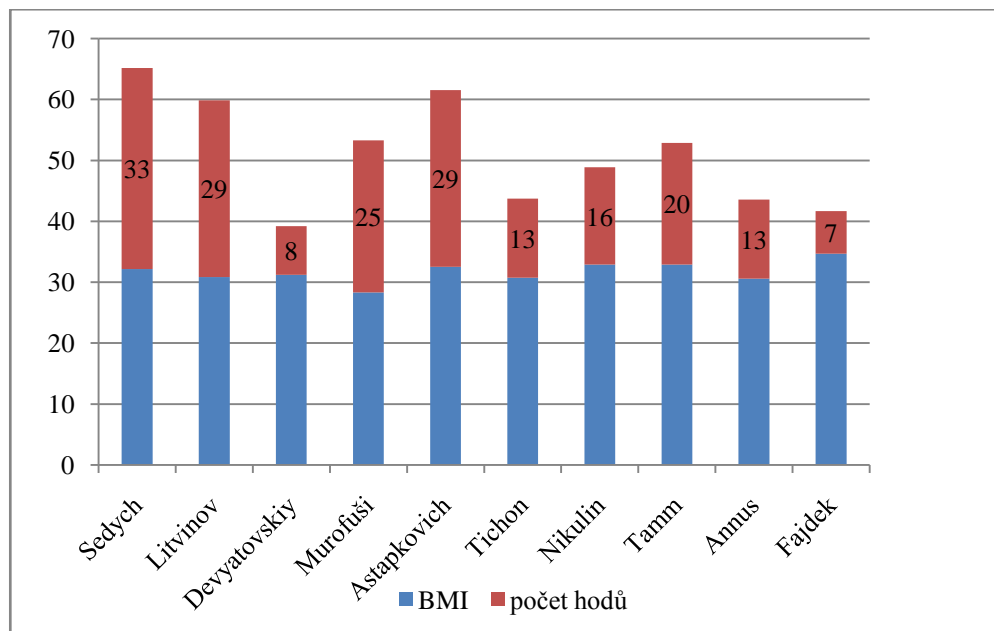
Biometrická data závodníků obsahující výšku, váhu, BMI a počet hodů nad 79,68 metru. Základní porovnání kdy jsme porovnávali pouze nejlepší výkon a hodnotu BMI nebyl v ničem průkazný, byla tedy přidána veličina počtu pokusů a objevila se možná korelace mezi BMI a výkonností.

1. 86,74  Jurij Sedych
2. 86,04  Sergej Litvinov
3. 84,90  Vadim Devyatovskiy
4. 84,86  Kódži Murofuši
5. 84,62  Igor Astapkovich
6. 84,51  Ivan Tichon
7. 84,48  Igor Nikulin
8. 84,40  Jüri Tamm
9. 84,19  Adrián Annus
10. 83,93  Paweł Fajdek

	Cm	Kg	BMI	Počet hodů
Sedych	185	110	32,14	33
Litvinov	180	100	30,86	29
Devyatovskiy	192	115	31,2	8
Murofuši	187	99	28,31	25
Astapkovich	192	120	32,55	29
Tichon	184	104	30,72	13
Nikulin	191	120	32,89	16

Tamm	191	120	32,89	20
Annus	194	115	30,56	13
Fajdek	186	120	34,69	7

Tabulka č. 7- data kladivářů



Graf č. 3 - závislosti BMI na počtu hodů v kladivu

Korelace Hodu kladivem

V disciplíně hod kladivem, jsme vycházeli z předpokladu, že na výkon sportovce budou mít vliv, jak tělesná hmotnost, z důvodu velké hmotnosti náčiní. Také, že bude mít vliv tělesná výška, které ovlivňuje výšku vypuštění náčiní a výslednou vzdálenost. Tak délku paží, které u hodu kladivem zvětšuje úhlovou rychlost a tím prodlužuje délku doletu náčiní.

Z výsledků měření je jasně viditelné, že zde existuje silná statistická významnost korelace mezi výškou závodníka a jeho výkonem. Korelace mezi výškou a výkonem je zde vyšší než u ostatních disciplín. Při výběru závodníků do této disciplíny je tedy výška jedním z předpokladů pro kvalitní výkon.

$$SAB = \sum A * B - \bar{A} * \sum B = -19,17$$

$$SAC = \sum A * C - \bar{A} * \sum C = -33,11$$

$$SAD = \sum A * D - \bar{A} * \sum D = -3,06$$

Směrodatné odchylky výšky, hmotnosti a BMI

Při zjišťování korelace mezi výkonem a tělesnou hmotností jsme zjistili silnou statistickou významnost korelace, mezi hmotností a dosaženým výkonem. Potvrdilo se zde tvrzení, že při hmotnosti náčiní a množství vynaložené síly potřebné k provádění této aktivity je předpoklad vyšší tělesné hmotnosti výhodný.

Při přepočtu na výpočet korelace mezi BMI a výkonem atletů v hodu kladivem jsme zjistili, že mezi BMI a výkonem existuje velmi slabá statistická významnost korelace. Je zvláštní, že při vysoké míře korelací u výšky a váhy se neprojevila silná korelace u poměru těchto dvou veličin. V hodu kladivem se zdá být tedy hlavními ukazateli pozitivně ovlivňující výkon výška a váha. Dle výpočtu ale není zřejmé, že velikost nebo hodnota BMI nějak určuje, či má přímou souvislost s výkonem sportovce v této disciplíně. Hlavním predikantem kvalitní výkonnosti u kladivářů tedy bude jejich hmotnost a výška. Není zde však zřejmé zdali existuje nějaký ideální poměr těchto dvou veličin. Při srovnání našich výpočtů s výzkumem publikovaným v *Journal of Sports Science and Medicine* (2010) 9, 104-109, který se zabýval tělesným složením u vrcholných kladivářů ve srovnání se závodníky nižší výkonnosti. Z jejich výzkumu vzešlo, že tělesná výška nebyla v obou kategoriích nijak rozdílná a nehrála tedy roli v dosažené výkonnosti. Zásadní rozdíl mezi kladiváři v elitní kategorii a nižší výkonnostní kategorií byl v BMI a tělesné váze. Kvalitní kladiváři dosahovali mnohem větší hmotnosti a BMI. Z těchto výsledků je pravděpodobné, že hmotnost a vyšší BMI má pozitivní vliv na kvalitnější výkon v hodu kladivem.

$$\rho_{AB} = S_{AB} * (S_{AA} * S_{BB})^{-1/2} = -0,550$$

$$\rho_{AC} = S_{AC} * (S_{AA} * S_{CC})^{-1/2} = -0,497$$

$$\rho_{AD} = S_{AD} * (S_{AA} * S_{DD})^{-1/2} = -0,225$$

Korelační koeficient u výšky, hmotnosti a BMI

6.4 Srovnání hodu diskem

Čeští diskáři

Imrich Bugár je narozen 14.4.1955 v obci Ohrady u Dunajské Stredy. První vítězství dosáhl hned v prvním závodě v roce 1970. Je stříbrný medailista z OH v Moskvě 1980, mistr světa 1983 z Helsinek, mistr Evropy 1982 z Atén. Získal bronzovou medaili na













ME v Praze roku 1978 a vyhrál celkové pořadí GP roku 1985. Drží národní rekord v hodnotě (71,26 m), který je zároveň i devátým nejlepším výkonem všech dob.

Srovnání výkonnosti

Pro srovnání výkonnosti a maximálního výkonu v hodů diskem použijeme 12 atletů s nejlepšími výkony všech dob (12 nejlepších diskářů s jejich jedním nejlepším výkonem). Dále u atletů zaznamenáme jejich tělesnou výšku a hmotnost.

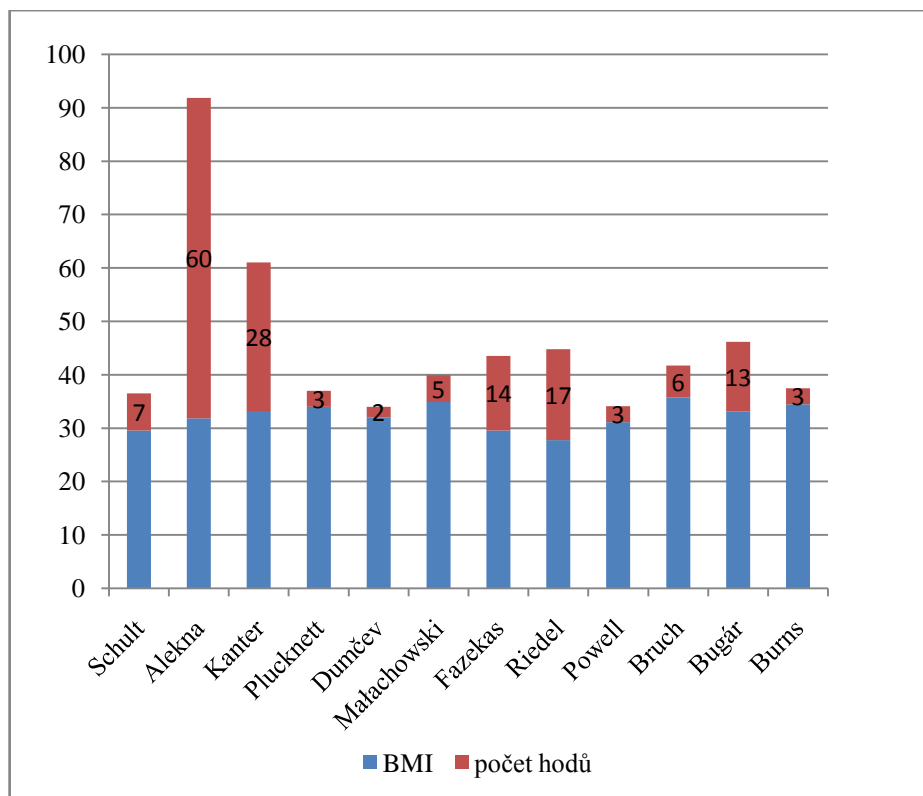
Biometrická data závodníků obsahující výšku, hmotnost, BMI a počet hodů nad 66,62 metru.

Základní porovnání kdy jsme porovnávali pouze nejlepší výkon a hodnotu BMI nebyl v ničem průkazný, byla tedy přidána veličina počtu pokusů a objevila se možná korelace mezi BMI a výkonností.

1. 74,08  JürgenSchult
2. 73,88  VirgilijusAlekna
3. 73,38  Gerd Kanter
4. 72,34  Ben Plucknett
5. 71,86  Jurij Dumčev
6. 71,84  Piotr Małachowski
7. 71,70  RóbertFazekas
8. 71,50  Lars Riedel
9. 71,26  John Powell
-  RickyBruch
-  Imrich Bugár
10. 71,18  Art Burns

	Cm	Kg	BMI	Počet hodů
Schult	193	110	29,53	7
Alekna	202	130	31,86	60
Kanter	196	127	33,06	28
Plucknett	200	136	34	3
Dumčev	200	128	32	2
Małachowski	193	130	34,9	5
Fazekas	193	110	29,53	14
Riedel	199	110	27,78	17
Powell	188	110	31,12	3
Bruch	198	140	35,71	6
Bugár	195	126	33,14	13
Burns	185	118	34,48	3

Tabulka č. 8 – data diskářů



Graf č. 4 - závislosti BMI na počtu hodů v disku

Korelace Disk

V disciplíně hod diskem, jsme uvažovali závislost tělesných proporcí jako je výška a délka končetin na výsledný výkon z důvodu těsného vlivu tělesné výšky u vrhačských disciplín obecně. Nepředpokládali jsme, že by zde hrála větší roli tělesná hmotnost jako u vrhu koulí. V hodu diskem, kde je výsledný výkon spíše závislý na švihů a obratnosti by byla velká tělesná hmotnost spíše překážkou.

$$\rho_{AB} = S_{AB} / (S_{AA} \cdot S_{BB})^{1/2} = 0,183$$

$$\rho_{AC} = S_{AC} / (S_{AA} \cdot S_{CC})^{1/2} = -0,016$$

$$\rho_{AD} = S_{AD} / (S_{AA} \cdot S_{DD})^{1/2} = -0,125$$

Korelační koeficient u výšky, hmotnosti a BMI

Oproti našemu očekávání je z výpočtu patrné, že korelace mezi výškou a výkonem v hodu diskem prakticky neexistuje žádný vztah. Výpočet ukázal, že zde existuje velmi slabá statistická významnost korelace. Tento fakt byl překvapivý, předpokládali jsme podobnou míru korelace jako v ostatních vrhačských disciplínách.

Při zjišťování korelace mezi výkonem a tělesnou hmotností jsme zjistili velmi slabou významnost korelace, mezi hmotností a dosaženým výkonem. Potvrdil se zde náš

předpoklad, že tělesná hmotnost u hodu diskem není predikujícím činitelem pro dosahování kvalitních výkonů v této disciplíně.

Při přepočtu na výpočet korelace mezi BMI a výkonem atletů v hodu diskem jsme zjistili, že mezi BMI a výkonem existuje velmi slabá statistická významnost korelace. Z výpočtů je tedy patrné, že z námi vybraných parametrů, tedy výška, váha a BMI není možné predikovat ideální tělesné proporce, které by diskaře zvýhodňovaly pro dosahování kvalitních výkonů v této disciplíně. V hodu diskem se zdá být alfou a omegou výkonu dosažení maximální rychlosti a síly v pohybu disku po kružnici, tedy dosažení co nejvyšší úhlové rychlosti a odpovídající síly vytvořené tenzí tělesných skupin ve fázi dokončení diskařské otočky a vypuštění disku. Predikujícím činitelem tedy budou vlastnosti ovlivňující úhlovou rychlost. Tělesné parametry, které bychom tedy měli hledat u diskařů, bude rychlost, obratnost, rozpětí paží a šíře ramen. Při porovnání s jinými studiemi jsme zjistili, že tělesná konstituce je podobná jako u koulařů. Ramzan (2013) ve svém výzkumu poukazuje na podobnou tělesnou konstituci diskařů jako je u vrhačů koule. Diskaři jsou patrně vyšší, ale lehčí. Z důvodu potřeby větší obratnosti při procesu hodu. Z žádného výzkumu se nám však pro porovnání nepovedlo dohledat, zda námi vypočtené výsledky závislosti výkonu na výšce a hmotnosti jsou obecně relevantní.

$$SAB = \sum A * B - \bar{A} * \sum B = 7,57$$

$$SAC = \sum A * C - \bar{A} * \sum C = -1,77$$

$$SAD = \sum A * D - \bar{A} * \sum D = -3,01$$

Směrodatné odchylky výšky, hmotnosti a BMI

6.5 Srovnání disciplín

	Výška	Hmotnost	BMI
Oštěp	kladná, střední	záporná, slabá	záporná, silná
Koule	kladná, slabá	záporná, střední	záporná, střední
Kladivo	záporná, střední	záporná, střední	záporná, slabá
Disk	kladná, velmi slabá	záporná, velmi slabá	záporná, velmi slabá

Tabulka č. 9 - Korelace výkonu a tělesných parametrů závodníka v disciplínách

Na základě našeho výběru atletů v jednotlivých disciplínách a jejich srovnání, jsme dospěli k závěru, zdali má výška, váha a BMI vztah k dosažení kvalitního výkonu v jednotlivých disciplínách u nejlepších atletů v dané kategorii. Pro každou z disciplín je vhodné jiné tělesné složení. Tedy můžeme s jistotou říci, že neexistuje ideální tělesná stavba pro všechny disciplíny. V tabulce je patrné, kde existuje vztah na elitní úrovni mezi výškou, hmotností a BMI na výkon v jednotlivých disciplínách.

V disciplíně oštěp je dle tabulky vidět, že korelace mezi výškou a výkonem je kladná, středně silná. Znamená to tedy, že výška oštěpaře a tedy i výška vypuštění tedy kladně ovlivňuje výkon v této disciplíně. Z porovnání hmotnosti je patrné, že samotná hmotnost ve zkoumané kategorii nehraje významnou roli vůči výkonu. Velmi silná závislost se však projevila v porovnání BMI vůči výkonu. Z tohoto výsledku je patrné, že existuje správný poměr mezi výškou a váhou a je tedy důležité se držet kolem hodnot BMI, kterou mají elitní oštěpaři zařazení do našeho výzkumu. Ideální hodnota BMI se pohybuje kolem 26.

V disciplíně vrh koulí je z korelace patrné, že existuje slabá korelace mezi výškou a výkonem atleta. V praxi to znamená, že vyšší výška atleta koreluje s vyšším výkonem při vrhu náčiní. Při srovnání hmotnosti nám vyšla záporná střední korelace. Tento výsledek znamená, že u našich koulařů existuje nepřímá úměra mezi velkou hmotností a dosaženým výkonem. Tento výsledek je v protikladu s naším očekáváním, že pro koulaře je vysoká tělesná hmotnost výhodná. Poměr Výšky a váhy nám u koule vyšel stejně jako v porovnání hmotnosti. Záporná středně silná závislost nám ukazuje, že vysoké BMI u koulařů je nepřímo úměrné jejich výkonu. V rozmezí naměřených BMI našem vzorku, které se pohybuje v rozmezí 32 – 41 je tedy pro dosažení lepšího výkonu výhodnější se držet hodnoty v rozmezí od 32 do 35 BMI.

V disciplíně hod kladivem Jsme vypočítali zápornou, středně silnou závislost výkonu jak pro výšku, tak i pro váhu. Předpokládali jsme, že výška i váha budou pozitivně ovlivňovat kladivářův výkon ve smyslu, že větší hmotnost pozitivně ovlivní stabilitu vrhače a větší výška zvětší vzdálenost dopadu náčiní díky větší výšce vypuštění kladiva. Z našich výpočtů z výzkumného vzorku vyplývá, že pro našich 10 atletů je vhodnější nižší tělesná hmotnost i výška postavy. Vysoká hmotnost a výška by tedy nepříznivě ovlivnily výkon v této disciplíně. Při srovnání závislosti BMI na výkonu nám vyšla

záporná, slabá korelace. Neexistuje tedy prakticky žádná souvislost v tělesné stavbě našich probandů s jejich dosaženými výkony.

Při srovnávání hodnot v disciplíně hod diskem jsme došli k těmto výsledkům. U výšky jsme zjistili velmi slabou kladnou korelaci k výkonu. U váhy byla zjištěna velmi slabá korelace záporná a stejně tak při srovnání s BMI. Naše předpoklady o vlivu výšky, váhy a BMI se u disku vůbec neprojevily. Z našich výsledků vyplývá, že ani jedna ze tří zkoumaných komponent nemá vliv na dosažení kvalitního výkonu v hodu diskem. V disciplíně hod diskem jsou pravděpodobně důležitější jiné aspekty složení těla, jako je šířka ramen, délka horních končetin a švihové schopnosti horních končetin.

7 Komparace výšky a hmotnosti vrhačů narozených do roku 1980 a po roce 1980

Jako další z parametrů zkoumání této problematiky jsme zvolili metodu komparace, kdy porovnáme vývoj hmotnosti a výšky u atletů a atletek v jednotlivých vrhačských disciplínách.

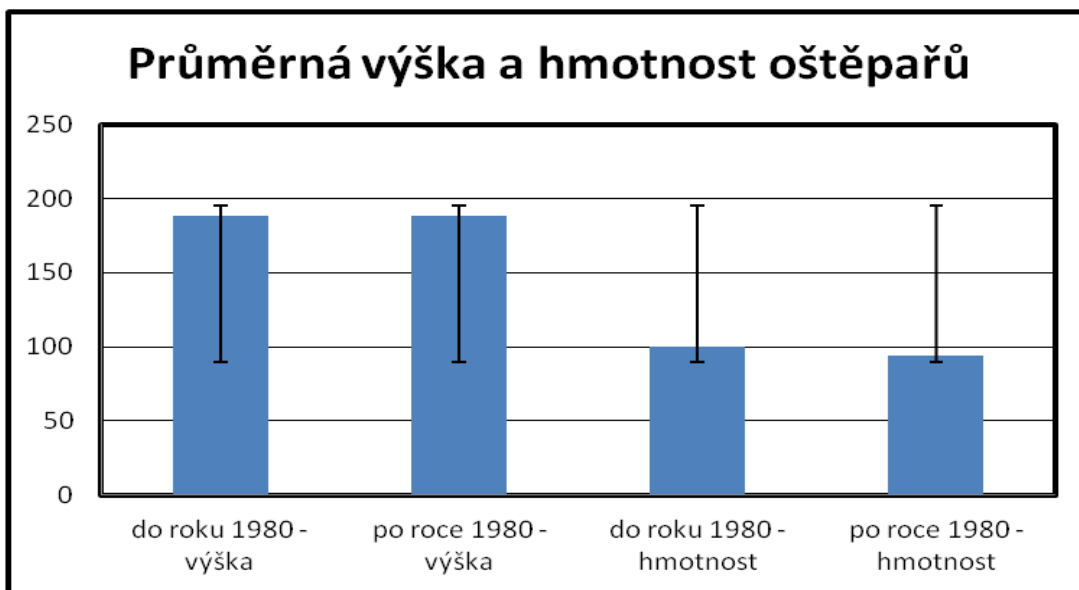
Parametry rozdělení skupin, pro porovnání jsme zvolili atlety narozené do roku 1980 a oproti nim atlety narozené po roce 1980 včetně. Rok 1980 byl vybrán jako mezník z důvodu, že okolo tohoto roku můžeme pozorovat přerod pojetí tréninku a vrcholové atletiky. Postupné odklonění se od sportu řízeného státem, alespoň ve východním bloku, a postupnou implementací nových tréninkových metod a kompletní novému přístupu k profesionálnímu sportu.

V první části výzkumu jsme srovnávali pouze mužské závodníky. V druhé části, kde porovnáme poměr hmotnosti a výšky u atletů narozených před a po roce 1980 jsme pro lepší výsledky a jednodušší zpracování přidali ženské závodnice ve stejné kategorii. Jako u mužů jde o atletky z absolutní světové špičky, takže dosažené výsledky by měly být srovnatelné. Toto porovnání by nám mělo poskytnout lepší vhled do vývoje hmotnosti a výšky závodníků a tedy preferovaným tělesným proporcím v aktuálním zkoumaném období.

7.1 Hod oštěpem

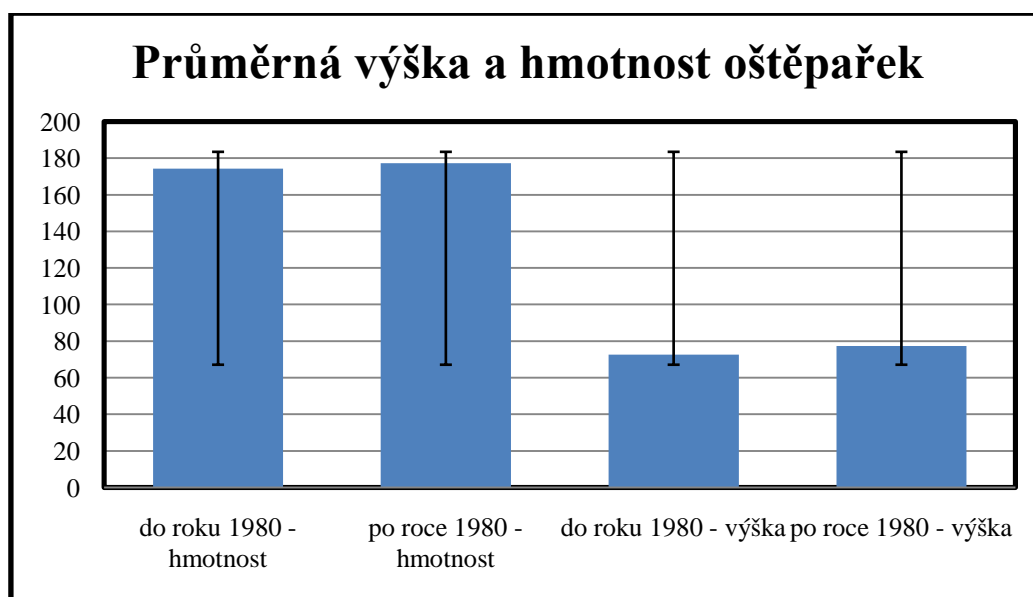
Na grafu číslo 5 je patrné, že výška se v poměru mezi zkoumanými atlety prakticky nezměnila. Průměrná hodnota výšky se u zkoumaného souboru zmenšila o 0,3 cm. Tento rozdíl není nijak výrazný a nemá žádný vliv na výkon v dané disciplíně.

Na grafu číslo 5 je rozdíl v hmotnosti patrný. Průměrná hmotnost oštěpařů klesla v průměru o cca 6 Kg u generace narozené po roce 1980. Z první části výzkumu je patrné, že nižší hmotnost atletů může pozitivně ovlivnit výkon v této disciplíně.



Graf č. 5 - průměrná výška a hmotnost oštěpařů

Na grafu číslo 6 je patrná opačná tendence než u mužů. Výška atletek je v průměru o 3cm vyšší u mladších sportovkyň. Stejný vývoj pozorujeme i u grafu číslo 8, kde nárůst váhy u mladší generace oštěpařek je o cca 5 Kg. Zatímco tedy muži jsou dnes relativně stejně vysocí a zdatně lehčí konstituce. U oštěpařek pozorujeme jak zdatně nárůst váhy i výšky. U oštěpařek tento trend napomohl k lepší výkonnosti atletek. Z výsledků je patrné, že změna tělesné konstituce pozitivně ovlivnila výkonnost v ženském hodu oštěpem.

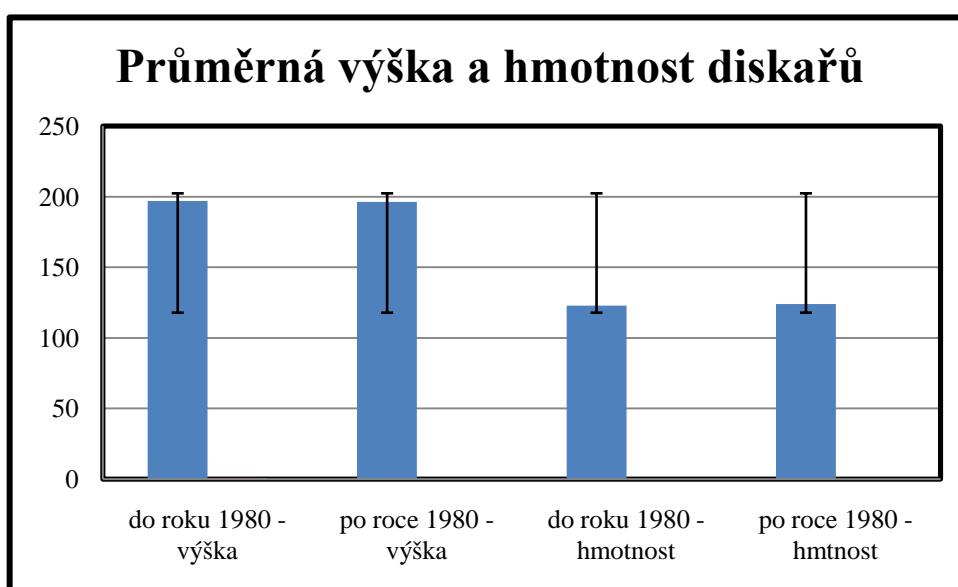


Graf č. 6 - průměrná výška a hmotnost oštěpařek

7.2 Hod Diskem

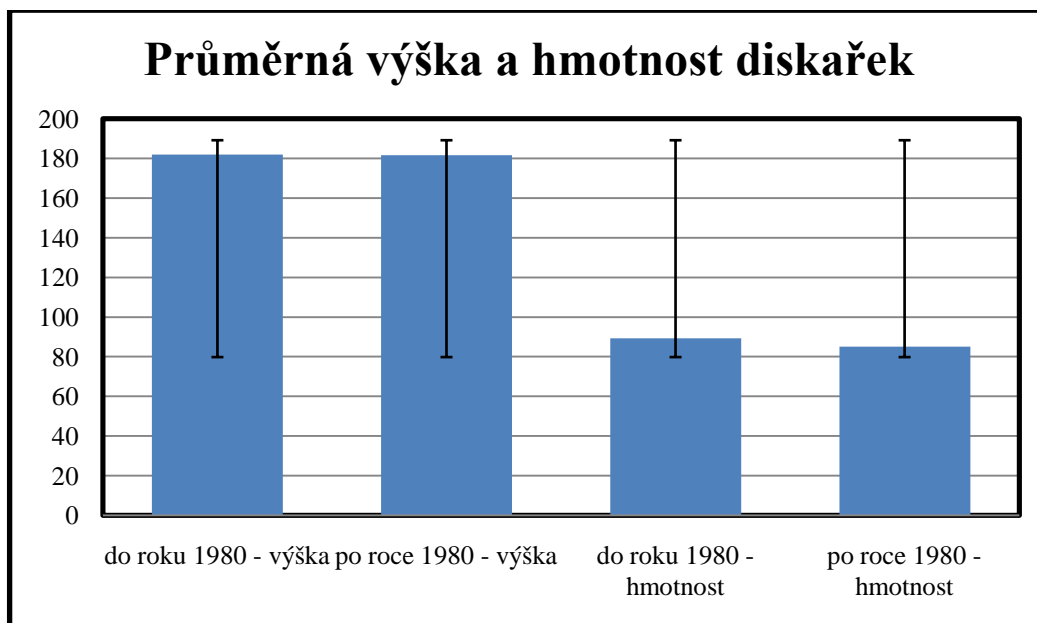
Graf číslo 7 znázorňuje, že u výšky mezi nejlepšími diskaři není žádný podstatný rozdíl. Obecně diskaři disponují nevyšší výškou ze zkoumaných subjektů. Výška vypuštění je u této disciplíny důležitým faktorem, jako rozpětí paží diskaře.

Na grafu číslo 7 je rozdíl v hmotnosti taktéž nepatrný. Průměrná hmotnost diskařů vzrostla v průměru o cca 2 Kg u generace narozené po roce 1980. Při diskařské otočce hmotnost není určujícím faktorem pro hodnotu výkonu, jak je patrné z první části našeho výzkumu.



Graf č. 7 - průměrná výška a hmotnost diskařů

Na grafu číslo 8 je patrná stejná tendence jakou mužů. Výška atletek je v průměru o 1,5 cm nižší u mladších sportovkyň. Stejný vývoj pozorujeme i u grafu číslo 12, kde pokles váhy u mladší generace oštěpařek je o cca 4 Kg. Zatímco tedy muži jsou dnes relativně stejně vysocí a skoro stejně těžcí. U diskařek pozorujeme jak drobný pokles výšky. Pokles váhy je znatelnější u mladších diskařek. Mladší diskařky váží o cca 4 Kg méně než starší kolegyně. Z výsledků je však patrné, že změna tělesné konstituce pozitivně neovlivnila výkonnost v ženském hodu diskem. Nejlepší výkonu jsou stále v držení atletek narozených před rokem 1980.

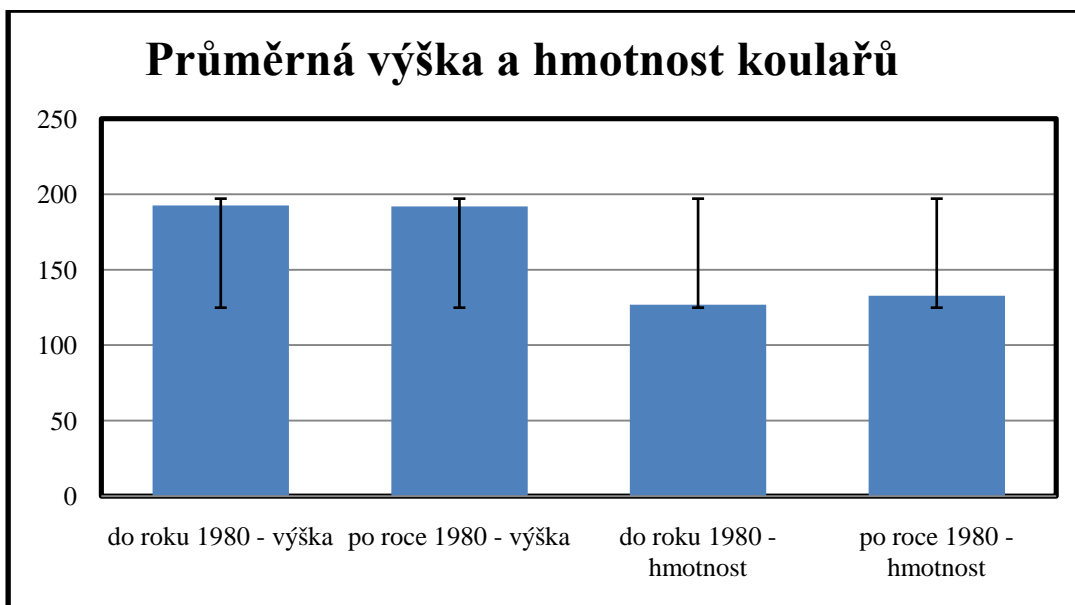


Graf č. 8 - průměrná výška a hmotnost diskářek

7.3 Vrh koulí

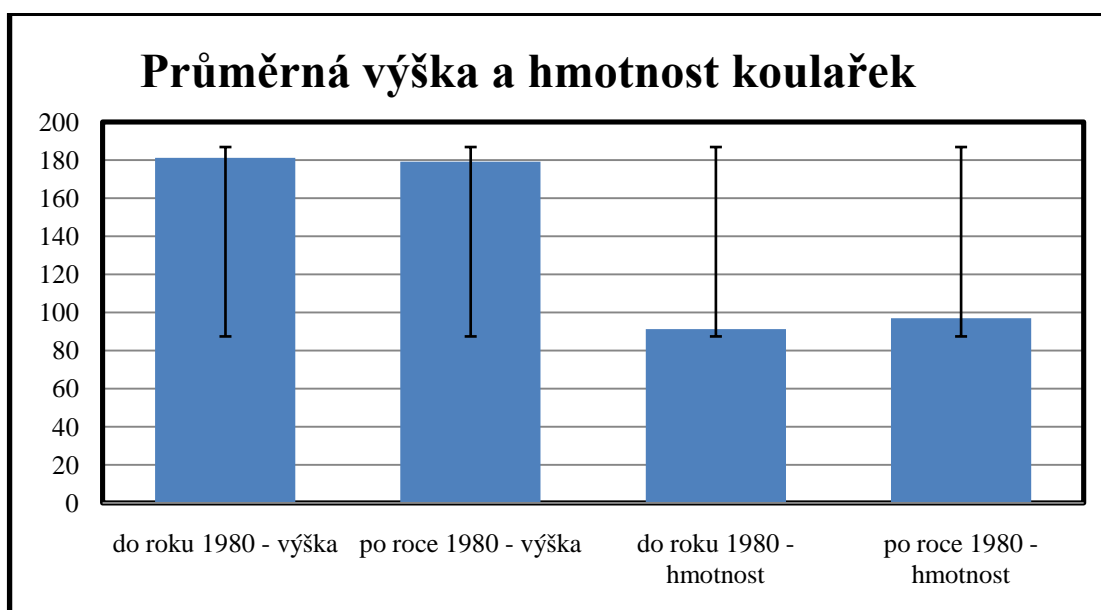
Graf číslo 9 znázorňuje, že u výšky mezi nejlepšími koulaři není znatelný rozdíl. Obecně koulaři disponují druhou nevyšší výškou ze zkoumaných subjektů. Výška vypuštění je u této disciplíny důležitým faktorem, jako rozpětí paží diskáře. Výška odhodu náčiní, je u vrhu koule důležitá komponenta spolu s dalšími předpoklady vrhače. Proto jak dříve tak i dnes je kladem důraz na výšku atletů.

Na grafu číslo 9 je rozdíl v hmotnosti již znatelnější. Průměrná hmotnost diskářů vzrostla v průměru o cca 5 Kg u generace narozené po roce 1980. V technice vrhu koule je u atletů vysoká tělesná hmotnost výhodnou komponentou z důvodu váhy náčiní. U koulařů byla vždy hmotnost nejvyšší ze všech srovnávaných sportovců z vrhačských disciplín.



Graf č. 9 - průměrná výška a hmotnost koulařů

Na grafu číslo 10 je patrná stejná tendence jakou mužů. Výška atletek je v průměru o 2 cm nižší u mladších sportovkyň. Opačný vývoj pozorujeme u grafu číslo 16, kde nárůst váhy u mladší generace koulařek je o cca 6 Kg. Vývoj váhy a výšky je u žen tedy prakticky stejný jako u mužských atletů. Výška atletů v obou kategoriích je prakticky stejná. Pozorujeme tedy u obou kategorií nárůst váhy, který je na této úrovni markantní.

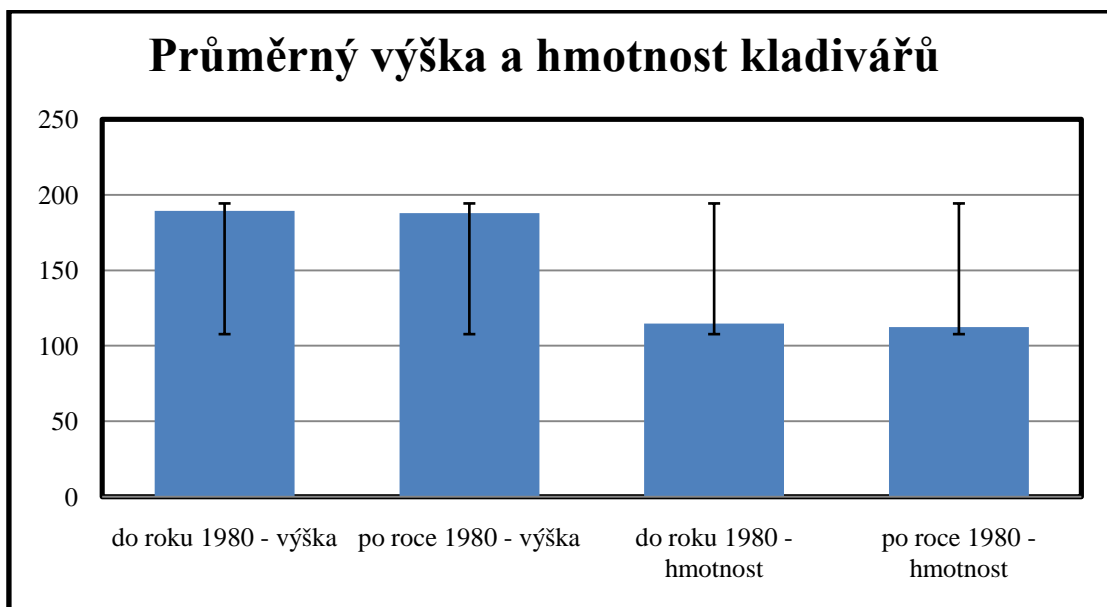


Graf č. 10 - průměrná výška a hmotnost koulařek

7.4 Hod kladivem

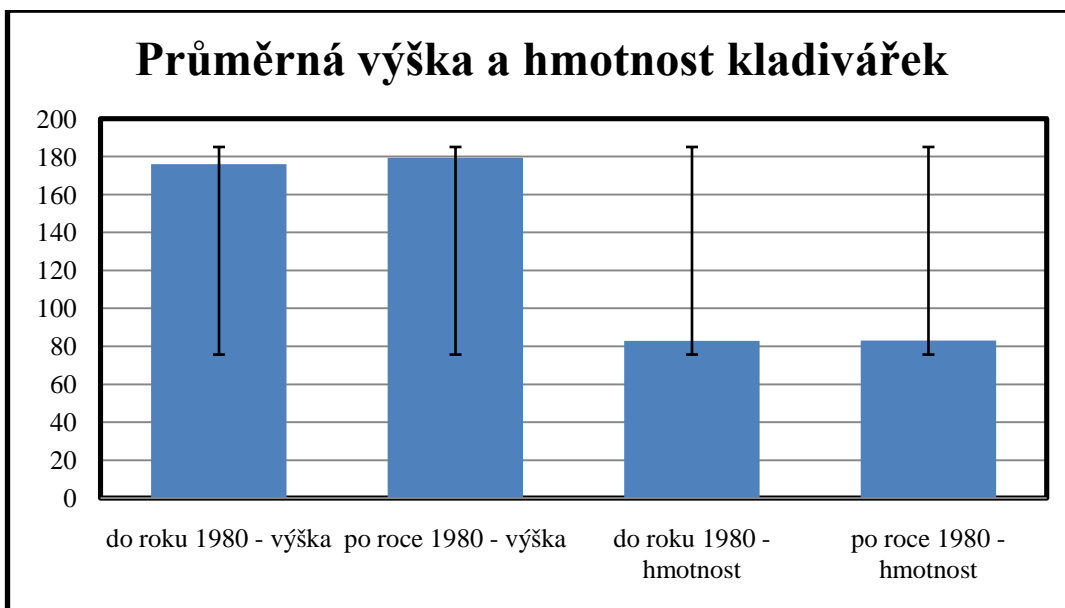
Graf číslo 11 znázorňuje, že rozdíl výšky mezi nejlepšími kladiváři není znatelný. Obecně koulaři disponují vysokou postavou. Výška vypuštění je u této disciplíny důležitým faktorem a také délka paží jako u diskářů. Nicméně v této disciplíně je důležitá technická preciznost kladivářské otočky a výška atleta ve výkonu nehraje až takovou roli.

Na grafu číslo 11 vidíme poměr hmotnosti kladivářů. Průměr hmotností ukazuje, že kladiváři narozeni po roce 1980 jsou řádově o cca 3 kg lehčí, než jejich starší kolegové. Poměr výšky a váhy ale zůstal prakticky nezměněn. Velká hmotnost by byla překážkou při technické kladivářské otočky.



Graf č. 11 - průměrná výška a hmotnost kladivářů

Na grafu číslo 12 je patrná opačná tendence oproti mužům. Výška atletek je v průměru o 3 cm vyšší u mladších sportovkyň. Rozdílný vývoj pozorujeme poté u grafu číslo 20, kde nárůst váhy u mladší generace koulařek je prakticky u našeho výběru nulový. Vývoj váhy a výšky je u žen tedy rozdílný než u mužských atletů. V porovnání těchto hodnot u žen, jsme také museli upravit kritérium rozdělení a byl jako hranice zvolen rok 2000. Bylo to z důvodu krátkého času, kdy jsou výkony žen v této disciplíně zaznamenávány.



Graf č. 12- průměrná výška a hmotnost kladivářek

8 Diskuze

Naše diplomová práce měla za cíl prozkoumat, zdali existuje úzká souvislost mezi tělesnou stavbou atletů u vrhačských disciplín. Cílem bylo zjistit, zdali mají námi vybraná kritéria přímý vliv na výkon a výkonnost atletů. Dále jsme si vzali za cíl, zkusit najít ideální tělesné proporce pro každou z výše zmíněných vrhačských disciplín, nebo alespoň zjistit zdali určité tělesné proporce, nebo jejich poměr, predikují atleta ke kvalitním výkonům v jeho disciplíně.

Ze zkoumaných zdrojů, bylo možné zjistit určité předpoklady pro ideální tělesnou stavbu pro jednotlivé disciplíny. Ve vrhu koulí je dle již zpracovaných publikací nastíněn ideální prototyp koulaře s velkou tělesnou hmotností a tělesnou výškou. U koule není kladen přílišný důraz na nízké procento tělesného tuku. Primární zde je výbušná síla dolních a horních končetin. Vysoká tělesná váha a síla predikují koulaře ke kvalitním výkonům z hlediska lepšího poměru tělesné váhy a síly vůči hmotnému náčiní.

Při hodů diskem jsme předpokládali, že hraje velkou roli rozpětí paží a výška vrhače. Délka paží je důležitá pro co možná největší udělení úhlové rychlosti disku. Dále náš předpoklad, odkazující na předešlé výzkumy, které označují jako relevantní faktor i výšku vrhače byl dle našich výpočtů u našeho vybraného vzorku atletů ukázán jako neprůkazný a výška dle našich výpočtů nemá přímou ani nepřímou korelaci s dosaženým výkonem.

Specifikum tvoří hod oštěpem, kde není úplně jasné, jestli existuje ideální prototyp oštěpaře. V hodů oštěpem hrají roli švihové a dynamické vlastnosti oštěpaře. Tělesná hmotnost ani výška se u oštěpu nejeví jako nejdůležitější parametr. Jak u výšky, tak u váhy jsme na základě výzkumu našeho výběru atletů zjistili střední závislost korelace. Na základě předchozích výzkumů však výsledky nepovažujeme za úplně vypovídající. Při výpočtu poměru veličin vyjádřeným BMI jsme ovšem dostali výsledek silné korelace k výkonu. Je tedy zřejmé, že pro hod oštěpem není tak důležitá optimální hmotnost, nebo výška, ale je velice důležitý poměr těchto dvou veličin, aby byly zachovány správné proporce hybnosti těla.

V hodů kladivem, jak píše Šimon (2004) není vyhraněný somatotyp. Podle Šimona je v této disciplíně spousta jiných proměnných na to, abychom mohli určit ideální tělesnou

stavbu kladiváře. Dle našich výpočtů je však patrné, že závislost mezi samostatnou výškou a váhou v hodu kladivem opravdu existuje. U výšky i hmotnosti jsme zaznamenali středně silnou závislost korelace na výkonu. Na druhou stranu jsme nevypočítali z našeho vzorku atletů žádnou statistickou závislost výkonu v této disciplíně na BMI, což nás překvapilo.

Pro porovnání jednotlivých zástupců ze všech čtyř vrhačských disciplín jsme použili vždy závodníky dle 10 nejlepších dosažených výkonů všech dob v každé disciplíně. Při tomto druhu výběru předpokládáme, že jsme zachytili každého jednotlivého atleta ve vrcholu jeho fyzických sil a v nejlepší kondici profilující jeho výkon a výkonnost.

Jako proměnou při sběru dat však musíme zvažovat, že tělesná hmotnost se v průběhu času u všech zmíněných sportovců měnila oběma směry. Dalším faktorem je z dlouhodobého hlediska problém dopingů, který v průběhu času byl a je v atletice problémový. Předpokládáme však, že všechny námi shromážděná data pochází z doby kdy ani jeden ze závodníků nebyl pozitivně testován na nepovolené látky.

U komparace výšky a váhy nás zajímal rozdíl mezi závodníky před rokem 1980 a po něm. Z porovnání jsme zjistili změny v pohledu na vývoj hmotnosti a výšky u jednotlivých disciplín v mužských i ženských disciplínách. Zajímavé zjištění je, že u disciplín kde je kladen větší důraz na švih a náčiní je lehčí byla tendence úbytku hmotnosti. Změna výšky je zanedbatelná. Myslím, že tato tendence je logický krok vzhledem k technice provedení hodu u těchto disciplín a také, že snížení hmotnosti může mít příznivý vliv na délku sportovní kariéry, s ohledem na menší riziko poranění svalové tkáně.

9 Závěr

Výsledky naší práce zodpověděly na všechny vědecké otázky a ukázaly vliv hmotnosti a výšky na vrhačské disciplíny v atletice.

Hypotéza H1 se nám potvrdila. Závodníci vrhající koulí mají opravdu ze všech závodníků nejvyšší hmotnost a dosahují velké tělesné výšky. Zároveň mají i největší hodnoty BMI. Toto tvrzení však můžeme vztáhnout pouze na světovou elitu, která byla komparaci podrobena.

Hypotéza H2 se potvrdila jen z části, pro některé vrhačské disciplíny. U disciplíny hod oštěpem dosahovali nejlepších výsledků závodníci v našem stanoveném intervalu BMI. Výška se v hodu oštěpem ukázala opravdu jako signifikantní. Tak i poměr vyjádřený pomocí BMI. Oproti tomu u hodu diskem se neukázala absolutně žádná závislost.

Hypotéza H3 se ukázala jako nepravdivá. Poměr výšky a váhy vykazuje rozdíl v tělesné hmotnosti. Koulaři jsou mnohem těžší a proto jejich průměrné BMI je vyšší než u kladivářů, jejichž výška je podobná, ale hmotnost těla je nižší.

Vědecké otázky, které jsme položili, byly zodpovězeny a cíle naší práce byly naplněny. Vycházeli jsme z obecně platných předpokladů, že výška a hmotnost hraje určitou roli ve vlivu na výkon vrhačů.

Naše první otázka si kladla za cíl zjistit, zda se nějak měnila tělesná stavba u vrhačů v průběhu let. Můžeme říct, že trend poslední doby ukazuje, že například v oštěpu jsou závodníci lehčí, než tomu bývalo například před 30 lety. V ostatních disciplínách není žádná zásadní změna trendu tělesné stavby.

Druhá vědecká otázka se zabývá vlivem výšky a váhy na jednotlivé disciplíny. Předpokládali jsme, že výška i hmotnost budou přímo ovlivňovat každou vrhačskou disciplínu. Kde se potvrdily naše předpoklady, byl vrh koulí, kde se naše výsledky měřeného souboru shodují s naším předpokladem, že mezi výkonem a hmotností existuje statistická významnost v jejich vzájemném vlivu. Tvrzení podpořila i druhá oblast výzkumu, kde je jasně vidět, že koulaři ze všech vrhačů dosahují největší hmotnosti. Nicméně v rotačních disciplínách (hod kladivem a diskem) jsme zjistili velmi malou souvislost mezi výkonem a tělesnou stavbou.

Na třetí otázku je komplikované odpovědět. Existují dispozice pro každou disciplínu, které napomůžou atletovi dosáhnout kvalitního výkonu. V některých disciplínách je tento vliv silnější a u jiných slabší. Například u vrhu koulí můžeme navrhnout ideální proporce koulařova těla. Ve zbylých disciplínách je to trochu složitější z důvodu velkého počtu proměnných vlivů u oštěpu, nebo z důvodu jiného biomechanického základu pohybu u disciplín hod diskem a hod kladivem.

Co se týče vývoje postavy vrhačů v průběhu času. Rozdíl u vybraných elitních vrhačů ve výšce postavy je ve všech disciplínách minimální. Největší rozdíl jsme zjistili u koulařek, kde je rozpětí v průměru výšky 3,3 cm. Rozdíl v postavě pozorujeme ve změně hmotnosti. U oštěpařů jsme zaznamenali pokles hmotnosti o 5,9 kg a u oštěpařek naopak nárůst o 4,8 kg. U diskařů zůstala hmotnost prakticky na stejné hladině a u diskařek se průměr snížil o 4,1 kg. Největší nárůst jsme zaznamenali ve vrhu koulí, kde je trend stejný jak u mužů i žen. U mužů vzrostla hmotnost o 5,9 kg a u žen o celých 5,8 kg. U kladiva mužů se hmotnost snížila o 2,4 kg a u žen zůstala prakticky beze změny.

Z výše uvedeného tedy můžeme konstatovat, že výška postavy vrhačů a vrhaček zůstala prakticky stejná a žádný nový trend v tomto ohledu nepozorujeme. Znatelnější rozdíl pozorujeme pouze v ženském oštěpu a kladivu.

Markantnější rozdíly jsou u hmotnosti vrhačů a vrhaček. Z vše uvedeného výčtu ale vidíme, že největší změnu můžeme pozorovat u silových disciplín jako je vrh koulí a hod kladivem. U koule se hmotnost zvětšila a u kladiva hmotnost klesla, pravděpodobně z důvodu dynamičtějšího provedení techniky odhodu, kde nižší hmotnost zajišťuje lepší obratnost při provedení otočky.

Celkově tedy můžeme konstatovat, že stavba těla vrhačů za posledních pár desítek let neprodělala žádnou dramatickou změnu a zůstává velice podobná, až a drobné niance uvedené výše.

Seznam Literatury

- 1) ATLETIKA.CZ: Medailony atletů. *Vladimír Maška* [online]. 2016 [cit. 2017-07-01]. Dostupné z: <http://www.atletika.cz/reprezentace/medailony-atletu/vladimir-mask/>
- 2) ATLETIKA – učební texty pro trenéry III. třídy, Olympia, Praha 1976.
- 3) BEDŘICH, L., & DOVALIL, J. (2009). Syllabus teorie a didaktiky sportu I. Elportál online. Brno, Czech Republic: MU.
- 4) BUNC, V. Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Časopis lékařů českých*. 2007, Roč. 3, č.5.
- 5) BISHOP, D. Physiological predictors of flat-water kayak performance in women. *Eur J Appl Physiol*, 2000, Vol. 8.
- 6) CARTER, J. E. Lindsay a Barbara Honeyman HEATH. *Somatotyping - development and applications*. Cambridge: Cambridge university press, c1990. ISBN 0-521-35117-0.
- 7) ČESÁK, Petr. *Porovnání tělesného složení fotbalových hráčů podle hráčského postu*. Praha, 2007. Diplomová práce. Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce PaedDr. Lucia Malá Ph.D.
- 8) ČOH, M. et al.: Characteristic of javelin throwers. *Coll Antropol* 26 Suppl (2002) 2.
- 9) DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2009. ISBN 978-80-7376-130-1.
- 10) FUSEK, Radomír. *Zjišťování závislosti mezi explozivní silou horních končetin a výkonem při sprintu na kajaku u vodních slalomářů*. Praha, 2016. Bakalářská práce. Fakulta tělesné výchovy a sportu UK. Vedoucí práce PhDr. Milan Bílý Ph.D.
- 11) GRASGRUBER, P., CACEK, J. (2008). *Sportovní geny* (1st ed.). Brno, Czechia: ComputerPress.
- 12) HAINER, V. *Obezita: [minimum pro praxi]*. 2. vyd Praha: Triton, 2003, ISBN 80-7254-384-9.
- 13) HENDL, J. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Páté, rozšířené vydání. Praha: Portál, 2015. ISBN 978-80-262-0981-2.
- 14) HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2005. ISBN 8073670402.
- 15) HENDL, J. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0200-4
- 16) JIRKA J. a kol. *Kdo byl kdo v české atletice*. Olympia, Praha, 2000.
- 17) MOORE, Kenny. *Talk About A Change Of Pace THE IAAF REWROTE THE RULES TO MAKE THE JAVELIN SAFER, AND NOW THE EVENT'S*

PRACTITIONERS CAN'T THROW IT AS FAR AS THEY ONCE COULD. *Sports Illustrated*. 1986.

- 18) KINKOROVÁ, I., HELLER, J., MOULIS, J. Possibilities for the use of selected methods for the determination of body composition in children in their adolescent stage. *Acta Univ. Palacki. Olomuc., Gymn.* 2009, Vol.39, No.1.
- 19) KITTNAR, O. a kol., *Lékařská fyziologie*. Praha : Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
- 20) KORALEWSKI, H.E., GUNGA, H.C., KIRSCH, K.A. *Energiehaushalt und Temperaturregulation*. Wien : o.O, 2004.
- 21) KILLING, W. *Jugendleichtathletik: offizieller Rahmentrainingsplan des Deutschen Leichtathletik-Verbandes für die Wurfdisziplinen im Aufbau training; [Wurf]*. Münster: Philippka-Sportverlag, 2011, 288 s. ISBN 978-3-89417-209-1.
- 22) KROULÍKOVÁ, Soňa. *Somatické charakteristiky krasobruslařek v České republice*. Praha, 2013. Diplomová práce. Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce PhDr. Šárka Honsová, PhD.
- 23) KUCHEN, A. *Teória a didaktika atletiky*. 1. vyd. Bratislava: Slov. PN, 1987. 379 s.
- 24) LUŽA, J. *Technika atletických disciplín*. 1. vyd. Brno: MU, 1995. 78s. ISBN 80-210-1127-0.
- 25) MĚKOTA, K., a CUBEREK (2007). *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony*. Olomouc, Czech Republic: FTK UP
- 26) MORAVEC, R., KAMPMILLER, T., ŠIMONEK, J., VANDERKA, M., LACZO, E., a BELEJ, M. (2004). *Teória a didaktika športu*. Bratislava, Slovakia: FTVŠ UK.
- 27) MYERS, J., L, A WELL & R. F. LORCH. *Research design and statistical analysis*. 3rd ed. /. New York: Routledge, 2010.
- 28) PAVLÍK, J. *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, 1999, 57 s. ISBN 80-210-2130-6.
- 29) PAVLÍK, J., SEBETA, M., STOCHL, J., VESPALEC, T., ZVONAR, M. a kol. (2010). *Vybrané kapitoly z antropomotoriky (1st ed.)*. Brno, Czechia: Masarykova univerzita Brno
- 30) PIVOŇKA, L., FRAISOVÁ V. & FRANTA, Z. *Atletika - hod oštěpem: program sportovní přípravy v tréninkových střediscích mládeže*. Praha: Český ústřední výbor ČSTV, 1980.
- 31) RAMZAN, Rather Mohd. *Analysis of Anthropometric and Physiological variables among Shot-put and Discus throw Athletes- A Comparative study*. Sant Gadge Baba Amravati University, Amravati, Maharashtra- 444 602, India, 2013.

- 32) RIEGEROVÁ, J., VODIČKA, P. Vztah somatotypu a motorické výkonnosti u dětí a dospělých. Telesná výchova šport. 1992, roč. 2.
- 33) RIEGEROVÁ, J., ULBRICHOVÁ, M., PŘIDALOVÁ, M. Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie). Olomouc : Hanex, 2006. s. 6, 10, 11, 14, 72, 77. ISBN 80-85783-52-5.
- 34) ROCHE, A., F., HEYMSFIELD, S., B., LOHMAN, T.G. *Human body composition*. Champaign, Human Kinetics, 1996.
- 35) SENSIBLE-HEALTH-RELATED-FITNESS. [online]. [cit. 2012-11-01]. Dostupné z: <http://www.sensible-health-related-fitness.com/somatotype.html>
- 36) ŠTĚPNIČKA, J. a kol. Somatické předpoklady ke studiu tělesné výchovy. 1. vyd. Praha : Univerzita Karlova, 1979.
- 37) ŠIMON, Jiří. *Atletické vrhy a hody*. Praha: Olympia, 2004. Atletika. ISBN 80-7033-815-6.
- 38) ŠIMON, Jiří. *Trénink vrhu a hodů*. Praha: Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-362-8.
- 39) SINGH, SUKHDEV; Karanjit; Singh, Mandeep Comparison of anthropometric and body types of high performance and low performance hammer throwers. *Brazilian Journal of Biomechanics*, vol. 5, núm. 2, 2011.
- 40) TĚŠANOVÍČ, G. A kol.: Relations between the body mass index and the anthropometric. *Acta Kinesiologica* 4 (2010).
- 41) VILIKUS, Z. a kol. (2012). *Výživa sportovců a sportovní výkon (1st ed.)*. Praha, Czechia: Karolinum.
- 42) VILIKUS, Z. a kol., *Tělovýchovné lékařství*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 2004. ISBN 80-246-0821-9.
- 43) VINDUŠKOVÁ, Jitka a kol. Praha: Olympia, 2003. 284 s. ISBN: 80-7033-770-2.
- 44) VOMÁČKA, Václav, a kol. *Atletika do kapsy: Hody a vrhy*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1980
- 45) VOMÁČKA, V. Hod diskem. In KUCHEN, A a kol. *Teória a didaktika atletiky*. Bratislava: SPN, 1987.
- 46) VRÁBEL, J. Hod diskem. In HARMATI, A. a kol. *Lehkoatletické hody a vrhy*. Praha: Olympia, 1971.
- 47) VYŠKOVSKÝ, J. *Atletická příprava dorostu v oddílech*. Praha: Český ústřední výbor ČSTV, 1990.
- 48) <http://sport.maths.org/content/david-and-goliath>
- 49) ZVONAR, M., DUVAČ, I. A kol. *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova sport*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5380-9.

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – hmotnost vrhačského náčiní.....	14
Tabulka č. 2 - Somatotypy dle Vilkuse (2012).....	22
Tabulka č. 3 – zdravotní rizika spojená s obezitou.....	25
Tabulka č. 4 - Tělesné proporce atletů na OH 2000 + 2004 a MS 2001 + 2003	27
Tabulka č. 5 – data oštěpařů	34
Tabulka č. 6 – data koulařů.....	38
Tabulka č. 7- data kladivářů	42
Tabulka č. 8 – data diskařů	44
Tabulka č. 9 - Korelace výkonu a tělesných parametrů závodníka v disciplínách.....	46

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 - Sheldonova „cluster chart“.....	21
--	----

Seznam grafů

Graf č. 1- závislosti BMI na počtu hodů v oštěpu	35
Graf č. 2 – závislosti BMI na počtu hodů v kouli.....	39
Graf č. 3 - závislosti BMI na počtu hodů v kladivu.....	42
Graf č. 4 - závislosti BMI na počtu hodů v disku	45
Graf č. 5 - průměrná výška a hmotnost oštěpařů	50
Graf č. 6 - průměrná výška a hmotnost oštěpařek	50
Graf č. 7 - průměrná výška a hmotnost diskařů.....	51
Graf č. 8 - průměrná výška a hmotnost diskařek	52
Graf č. 9 - průměrná výška a hmotnost koulařů	53
Graf č. 10 - průměrná výška a hmotnost koulařek.....	53
Graf č. 11 - průměrná výška a hmotnost kladivářů.....	54
Graf č. 12 - průměrná výška a hmotnost kladivářek.....	55

Č5: komparace výšky a váhy oštěpařek

		cm	kg			cm	kg
Steffi NERIUS	1 JUL 1972	178	72	Barbora ŠPOTÁKOVÁ	30 JUN 1981	182	80
Sonia BISSET	1 APR 1971	178	83	Maria ABAKUMOVA	15 JAN 1986	178	85
Trine HATTESTAD	18 APR 1966	173	76	Olisdeilys MENÉNDEZ	14 NOV 1979	175	80
Miréla MANJANI	21 DEC 1976	165	60	Christina OBERGFÖLL	22 AUG 1981	175	80
Tatyana SHIKOLENKO	10 MAY 1968	175	79	Sunette VILJOEN	6 OCT 1983	170	70
Tanja DAMASKE	16 NOV 1971	177	77	Kathrina MOLITOR	08 NOV 1983	183	77
Louise CURREY	24 JAN 1969	175	68	Linda STAHL	02 OCT 1985	175	78
Claudia COSLOVICH	26 APR 1972	170	74	Hanna HATSKO-FEDUS	03 OCT 1990	175	70
Karen FORKEL	24 MAR 1970	172	64	Martina RATEJ	02 NOV 1981	178	78
Yekaterina IVAKINA	7 DEC 1964	168	70	Maria ANDREJCZYK	9 MAR 1996	174	77
Joanna STONE-NIXON	4 OCT 1972	173	66	Vera REBRIK	25 FEB 1989	178	68
Oksana MAKAROVA	21 JUL 1971	180	73	Kim MICKLE	28 DEC 1984	166	70
Barbara MADEJCZYK	30 SEP 1976	180	81	Kara WINGER	10 APR 1986	183	84
Dörthe FRIEDRICH	21 JUN 1973	174	68	Christin HUSSONG	17 MAR 1994	186	84
Kim KREINER	26 JUL 1977	175	78	Tatsiana KHALADOVIC	21 JUN 1991	181	81
	průměr	174,2	72,6		průměr	177,2667	77,46667
	medián	175	73		medián	178	78
	do roku 1980 - h	po roce 1980 - hmotnost			do roku 1980 -	po roce 1980 - výška	
průměrná výška	174,2	177,2		průměrná hmotnost	72,6	77,4	
směrodatná odchylka	4,118252056	5,105117		směrodatná odchylka	6,364484792	5,364907	

Č6: komparace výšky a váhy koulařek

		cm	kg			cm	kg
Natalya LISOVSKAYA	16 JUL 1962	188	105	Nadzeya OSTAPCHUK	28 OCT 1980	180	97
Ilona BRIESENICK	24 SEP 1956	180	93	Valerie ADAMS	06 OCT 1984	193	120
Helena FIBINGEROVÁ	13 JUL 1949	179	95	Christina SCHWANITZ	24 DEC 1985	180	105
Claudia LOSCH	10 JAN 1960	181	84	Natallia MIKHNEVICH	25 MAY 1982	180	96
Ivanka KHRISTOVA	19 NOV 1941	172	83	Michelle CARTER	12 OCT 1985	179	95
Marianne ADAM	19 SEP 1951	183	85	Lijiao GONG	24 JAN 1989	175	108
Verzhinia VESELINOV	18 NOV 1957	170	102	Evgeniia KOLODKO	22 JUL 1990	182	92
Natalya AKHRIMENKC	12 MAY 1955	184	90	Jillian CAMARENA-WILLIAMS	02 MAR 1982	178	113
Vita PAVLYSH	15 JAN 1969	174	85	Anna AVDEEVA	06 APR 1985	175	100
Margitta PUFE	10 SEP 1952	180	83	Petra LAMMERT	3 MAR 1984	182	85
Larisa PELESHENKO	29 FEB 1964	185	102	Ling Li	07 FEB 1985	181	110
Yanina PRAVALINSKA	26 DEC 1976	184	88	Anita MÁRTON	15 JAN 1989	172	90
Nadine KLEINERT	20 OCT 1975	190	94	Geisa ARCANJO	19 SEP 1991	180	92
Ines MÜLLER	2 JAN 1959	182	90	Úrsula RUIZ	11 AUG 1983	170	82
Astrid KUMBERNUSS	05 FEB 1970	185	89	Yaniuvis LÓPEZ	01 FEB 1986	180	71
	průměr	181,1333	91,2		průměr	179,1333	97,06667
	medián	182	90		medián	180	96
	do roku 1980 -	po roce 1980 - výška			do roku 1980 -	po roce 1980 - hmotnost	
průměrná výška	181,1	179,1		průměrná hmotnost	91,2	97	
směrodatná odchylka	5,426683047	5,071051		směrodatná odchylka	6,978060858	12,37453	

Č9: výpočet korelace oštěpu

Oštěp											
Výpočet korelačních koeficientů: výkonu (A): k výšce (B), váze (C), BSM (D)											
n	A _n	B _n	C _n	D _n	A _n * B _n	A _n * C _n	A _n * D _n	(A _n - \bar{A}) ²	(B _n - \bar{B}) ²	(C _n - \bar{C}) ²	(D _n - \bar{D}) ²
1	98,48	186	88	24,19	18317,3	8666,24	2382,23	33,3391	9,00	49,00	5,80
2	93,09	195	92	25,44	18152,6	8564,28	2368,21	0,1475	36,00	9,00	1,34
3	92,72	188	90	25,46	17431,4	8344,8	2360,65	0,0002	1,00	25,00	1,30
4	92,61	195	100	26,3	18059	9261	2435,64	0,0092	36,00	25,00	0,09
5	92,60	189	95	26,6	17501,4	8797	2463,16	0,0112	0,00	0,00	0,00
6	91,69	192	100	27,13	17604,5	9169	2487,55	1,0323	9,00	25,00	0,28
7	91,59	191	100	27,41	17493,7	9159	2510,48	1,2455	4,00	25,00	0,66
8	91,53	191	100	27,41	17482,2	9153	2508,84	1,3830	4,00	25,00	0,66
9	91,46	175	85	27,76	16005,5	7774,1	2538,93	1,5525	196,00	100,00	1,35
10	91,29	188	100	28,29	17162,5	9129	2582,59	2,0051	1,00	25,00	2,86
Suma	927,06	1890	950	265,99	175210	88017,4	24638,3	40,7254	296,00	308,00	14,34
Průměr	92,706	189,000	95,000	26,599							

Č10: výpočet korelace koule

Koule											
Výpočet korelačních koeficientů: výkonu (A): k výšce (B), váze (C), BSM (D)											
n	A _n	B _n	C _n	D _n	A _n * B _n	A _n * C _n	A _n * D _n	(A _n - \bar{A}) ²	(B _n - \bar{B}) ²	(C _n - \bar{C}) ²	(D _n - \bar{D}) ²
1	23,12	194	132	35,07	4485,28	3051,84	810,818	0,1274	0,49	1,96	0,01
2	23,06	193	118	31,68	4450,58	2721,08	730,541	0,0882	0,09	158,76	10,87
3	22,91	191	118	32,35	4375,81	2703,38	741,139	0,0216	5,29	158,76	6,90
4	22,86	196	125	32,54	4480,56	2857,5	743,864	0,0094	7,29	31,36	5,94
5	22,75	200	128	32,00	4550	2912	728	0,0002	44,89	6,76	8,86
6	22,67	195	144	37,87	4420,65	3264,48	858,513	0,0086	2,89	179,56	8,37
7	22,64	196	135	35,14	4437,44	3056,4	795,57	0,0151	7,29	19,36	0,03
8	22,56	183	125	37,33	4128,48	2820	842,165	0,0412	106,09	31,36	5,54
9	22,54	193	154	41,34	4350,22	3471,16	931,804	0,0497	0,09	547,56	40,49
10	22,52	192	127	34,45	4323,84	2860,04	775,814	0,0590	1,69	12,96	0,28
Suma	227,63	1933	1306	349,77	44002,9	29717,9	7958,23	0,42061	176,10	1148,40	87,28
Průměr	22,763	193,300	130,600	34,977							

Č11: výpočet korelace kladiva

Kladivo											
Výpočet korelačních koeficientů: výkonu (A): k výšce (B), váze (C), BSM (D)											
n	A _n	B _n	C _n	D _n	A _n * B _n	A _n * C _n	A _n * D _n	(A _n - \bar{A}) ²	(B _n - \bar{B}) ²	(C _n - \bar{C}) ²	(D _n - \bar{D}) ²
1	86,74	185	110	32,14	16046,9	9541,4	2787,82	3,5081	10,24	5,29	0,21
2	86,04	180	100	30,86	15487,2	8604	2655,19	1,3759	67,24	151,29	0,67
3	84,9	192	115	31,2	16300,8	9763,5	2648,88	0,0011	14,44	7,29	0,23
4	84,86	187	99	28,31	15868,8	8401,14	2402,39	0,0000	1,44	176,89	11,36
5	84,62	192	120	32,55	16247	10154,4	2754,38	0,0610	14,44	59,29	0,76
6	84,51	184	104	30,72	15549,8	8789,04	2596,15	0,1274	17,64	68,89	0,92
7	84,48	191	120	32,89	16135,7	10137,6	2778,55	0,1498	7,84	59,29	1,46
8	84,4	191	120	32,89	16120,4	10128	2775,92	0,2181	7,84	59,29	1,46
9	84,19	194	115	30,56	16332,9	9681,85	2572,85	0,4583	33,64	7,29	1,26
10	83,93	186	120	34,69	15611	10071,6	2911,53	0,8780	4,84	59,29	9,05
								S _{AA}	S _{BB}	S _{CC}	S _{DD}
Suma	848,67	1882	1123	316,81	159701	95272,5	26883,7	6,77781	179,60	654,10	27,39
Průměr	84,867	188,200	112,300	31,681							

Č12: výpočet korelace disku

Disk											
Výpočet korelačních koeficientů: výkonu (A): k výšce (B), váze (C), BSM (D)											
n	A _n	B _n	C _n	D _n	A _n * B _n	A _n * C _n	A _n * D _n	(A _n - \bar{A}) ²	(B _n - \bar{B}) ²	(C _n - \bar{C}) ²	(D _n - \bar{D}) ²
1	74,08	193	110	29,53	14297,4	8148,8	2187,58	3,0485	10,24	171,61	5,85
2	73,88	202	130	31,86	14923,8	9604,4	2353,82	2,3901	33,64	47,61	0,01
3	73,38	196	127	33,06	14382,5	9319,26	2425,94	1,0941	0,04	15,21	1,23
4	72,34	200	136	34	14468	9838,24	2459,56	0,0000	14,44	166,41	4,21
5	71,86	200	128	32	14372	9198,08	2299,52	0,2247	14,44	24,01	0,00
6	71,84	193	130	34,9	13865,1	9339,2	2507,22	0,2440	10,24	47,61	8,71
7	71,7	193	110	29,53	13838,1	7887	2117,3	0,4020	10,24	171,61	5,85
8	71,5	199	110	27,78	14228,5	7865	1986,27	0,6956	7,84	171,61	17,38
9	71,5	188	110	31,12	13442	7865	2225,08	0,6956	67,24	171,61	0,69
10	71,26	198	140	35,71	14109,5	9976,4	2544,69	1,1535	3,24	285,61	14,15
								S _{AA}	S _{BB}	S _{CC}	S _{DD}
Suma	723,34	1962	1231	319,49	141927	89041,4	23107	9,94804	171,60	1272,90	58,08
Průměr	72,334	196,200	123,100	31,949							