

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Studijní obor – kinantropologie

Význam Boscova testu při určení zdravotně orientované zdatnosti adolescentů

The relevance of Bosco test for determination of healthy oriented
efficiency adolescents

Autoreferát disertační práce

Vedoucí disertační práce:
Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

Vypracoval:
Mgr. Ladislav Čaba

Prosinec 2014

ABSTRAKT

Název:

Význam Boscova testu při určení zdravotně orientované zdatnosti adolescentů

Cíl:

Hlavním cílem práce je nalezení a popsání vztahu Boscova testu (60 s) k specifické úrovni zdravotně orientované zdatnosti u adolescentů na základě komparace výstupního parametru Boscova testu a položek EUROFITU u sportujících a nespportujících chlapců i dívek. Dílčími cíli jsou popsat vliv antropometrických parametrů, pohlaví a příslušnosti k pohybově aktivním osobám na aktuální úroveň silových parametrů dolních končetin.

Metody:

Práce má charakter empirického výzkumu, jedná se o deskriptivní studii, ve které má výzkum charakter asociační, tzn., že požadovaná data získáváme metodou pozorování. Studie byla realizována na skupině záměrně vybraných probandů $n=100$ věk $18,40 \pm 0,83$ let, období adolescence. Ve sledovaném souboru bylo rovnoměrné zastoupení chlapců $n=50$ (věk $18,50 \pm 0,84$ let) a dívek $n=50$ (věk $18,38 \pm 0,82$ let). Anaerobní kapacita a silové parametry dolních končetin byly zjištěny pomocí standardizovaného výskokového Boscova testu (60 s). K výsledkům laboratorního a antropometrického šetření byly vztahovány výsledky testovací baterie EUROFIT, jenž poskytují informace o zdravotně orientované zdatnosti. Fyziologické, antropometrické a biochemické parametry byly měřeny pomocí standardizovaných testů v Biomedicínské laboratoři FTVS UK.

Výsledky:

U sledovaného souboru byly prokázány těsné vztahy mezi výkonem v Boscově testu vyjádřeným parametrem relativní práce a položkami EUROFIT popisujícími silově vytrvalostní parametry dolních končetin. Vztah sedmi nezávisle proměnných testovaných položek se závisle proměněnou relativní prací byl vysvětlen z 60 ti %. Signifikantní vliv na výkon v Boscově testu zaznamenal test leh-sed. Model složený ze tří nejsilnějších nezávisle proměnných testů skok z místa, leh-sed a vytrvalostní běh vysvětlil signifikantní ($p<0,05$) 61 % vlivu na závisle proměnnou relativní práci v Boscově testu. Z výsledků tohoto modelu lze částečně predikovat specifickou úroveň zdravotně orientované zdatnosti adolescentů.

Bylo zjištěno, že antropometrické parametry významně ($p < 0,01$) neovlivňují výkon v Boscově test. Pouze antropometrický parametr tělesná výška u skupiny sportující dívky zaznamenal těsný vztah s výkonem Boscově testu. Nejtěsnější vztahy mezi parametry laboratorního testování a výkonem v Boscově testu zaznamenala skupina sportujících dívek, především v položkách doba letu a absolutní práce v testu $r > 0,9$. Šetřeným skupinám chlapců byl nalezen velmi malý vztah s výsledky laboratorního měření.

Chlapci dosáhli významně lepších výsledků ($p < 0,01$) než dívky ve všech sledovaných položkách, mimo testu flexibility. Úroveň pohybové aktivity adolescentů se promítla do výsledků všech položek měření, když sportující skupiny chlapců a dívek zaznamenaly významně lepších výsledků než skupiny nespportující, zejména pak v testech popisujících silově vytrvalostní schopnosti. Skupina chlapců zaznamenala silnou závislost $r > 0,7$ položek popisujících silové parametry na výkon v Boscově testu, dívky pouze středně silnou závislost $r < 0,7$. Pro sportující chlapce nebyla nalezena významná závislost na Boscův test v žádné položce, naopak sportujícím dívkám byla nalezena velmi silná závislost u položky dynamometrie a skok z místa. Význam Boscova testu pro specifikaci zdravotně orientované zdatnosti této věkové kategorie lze na základě zjištěných výsledků potvrdit pouze u sportujících adolescentních dívek, ale vzhledem k počtu testovaných osob nikoliv přesvědčivě.

Klíčová slova:

anaerobní kapacita, silové parametry dolních končetin, zdravotně orientovaná zdatnost, Boscův test, testovací baterie EUROFIT

1 ÚVOD

Obecně se předpokládá, že věnování se pohybovým aktivitám v adolescenci má důležitou roli pro pozdější životní styl v dospělosti. Tento aktivní životní styl vykazuje těsné vztahy s ukazateli tělesné zdatnosti, fyzického zdraví a snižuje rizika mnohých onemocnění.

Tělesná zdatnost je schopnost řešit dané úkoly s dostatkem energie a pohotově, bez zjevné únavy a s dostatečnou rezervou pro příjemné strávení volného času. Lze jí popsat i jako optimalizaci funkcí organismu při řešení vnějších úkolů spojených s pohybovým výkonem a způsobilostí odolávat vnějšímu stresu (Novotný, 2003).

Jedním z možných prostředků, jak ovlivňovat zdraví jedince, v případě adolescenta, je působení povinné středoškolské tělesné výchovy a volnočasových aktivit. Za přínos tělesné výchovy je dnes považováno dosažení optimální úrovně tělesné zdatnosti dětí a mládeže, která by byla dostatečnou prevencí civilizačních chorob v dospělosti (Stejskal, 2004).

Vývoj společnosti a výrazné společenské změny, zejména rozvoj hypokineze (sedavý způsob života), vedou k poklesu pohybové aktivity, čímž dochází ke snižování tělesné zdatnosti, ale také negativnímu působení na zdravotní stav jedince. Následkem tohoto současného životního stylu se v populaci setkáváme s neobvykle vysokým nárůstem civilizačních onemocnění, např. obezity, kardiorespiračních onemocnění a dalších. Jedním z činitelů, který může preventivně působit a pozitivně ovlivňovat zmíněné důsledky soudobého životního stylu, je pohybová aktivita. Ve spojení se zdravím vystupuje do popředí tzv. zdravotně orientovaná zdatnost. Se zdravotním stavem každého člověka úzce souvisí úroveň složek zdravotně orientované zdatnosti. Z tohoto důvodu je možné se domnívat, že úroveň zdravotně orientované zdatnosti adolescentů může být v dnešní době nedostatečná. Principem konceptu zdravotně orientované zdatnosti je, že úroveň tělesné zdatnosti je chápána především jako komplex faktorů přímo ovlivňujících zdravotní stav.

Ve své disertační práci pracuji s předpokladem, že zdravotně orientovaná zdatnost adolescentů má přímý vztah s anaerobní kapacitou popsanou testem opakovaných vertikálních výskoků dle Bosca.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Adolescence

Časové vymezení vývojového období adolescence není v literatuře zcela jednotné. V evropském pojetí je tradičně oddělováno od pubescence, která se obvykle ohraničuje časovým intervalem 11 až 15 let. Následuje období adolescence, které není možno časově jednoznačně vymezit. Zpravidla to bývá mezi 15. až 16. rokem jako dolní a 18. až 21. rokem jako horní hranicí. Bílá kniha Evropské komise o mládeži (<http://www.msmt.cz>) do kategorie mládež zahrnuje rovněž pojem mladé dospělé ve věkovém rozmezí 18 – 25 let. Adolescence začíná ukončením pohlavní dospělosti a končí dospělostí. Pojí se s dosažením úplné reprodukční zralosti a dokončením tělesného růstu (Malina et al., 2004).

Macek (2003) datuje adolescenci mezi 15 – 20 (22) rokem života. Na počátku této etapy je jedinec plně reprodukčně zralý a v jejím průběhu se obvykle ukončuje tělesný růst. Pro konec adolescence již nemají biologické faktory takovou váhu, nastupuje důležitost faktorů psychických, konkrétně dosažení osobní autonomie.

Vágnerová (2005) uvádí, že adolescence je jedna celá dekáda života, od 10 do 20 let. Toto období zahrnuje komplexní proměnu osobnosti ve všech oblastech: somatické, psychické i sociální. Dospívání je specifickou životní etapou, která má svoje typické znaky v rámci životního cyklu a svůj objektivní i subjektivní význam.

2.1.1 Charakteristika fyzické vyspělosti

Dovalil (2002) popisuje adolescenci jako poslední vývojové stádium mezi dětstvím a dospělostí. Hlavní znaky jsou postupné vyrovnávání pubertálních výchylek a disproporcí a především dokončení tělesného růstu a vývoje. Dále dochází v tělesném růstu jen k zanedbatelným změnám, kde výjimku tvoří tloustnutí z nedostatku pohybu či nesprávných stravovacích návyků.

Období adolescence představuje důležitou biologickou událost, dítě se mění v člověka silného, samostatného a schopného reprodukce. Je to perioda rapidního růstu, kdy dochází k výraznému zvětšení tělesné váhy a kostní hmoty. Chlapci mají obvykle vyšší nároky na příjem energie a bílkovin než děvčata a v průběhu dne zkonsumují značné množství potravy. Zvýšená produkce pohlavních hormonů vede k dokončení

rozvoje sekundárních pohlavních znaků. Ty jsou nápadnější více u děvčat a bývají chápány jako signál kvalitativní změny. Chlapci mají naopak změny kvantitativní, což je především růst a posléze rozvoj svalů. Frekvence růstu za rok představuje pro dívky 9 cm/8,8 kg a pro chlapce 10,3 cm/9,8 kg (Sak & Saková, 2004).

Změny v tělesné výstavbě jsou spojeny se změnami výšky a hmotnosti. Chlapci hromadí tuk především na trupu, dívky na trupu i na končetinách. Rozdíly v tělesné a tukové tkáni u obou pohlaví určují i rozdílný příjem energie a živin pro dospívající. Mění se utváření těla, vnitřní prostředí, pohybové vybavení a také potřeba pohybu. Zvyšuje se svalová síla, ale stejným tempem se nezvyšuje šlachová a vazivová pevnost ani se neurychluje kostní zrání (Vágnerová, 2005).

2.2 Zdravotně orientovaná zdatnost

Zdatnost orientovaná primárně ne na výkon, ale na adekvátní zdravotní stav, preventivní působení na zdravotní problémy. Přiměřenou a pravidelnou pohybovou aktivitou se můžeme přiblížit optimální úrovni tělesné zdatnosti resp. zdravotně orientované zdatnosti v důsledku dobrého zdravotního stavu. Optimální úroveň zdravotně orientované zdatnosti poté vytváří předpoklady pro efektivní fungování organismu a pro jeho pracovní výkonnost (Bunc, 1995).

2.2.1 Vymezení pojmu a definice zdravotně orientované zdatnosti

Zdravotně orientovaná zdatnost je stupeň zdatnosti na individuální úrovni, potřebná pro zdravý a aktivní způsob života jedince. Zvyšování tělesné zdatnosti na optimální úroveň za účelem prevence civilizačních onemocnění je chápáno jako pozitivní ovlivňování zdravotního stavu jedince (Dobry, 2006).

Bunc (1995) a Morrow et al. (2005) konstatují, že zdravotně orientovaná zdatnost se může ve svém důsledku projevat jako stav dobrého bytí (Well-being) umožňující vykonávat kvalitně a s vysokým nasazením nezbytné každodenní aktivity, reagovat na neočekávané pohybové úkoly, redukovat výskyt některých zdravotních problémů, pozitivně ovlivňovat psychiku jedince, a tak celkově přispět k plnohodnotnému prožití života.

Za nejdůležitější přínos pravidelné pohybové činnosti je dnes považováno zvýšení tělesné zdatnosti dětí, mládeže i dospělých na optimální úroveň, která by byla dostatečnou prevencí civilizačních chorob. Z tohoto důvodu není tělesná zdatnost v

dnešním pojetí chápána jako kategorie odrážející výkon (tzv. výkonově orientovanou zdatnost), ale jako zdatnost ovlivňující zdravotní stav a působící preventivně na problémy spojené s hypokinézou (pohybovou nečinností). Základní řešení současného stavu nízké úrovně tělesné zdatnosti a výkonnosti spatřujeme ve vytvoření systému zdravotně orientované zdatnosti. Program zdravotně orientované zdatnosti by měl žákům nabídnout nejen povinné hodiny TV, ale i spolupráci s rodiči a sdruženími nabízející mimoškolní pohybové aktivity pod vedením zkušených a kvalifikovaných odborníků (Suchomel, 2006).

2.2.2 Komponenta zdravotně orientované zdatnosti

Zdravotně orientovaná zdatnost se skládá z jednotlivých komponent. Na základě jejich testování můžeme hodnotit úroveň zdravotně orientované zdatnosti. Komponenty ZOZ podle původních pramenů (Měkota & Cuberek, 2007):

- Komponenta morfologická
- Komponenta svalová
- Komponenta motorická
- Komponenta kardiorepirační
- Komponenta metabolická

Podle Bunce (1998)

- Funkční – mezi ně patří aerobní zdatnost, svalová síla, kardiorepirační komponenta (spirometrie, spiroergometrie) a flexibilita.
- Morfologická – mezi ně patří tělesné složení, metabolická komponenta, biologická zralost, dědičnost (genetická podmíněnost).

Podle Suchomela (2006):

- Aerobní zdatnost
- Tělesné složení
- Svalová síla
- Flexibilita

Při hodnocení úrovně zdravotně orientované zdatnosti posuzujeme dvě základní skupiny komponent a držení těla (Zítka, 2005):

- Strukturální - výška, hmotnost, složení těla.

- Funkční - aerobní zdatnost (kardiorespirační zdatnost), svalová zdatnost a flexibilita (pohyblivost v kloubně svalových jednotkách).

2.3 Složení těla ve vztahu k motorice – antropometrie

Složení těla je mimo jiné odrazem stravovacích zvyklostí jedince, dědičností, pohlavím, somatotypem, věkem, zdravím, tělesnou aktivitou apod. Přímé měření tělesného složení je u žijících osob nerealizovatelné. Z těchto důvodů bylo vypracováno několik metodik nepřímého odhadu. Jedna z možností podle Butterfielda et al. (2002) je dvousložkový model, který rozděluje tělo na tělesný tuk a tukoprostou hmotu.

Celkový tělesný tuk rozdělujeme na dvě složky:

- tuk zásobní – podkožní tuk – slouží jako zásobárna energie, dále má funkci tepelnou jako izolace proti chladu.
- tuk základní – má mechanické funkce – obal ledvin, tukové těleso v podpažní jamce, kostní dřeni, mozku, periferních nervech, svalech. U žen okolo 12 % a u mužů okolo 3 % celkového tělesného tuku

Procento tělesného tuku osciluje mezi 5 – 15 % u mužů a 10 – 20 % u žen a je závislé na sportovním odvětví či na specifickém postavení v sportovním odvětví. Procento tuku stoupá s věkem. Odpovídající rozsah tělesného tuku je 15 – 18 % pro muže a 20 – 25 % pro ženy. Hodnota vyšší jak 25 % pro muže a 29 % pro ženy jsou považovány za riziko rozvoje chronických onemocnění a jsou považovány za obezitu. Na druhé straně 4 % pro muže a 10 % pro ženy je považováno za riziko poruch stravovacích návyků (Riegerová et al., 2006).

Aktivní tělesná hmota (ATH) – zahrnuje hmotnost svalů a kostí, vnitřních orgánů a dalších tkání. Svalová hmota z toho tvoří 40 – 50 %. Tato část zahrnuje vedle beztukové hmoty i malé množství tuku označeného jako základní či fixní tuk. Složení těla následně ovlivňuje hmotnost těla.

2.3.1 Antropometrické metody

- **Hodnocení tloušťky kožních řas**

Nejrozšířenější metodu je měření podkožního tuku pomocí tloušťky kožních řas – kaliperace. Princip, na kterém je založeno toto měření vychází z předpokladu, že 50 % celkového tělesného tuku je uloženo v podkoží. Kožní řasy se měří na mnoha místech

povrchu těla, jejich rozmístění a počet se liší dle různých autorů, kteří se tímto měřením zabývali. U nás je nejčastější metodika měření 10 kožních řas podle Pařízkové (Pařízková & Hills, 2000).

Výsledky měření by měly být hodnoceny uvážlivě s ohledem na individualitu jedince, je nutné brát v potaz věk, pohlaví, příslušnost k určité etnické populaci. Dle některých autorů měl by být zohledněn i primární somatotyp jedince, který se zabývá definováním optimálního tělesného složení zvláště pro jedince typu ektomorfního, endomorfního a mezomorfního, konkrétně podle Heathové a Cartera (Vilikus et al., 2004).

- **Tělesná hmotnost a její indexy**

Existuje mnoho indexů, které určují rozsah optimální tělesné hmotnosti z hlediska zdraví a sportovní výkonnosti. Nejčastěji se používá index BMI – body mass index. Optimální hodnota BMI je v rozsahu 21,9 – 22,4 kg.m⁻² pro muže a 21,3 – 22,1 kg.m⁻² pro ženy. Hodnoty vyšší jak 27,8 kg.m⁻² pro muže a 27,3 kg.m⁻² pro ženy jsou spojeny se zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění, vysokým tlakem a diabetem. BMI – hmotnost v kg (přesnost na desetinu kg – např. 75,4 kg) / výška² v m (přesnost na jeden cm – např. 178 cm), (Riegerová et al., 2006).

2.4 EUROFIT test

Testovací baterie EUROFIT je standardizovaný prostředek pro hodnocení motorických schopností člověka, aplikovatelná na široké věkové spektrum. Aplikace EUROFIT postihuje nejen složky výkonnostně orientované zdatnosti, ale i zdravotně orientované zdatnosti. Vytvoření EUROFIT bylo reakcí na zvyšující se zájem o složky zdraví a boj s klesajícím zájmem o pohyb a rostoucí hypokinézou. Do té doby nejužívanější baterie Unifittest (6-60) nedostatečně pokrývala oblasti motoriky a zdatnosti člověka spojené se zdravím (Plecová, 2007).

Baterie je složena z devíti jednotlivých testů, z nichž u tří se ponechává i druhá alternativa. Každý z nich postihuje motorickou schopnost a jejich kombinace. Test dynamické síly dolních končetin, statické síly horních končetin, rovnovážný test, testy vytrvalostních schopností, test flexibility, kloubní pohyblivosti a svalové pružnosti, rychlosti a jemné motoriky (Plecová, 2007; Kovář, 1997).

Testovací baterii EUROFIT tvoří následující položky a jejich modifikace (celkem 10 testů):

- 1) Testování aerobní zdatnosti
 - a) Vytrvalostní běh na 2 km
 - b) Vytrvalostní chůze na 2 km
- 2) Testování rychlostně-obratnostních předpokladů
 - a) Člunkový běh – 10*5 metrů
- 3) Testování silové zdatnosti dynamické
 - a) Skok daleký z místa
 - b) Leh-sedy (30s)
- 4) Testování silové zdatnosti statické
 - a) Ruční dynamometrie – stisk ruky
 - b) Výdrž ve shybu nadhmatem
- 5) Testování flexibility
 - a) Hloubka předklonu v sedě
- 6) Testování jemné motoriky
 - a) Talířový tapping
- 7) Testování statické rovnováhy
 - a) Stoj na jedné noze na kladině – Plameňák

2.5 Laboratorní testování

Laboratorní testování se provádí z pravidla ve standardizovaném prostředí vybrané laboratoře, kde jsou zachovány stávající podmínky pro provedení testu pro všechny probandy bez výjimky. V případě tohoto výzkumu se jedná o aplikaci výskokového testu dle Bosca, určení antropometrických parametrů jedince viz. kapitola 4.6.1, záznam srdeční frekvence po dokončení testu viz. kapitola 4.6.2 a odběr vzorku krve k určení koncentrace laktátu v krvi po ukončení testu.

- **Boscův test (60 s)**

Zaznamenává a popisuje anaerobní kapacitu a explozivní sílu dolních končetin v po sobě navazujících a opakujících se výskocích. Z celkového času testu, 60 s (je možná modifikace např. 30s.), je pomocí výskokového rámu osazeného fotobuňkami spočítána celková doba letové fáze a celkový počet výskoků. Nejlepších výsledků lze dosáhnout

skloubením explozivní síly dolních končetin s technikou odrazu – dopadu (koordinací). Jedná se tedy o test umožňující kvantifikovat anaerobní kapacitu (Bosco et al., 1983).

Z teoretického hlediska představuje výskok proces vytvoření kinetické energie ($0,5 \cdot m \cdot v_0^2$), která se přeměňuje na potenciální energii ($m \cdot g \cdot h$). Při dosažení maxima výskoku je rychlost pohybu rovna nule a potenciální energie dosahuje svého maxima. Při pohybu dolů se potenciální energie mění na energii kinetickou a zanedbáme-li odpor vzduchu, bude rychlost při odrazu rovna rychlosti při dopadu. Rychlost odrazu je tedy rovna $(2 \cdot g \cdot h)^{0,5}$ a za předpokladu shodné trajektorie přímého vzestupného a sestupného pohybu bude rychlost při odrazu rovna $0,5 \cdot g \cdot t_F$, kdy t_F je doba letové fáze výskoku. Porovnáním obou rovnic lze stanovit výšku výskoku přímo z doby letové fáze $h = 0,125 \cdot g \cdot t_F^2$. Celkovou práci vytvořenou při výskoku lze stanovit jako: $A = m \cdot g \cdot h = 0,125 \cdot g^2 \cdot t_F^2 \cdot m$.

Výkon v odrazové fázi výskokového testu v prvních 15 ti sekundách vykazuje těsný vztah k zastoupení rychlých svalových vláken v extenzorech kolenního kloubu: $P_{0-15} [\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}] = 12,56 + 0,26 \cdot \% \text{ FT}$, $r = 0,86$. Z tohoto vztahu lze následně odhadnout složení kosterního svalu resp. zastoupení rychlých svalových vláken: $\% \text{ FT} = (3,85 \cdot P_{0-15} [\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}]) - 48$ (Bosco et al., 1983).

- **Koncentrace laktátu v krvi**

Laktát je sůl kyseliny mléčné, která vzniká při anaerobní glykolýze přeměnou pyruvátu pomocí laktátdehydrogenázy (LD). Hladina laktátu v krvi je dána poměrem mezi jeho tvorbou a jeho odbouráváním (glukoneogenezí) v játrech. Hyperlaktátemie, později pak laktátová acidóza vzniká buď z nadprodukce, nebo z nedostatečné utilizace laktátu. Na tvorbě laktátu se podílejí (sestupně): kůže, erytrocyty, mozek, svaly, střevní sliznice, leukocyty, trombocyty. Laktát je dále transportován krví do jater, kde je použit ke glukoneogenezi (Coriho cyklus), menší část laktátu je využita ledvinami (pro glukoneogenezi i pro vyloučení moči), zbytek metabolizuje myokard a další orgány. Hromaděním laktátu ve svalech klesá pH, a to je příčinou svalové únavy a bolesti (Ledvina et al., 2005).

3 CÍLE, ÚKOLY A HYPOTÉZY VÝZKUMU

Cíl výzkumu

Hlavním cílem práce je nalezení a popsání vztahu Boscova testu (60 s) k specifické úrovni zdravotně orientované zdatnosti u adolescentů na základě komparace výstupního parametru Boscova testu a položek EUROFITU u sportujících a nesportujících chlapců i dívek. Dílčími cíli jsou popsat vliv antropometrických parametrů, pohlaví a příslušnosti k pohybově aktivním osobám na aktuální úroveň silových parametrů dolních končetin.

Úkoly práce

Na začátku výzkumu byly vymezeny následující úkoly:

1. Nalézt nové možnosti (způsoby) objektivizace zdravotně orientované zdatnosti.
2. Vybrat nejvhodnější formu provedení Boscova testu pro dané účely práce.
3. Najít možnosti zapracování výsledků práce do praxe.
4. Na základě zohlednění použitých metod zdůvodnit přínos práce aktuální praxi.

Vědecká otázka

Existuje významný vztah mezi specifickou úrovní zdravotně orientované zdatnosti a silovými parametry získanými dominantním zatěžováním dolních končetin (Boscův 60 ti s test opakovaných vertikálních výskoků) u sportujících a nesportujících? Může tento vztah přinést intersexuální rozdíly a být ovlivněn antropometrickými parametry jednotlivých pohlaví?

Hypotézy

H1 Výkon v testu opakovaných výskoků dle Bosca bude vykazovat významný vztah k položkám zdravotně orientované zdatnosti testované baterií EUROFIT, zejména položkám hodnotícím silové dispozice dolních končetin.

H2 Antropometrické parametry významně ovlivní výsledek Boscova testu u obou pohlaví.

H3 Rozdíl mezi pohybově aktivní a neaktivní testovanou osobou vybrané věkové kategorie se projeví ve výsledcích popisující anaerobní kapacitu a silové parametry nejen dolních končetin.

H4 Předpokládají se intersexuální rozdíly ve výsledcích vybraných položek aplikovaných testů.

4 METODIKA VÝZKUMU

Práce má charakter empirického výzkumu, kde jsou požadovaná data získávána metodou pozorování. Jedná se o deskriptivní studii, ve které má výzkum charakter asociační.

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Studie byla realizována na skupině testovaných osob, záměrně vybraných na principu dostupnosti a dobrovolnosti (Hendl, 2009), $n=100$ věk $18,40 \pm 0,83$ let, období adolescence, u nichž dochází k dokončování formování pohybového základu a rozvoji dynamické síly dolních končetin. Ve sledovaném souboru bylo rovnoměrné zastoupení chlapců $n=50$ (věk $18,50 \pm 0,84$ let) a dívek $n=50$ (věk $18,38 \pm 0,82$ let).

Sledovaný soubor ($n=100$) byl v rámci vnitřního dělení dále rozdělen na sportující jedince ($n=30$), skupina $n=18$ chlapců (věk $18,16 \pm 0,77$ let) a skupina $n=12$ dívek (věk $18,25 \pm 0,85$ let) a druhou skupinu tvořící nesportující jedinci ($n=70$), skupina $n=32$ nesportujících chlapců (věk $18,69 \pm 0,81$ let) a skupina $n=38$ nesportujících dívek (věk $18,42 \pm 0,81$ let). Jako kritérium rozlišení sportující/nesportující byla nastavena minimální hladina dle Welk et al. (2002) pro zařazení do skupiny sportující jedinci pravidelnou pohybovou činností střední intenzity zatížení 3x týdně.

Realizace testování a sběr dat terénního testování probíhalo v prostorách příslušných spolupracujících škol, testování laboratorních metod pak probíhalo na pracovišti FTVS UK, v Biomedicínské laboratoři.

4.2 Metody získávání výzkumných dat

4.2.1 Antropometrické parametry

Tělesná výška byla zaznamenána ve vzpřímené pozici bez bot pomocí antropometru (výškoměru) Seca 242 (Vogel & Halke, Hamburg, Germany) s přesností 0,1 cm, kdy přesnost měření je odvislá od způsobu základního postoje jedince. Základní postoj spatný, zády k výškoměru, hlava v prodloužení trupu, ruce podél těla, uši a oči v rovině svírající pravý úhel s rovinou výškoměru (Morrow, 2005)

Tělesná hmotnost byla změřena na digitální osobní váze Seca 899 (Vogel & Halke, Hamburg, Germany) s přesností 0,1 kg. Měření bylo uskutečněno v minimálním

oděvu (jen nejnútnejší zakrytí intimních partií) vždy v ranních hodinách před začátkem laboratorního testování.

Tělesné složení zahrnuje určení aktivní tělesné hmoty, pasivní tělesné hmoty a podkožního tuku. Zvolena byla metoda kaliperace deseti kožních řas pomocí kaliperu Harpendenského typu (SK s přesností $\pm 0,5$ mm) s konstantní silou přitlačných plošek 10 p/mm² při velikosti plošky nejméně 40 mm² dle Pařízkové (Pařízková & Hills, 2000).

Přehled kožních řas – místa a technika měření dle Pařízkové (2006): Kožní řasa – tvář, podbradek, hrudník, pod trojhlavým svalem pažním, pod dolním úhlem lopatky, břicho, hrudní koš, na boku nad hřebenem kosti kyčelní, čtyřhlavý sval stehenní, nad trojhlavým svalem lýtkovým.

Index tělesné hmotnosti obecně označován jako BMI (Body Mass Index). Představuje Queteletův index relativní hmotnosti, který se odvozuje z tělesné výšky a z tělesné hmotnosti $\text{tělesná hmotnost (kg)}/[\text{tělesná výška (m)}]^2$.

4.2.2 Laboratorní metody – parametry Boscova testu

Ukazatel anaerobní kapacity Kvantifikovat anaerobní kapacitu umožňuje Boscův test opakovaných výskoků, který navrhli Bosco, Luthanen a Komi v r. 1983. Principem testu je zatěžování hmotností vlastního těla opakovanými výskoky po dobu 60 ti sekund snožmo v prostoru 4 m², ohraničeném kovovým rámem osazeným fotobuňkami. Z naměřených hodnot lze pomocí fyzikálních resp. mechanických vztahů (tělesná hmotnost, počet výskoků, letová fáze) stanovit níže uvedené parametry. V průběhu testu se on-line monitoruje doba kontaktní fáze a letové fáze a následně se sumarizuje za celkový časový úsek (60 s, event. kratší varianty testu 45 nebo 30 s).

Koncentrace laktátu Koncentrace laktátu v krvi byla stanovena elektrochemicky aparaturou Biovendor Super GL. Po vykonání Boscova testu byla v páté minutě zotavení odebrána kapilární krev z prstu pravé ruky. Vzorky kapilární krve (20 μ l) byly ihned po odebrání naředěny systémovým roztokem (1 ml), který zajistil jejich hemolýzu a stabilizaci. Vzorky byly následně analyzovány biosenzorem s využitím ampérometrického principu (Davidson et al., 2000). Před každým měřením byl analyzátor kalibrován standardem o koncentraci 12 mmol.l⁻¹.

Intenzita zatížení organismu při pohybové činnosti Tepová frekvence (TF) je nejčastěji užívaným ukazatelem intenzity zátěže v pohybovém projevu. Každá testovaná osoba byla opatřena záznamovým zařízením k určení aktuální tepové frekvence – sporttester Polar S610i (Polar Electro, Oy, Finland). Po absolvování zátěže na Boscovo (60s) testu byla zapsána aktuální maximální TF probanda. Pro orientaci v naměřených hodnotách byl určen odečet z maximální TF testované osoby, která byla získána jednoduchým obecným vzorcem pro výpočet maximální TF u populace: $SF_{max.} = 220 - \text{věk TO}$ (Dovalil, 2005; Měkota & Novosad, 2005)

4.2.3 Terénní testy - EUROFIT

Testovací baterie EUROFIT je standardizovaný prostředek pro hodnocení motorických schopností člověka, aplikovatelná na široké věkové spektrum. Testovací baterie je složena z devíti jednotlivých testů, v nichž u tří se ponechává i druhá alternativa. Každý z nich postihuje motorickou (pohybovou) schopnost a jejich kombinace. V této práci bylo použito osmi položek, vynechán byl talířový tapping, který nekorresponduje s položkami Boscova testu. Použité byly testy dynamické síly dolních končetin, statické a dynamické síly horních končetin, rovnovážný test, testy vytrvalostních schopností, test flexibility, kloubní pohyblivosti a svalové pružnosti, rychlosti a obratnosti (Oja, Tuxworth, 1997).

1. Test hodnocení rovnovážných schopností „PLAMENĚČEK“
2. Test rychlostně-obratnostních schopností
3. Test maximální statické síly ruky
4. Test dynamické síly explozivní DK
5. Test dynamické vytrvalostní (krátkodobé) síly břišního svalstva
6. Test flexibility páteře a svalové pružnosti bedro-kyčelních flexorů
7. Test dynamické a statické síly HK
8. Test vytrvalostních (dlouhodobých) schopností

4.3 Metody zpracování a statistické vyhodnocení dat

Pro sběr a přípravu dat byl použit Microsoft Excel 2010 (Redmond, Washington, USA). Pro následné statistické zpracování kvantitativních dat byl použit statistický software NCSS 2007 (Kaysville, Utah, USA). Pro deskriptivní charakteristiku proměnných byly využity následující metody:

Aritmetický průměr (M) je statistická veličina, která vyjadřuje typickou hodnotu popisující soubor mnoha hodnot. Definice aritmetického průměru je možno vidět na vzorci níže a vyjadřuje součet všech hodnot vydělený jejich počtem (Blahuš, 1997).

Směrodatná odchylka (SD) je kvadratický průměr odchylek hodnot znaku od jejich aritmetického průměru. Obecně řečeno vypovídá o tom, jak moc se od sebe navzájem liší typické případy v souboru zkoumaných čísel (Hendl, 2004).

Variační rozpětí je statistická charakteristika, která vyjadřuje míru variability statistického souboru. Obyčejně se značí označením VAR. Je to rozdíl mezi největší a nejmenší hodnotou kvantitativního znaku, neboli $VAR = x_{max} - x_{min}$. (Hendl, 2009).

Metoda korelace – vztah mezi znaky či veličinami x a y může být kladný, pokud (přibližně) platí $y = kx$, nebo záporný ($y = -kx$). Hodnota korelačního koeficientu -1 značí zcela nepřímou závislost (antikorelaci), hodnota korelačního koeficientu $+1$ značí zcela přímou závislost. Pokud je korelační koeficient roven 0 (nekorelovanost), pak mezi znaky není žádná statisticky zjistitelná lineární závislost. Podle velikosti korelačního koeficientu bylo usuzováno na sílu závislosti následovně: malá při r v intervalu $0,1 - 0,4$; střední při r v intervalu $0,4 - 0,7$ a velká při r v intervalu $0,7 - 1,0$ (Blaikie, 2003; Hendl, 2004).

Mnohonásobná regresní analýza je velmi účinnou metodou aplikovanou pro analýzu vztahů mezi sadou nezávisle proměnných a jednou závisle proměnnou. V analýze založené na vícenásobné regresi hledáme hodnoty závisle proměnné z lineární kombinace hodnot dvou a více nezávisle proměnných (de Vauss, 2002).

Regresní rovnice: $Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 \dots$

V tomto výzkumu byla použita metoda Stepwise a její varianta Backward. Backward je metoda (metoda zpětná), kdy jsou do modelu vsunuty nejdříve všechny nezávisle proměnné a algoritmus výpočtu pak postupně eliminuje krok za krokem ty proměnné, které nejsou statisticky signifikantní. Výsledkem je opět model s těmi „nejlepšími“, tj. statisticky signifikantními proměnnými (Hendl, 2004, 2009).

Statistická hladina významnosti - statistické testy významnosti jsou postupy (procedury), pomocí nichž se ověřuje, zda mezi proměnnými existuje vztah (závislost, souvislost, rozdíl). Jestliže je určitý výsledek šetření statisticky významný (signifikantní), znamená to, že je velmi nepravděpodobné, že by byl způsoben pouhou náhodou (Chrástka, 2007).

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Antropometrické parametry chlapců a dívek

Důležitou součástí úrovně zdravotně orientované zdatnosti sledované populace (n=100) je kvalita složení těla a hodnoty antropometrických parametrů. U chlapců (n=50) nebyly předpokládány významné rozdíly v sledovaných parametrech mezi pohybově aktivní a neaktivní populací pro tuto věkovou kategorii, naopak u dívek (n=50) se předpokládají významné rozdíly ve prospěch sportující populace (n=12). Pracovalo se s předpokladem, že tělesné složení a antropometrické parametry ovlivňují silově vytrvalostní schopnosti popsané výkonem v Boscově testu, zejména pak u skupin dívek.

Výsledky sledovaných parametrů chlapců

Z výsledků, které nabízí následující tabulka (Tab. 1) je patrné, že ve všech sledovaných položkách, které lze individuálním působením ovlivnit, dosáhli sportující chlapci (n=18) lepších výsledků než chlapci nespportující.

Tab. 1: Srovnání hodnot sledovaných antropometrických parametrů populace chlapců

Chlapci	Věk (roky)	Tělesná výška (cm)	Tělesná hmotnost (kg)	Tuk (%)	ATH (kg)	%ATH (%)	BMI (kg/m ²)
AVG	18,50	179,78	69,97	8,91	63,13	90,59	21,63
SD	0,84	7,03	9,54	4,21	6,92	4,60	2,48
VAR	2,8	31,6	48,8	18,9	32,2	18,9	15,11
MIN	17,1	168,3	57,5	2,2	51,7	78,9	17,34
MAX	19,9	199,9	106,3	21,1	83,9	97,9	32,45
Sportující chlapci							
AVG	18,16	177,63	67,74	7,40	62,66	92,60	21,47
SD	0,77	5,81	6,35	2,49	5,32	2,49	1,80
VAR	2,5	23,6	22,7	8,2	18,0	8,1	6,85
MIN	17,2	168,3	58,2	3,2	54,6	88,7	18,14
MAX	19,7	191,9	80,9	11,4	72,6	96,8	24,99
Nespportující chlapci							
AVG	18,69	180,99	71,22	9,76	63,40	89,47	21,71
SD	0,81	7,36	10,72	4,71	7,67	5,11	2,78
VAR	2,8	30,7	48,8	18,9	32,2	18,9	15,11
MIN	17,1	169,2	57,5	2,2	51,7	78,9	17,34
MAX	19,9	199,9	106,3	21,1	83,9	97,9	32,45

V položce tělesná výška zaznamenali nespportující chlapci (n=32) vyšší hodnotu než sportující. Stejných hodnot zaznamenal Bláha et al. (2005), Vrňák (2011) a Živný (2009). V parametru tělesné hmotnosti zaznamenali opět sportující chlapci (n=18) nižší hodnotu, stejně jako Kohoutek et al. (2013) a Kutáč (2012), což je dobrý předpoklad k lepším výsledkům v Boscově testu, neboť výkon právě v tomto testu je vztahovaný k hmotnosti probanda. Skupina sportujících chlapců zaznamenala významně (p<0,03) menší množství podkožního tuku a významně (p<0,05) vyšší procentuální vyjádření

aktivní tělesné hmoty, což může sloužit jako dobrý prediktor tělesné zdatnosti testované osoby. Lepších výsledků sportujících uvádí také Petříková (2013), Venkateswarlu et al. (2011). Naopak horších Al-Sendi (2003) nebo Juzwiak (2008). Index tělesné hmotnosti ukazuje pro obě skupiny srovnatelné hodnoty, stejně jak uvádí Bláha et al. (2005).

Výsledky sledovaných parametrů dívek

Naměřené výsledky skupin dívek by měly ukazovat více významných rozdílů v průměrných hodnotách jednotlivých populací ve prospěch sportujících dívek (n=12), neboť pravidelná pohybová činnost v tomto věkovém období působí pozitivně na tělesné složení dívek. Následující tabulka (Tab. 2) přináší přehled průměrných hodnot všech položek antropometrických metodik populace dívek (n=50).

Tab. 2: Srovnání hodnot sledovaných antropometrických parametrů populace dívek

Dívky	Věk (roky)	Tělesná výška (cm)	Tělesná hmotnost (kg)	Tuk (%)	ATH (kg)	%ATH (%)	BMI (kg/m ²)
AVG	18,38	167,47	59,09	14,09	50,47	85,89	21,08
SD	0,82	5,66	6,96	5,08	4,73	5,01	2,38
VAR	2,9	24,5	38,1	20,5	23,6	20,6	10,33
MIN	17,0	156,6	46,3	4,3	43,2	75,1	16,70
MAX	19,9	181,1	84,4	24,8	66,8	95,7	27,03
Sportující dívky							
AVG	18,25	169,54	55,92	9,93	49,91	89,85	19,45
SD	0,85	5,50	5,18	2,90	4,05	2,77	1,61
VAR	2,4	18,6	18,9	11,2	14,4	11,2	5,59
MIN	17,0	162,5	46,3	4,3	44,3	84,5	17,42
MAX	19,4	181,1	65,2	15,5	58,7	95,7	23,01
Nesportující dívky							
AVG	18,42	166,81	60,09	15,40	50,65	84,64	21,60
SD	0,81	5,55	7,15	4,92	4,91	4,92	2,35
VAR	2,80	23,8	36,7	17,6	23,6	17,6	10,33
MIN	17,1	156,6	47,7	7,2	43,2	75,11	16,70
MAX	19,9	180,4	84,4	24,8	66,8	92,72	27,03

Jak bylo předpokládáno, skupina sportujících dívek zaznamenala významně lepších výsledků v sledovaných antropometrických parametrech. Sportující dívky dosáhli vyšší tělesné výšky a významně ($p<0,05$) nižší tělesné hmotnosti než nesportující (n=38). Stejných výsledků uvádí Petříková (2013), Taliánová (2010) nebo Živný (2009). V položce množství podkožního tuku zaznamenaly sportující dívky významně ($p<0,01$) lepšího výsledku a stejně tak i v parametru %ATH ($p<0,01$). Kopřivová (2012) uvádí také lepší výsledke, Al-Sendi (2003) a Raustorp (2006) naopak horších výsledků. I index tělesné hmotnosti mluví výsledkově lépe, dokonce významně ($p<0,01$) lépe, pro skupinu sportujících dívek. To potvrzují výzkumy Mooney et al. (2001), Maduka de Lanerole-Dias et al. (2011) a Aerenhouts et al. (2011).

Vztahy antropometrických parametrů s Boscovým testem chlapců a dívek

Hypotéza č. 2 předpokládá, že budou mít antropometrické parametry vliv na výkon v Boscově testu a že se bude tento vliv měnit v závislosti na úrovni pohybových aktivit u chlapců i dívek. Předpokládá se, že právě tělesná hmotnost, která vstupuje do konečného výsledku Boscova testu, a tělesné složení budou vykazovat těsné vztahy s položkou relativní práce.

Tab. 3: Přehled vztahů antropometrických parametrů a Boscova testu obou pohlaví

Antropometrické parametry	Všichni	Chlapci	Dívky	Chlapci sportující	Dívky sportující	Chlapci nesportující	Dívky nesportující
	n=100	n=50	n=50	n=18	n=12	n=32	n=38
Tělesná výška [cm]	0,469	-0,123	0,347	0,185	0,690	-0,027	0,122
Hmotnost [kg]	0,156	-0,317	-0,219	-0,074	0,154	-0,323	-0,199
Tuk [%]	-0,655	-0,528	-0,523	-0,166	-0,304	-0,558	-0,433
ATH [kg]	0,424	-0,110	0,039	-0,024	0,282	-0,122	0,015
% ATH [%]	0,646	0,553	0,515	0,169	0,246	0,546	0,444
BMI [kg/m ²]	-0,204	-0,292	-0,426	-0,243	-0,359	-0,366	-0,292

Tabulka (Tab. 3) přináší korelační koeficienty vyjadřující velikost síly závislosti nezávisle proměnného antropometrického parametru a závisle proměnného výkonu v Boscově testu. U celé populace (n=100) zaznamenaly střední sílu závislosti položky popisující tělesné složení (tuk, ATH a % ATH) a tělesná výška. Ostatní položky přinesly nízké síly závislosti. Chlapci (n=50) zaznamenaly vztah s Bosco testem v položkách tuk a %ATH, ale opět jen střední sílu závislosti. U dívek (n=50) tomu bylo stejně tak, akorát navíc zaznamenaly střední sílu závislosti u položky BMI. Z těchto výsledků je patrné, že předpoklad o důležitosti antropometrických parametrů ve vztahu s Boscovým testem běžné populace se nenaplnil. Těsnější vztahy se předpokládaly u skupin sportující populace, ale u skupiny chlapců byly popsány pouze nízké síly závislosti a proto se tato domněnka nepotvrdila. Korelační koeficienty skupiny sportující dívky přináší vyšší hodnoty, ale až na položku tělesná výška, která zaznamenala sílu závislosti na hranici velké a střední, vyjadřují tyto hodnoty nízkou sílu závislosti. Předpoklad se opět nepotvrdil, pouze tělesná výška koresponduje s výkonem sportujících dívek v Boscově testu.

5.2 Laboratorní parametry – položky Boscova testu chlapců a dívek

Součástí hodnocení (kvantifikování) anaerobní kapacity a silových parametrů dolních končetin populace (n=100) jsou všechny výstupní položky Boscova testu. I v těchto položkách se předpokládají lepší výsledky sportujících skupin chlapců a dívek, zejména pak významné rozdíly ve výsledcích u dívek. Další předpoklad byl, že výkon v Boscově testu, v podobě parametru relativní práce, bude prokazovat vztah s položkami doba letu, počet výskoků a koncentrace laktátu.

Výsledky sledovaných laboratorních položek chlapců

Mimo položky tepová frekvence by mělo být zaznamenáno významně lepších výsledků ve sledovaných parametrech Boscova testu u sportující populace chlapců (n=18). Data v následující tabulce (Tab. 4) to potvrzují, když jsou zde zaznamenány průměrné výsledky všech sledovaných skupin chlapců.

Tab. 4: Srovnání sledovaných parametrů Boscova testu chlapců

Chlapci	TF max. (tep/min)	Laktát (mmol/l)	Doba letu (s)	Počet výskoků (počet)	Doba 1 výskoku (s)	Absolutní práce (kJ)	Relativní práce (J/kg)
AVG	176,94	7,37	37,01	85,80	0,705	13,51	194,5
SD	9,56	1,50	3,05	7,68	0,07	2,43	33,64
VAR	49	7,50	16,89	40	0,380	12,1	174,6
MIN	153	4,10	25,15	62	0,588	6,6	108,7
MAX	202	11,60	42,04	102	0,968	18,7	283,3
Sportující chlapci							
AVG	176,44	8,00	38,85	82,11	0,737	15,1	222,6
SD	9,27	1,70	1,53	7,03	0,07	1,95	21,84
VAR	40	6,90	5,57	32	0,329	6,2	103,1
MIN	155	4,70	36,47	62	0,638	12,5	180,2
MAX	195	11,60	42,04	94	0,968	18,7	283,3
Nesportující chlapci							
AVG	177,22	7,02	35,98	87,88	0,688	12,63	178,7
SD	9,71	1,24	3,20	7,24	0,06	2,21	28,36
VAR	49	5,43	15,44	32	0,269	10,5	127,2
MIN	153	4,10	25,15	70	0,588	6,6	108,7
MAX	202	9,53	40,59	102	0,857	17,2	235,9

Jak bylo předpokládáno, položka tepová frekvence jako jediná nezaznamenala významný rozdíl ve výsledcích mezi populacemi chlapců. Zmíněné důležité výstupní parametry Boscova testu doba letu, počet výskoků a laktát naopak zaznamenaly významné ($p < 0,01$) rozdíly výsledků ve prospěch sportujících chlapců. Stejně tak parametr absolutní a relativní práce ukazuje významně ($p < 0,01$) lepších výsledků sportující populace chlapců. Lepších výsledků sportující populace uvádí Vodička & Heller (2006), Sands et al. (2004) nebo Vančura (2011). Opačné výsledky zaznamenali Lehance et al. (2005), Hloušková (2012) nebo King et al. (2013).

Výsledky sledovaných laboratorních položek dívek

Předpokládá se, že stejně jako skupiny chlapců by i skupiny dívek měly ukazovat významné rozdíly ve výsledcích jednotlivých parametrů Boscova testu ve prospěch sportující populace (n=12), opět mimo položku tepová frekvence, kde se dají předpokládat výrazné rozdíly v naměřených hodnotách v rámci každé skupiny, které se pak při zprůměrování výsledků srovnají.

Tab. 5: Srovnání sledovaných parametrů Boscova dívek

Dívky	TF max. (tep/min)	Laktát (mmol/l)	Doba letu (s)	Počet výskoků (počet)	Doba 1 výskoku (s)	Absolutní práce (J)	Relativní práce (J/kg)
AVG	177,00	7,07	33,93	96,54	0,625	8,55	145,4
SD	11,16	1,77	2,93	6,93	0,05	1,73	28,02
VAR	56	7,06	13,97	30	0,196	8,0	145,7
MIN	146	3,24	25,30	82	0,536	4,8	77,8
MAX	202	10,30	39,27	112	0,732	12,8	223,5
Sportující dívky							
AVG	177,58	8,23	35,57	90,83	0,663	9,52	169,9
SD	12,76	1,78	2,49	5,79	0,04	1,98	30,38
VAR	54	7,06	8,69	20	0,143	6,8	103,8
MIN	146	3,24	30,58	82	0,588	6,0	119,7
MAX	200	10,30	39,27	102	0,732	12,8	223,5
Nesportující dívky							
AVG	176,82	6,70	33,41	98,34	0,613	8,24	137,7
SD	10,60	1,60	2,86	6,25	0,04	1,52	22,20
VAR	50	6,55	13,20	28	0,179	7,4	108,8
MIN	152	3,55	25,30	84	0,536	4,8	77,8
MAX	202	10,10	38,50	112	0,714	12,2	186,5

Významné rozdíly výsledků mezi skupinami dívek byly zaznamenány u všech sledovaných položek mimo tepovou frekvenci, přesně jak bylo předpovídáno. U položek laktát a letová fáze byla zaznamenána hodnota signifikance rozdílu výsledků $p < 0,03$. Podobných výsledků zaznamenali také Hloušková (2012), Heller (2010) nebo Sands et al. (2009). U položky absolutní práce byl zaznamenán nejmenší rozdíl, ale i ten vykazoval signifikanci $p < 0,07$. Parametry relativní práce a počet výskoků ukazují rozdíl mezi výsledky největší, proto zde popisujeme významně ($p < 0,01$) lepších výsledků pro skupinu sportující dívky. Výrazně lepších výsledků sportujících dívek uvádí Matescu et al. (2010), Vančura (2011) nebo Nikolaidis & Ingebrigtsen (2013). Nesportující zaznamenaly mírně lepší výsledky v pracích Bendová (2010), Sagiv et al. (2006) nebo Grande et al. (2011).

Vztahy laboratorních parametrů s Boscovým testem chlapců a dívek

Jelikož je výstupní výsledek Boscova testu vyjádřen hodnotou relativní práce, dají se předpokládat těsné vztahy relativní práce se všemi položkami Boscova testu, které se

vzájemně ovlivňují. Hodnota relativní práce je vypočítána z absolutní práce přepočtem na kilogram hmotnosti, nejtěsnější vztahy by měla vykazovat právě tato položka. Absolutní práce je pak vypočítána z doby letu a počtu výskoků, i tyto dvě položky by měly korelovat s relativní prací.

Tab. 6: Přehled vztahů laboratorních parametrů a Boscova testu obou pohlaví

Položky Boscova testu	Všichni	Chlapci	Dívky	Chlapci sportující	Dívky sportující	Chlapci nespportující	Dívky nespportující
	n=100	n=50	n=50	n=18	n=12	n=32	n=38
TF _{max} [tep/min]	0,068	0,047	0,136	0,083	0,358	0,096	0,026
Laktát [mmol/l]	0,321	0,233	0,454	0,224	0,574	-0,049	0,226
Letová fáze [s]	0,885	0,831	0,905	0,448	0,943	0,875	0,920
Počet výskoků [n/min]	-0,625	-0,385	-0,440	-0,646	-0,754	-0,040	-0,090
Doba trvání 1 výskoku [s]	0,618	0,380	0,465	0,675	0,773	-0,004	0,098
Absolutní práce [kJ]	0,869	0,756	0,825	0,695	0,919	0,654	0,749

Hodnoty korelačních koeficientů v této tabulce (Tab. 6) potvrzují předpoklad o nejtěsnějších vztazích výsledku Boscova testu a jednotlivých položek laboratorního testování. U celé populace (n=100) byla zaznamenána velká síla závislosti položek letová fáze a absolutní práce s $r > 0,8$, položky doba trvání výskoku a počet výskoků přináší střední sílu závislosti. Letová fáze a absolutní práce popisují korespondenci s relativní prací i u chlapců (n=50), když byla zaznamenána opět velká síla závislosti. Stejně výsledky ukazuje i hodnota korelačních koeficientů u dívek (n=50), kde zmíněné dvě položky zaznamenaly velkou sílu závislosti. V položce letová fáze dokonce hodnotu $r > 0,9$. Předpoklad se u jednotlivých pohlaví naplnil. Stejný předpoklad platil i pro skupiny sportujících, kde ovšem chlapci zaznamenaly pouze střední sílu závislosti, ale hodnotou se dotýkající velké síly, položek absolutní práce, počet výskoků a doba trvání 1 výskoku. Vztah letová fáze zde hodnotově klesl na hranici střední a nízké síly závislosti. Naopak výsledky sportujících dívek přinesly předpokládané hodnoty korelačních koeficientů, které potvrzují velkou sílu vztahu všech hlavních položek Boscova testu s relativní prací. Letová fáze a absolutní fáze ukazují vztah, kde je $r > 0,9$. Sportující dívky tedy plní předpoklad o korespondenci položek Boscova testu. Zajímavé je, skupina nespportujících chlapců zaznamenala těsnější vztah letové fáze s relativní prací než sportující chlapci, když zde byla zjištěna velká síla závislosti $r = 0,875$.

Laboratorní parametry nejlépe korelují s relativní prací u dívek a posléze i sportujících dívek.

5.3 Terénní testy – položky baterie EUROFIT chlapců a dívek

V testech popisujících zdravotně orientovanou zdatnost populace se opět předpokládaly významné rozdíly ve výsledcích mezi sledovanými skupinami sportující a nespportující populace. Zajímavé bylo sledovat vztahy výkonu Boscova testu k jednotlivým položkám EUROFIT, zejména pak k položkám kvantifikující silově vytrvalostní dispozice dolních končetin. Zde byly předpokládány nejtěsnější vztahy Boscova testu s testy popisujícími motorické schopnosti přímo se dotýkající parametru relativní práce jako výstupního výsledku Boscova testu.

Výsledky terénních testů EUROFIT chlapců

Lze předpokládat, že zde budou zaznamenány významné rozdíly ve výsledcích jednotlivých položek mezi skupinami chlapců ve prospěch sportující populace. Rozdíly by měly být výraznější především v testech dynamické síly horních i dolních končetin, rychlostně-obratnostních schopností a aerobní zdatnosti.

Tab. 7: Přehled výsledků položek terénního testování skupin chlapců

Chlapci	Statická rovnováha (s)	Hloubka předklon (cm)	Dynamo-pravá (kg)	Dynamo-domí (kg)	Dynamo-levá (kg)	Shyby (s)	Leh - sed (počet)	Skok z místa (cm)	Člunkový běh (s)	Vytrvalost běh (s)
AVG	20,77	5,66	42,21	42,45	39,90	5,14	25,94	221,04	17,95	610,28
SD	18,87	5,99	6,86	6,83	7,23	4,42	4,96	22,34	1,42	89,49
VAR	75	34	32,3	35,3	36,2	16	22	99	6,2	311
MIN	1	-8	24,7	24,7	23,8	0	11	163	15,9	467
MAX	76	26	57,0	60,0	60,0	16	33	262	22,1	778
Chlapci sport										
AVG	32,94	7,89	45,05	45,44	42,94	8,11	30,00	237,50	16,72	523,56
SD	19,99	5,33	5,74	5,71	5,88	3,91	1,86	11,12	0,56	47,89
VAR	71	21	24,4	23,4	23,4	14	6	44	2,0	155
MIN	5	-1	32,6	36,6	36,6	2	27	218	15,9	467
MAX	76	20	57,0	60,0	60,0	16	33	262	17,9	622
Chlapci nespport										
AVG	13,94	4,41	40,61	40,77	38,19	3,53	23,66	211,78	18,65	659,06
SD	14,19	5,97	6,92	6,83	7,36	3,74	4,69	21,73	1,28	67,91
VAR	50	34	31,6	31,6	31,5	16	21	98	5,5	250
MIN	1	-8	24,7	24,7	23,8	0	11	163	16,6	528
MAX	51	26	56,3	56,3	55,3	16	32	261	22,1	778

Z tabulky (Tab. 7) je patrné, že ve všech sledovaných položkách terénního testování zaznamenali lepší výsledky sportující chlapci (n=18). To potvrzuje i výzkum Voříška (2009) nebo Pávka (1977). U položek statická rovnováha a hloubka předklonu byly předpokládány rozdíly menší než u ostatních položek, i přesto zde byl popsán významný ($p > 0,01$) rozdíl ve výsledcích. Normy pro tyto položky uvádí Wells & Dillon (1952). Rozdíly mezi výsledky skupin u položek dynamometrie nejsou stejné. U pravé

ruky významný rozdíl nebyl zaznamenán, u levé ruky už ano ($p < 0,02$). Horších výsledků přináší práce Ortega et al. (2011), Liliana (2011) a naopak lepších Moliner-Urdiales et al. (2010), Gracia-Marco et al. (2011). Ve zbývajících položkách byl předpokládán největší rozdíl, což se potvrdilo u všech položek. Výsledky testů skok z místa, leh-sed, shyby, člunkový a vytrvalostní běh mluví jasně pro skupinu sportujících chlapců. Rozdíly ve výsledcích všech položek jsou signifikantní $p < 0,01$. Tyto výsledky byly zaznamenány také u MacDonncha et al. (1999), Rybák (2012), Amal (2009) nebo Matyášová (2010).

Výsledky terénních testů EUROFIT dívek

I u dívek ($n=50$) se předpokládají lepší výsledky ve sledovaných položkách u populace sportujících dívek ($n=12$). Rozdíly ve výsledcích by měly potvrdit významnost. Pouze u položky flexibility se dají očekávat menší rozdíly mezi skupinami, neboť dívky v této věkové kategorii vykazují vyšší úroveň flexibility než chlapci a zde by neměla hrát roli příslušnost k řazení sportující/nesportující.

Tab. 8: Přehled výsledků položek terénního testování skupin dívek

Dívky	Statická rovnováha (s)	Hloubka předklon (cm)	Dynamo-pravá (kg)	Dynamo-domi (kg)	Dynamo-levá (kg)	Výdrž ve shybu (s)	Leh - sed (počet)	Skok z místa (cm)	Člunkový běh (s)	Vytrvalost t běh (s)
AVG	16,76	10,94	30,97	30,97	29,01	14,52	20,80	179,02	19,66	763,12
SD	15,15	9,46	5,30	5,38	4,95	11,77	3,87	20,92	1,32	111,66
VAR	53	50	22,2	22,6	22,7	50,0	17	94	5,7	393
MIN	1	-20	20,0	20,0	19,9	1,3	15	131	17,1	587
MAX	54	30	42,2	42,6	42,6	51,3	32	225	22,8	980
Dívky sport										
AVG	30,83	19,50	33,33	33,82	31,23	29,50	23,58	202,58	18,40	639,17
SD	17,00	5,16	6,37	6,83	6,19	9,62	4,13	13,39	1,10	55,07
VAR	50	19	22,2	22,6	22,7	35,0	15	45	4,0	175
MIN	4	11	20,0	20,0	19,9	16,3	15	180	17,1	587
MAX	54	30	42,2	42,6	42,6	51,3	30	225	21,1	762
Dívky nesport										
AVG	12,32	8,24	30,23	30,07	28,31	9,79	19,92	171,58	20,06	802,26
SD	11,32	8,88	4,68	4,48	4,25	7,74	3,34	16,98	1,12	95,20
VAR	51	42	19,0	19,0	15,9	31,4	17	77	5,2	389
MIN	1	-20	22,1	22,1	20,0	1,3	15	131	17,6	591
MAX	52	22	41,1	41,1	35,9	32,7	32	208	22,8	980

Kromě položek dynamometrie byly zaznamenány významné rozdíly mezi skupinami u všech testů. Výsledky v položkách dynamometrie sice ukazují vyšší úroveň statické síly HK skupiny sportujících dívek, ale rozdíly mezi nimi nejsou významné. Lepších výsledky přináší práce Kabešová (2012) nebo Ortega et al. (2008). Horších naopak Pávek (1977) nebo Liliana (2011). Další malý rozdíl ve výsledcích byl zaznamenán u položky leh-sed, ale na rozdíl od dynamometrie zde byla zaznamenána signifikance $p < 0,02$. U této položky zaznamenal lepší výsledek Kůta (2013), Ortega et

al. (2011). Předpoklad se nenaplnil u položky flexibility, neboť sportující dívky zde zaznamenaly významně ($p < 0,01$) lepších výsledků než nesportující, což potvrzuje výzkum Wells & Dillon (1952). Položky výdrž ve shybu, skok z místa, člunkový běh a vytrvalost ukazují významnost ($p < 0,01$) rozdílů mezi výsledky vždy ve prospěch sportující populace. Sportující populace zaznamenala lepších výsledků i u Moliner-Urdiales et al. (2010), Zapletalová et al. (2011), Ortega et al. (2008) nebo Gracia-Marco et al. (2011).

Vztahy položek terénního testování s Boscovým testem chlapců a dívek

Předpokládá se, že jednotlivé položky EUROFIT nebudou vykazovat stejné vztahy k výkonu v Boscově testu. Nejtěsnější vztahy jsou predikovány položkám popisující silové schopnosti dolních končetin, oblasti trupu a aerobní zdatnosti. Tyto vztahy by se měly měnit na základě pohlaví a úrovně pohybových aktivit testovaných osob. Předpokládá se silná korelace položek u sportující populace, zejména pak u sportující populace dívek.

Tab. 9: Vztahy terénních testů a Boscova testu obou pohlaví

EUROFIT - testované položky	Všichni n=100	Chlapci n=50	Dívky n=50	Chlapci sportující n=18	Dívky sportující n=12	Chlapci nesportující n=32	Dívky nesportující n=38
Statická rovnováha [s]	0,304	0,393	0,154	-0,282	0,138	0,394 **	-0,316 **
Hloubka před [cm]	-0,061	0,203	0,182	-0,346	0,050	0,186	-0,131
Dynamometrie dominantní ruky [kg]	0,594	0,264	0,348	-0,034	0,736 **	0,120	-0,080
Leh-sed [n]	0,709	0,735	0,362	0,083	0,309	0,672 *	0,150
Skok z místa [cm]	0,737	0,635	0,423	-0,032	0,728 *	0,556 *	-0,018
Člunkový běh [s]	-0,700	-0,705	-0,372	-0,175	-0,463	-0,576 *	-0,017
Vytrvalost běh [s]	-0,718	-0,662	-0,464	0,148	-0,457	-0,547 *	-0,194

* $p < 0,01$ ** $p < 0,05$

Tabulka (Tab. 9) uvádí jednotlivé korelační koeficienty pro všechny sledované skupiny populace. Rozdíl v korelacích mezi sportujícími a nesportujícími je zaznamenán pomocí hladiny pravděpodobnosti p . Jak bylo předpokládáno, nejvyšší hodnoty koeficientů byly zaznamenány pro vztahy Boscova testu a testů postihující silově vytrvalostní schopnosti. U všech těchto položek byla zjištěna velká síla závislosti, největší pak u testu skok z místa, který popisuje explozivní sílu dolních končetin, stejně jako výkon v Boscově testu. Po rozdělení populace dle pohlaví klesly síly vztahů

zejména u dívek, kde byly zaznamenány pouze střední síly závislostí. U chlapců je popsán podobný výsledek jako u celé populace, akorát nejtěsnější vztah zaznamenal test leh-sed a u testů skok z místa a vytrvalostní běh klesly hodnoty korelačních koeficientů těsně pod hranici velké síly závislosti $r=0,7$. Předpokládaly se těsné vztahy položek u skupin sportujících. To se ale nepotvrdilo u chlapců, neboť sportující populace chlapců zaznamenala pouze nízké síly závislostí ve všech sledovaných položkách. U dívek se naopak předpoklad potvrdil částečně, když jim byly zaznamenány velké síly závislosti u položek dynamometrie ruky a skok z místa, kde byl také popsán významný rozdíl koeficientů ($p<0,05$ u dynamometrie, $p<0,01$ u skoku z místa). U obou položek běhů pak byla zjištěna střední síla závislosti. Při pohledu na výsledky nespportujících populací je zřejmé, že trend vztahů položek se obrátil, neboť právě skupina chlapců zde zaznamenala těsnější vztahy položek, kde jejich rozdíl se sportujícími byl významný $p<0,01$, ale hodnoty korelačních koeficientů odpovídají pouze střední síle závislostí u silově vytrvalostních položek. Nespportující dívky zaznamenaly pouze nízké síly závislostí. Z těchto výsledků je patrné, že předpokládaná korelace položek terénního testování a Boscova testu se potvrdila u celé populace, u chlapců a sportujících dívek. Výsledky ostatních skupin s výkonem v Boscově testu významně nekorrespondují.

5.4 Vztah výsledků Boscova testu a zdravotně orientované zdatnosti

Cílem práce bylo zjistit, jak lze objektivizovat zdravotně orientovanou zdatnost populace ($n=100$) z výsledků Boscova testu, který kvantifikuje anaerobní kapacitu minutovým zatěžováním DK pomocí opakovaných výskoků. Lze předpokládat, že pokud se nevysvětlí dostatečný rozptyl, ukáží se nejsilnější položky, které budou dále analyzovány. Předpoklad je, že nejsilnější vliv na Boscův test pak budou mít položky popisující silové parametry, aerobní zdatnost a rychlostně-obratnostní schopnosti.

Tab. 10: Regresní model sedmi nezávisle proměnných položek

Run Summary Section	
Parameter	Value
Dependent Variable	relativní práce
Number Ind. Variables	7
Weight Variable	None
R2	0,6282
Adj R2	0,5999

Legenda: Adj R^2 =mnohonásobný korelační koeficient mezi závisle proměnnou a všemi nezávisle proměnnými

Regresní rovnice:

$$y=0,13+(-0,0001)+(-0,0003)+(0,0002)+(0,0023)+(0,0003)+(-0,0018)+(-0,0001)$$

Z regresního modelu je viditelné, že důležitý údaj Adjusted R² říká, jak velké množství variance závisle proměnné (relativní práce) je vysvětleno sadou námi zvolených nezávisle proměnných (EUROFIT). Model vysvětlil 60 % rozptylu, což je docela hodně. Pouze regresní koeficient u položky leh-sed je signifikantní ($p < 0,05$) a určuje dostatečnou sílu vlivu relativní práce na položku (77 %). Model pouze s jedním významným koeficientem (ze sedmi testů) nelze považovat za signifikantní, i když dokázal vysvětlit poměrně velkou část rozptylu hodnot

Na základě nevysvětleného 40 % rozptylu byla provedena kroková regresní analýza backward k vytvoření druhého modelu se třemi nejsilnějšími položkami leh-sed, skok z místa a vytrvalost.

Tab. 11: Regresní model třech nejsilnějších nezávisle proměnných položek

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics	
					R Square Change	F Change
2	0,786	0,618	0,607	24,91001	0,618	51,873
Model	Change Statistics			df1	df2	Sig. F Change
	df1	df2	Sig. F Change			
2	3	96	0,000			

Legenda: Adjusted R: mnohonásobný korelační koeficient mezi závisle proměnnou a všemi nezávisle proměnnými, Sig. F Change=signifikance změny rozptylu

Regresní rovnice: $y=72,627+(2,341)+(0,442)+(-0,067)$

Z tabulky (Tab. 11) je čitelná hodnota udávající, kolik procent rozptylu je vysvětleno navrženým modelem 2. Model 2 vysvětlil 61 % rozptylu, což je o 1 % více než model 1. Jak ukazuje sloupec Sig. F Change, je to zvýšení signifikantní. Na rozdíl od modelu 1 ovšem zaznamenal tento navržený model třech silných položek právě zmíněnou signifikanci ($p < 0,05$). Regrese nám pomohla nalézt model s malým počtem třech signifikantních nezávisle proměnných, které (z původních sedmi) nejlépe predikují hodnoty proměnné závislé. Významné regresní koeficienty ($p < 0,05$) byly zaznamenány u položky leh-sed ($p=0,003$), která opět zaznamenala největší váhu a skok z místa

($p=0,005$). Položka vytrvalostní běh není signifikantní na zvolené hladině. Model 2 se dvěma významnými koeficienty ze tří lze považovat signifikantní.

6 ZÁVĚR

Disertační práce se zabývala popsáním hodnocení postavení Boscova testu (60 s) k položkám EUROFITU. Snahou bylo popsat vliv antropometrických parametrů na výkon v Boscově testu a určit význam Boscova testu pro objektivizaci zdravotně orientované zdatnosti u populace věkové kategorie 17 - 19 let. Předpokládalo se, že sportující populace zaznamená lepší úroveň silově vytrvalostních schopností než nespportující, a že jejich výsledky budou vykazovat těsné vztahy s výsledkem Boscova testu. Dále bylo snahou zjistit aktuální úroveň silových parametrů dolních končetin probandů a stanovit možná doporučení pro zlepšení úrovně. Výstupem této práce by mělo být nalezení vztahu mezi specifickou úrovní zdravotně orientované zdatnosti a silovými parametry získanými dominantním zatěžováním dolních končetin pro případnou úpravu postupů v diagnostice motorických schopností populace.

Byly potvrzeny intersexuální rozdíly ve výsledcích antropometrických parametrů všech položek. Stejně tak byly popsány významné rozdíly položek mezi skupinami sportujících a nespportujících obou pohlaví. Nejvýznamnější rozdíly byly zaznamenány v položkách množství tuku a aktivní tělesné hmoty, což je významný parametr tělesného složení v závislosti na motorické schopnosti. Konečné výsledky měření výzkumného souboru přinášejí ovšem zjištění, že předpoklady o vlivu tělesného složení a antropometrických parametrů na výkon v Boscově testu v souvislosti s úrovní aktivní pohybové činnosti populace se nepotvrdily. Nejtěsnější vztah s výkonem v Boscově testu zaznamenala položka tělesná výška sportujících dívek. V ostatních položkách popisujících tělesné složení byly nalezeny pouze nízké závislosti.

Jak bylo předpokládáno, výsledky Boscova testu v parametrech popisujících anaerobní kapacitu přinášejí významné rozdíly mezi skupinami sportující a nespportující u obou pohlaví. Ve všech sledovaných parametrech dosáhli sportující populace lepších výsledků než nespportující. Při pohledu na výsledky laboratorního měření lze konstatovat, že skupiny chlapců i dívek zaznamenaly významné rozdíly u všech sledovaných položek. Nejtěsnější vztahy k Boscovu testu ukazují sportující dívky, u kterých korespondují výsledky relativní práce s ostatními hlavními parametry Boscova testu. Naopak sportující chlapci zde překvapivě těsné vztahy nezaznamenali.

Domněnka byla potvrzena také u výsledků měření položek zdravotně orientované zdatnosti, kde bylo opět zaznamenáno významně rozdílných výkonů mezi populacemi. Kromě položky flexibility zaznamenali chlapci významně lepších výsledků v porovnání s výsledky dívek. Z výsledků terénního testování vyplývá, že sportující populace zde dosáhla významně lepších výsledků u všech sledovaných položek než populace nesportující. Ve srovnání s výsledky ostatních nalezených výzkumů tomu bylo stejně tak. Jak bylo předpokládáno, nejvýznamnějších rozdílů výsledků bylo popsáno u položek postihující silové, rychlostní a vytrvalostní schopnosti populace, vždy ve prospěch sportující populace.

Při zjišťování vztahů mezi položkami EUROFIT a výkonem v Boscově testu celé populace, byly zaznamenány velké síly závislosti u položek právě popisující zmíněné motorické schopnosti. Tyto výsledky přinášejí důkaz o vztahu Boscova testu s položkami objektivizující zdravotně orientovanou zdatnost. I po rozdělení populace byly popsány ve zmíněných testech leh-sed, skok z místa, člunkový a vytrvalostní běh těsné vztahy, ale tentokrát pouze u chlapců a pouze u dvou položek leh-sed a člunkového běhu. Předpoklad ovšem nepotvrzují výsledky komparace Boscova testu a terénního testování, neboť u skupin chlapců nebyly zaznamenány významné vztahy mezi položkami. U skupin dívek pouze mezi testy dynamometrie dominantní ruky a skok z místa, které ukazují korelaci pro velkou sílu závislosti. Právě položka skok z místa by měla nejsilněji korespondovat s výkonem v Boscově testu u všech sledovaných skupin populace. Z těchto závěrů je patrné, že síla souvislostí mezi výkony v testech klesá s dělením populace dle pohlaví.

Další metodou, jak odpovědět na vědeckou otázku, bylo provedení mnohonásobné regresní analýzy, která přináší informace o modelu testů s co největší silou vlivu položek na parametr relativní práce v Boscově testu. První model sedmi nezávisle proměnných vysvětlil slušných 60 % rozptylu. To znamená, že z 60 ti % lze díky výsledku v Boscově testu usuzovat na celkovou zdravotně orientovanou zdatnost adolescentní populace. Nicméně regresní koeficienty nabídly velmi malé hodnoty, když pouze test leh-sed zaznamenal signifikantní sílu vlivu (77 %). Proto bylo nezbytné podstoupit druhý krok analýzy a nalézt významný model pro účely výzkumu. To se podařilo, neboť výběrem nejsilnějších testů leh-sed, skok z místa a vytrvalostní běh byl vytvořen model, který vykazoval signifikantní zvýšení vysvětlení rozptylu na 61 % a zároveň signifikantní zvýšení hodnot regresních koeficientů. Z těchto výsledků je

evidentní, že právě tři signifikantní nezávisle proměnné (skok z místa, leh-sed a vytrvalostní běh) nejlépe predikují hodnoty proměnné závislé (relativní práce v Boscově testu). Tyto testy, testy popisující silově vytrvalostní dispozice populace, vykazují nejtěsnější vztahy s Boscovým testem a potvrzují tak odpověď na vědeckou otázku.

Závěrem tohoto výzkumu je potvrzený fakt, že byl prokázán vztah Boscova testu, který hodnotí silově vytrvalostní dispozice dolních končetin společně s anaerobní kapacitou, s výsledky funkčních komponent zdravotně orientované zdatnosti populace věkové kategorie 17 – 19 let. Funkční komponenta, popsané testy svalové síly a aerobní zdatnosti, korespondují s výkonem v Boscově výskokovém testu. Z toho vyplývá význam pro zlepšení diagnostických postupů objektivizujících zdravotně orientovanou zdatnost, neboť lze nahradit sadu čtyř testů funkčních komponent ZOZ právě jedním Boscovým testem opakovaných vertikálních výskoků pro běžnou adolescentní populaci. V oblasti sportu lze diagnostický postup využít pouze u sportujících adolescentních dívek. Také z toho vyplývá, že morfologická (strukturální) komponenta nejsou přímými prediktory zdravotně orientované zdatnosti populace adolescentů, neboť nebyla prokázána souvislost výsledků těchto komponent s výsledky komponent funkčních.

REFENČNÍ SEZNAM

1. Adriana, M. (2011). Plyometrics and the effect on four typical vertical height. *Journal of Physical Activities*, 17-31.
2. Aerenhouts, D., Deriemaeker, P., Hebbelinck, M. & Clarys, P. (2011). Energy and macronutrient intake in adolescent sprint athletes: A follow-up study. *Journal of Sports Sciences*, 29(1), 73-82. doi: 10.1080/02640414.2010.521946
3. Al-Sendi, A. M., Shetty, P., & Musaiger, A. O. (2003). Anthropometric and body composition indicators of Bahraini adolescents. *Annals of Human Biology*, 30(4), 367-379. doi: 10.1080/0301446031000091792
4. Amal, A., Assad, S. & Alhabeeb, A. (2009). Special physical fitness and motor performance for different ages in Libya. *Journal applied in faculty of physical education*, 10.
5. Bláha, P., Vígnerová, J., Riedlová, J., Kobzová, J., & Krejčovský, L. (2005). Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. *Česko-slovenská pediatrie*, 58(12), 766-770.
6. Blahuš, P. (1997). Kvantitativní-kvalitativní výzkum a vědecká metoda. *Česká kinantropologie*, 1(2), 89-91.
7. Blaikie, N. (2003). *Analyzing Quantitative Data*. London: Sage.
8. Bosco, C., Komi, P. V., Tihanyi, J., Fekete, G., & Apor, P. (1983). Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol*, 50, 129-136.
9. Bosco, C., Luthanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for the measurements of mechanical power in jumping. *Europen Journal Appl. Physiology*, 50(2), 273-282.
10. Bunc, V. (1995). Pojetí tělesné zdatnosti a jejích složek. *Těl. Vých. Sport Mládeže*, 5, 6-9.
11. Cole, T. J., Flegal, K. M., Nicholls, D., & Jackson, A. A. (2007). Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *British Medicine Journal*, 335, 194-198. doi: 10.1136/bmj.39238.399444.55
12. Davison, R. C. R., Coleman, D., Balmer, J., Nunn, M., Theakston, S., Burrows, M., & Bird, S. (2000). Assessment of blood lactate: practical evaluation of the Biosen 5030 lactate analyzer. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32(1), 243-247.
13. De Lanerolle-Dias, M., de Silva, A., Lanerolle, P., Arambepola, C., & Atukorala, S. (2011). Body fat assessment in Sri Lankan adolescent girls; development of a simple field tool. *Annals of Human Biology*, 38(3), 330-336. doi: 10.3109/03014460.2010.547218
14. de Vauss, D. (2002). *Analyzing Social Scinece Data*. London: SAGE.
15. Dobrý, L. (2006). Fitnessgram - prostředek k vyvolání zájmů rodičů o úroveň tělesné zdatnosti dětí. *Těl. Vých. Sport Mládeže*, 8, 13 - 14.
16. Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., ... Bunc, V. . (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.

17. Garcia-Lopez, J., Peletrio, J., Rodríguez-Marroyo, J. A., Morante, J. C., Herrero, J. A., & Villa, J. G. (2005). The validation of a new method that measures contact and flight times during vertical jump. *Int. Journal Sports Med.*, 26(4), 294-302.
18. Gracia-Marco, L., Vicente-Rodríguez, G., Casajús, J. A., Molnar, D., Castillo, M. J., & Moreno, L. A. (2011). Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the HELENA Study. *Eur J Appl Physiology*, 111, 2671-2680. doi: 10.1007/s00421-011-1897-0
19. Grande, I., Figueroa, J., Hontoria, M., & Bautista, A. (2009). Evolution and comparison of jump capacity in national female artistic and rhythmic gymnastics teams during the 2007 World Championship training. *Kronos Rendimiento en el Deporte*, 8(14), 91-94.
20. Havlíčková, L. (2003). *Fyziologie tělesné zátěže* (Vol. 1). Praha: Karolinum.
21. Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat*. Praha: Portál.
22. Hendl, J. (2008). *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace* (2 ed.). Praha: Portál.
23. Hendl, J. (2009). *Přehled statistických metod zpracování dat: Analýza a metaanalýza* (3 ed.). Praha: Portál.
24. Chrástka, M. (2007). *Metody pedagogického výzkumu*. Praha: Grada publishing.
25. Chytráčková, J. (2001). Metody vyšetření tukové komponenty tělesného složení ve sportovní praxi. *Paper presented at the Sport na začátku nového tisíciletí*, Praha.
26. Juzwiak, C. R., Amancio, O. M. S., Vitalle, M. S. S., Pinheiro, M. M., & Szejnfeld, V. L. (2008). Body composition and nutritional profile of male adolescent tennis players. *Journal of Sports Sciences*, 26(11), 1209-1217. doi: 10.1080/02640410801930192
27. King, T., Kaper, G., & Paradis, S. (2013). Effects of Lower Extremity Anaerobic Fatigue on Neuromuscular Function and Jumping Performance. *Journal of Exercise Physiology*, 16(4), 19-23.
28. Kovář, R. (1997). *Eurofit pro dospělé (Hodnocení zdravotních komponent tělesné zdatnosti)*. Praha: Karolinum.
29. Ledvina, M., Stoklasová, A., & Cerman, J. (2005). *Biochemie pro studující medicíny* (1 ed. Vol. 1). Praha: Karolinum.
30. Lehance, C., Croisier, J. L., & Bury, T. (2005). Optojump system efficiency in the assessment of lower limbs explosive strength. *Science & Sports*, 20, 131-135. doi: 10.1016/j.scispo.2005.01.001
31. Mac Donncha, C., Watson, A. W. S., McSweeney, T., & O'Donovan, D. J. (1999). Reliability of EUROFIT Physical Fitness Items for Adolescent Males with and without Mental Retardation. *Adapted Physical Activity Quarterly*, Human Kinetics Publishers, 16, 86-95.
32. Macek, P. (2003). *Adolescence* (2 ed.). Praha: Portál.
33. Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity* (2 ed.). Champaign IL: Human Kinetics.
34. Mateescu, A. (2010). Study on the effects of aquatic vs. dry land combined contractions on muscle strength for the students in physical education and sport. *Journal of Physical Education and Sport*, 27(2), 72-80.

35. Měkota, K., & Cuberek, R. (2007). *Pohybové dovednosti - činnosti-výkony* (1 ed.). Olomouc: Univerzita Palackého.
36. Moliner-Urdiales, D., Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Jiménez-Pavón, D., Vicente-Rodriguez, G., Rey-López, J.P., ... Moreno, L. A. (2010). Secular trends in health-related physical fitness in Spanish adolescents: The AVENA and HELENA Studies. [Press]. *Journal of Science and Medicine in Sport* doi: 10.1016/j.jsams.2010.03.004
37. Mooney, A., Kesley, L., Fellingham, G. W., George, J. D., Hager, R. L., Myrer, J. W., & Vehrs, P. R. (2011). Assessing Body Composition of Children and Adolescents Using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry, Skinfolds, and Electrical Impedance. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 15, 2-17. doi: 10.1080/1091367X.2011.537873
38. Morrow, J. R. (2005). *Measurement and evaluation in human performance* (3 ed.). Champaign IL: Human Kinetics.
39. Ortega, F. B. (2008). Reliability of fitness assessment in adolescents. The HELENA Study. *International Journal of Obesity*, 32, 49-57.
40. Ortega, F. B., Artego, E. G., Ruiz, J. R., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., Vicente-Rodriguez, G., ... Castillo, M. J. . (2011). Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med.*, 45(2), 20-29. doi: 10.1136/bjism.2009.062679
41. Ottevaere, C., Huybrechts, I., De Bourdeaudhuij, I., Sjöström, M., Ruiz, J. R., Ortega, F. B. ... De Henauwa, S. (2011). Comparison of the IPAQ-A and Actigraph in relation to VO₂max among European adolescents: The HELENA study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14, 317-324. doi: 10.1016/j.jsams.2011.02.008
42. Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Med. Sport. Boh. Slov*, 7, 1-6.
43. Pařízková, J., & Hills, A. (2000). *Childhood obesity. Prevention and treatment* (1 ed.). Boca Raton. FL: CRC Press.
44. Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)* (3 ed.). Olomouc: Hanex.
45. Sagiv, M., Sagiv, M.I., Goldhammer, E., & Ben-Sira, E. (2006). Adolescents' Left Ventricular Response at Peak Wingate Anaerobic Test. *Pediatric Exercise Science*, 17, 22-29.
46. Sands, W. A., McNeal, J. R., Ochi, M. T., Urbanek, T. L., Jemni, M., & Stone, M. H. (2004). Comparison of the wingate and Bosco anaerobic tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 810-815.
47. Suchomel, A. (2004). *Somatická charakteristika dětí školního věku s rozdílnou úrovní motorické výkonnosti* (1 ed.). Liberec: Technická Univerzita.
48. Suchomel, A. (2006). *Tělesně nezdatné děti školního věku*. Liberec: Technická Univerzita.
49. Van Renterghem, J., De Clercq, D., Aerts, P., & Lenoir, M. (2004). Performing the vertical jump: Movement adaptations for submaximal jumping. *Human Movement Science*, 22(4), 713-727.

50. Van Zandwijk, J. P., Bobbert, M. F., Munneke, M., & Pas, P. (2009). Control of maximal and submaximal vertical jumps. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1, 477-485.
51. Venkateswarlu, K., Balam, A., & Gunen, E. A. (2011). Body composition of nigerian pre-adolescents, adolescents, and adults. *International Journal of Sports Sciences and Fitness*, 1(1).
52. Vilikus, Z., Brandejský, P., & Novotný, V. (2004). *Tělovýchovné lékařství* (1 ed.). Praha: Karolinum.
53. Welk, G. J., Morrow, J. R. J., & Falls, H. B. (2002). *FITNESSGRAM reference guide*. Dallas, TX: Cooper Institute.
54. Wisloff, U., Castanga, C., Helgerud, J., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 285-288.
55. Woolstenhulme, M. T., Bailey, B. K., & Allsen, P. E. (2004). Vertical jump, anaerobic power and shooting accuracy are not altered 6 h after strength training in collegiate women basketball players. *Journal Strength Cond. Research*, 66-74.