

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Vztah mezi vybranými off-ice testy,
somatotypem a výkonem v on-ice testech Illinois
Agility u hráčů ledního hokeje juniorské
kategorie v nejvyšší domácí soutěži**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. PhDr. Martin Musálek, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Tobiáš Slavíček

Praha 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu. Tato práce, ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

.....

Podpis

Evidenční list

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

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

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce, panu doc. PhDr. Martinu Musálkovi Ph.D. za pomoc a odborné vedení při vypracovávání diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při studiu.

Abstrakt

Název: Vztah mezi vybranými off-ice testy, somatotypem a výkonem v on-ice testech Illinois Agility u hráčů ledního hokeje juniorské kategorie v nejvyšší domácí soutěži.

Cíl: Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda somatotyp a vybrané off-ice testy jsou významnými prediktory pro výkon v on-ice agility testu u hráčů ledního hokeje juniorské kategorie v nejvyšší domácí soutěži.

Metody: Výzkumný soubor tvořilo 32 hokejistů (17 obránců a 15 útočníků) $\bar{x} = 17,64 \pm 1,02$, hrajících nejvyšší domácí juniorskou soutěž. Somatotyp byl hodnocen dle metody Heath a Carter (1990). Z off-ice testů byly použity Squat Jump, Countermovement Jump, Free Arm Countermovement Jump, Broad Jump, pětiskok, Sit and Reach, shyby nadhmatem a off-ice Illinois Agility s míčkem. On-ice testy byly Illinois Agility s kotoučem a Illinois Agility bez kotouče. Pro hodnocení míry odlišnosti výkonů mezi obránci a útočníky jsme použili Aspin-Welchův dvouvýběrový T-test s Effect size (ES) *Hedgesovo g*. Těsnost vztahů mezi vybranými proměnnými byla hodnocena Pearsonovým korelačním koeficientem s ES koeficientem determinace R^2 . Pro hodnocení významnosti prediktorů pro výkon v on-ice agility testech jsme použili vícenásobnou regresní analýzu. Významnost modelu byla posuzována dle výsledků statistické významnosti $p < 0,05$ a adjustovaného R^2 .

Výsledky: Při porovnání výsledků mezi obránci a útočníky bylo zjištěno, že obránci měli vyšší hodnotu endomorfie (relativní tučnosti) s moderate ES *Hedgesovo g* = 0,45 a měli více svalové hmoty na končetinách. Naproti tomu útočníci byli na horních i dolních končetinách významně kosterně robustnější *Hedgesovo g* = 0,39 – 0,61. V motorických testech měli obránci lepší úroveň explosivity dolních končetin v Countermovement Jump testu ES *Hedgesovo g* = 0,46; Free Arm Countermovement Jump testu *Hedgesovo g* = 0,38. Výkony v on-ice testech se v rámci herního postu statisticky ani klinicky významně nelišily.

Žádná z komponent somatotypu se neukázala jako významný prediktor pro výkon v on-ice testech. Hlavními prediktory pro výkon v on-ice Illinois Agility bez kotouče se ukázal pouze off-ice Illinois Agility s míčkem ($b = 0,32$). Tento navržený model se ukázal jako statisticky významný ($F = 3,27$; $p < 0,01$). V modelu s predikantem on-ice Illinois Agility s kotoučem byli významnými prediktory kosterní robustnost na dolních končetinách Framed ($b = 0,06$) a off-ice Illinois Agility s míčkem ($b = 0,38$), R^2 modelu = 41 %. Tento model byl také statisticky významný ($F = 11,9$; $p < 0,001$) s tím, že významně vyšší důležitost v něm měl

jako prediktor off-ice Illinois Agility s míčkem ($R^2 = 24 \%$; $p < 0,01$), oproti Framed ($R^2 = 10 \%$; $p < 0,05$).

Závěr: Z uvedených výsledků vyplývá, že somatické parametry aktivní svalové hmoty a kosterní robustnosti by měly být vnímány jako důležité proměnné v dlouhodobém monitoringu hráče. Stejně tak by hráči mimo tréninky měli absolvovat volnou hru na suchu, která výrazně přispívá k osvojování specifických hokejových dovedností aplikovaných na ledě.

Klíčová slova: lední hokej, somatotyp, off-ice testy, on-ice testy, Illinois Agility test

Abstract

Title: Relation between selected off-ice tests, somatotype and performance in on-ice Illinois Agility tests in junior ice hockey players from Czech elite category.

Objective: The aim of this thesis was to verify whether the somatotype and off-ice tests are significant predictors for performance in on-ice agility tests in junior ice hockey players from Czech elite category.

Methods: The research sample consisted of 32 junior hockey players (17 defenders and 15 forwards) $\bar{x} = 17.64 \pm 1.02$ from Czech elite category. The Heath and Carter (1990) method for measuring of somatotype was used. The off-ice tests included Squat Jump, Countermovement Jump, Free Arm Countermovement Jump, Broad Jump, Five-Jump test, Sit and Reach, Pull-ups and off-ice Illinois Agility with (small size) ball. Further, on-ice Illinois Agility with puck and Illinois Agility without puck were used as dependent variables. The differences in performance between defenders and forwards were analysed by Aspin-Welch's two-sample T-test with Effect size (ES) *Hedges's g*. The degree of significance of the predictors for dependent variables in on-ice agility tests was assessed by multiple regression analysis with significance of model at the level of $p < 0.05$ and ES described as adjusted R^2 .

Results: Comparison of the results achieved by defenders and forwards revealed that the defenders had a higher endomorphy (relative fatness) with moderate ES *Hedges's g* = 0.45 and had more muscle mass on the limbs. In contrast, the forwards were significantly more skeletally robust on both upper and lower limbs *Hedges's g* = 0.39 – 0.61. In motor tests, the defenders had a better level of lower limbs explosiveness in the Countermovement Jump ES *Hedges's g* = 0.46; Free Arm Countermovement Jump test *Hedges's g* = 0.38.

On the other hand, there were no significant differences in the on-ice tests regarding players' positions. A further regression analysis showed that none of somatotype components is significant predictors for on-ice performance; however, it was revealed that the off-ice Illinois Agility test with ball is the main predictor in the on-ice Illinois Agility without puck performance ($b = 0.32$) ($F = 3.27$; $p < 0.01$) as well as in the on-ice Illinois Agility with puck. Moreover, we also revealed that in addition to off-ice Illinois Agility with ball the skeletal robustness on the lower limbs FramedD is a significant predictor for the on-ice Illinois Agility with puck ($F = 11.9$; $p < 0.001$). This model explained the R^2 model = 41 % of variance of dependent variable. This model also showed that the off-ice Illinois Agility with ball ($R^2 = 24$ %; $p < 0.01$) was suggested as more important than FramedD ($R^2 = 10$ %; $p < 0.05$).

Conclusion: These results suggest that somatic parameters of active muscle mass and skeletal robustness should be considered important in long-term player monitoring. Likewise, outside training sessions, players should have a free off-ice game, which significantly contributes to the acquisition of specific hockey skills applied on ice.

Keywords: ice hockey, somatotype, off-ice tests, on-ice tests, Illinois Agility test

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA	13
2.1	Charakter ledního hokeje	13
2.2	Fyziologické aspekty ledního hokeje	13
2.3	Somatický vývoj a antropometrie těla	14
2.3.1	Somatický vývoj adolescentů	15
2.3.2	Somatický vývoj v ledním hokeji – junioři	17
2.3.3	Somatotyp	18
2.3.4	Somatotyp v ledním hokeji	20
2.4	Důležitost jednotlivých motorických schopností v ledním hokeji	22
2.4.1	Změny v úrovni rozvoje motorických schopností adolescentů	22
2.4.2	Změny v úrovni rozvoje motorických schopností - junioři	22
2.5	Variabilita biologického věku v kategorii juniorů ve vztahu k somatice a motorice	29
2.6	Testování a diagnostika parametrů a předpokladů	32
2.6.1	Off-Ice testy	33
2.6.2	On-Ice testy	36
3	CÍL, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE	39
3.1	Cíl práce	39
3.2	Úkoly práce	39
3.3	Výzkumné otázky	39
3.4	Hypotézy práce	40
4	METODIKA PRÁCE	41
4.1	Charakteristika souboru	41
4.2	Metody získávání údajů	41
4.2.1	Antropometrické údaje	42
4.2.2	Testování vybraných off-ice testů	44

4.2.3	Testování vybraných on-ice testů.....	48
4.3	Analýza dat.....	48
5	VÝSLEDKY PRÁCE	50
5.1	Popisná statistika antropometrie, off-ice a on-ice testů.....	50
5.1.1	Antropometrické a somatotypové charakteristiky s ohledem na herní post.....	50
5.1.2	Výkony v off-ice a on-ice testech s ohledem na herní post	51
5.2	Vztahy mezi on-ice testy, vybranými antropometrickými parametry, somatotypem a off-ice testy.....	52
5.2.1	Korelace mezi on-ice Illinois Agility testy a vybranými tělesnými parametry..	52
5.2.2	Korelace mezi on-ice Illinois Agility testy a vybranými off-ice testy	52
5.3	Regresní modely s predikanty on-ice Illinois Agility s kotoučem a on-ice Illinois Agility bez kotouče	53
6	DISKUSE.....	56
7	ZÁVĚR.....	63
	Referenční seznam	64
	Seznam tabulek	80
	Seznam obrázků	80
	Přílohy.....	81

1 ÚVOD

Diagnostika a hodnocení fyzické připravenosti se v ledním hokeji stále více přibližuje „reálným podmínkám“, které mají podobu, tzv. on-ice testů tj., že testy probíhají na ledové ploše. I přes to, že po celém světě byly a jsou stále prováděny tzv. off-ice testy (skoky, běhy, benchpress apod...), a to i v rámci draftu do nevyšší světové hokejové soutěže, NHL, mají on-ice testy dle současných výzkumů pro trenérskou praxi pravděpodobně hlubší význam. Na druhou stranu, off-ice testy stále plní velmi důležitou úlohu v hodnocení, zejména fyzické připravenosti hráče před sezónou. I z toho důvodu se předchozí výzkum zabýval u vrcholových i amatérských hráčů ledního hokeje, osvětlením vztahů mezi výkony v off-ice testech a výkonem na ledě. Tyto vztahy byly často předkládány v jednorázových průřezových studiích (nejčastěji vztahy testů hodnotících explosivitu dolních končetin a výkon v přímém sprintu na ledě), nebo se jednalo o retrospektivní studie, které hledaly společný průsečík mezi off-ice testy a dosaženými cíli (kanadské body, vstřelené góly atd.) v hokejové sezóně.

Z off-ice testů se často používají různé formy vertikálních výskoků, nebo přímých sprintů, jako prediktory pro výkon na ledě. Z toho také vyplynulo, že poměrně značné množství publikací se zabývalo vztahy mezi off-ice testy a přímou rychlostí bruslení vpřed. To však zcela neodpovídá skutečnému charakteru pohybu hráčů na ledě, kdy z rešerše odborné literatury je patrné, že lední hokej je charakteristický krátkými intenzivními sprinty s rychlými změnami směru.

Předchozí výzkumy ze sportovního prostředí také poukázaly na důležitost parametru tělesného složení. Nicméně žádné studie z oblasti ledního hokeje se nezabývaly otázkou, zda konkrétní tělesný typ – somatotyp, může být významným prediktorem pro výkon v on-ice testu. Z výše uvedeného tedy můžeme usuzovat, že některé off-ice testy a jejich výsledky mohou být přeceňovány, a naopak některé somatické parametry opomíjeny.

Jelikož se hráči rozvíjejí také specificky vzhledem k hernímu postu, je otázkou, zda se somatické charakteristiky útočníků a obránců spolu s nároky na jejich herní post neproposují do výkonů v off-ice i on-ice testech. Ani v tomto případě jsme nenašli uspokojivou odpověď ze světového písemnictví. Stejně tak jsme zjistili, že existuje pouze velmi omezené množství prací, které by v rámci on-ice testů hodnotily agilitu výkon s hokejovou holí a kotoučem.

Z pohledu českého hokeje se v uplynulých třech letech systematicky ukazuje, že v juniorské kategorii český hokej výkonnostně začíná oproti světové hokejové konkurenci

stagnovat. Proto jsme si pro tento výzkum vybrali právě populaci juniorů z nejvyšší domácí soutěže.

Jelikož chceme přispět ke zlepšení tréninkového procesu ve smyslu, kam směřovat energii a který kontrolní prostředek má vyšší důležitost, rozhodli jsme se zjistit, zda somatotyp a vybrané off-ice testy jsou významnými prediktory pro výkon v on-ice agility testu u hráčů ledního hokeje juniorské kategorie v nejvyšší domácí soutěži.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Charakter ledního hokeje

Lední hokej je týmový sport, kde hráči prokazují komplexní fyzickou zdatnost (Stanula et al., 2014), zejména vysokou úroveň rychlosti, síly a vytrvalosti (Burr et al., 2008; Ransdell & Murray, 2011). Boucher et al. (2017) a Vigh-Larsen et al. (2019) uvádí, že výkon v ledním hokeji je charakterizován, tzv. intermitentní zátěží, která v tomto případě představuje opakované projevy rychlostních sprintů na krátkých úsecích s krátkými odpočinkovými intervaly mezi jejich opakováním. Energie pro tuto činnost s vysokou intenzitou je zajišťována anaerobním metabolismem. To má za následek vyčerpání zásob adenosintrifosfát-kreatinfosfátu (ATP-CP), zvýšení tvorby laktátu a snížení pH. Během odpočinku na lavičce probíhá oxidační fosforylace, která je nezbytná k dosažení dostatečné regenerace před zahájením dalšího střídání (Gaitanos, 1993). Tyto fyziologické mechanismy úzce souvisí s nástupem únavy a tím i poklesu výkonu (Carey et al., 2007).

2.2 Fyziologické aspekty ledního hokeje

Dle Hellera a Pavliše (1998) se lední hokej řadí mezi nejrychlejší a nejnáročnější sportovní hry. Z fyziologického hlediska představuje intervalový typ pohybové aktivity, vyžadující široké spektrum motorických předpokladů, determinujících kvalitu a souhrn analyzátorů v souladu s kondiční a technickou připraveností. Dle Pavliše (2003) je v ledním hokeji typické střídání cyklických a acyklických pohybových činností. Mezi cyklické pohybové činnosti patří bruslení a acyklické pohybové činnosti zahrnují například střelbu, osobní souboje a přihrávky. Celkově převažují činnosti acyklické.

Během utkání hráč odehraje 15 až 25 minut a bruslením překoná vzdálenost 5 až 5,5 km (pozn.: na evropských kluzištích je tato vzdálenost delší). Utkání má intervalový charakter, tvořící obvykle 30 až 80 sekund trvající intervaly zatížení, kdy hráč během zatížení provede průměrně 5 – 7 rychlostních sprintů v časovém rozmezí 2 až 3,5 sekundy. Tento charakter zatížení se střídá s přibližně 250 sekundami odpočinku (Cox et al., 1995; Rocznik et al., 2016a; Vigh-Larsen et al., 2019; Steeves & Campagna, 2019).

Vescovi, Murray a Vanheest (2006) uvádí, že průměrná tepová frekvence v průběhu utkání se pohybuje mezi 120 až 130 tepy za minutu. Během pobytu na ledě jsou hraniční hodnoty, dle některých autorů, 190 – 200 tepů za minutu (Pavliš, 2003). Tepovou frekvenci v průběhu hry ovlivňuje tzv. emoční napětí, díky němuž dle Hellera a Pavliše (1998) neklesá tepová frekvence pod 120. Také Vescovi, Murray a Vanheest (2006) uvádí,

že emoční napětí má vliv na hodnotu tepové frekvence během utkání, ovšem v jejich práci je řečeno, že během odpočinku mezi střídáními může tepová frekvence klesnout mírně pod 100. Zatížení během jednotlivých střídání se u hráčů ledního hokeje, dle studie Grasgrubera a Cacka (2008), pohybuje v rozmezí 80 až 90 % VO_2max i více. Předchozí studie, které v uplynulých cca 45 letech zjišťovaly VO_2max hodnoty u hráčů seniorské kategorie, opakovaně dospěly k výsledkům v rozmezí 53 až 60,9 ml/kg.min (např: Seliger et al., 1980; Smith et al., 1982; Rhodes, Mosher & Potts, 1985; Montgomery, 2006; Triplett et al., 2018).

Energetický výdej v rámci jednoho utkání činí přibližně 3140 % bazálního metabolismu a finální spotřeba energie se obvykle pohybuje mezi hodnotami 4000 až 5000 kJ (kolísá mezi 40 až 70 kJ.min⁻¹). V tréninkové jednotce dochází až k třikrát delšímu pobytu na ledě, proto může docházet k vyšším energetickým spotřebám i přes nižší intenzitu, kolem 6000 kJ. Uvedené hodnoty jsou samozřejmě individuální a závisí na herním stylu hráče, době a intenzitě zatížení, délce odpočinku a dalších faktorech (Bukač a Dovalil, 1990; Heller a Vodička, 2018). Energetické krytí svalstva záleží na objemu a intenzitě pohybové činnosti. Podstatou hokejového střídání jsou krátké a intenzivní sprinty, pro které je energie asi ze 69 % kryta anaerobními procesy. Zbýlých 31 % re-syntézy se děje oxidativní glykolýzou, a to zejména při zotavení mezi střídáními a třetinami (Burr et al., 2008; Rocznik et al., 2012; Boucher et al., 2017).

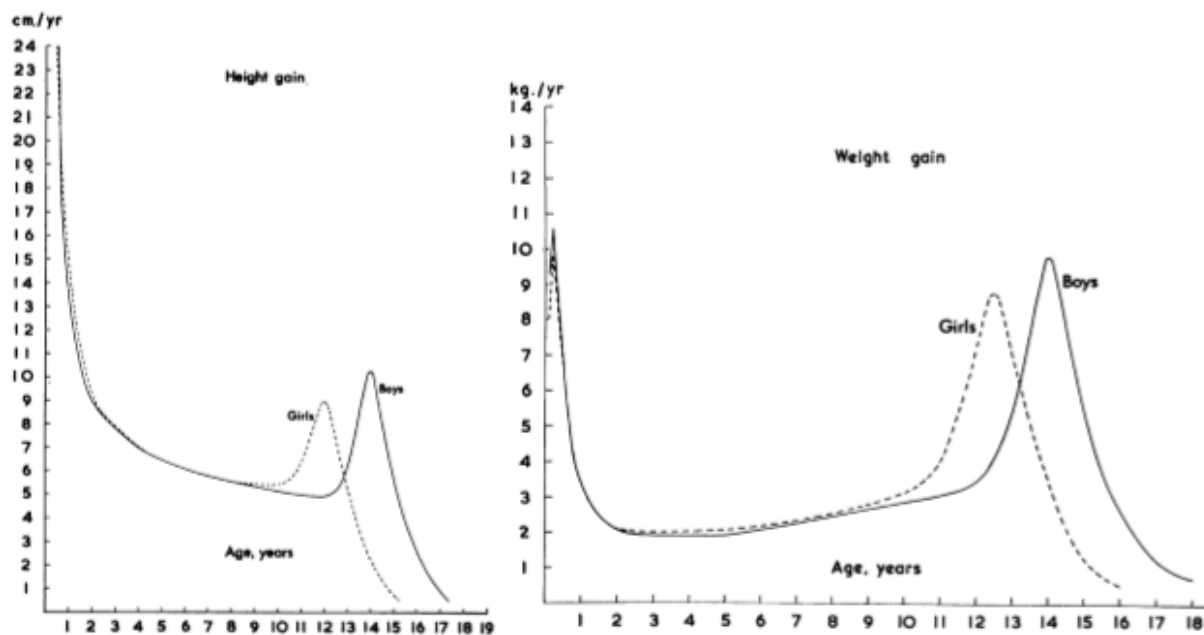
Celková pohybová připravenost hráče ledního hokeje tak vyžaduje kombinaci rychlosti, vytrvalosti a síly, jejichž zastoupení se odvíjí i od somatických rozměrů těla a takticko-technických úkolů na jednotlivých herních postech.

2.3 Somatický vývoj a antropometrie těla

Malina, Bouchard a Bar-Or (2004) definují dva pojmy, které jsou součástí somatického a antropometrického vývoje – zrání a růst. Zrání (tzv. maturace) se týká organizačních změn ve funkci orgánů a tkání. Jako příklad uvádí mozek, jehož všechny anatomické části jsou přítomny od raného dětství, ale ke kvalitativní změně funkce mozku dochází v průběhu dětství. Růst se týká kvantitativních strukturálních změn, ke kterým dochází s věkem. Růst lze jednoduše popsat jako zvýšení fyzické velikosti, nebo zvýšením počtu jednotek. Tato fyzická transformace zahrnuje především hyperplazii – zvýšení počtu buněk, hypertrofii – zvětšení velikosti buněk, a zvyšování mezibuněčné hmoty (Payne & Isaacs, 2016).

Tanner, Whitehouse a Takaishi (1966; in Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004) uvádí, že tělesná výška a hmotnost má od narození do rané fáze dospělosti velmi podobný vzorec růstu. Hermanussen et al. (1988) zjistili, že růst je souhrnem přerušovaných schodovitých

intervalů přibývání tělesné výšky a hmotnosti. Dle jejich studie u 45 ze 73 měřených dětí ve věku od 3 do 16 let (měřené 35 – 108x) probíhal růst nepravidelně a byl charakteristický malými intenzivními růstovými spurty, které se střídaly s obdobím snížené růstové rychlosti každých 30 až 55 dní. Dle Largo (1993) tyto malé růstové spurty individuálně následují křivku obecného vzorce růstu, některé přesněji (tělesná výška) a některé méně (tělesná hmotnost).



Obr. 1 Typické individuální křivky rychlosti růstu tělesné výšky a hmotnosti. Křivka reprezentuje rychlost růstu typického chlapce a dívky (Tanner, Whitehouse & Takaiishi, 1966).

2.3.1 Somatický vývoj adolescentů

Adolescence představuje poslední vývojové stádium mezi dětstvím a dospělostí, které probíhá ve věkovém rozmezí 15 – 19 let. Vyznačuje se postupným vyrovnáváním případných pubertálních disproporcí, dochází k harmonizaci růstu do délky i do šířky (Rychtecký a Fialová, 2004; Riegerová, Přidalová a Ulbrichová, 2006). Období adolescence představuje důležitý biologický mezník, dítě se mění v člověka schopného reprodukce. Tělesná proměna je významným signálem dospívání (Vágnerová, 2005). Koncem adolescentního období se pozvolna dovršuje tělesný vývoj, což se projevuje v plném rozvoji a výkonnosti všech orgánů těla, zejména srdce, plic, svalů, zesílení kostí, šlach apod. Na rozdíl od předchozích let, které jsou charakteristické jako období přestavby organismu, jde nyní o fázi dobudování, stavby i funkce jednotlivých orgánů (Rychtecký a Fialová, 2004). Zatímco v pubertálním období rostou nejvíce dlouhé kosti, v adolescenci roste trup více oproti dlouhým kostem

a pubertální disproporce se začínají postupně vyrovnávat. Kolem 20. roku života se u chlapců postupně završuje vzrůst a vyspělost reprodukčních funkcí je dostatečná (Riegerová, Přidalová a Ulbrichová, 2006).

Tělesná výška je parametrem, který nejlépe charakterizuje tělesný vývoj jedince. Dle výsledků 6. celostátního antropologického výzkumu (Vignerová et al., 2006) dosahovali čeští osmnáctiletí chlapci průměrné tělesné výšky 180,1 cm, což znamená zvýšení dospělé tělesné výšky oproti prvnímu reprezentativnímu měření tělesné výšky z roku 1895 o 12 cm. Roelants, Hauspie a Hoppenbrouwers (2009) uvádí, že ke zvýšení dospělé postavy dochází obecně u chlapců o 1,2 cm každých deset let. Dle Saari et al. (2011) byli například finští muži a chlapci, narození mezi lety 1983 až 2008, průměrně o 1,8 cm vyšší, než byli muži a chlapci ve stejném věku, narození v letech 1959 – 1971. Shodné hodnoty zjistili i Wikland et al. (2002) v podobné studii ve Švédsku. Se změnami tělesné výšky také souvisí posun vrcholu růstového spurtu. Za posledních 200 let se období nejrychlejšího růstu posunulo u chlapců z věku 16,2 na 12,9 let (Vignerová et al., 2006).

V období nejrychlejšího růstu, což je u chlapců mezi 13. a 14. rokem, se zvyšuje tělesná výška cca o 6,5 cm (Vignerová et al., 2006; Hermanussen, 2013). Konkrétní rychlost růstu, tj. velikost změny tělesné výšky, samozřejmě záleží na daném geografickém regionu. Například, dle studie Saari et al. (2011) je ve Finsku v současné době nejvýraznější průměrný roční přírůstek tělesné výšky mezi 13. a 14. rokem života 5,6 cm ($\pm 0,7$). Cacciari et al. (2006) a Nyankovskyy et al. (2018) uvádí v Itálii (respektive na Ukrajině) průměrný nárůst tělesné výšky ve stejném věkovém období dokonce o více než 7 cm. Rychlost růstu se poté snižuje a v 16 letech už je nárůst pouze do 2 cm za rok, mezi 17. a 20. rokem života se pohybuje přírůstek tělesné výšky v rozmezí 0,1 až 0,7 cm (Cacciari et al., 2006; Saari et al., 2011; Nyankovskyy et al., 2018).

Sekulární trend zvyšování průměrné tělesné výšky s sebou nese i stejný trend nárůstu tělesné hmotnosti. Například Roelants, Hauspie a Hoppenbrouwers (2009), kteří hodnotili tělesné změny u dospělých mužů v periodách deseti let došli k závěru, že kromě nárůstu tělesné výšky o 1,2 cm dochází také každých 10 let ke zvýšení hmotnosti o 0,9 kg.

Sekulární trendy v podobě dřívějšího nástupu růstového spurtu i rozdílných změn zvyšování tělesné hmotnosti se také projevují do parametru, kdy je ukončen tělesný růst (zvyšování tělesné výšky i hmotnosti) u chlapců. Tělesný růst u chlapců byl před sto lety průměrně ukončován ve 21 až 22 letech. Naproti tomu, v současné době je tělesný růst obecně ukončován v 18 letech (Vignerová et al., 2006).

2.3.2 Somatický vývoj v ledním hokeji – junioři

Provedené studie 15 – 17 letých hráčů nejvyšších amerických mládežnických soutěží (průměrný věk 16,4) zjistily, že průměrné hodnoty tělesné výšky se pohybují mezi 174,5 až 177,9 cm a tělesné hmotnosti v rozmezí 70,4 až 72,5 kg (Farlinger & Fowles, 2008; Krause et al., 2012). Výzkum Šišky a Kováčikové (2017) hodnotil antropometrické parametry slovenského národního týmu do 18 let (průměrný věk $16,3 \pm 0,6$) z roku 2010. Tito autoři zjistili průměrnou tělesnou výšku těchto reprezentantů 177,6 cm a 68,4 kg u útočníků. Obránci dosahovali 176,3 cm a 67,4 kg v průměru. Tato studie, kde byly vzaty v potaz posty hráčů je ojedinělá v tom, že obránci tohoto výběru byli průměrně nižší a lehčí.

Burr et al. (2007) provedli testování 95 vrcholových hráčů ledního hokeje ve věku 17 - 19 let před draftem do NHL. Jejich průměrná tělesná výška byla 186 cm a hmotnost 87,5 kg. Burr et al. (2008) svou předchozí studii rozšířili a testovali 853 juniorských hráčů ve věku 17 - 20 let před draftem do NHL v souvislosti s herními posty. Průměrná tělesná výška u útočníků byla 182,8 cm, průměrná tělesná hmotnost 86,18 kg. Obránci byli v průměru vyšší (188 cm) i těžší (90,26 kg). Pro srovnání, stejně staré hráče hrající na nižší úrovni francouzskou nejvyšší juniorskou ligu, změřili Buchheit et al. (2011). V průměru byli tito hráči o 8, resp. 14 cm nižší a o 6, resp. 10 kg lehčí. Posty hráčů v této studii uvedeny nejsou.

Green et al. (2006), Peyer et al. (2011) nebo Runner et al. (2015), kteří zjišťovali základní antropometrii dohromady u 18 – 20 letých hráčů ($n = 93$) nejvyšší americké univerzitní soutěže NCAA ukázali, že průměrná tělesná výška hráčů se pohybuje mezi 180,4 až 182 cm a tělesná hmotnost v rozmezí 84,6 až 84,9 kg.

V draftu NHL 2015 mělo prvních 20 útočníků (ročníku narození 1997) průměrnou tělesnou výšku 184,6 cm a hmotnost 83,2 kg. Prvních 20 stejně starých obránců bylo oproti útočníkům o 2,1 cm vyšší a 4,6 kg těžší. V porovnání draftů NHL 2015 a 2019 dosahovali útočníci ($n = 20$; ročník narození 2001) draftovaní v roce 2019 o 0,5 cm nižší tělesné výšky a o 1,7 kg vyšší tělesné hmotnosti než útočníci draftovaní roku 2015. Průměrná tělesná výška u obránců se mezi těmito dvěma porovnávanými drafty nezměnila. V hodnotách průměrné tělesné hmotnosti byli obránci draftovaní v roce 2019 o 1 kg lehčí. (NHL Draft Tracker, 2019).

Vedle tělesné výšky a tělesné hmotnosti je u hráčů ledního hokeje také posuzováno množství tělesného tuku. Procento tělesného tuku u hokejistů se dle Wilmore, Costill a Kenney (2008) pohybuje kolem 8 až 16 %. Grasgruber a Cacek (2008) uvádí, že množství tělesného tuku je relativně nízké, hodnoty se pohybují okolo 10 až 12 %. Ve studiích Green et al. (2006), Vescovi, Murray a Vanheest (2006) a Burr et al. (2007; 2008), kteří měřili

17 – 20 leté elitní hokejisty před draftem do NHL, se hodnoty tělesného tuku pohybují v rozmezí 9,4 až 12%, přičemž tyto hodnoty byly vyšší u obránců o 0,3 až 0,6%. Vyšší hodnoty tělesného tuku obránců se objevili i ve studii Kutáče a Sigmunda (2015). Množství tělesného tuku významně souvisí s průměrným časem stráveným na ledě (Green et al., 2006). Dle Potteiger et al. (2010) souvisí hodnoty tělesného tuku s rychlostí bruslení, tedy čím vyšší je hodnota tělesného tuku, tím je rychlost bruslení nižší. Chiarlitti et al. (2017) zjistili, že vyšší hodnoty tělesného tuku u juniorských hokejistů negativně ovlivňují výkony ve výbušnosti dolních končetin a agility.

Z předchozích uvedených informací je zjevné, že v základních antropometrických ukazatelích, jako je tělesná výška a hmotnost, dosahují hokejisté od období adolescence po konec juniorské kategorie nadprůměrných hodnot (jejich tělesná výška i hmotnost je v průměru na 75 – 80 percentilu) ve srovnání s běžnou populací (Vignerová et al., 2006; Bonthuis et al., 2012). Tento trend je pak zřetelný i po ukončení růstu. Cohen (2014), který porovnával průměrnou výšku, hmotnost a věk na herních postech mezi elitními severoamerickými ligami populárních sportů zjistil, že hokejisté dosahují výrazně nadprůměrných antropometrických hodnot. Mimo brankářů, byli mezi hokejisty nejvyšší obránci s průměrným údajem 187,55 cm. Nejmenší byli útočníci s průměrnou výškou 185,22 cm. Z hlediska hmotnosti vycházeli jako nejmohutnější obránci s průměrnou hmotností 93,44 kg a poté útočníci s průměrem 91,33 kg.

Retrospektivní studie (Montgomery, 2006; Quinney et al., 2008; Sigmund, Riegerová a Dostálová, 2012) hodnotící kohorty hráčů, kteří hráli v NHL klubech v letech 1979 – 2010, zjistily významné zvýšení hodnot vybraných antropometrických parametrů (tělesná výška, tělesná hmotnost a index tělesné hmotnosti BMI). Dle těchto autorů je díky současnému trendu hry kladen větší důraz na rozvoj svalové složky. Proto je také dle některých autorů, rozvoj svalové hmoty spolu s nízkými hodnotami tělesného tuku zásadní při výkonech nebo uplatnění se v hokejové úrovni elite (Kutáč a Sigmund, 2015; Sigmund et al., 2016; Chiarlitti et al., 2017).

2.3.3 Somatotyp

Dle Sheldon (1940) je somatotyp definovaný jako kvantifikace aktuálního tvaru a kompozice lidského těla. Vždy se skládá ze tří numerických hodnot, například 3,5 – 5 – 1 (endomorfie – mezomorfie – ektomorfie). Metodologie určení somatotypu se pokouší představit lidské tělo a jeho stavbu ve zjednodušeném trojčíslí, jehož cílem je sledovat jedince s určitými charakteristikami. Představou, kterou přinesl do sportovního prostředí Carter

(1975) bylo, že jedinci ve stejném sportovním prostředí a na stejné úrovni si mohou být, díky tělesným požadavkům na sportovní výkon, tělesně – somatotypologicky – podobní (Carter, 1975).

Hodnocení je fenotypické, založené na konceptu geometrického rozdělení velikosti a je aplikovatelné pro obě pohlaví a ve všech věkových kategoriích (Carter & Heath, 1990).

Komponenty somatotypu dle Carter a Heath (1990):

Endomorfie je první komponentou, která popisuje relativní stupeň tučnosti těla bez ohledu na to, kde nebo jak je daná tučnost v těle distribuovaná. Taktéž popisuje příslušné tělesné aspekty jako je kulatost těla, měkkost obrysů, relativní objem kolem pasu a distální zužování končetin.

Mezomorfie je druhou komponentou, která popisuje relativní svalově kosterní vyspělost těla vzhledem k tělesné výšce. Taktéž popisuje příslušné tělesné aspekty jako je zřejmá robustnost těla ve smyslu svalů a kostí, relativní objem kolem pasu a možná skrytá svalová hmota.

Ektomorfie je třetí komponentou, která popisuje relativní štíhlost těla. Taktéž popisuje příslušné tělesné aspekty jako je relativní lineárnost těla, proporcionalita, křehkost končetin s absencí objemu, a to svalových, tukových či jiných tkání.

Carter (2002) uvádí, že somatotyp je geneticky daný zhruba ze 70 % a je možné ho do jisté míry ovlivnit pozitivním či negativním směrem. Dle Carter a Heath (1990) se z pohledu somatotypu u chlapců všeobecně zvyšuje mezomorfní komponenta během dospívání, což je očekávané díky nárůstu svalové hmoty. Tento proces trvá přibližně 3 – 4 roky, u některých jednotlivců i déle. Somatotypy se však při přechodu z dospívání do dospělosti nepřestávají měnit. Muži mají s věkem tendenci zvyšovat mezomorfní a endomorfní komponentu. Dlouhodobý výzkum zaměřený na změny somatotypu ve vztahu k věku, provedli Carter a Pařízková (1978). V tomto výzkumu bylo měřeno 39 chlapců ve věku 11 – 18 let, z nichž 14 bylo měřeno i ve 24 letech. Zjistili, že zatímco mezi 11. a 17. rokem se průměrný somatotyp změnil jen mírně, tak mezi 18. a 24. rokem došlo k výrazné změně z ektomorfně-mezomorfního somatotypu k endomorfně-mezomorfnímu.

2.3.4 Somatotyp v ledním hokeji

Dle Dovalila a Choutky (2012) somatotyp neznamená automatickou úspěšnost sportovce, ale ukazuje se, že bez adekvátní stavby těla se nemůže daný sportovec zařadit mezi výkonnostně nejlepší. V důsledku hormonálního působení se urychluje růst, výrazněji se mění hmotnost a výška těla.

Průměrný somatotyp 17 letých hráčů stanovili Sigmund a Dostálová (2004), a to 2,6 – 4,9 – 2,8. Zmeltyová (2011) změřila 25 obránců a 36 útočníků nejvyšší české juniorské soutěže ve věku 17 let a stanovila průměrný somatotyp 2,54 – 5,05 – 2,72 u obránců a 2,34 – 4,68 – 3,06 u útočníků. Somatotypy juniorských hráčů ledního hokeje se zabýval také John (2018), který naměřil 143 hokejistů ve věku 16 – 19 let.

Tab. 1 Průměrné hodnoty jednotlivých komponent somatotypu juniorských hráčů ledního hokeje ve věku 16 – 19 let (John, 2018; s. 61), upraveno pro potřeby DP

Hráči ledního hokeje				
Věk (v letech)	N	Endomorfie	Mezomorfie	Ektomorfie
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
16,00 – 16,99	43	2,8 ± 0,84	5,0 ± 0,93	2,9 ± 0,87
17,00 – 17,99	41	2,4 ± 0,69	5,4 ± 1,15	2,6 ± 1,01
18,00 – 18,99	59	2,5 ± 0,79	5,7 ± 1,02	2,2 ± 0,95

\bar{x} : průměr; SD: směrodatná odchylka

Pro srovnání somatotypů juniorských hráčů s dospělými hokejisty uvádíme Štěpničku (1974; in Carter & Heath, 1990), který po naměření hráčů první hokejové ligy ČSSR určil průměrné hodnoty somatotypu hráče ledního hokeje na 2,44 – 5,88 – 2,13. Také uvádí, že pro vrcholový výkon v ledním hokeji vyhovují hráči se silně vyvinutou mezomorfíí a vyšší endomorfíí, respektive typ endomorfního mezomorfa. Grasgruber a Cacek (2008) uvádí, že hráči ledního hokeje se vyznačují typem endomorfního mezomorfa nebo vyrovnaného mezomorfa s hodnotami kolem 2,5 – 6,5 – 1,5 při průměrné tělesné výšce 180 až 190 cm a tělesné hmotnosti kolem 80 – 95 kg. Kudrna (2003) zjistil průměrný somatotyp českých hokejistů (23 let) hrající nejvyšší domácí soutěž v hodnotách 2,7 – 5,9 – 1,6.

Tab. 2 Somatotypy vybraných hokejistů (zdrojem jsou sekundární data z Heath & Carter (1990; s. 232), upraveno pro potřeby DP

Tým	N	Věk	Výška (cm) $\bar{x} \pm SD$	Hmotnost (kg) $\bar{x} \pm SD$	HWR	Somatotyp
Československo, elite (Chovancová, 1976)	55	23	176,9 ± 4,5	78 ± 7,6	41,4 ^a	2,6 – 5,7 – 1,9
Útočníci (Chovancová, 1976)	33	22,7	176,2 ± 4,3	76,4 ± 6,6	41,5 ^a	2,3 – 5,8 – 2
Obránci (Chovancová, 1976)	16	22,6	179,8 ± 4,2	82,6 ± 7,4	41,1 ^a	2,9 – 5,8 – 1,7
Národní tým, 1976 (Štěpnička, 1986)	24	-	178,8 ± 4	85,1 ± 5,8	40,7 ^a	2,4 – 6,4 – 1,3
Ramparts, Major Junior (Bouchard et al., 1974)	24	18,2	177,3 ± 5,4	77 ± 6	41,7 ^a	2,1 – 5,2 – 2
USA + Finsko, Bantam (Newton, 1978)	59	14,6	169,1 ± 7,9	59,5 ± 8,5	43,4 ^a	3,2 – 4,8 – 3,2
Kanada, Bantam (Lariviere et al., 1978)	13	-	-	-	-	2 – 4,7 – 3

HWR: poměr obvodu pasu a výšky; \bar{x} : průměr; SD: směrodatná odchylka; ^a: vypočítané z průměru tělesné výšky a tělesné hmotnosti

Dle tabulek 1 (John, 2018) a 2 (Carter & Heath, 1990) jsou mladiství hráči méně mezomorfní než dospělí hokejisté a mají vyšší ektomorfní komponentu než endomorfní, tj. působí štíhleji s nižší úrovní tělesného tuku. Z hlediska postu, na kterém hráč nastupuje, bylo nejvíce podkožního tuku naměřeno obráncům, poté brankařům a útočníkům. Hokejisté jsou z pohledu somatotypu tzv. endo-mozomorfní, nebo výrazně mezomorfní, přičemž větší tělesnou stavbu uplatňují hráči především v osobních soubojích (Grasgruber a Cacek, 2008). Kudrna (2003), který testoval české hráče ledního hokeje z nejvyšší domácí soutěže (průměrný věk 23 let) uvedl, že pro hokejisty je typický mohutný hrudník a širší epikondyl humeru. Hráčům byly naměřeny nadprůměrné hodnoty obvodu horních končetin (v oblasti předloktí) a dolních končetin (v oblasti stehen).

Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) zmiňují, že „dobrý“ somatický předpoklad k všeobecným motorickým výkonům se jeví typ ektomorfní mezomorf s převažující mezomorfní komponentou a minimální endomorfií. Výsledky studií z hokejového prostředí ale ukazují, že u hráčů ledního hokeje je endomorfní komponenta vyšší než ektomorfní, což je jeden z rozdílů stavby těla u hokejistů a ostatních sportovců. S tím, že Triplett et al. (2018) uvádí, že při celkovém srovnání hráčů je nutné brát v úvahu i rozdílnost mezi obránci a útočníky. Obránci jsou častěji vyšší a svalnatější. Útočníci jsou méně robustní s lépe vyvinutým svalstvem stehen.

2.4 Důležitost jednotlivých motorických schopností v ledním hokeji

Vývoj lidské motoriky je proces, kterým procházíme v průběhu života. Motorický vývoj se týká změn v naší schopnosti se pohybovat (řešit motorické situace) a pohybu obecně (Clark & Withall, 1989; in Payne & Isaacs, 2016).

2.4.1 Změny v úrovni rozvoje motorických schopností adolescentů

V předchozím období 11 – 15 let dochází k přestavbě a diferenciaci motoriky. Po nástupu růstového spurtu dochází ke zhoršení pohybových a koordinačních schopností, protichůdnost v motorickém chování a omezení učelnivosti motorických schopností. Komplikace ve vývoji se týkají hlavně běžné motoriky (klátivá chůze, zakopávání apod.). Tyto poruchy nepostihují všechny jedince stejně. Charakteristické pro toto období je, že dochází ke zhoršování obratnosti a kloubní pohyblivosti, na druhé straně však narůstá silová a vytrvalostní schopnost. To vede ke změně jejich vzájemných vazeb a v konečném důsledku ke změně struktury celého komplexu motorických schopností (Měkota, Kovář a Štěpnička, 1988; Goodway & Robinson, 2015).

2.4.2 Změny v úrovni rozvoje motorických schopností - junioři

Lední hokej je hra rychlosti, „mrštnosti“ a hbitosti, kdy velký podíl na výkonu hráčů má kloubní mobilita, především kyčlí a ramenou (Willardson, 2014; Dawes, 2019). Mimo samotnou motorickou výkonnost si musí hráč udržovat vysokou úroveň rozhodovacích procesů, s cílem správně vyhodnotit vzniklé herní situace v souladu s taktickými pokyny trenéra. Například Brewer (2017) tak poukazuje, že v současném pojetí ledního hokeje nestačí pouze samotná hbitost, ale je nutné ji stále více kombinovat jak s prováděním jednotlivých dovedností v naprosté přesnosti (například střelba či klamné vedení puku v proměnlivých podmínkách s vysokou reaktivní rychlostí), tak s řešením konkrétně vzniklých herních situací. Tím se nepřímou vyvíjí individuální činnosti jednotlivce na různých herních postech.

Silové schopnosti

Silové schopnosti se velmi významně podílí na struktuře sportovního výkonu v ledním hokeji. Zapojují se do mnoha činností – bruslení (především jeho rychlosti), herní činnosti jednotlivce, možnost hry tělem. Svými důsledky se silové schopnosti promítají do koncepce hry mužstva, do strategie, jak čelit soupeři (Pavliš, 2003). Twist (2007) uvádí, že celkový projev silových schopností hráče ovlivňuje z velké části sportovní výkon a zpevňuje propojení pohybových řetězců. Charakteristickými rysy hráčů ledního hokeje jsou pevný trup, výbušnost a síla dolních končetin a silově vyspělá horní polovina těla pozitivně ovlivňující vedení a práci s kotoučem. Kromě toho, silová vybavenost trupu napomáhá hráči v soubojích u mantinelu a v předbrankovém prostoru (Twist, 2007). Silná horní polovina těla také generuje explosivní sílu pro tvrdou střelu zápěstím a golfovým úderem (Alexander, Haddow & Schultz, 1963). Proto například Kniffin, Howley a Bardreau (2017) předkládají možnou souvislost mezi silou horní části těla a počtem dosažených kanadských bodů u hráčů z americké univerzitní soutěže NCAA.

Z pohledu taxonomie silových schopností je mnoho činností jednotlivce v ledním hokeji závislé na *maximální síle* (Šťastný a Petr, 2013), která by měla být podkladem projevu dalších silových schopností a z pohledu ledního hokeje především explosivní síly (Jebavý, Hojka a Kaplan, 2017). Maximální síla jednotlivce se projevuje zejména v osobních soubojích, popř. při odmítnutí protihráče při krytí kotouče a explosivní síla především při startech, změnách směru a střelbě.

Mascaro, Seaver a Swanson (1992) nebo Potteiger et al. (2010) zjistili, že hokejisté s větší maximální silou dolních končetin, zejména čtyřhlavého svalu stehenního a hamstringů jsou na ledě rychlejší v přímém bruslení. V oblasti explosivní síly Farlinger a Fowles (2008) nebo Runner et al. (2015) konstatovali, že explosivní síla dolních končetin má pozitivní vliv na zrychlení a rychlost bruslení na ledě. Vigh-Larsen et al. (2019), kteří srovnávali explosivní sílu dolních končetin mezi elitními a amatérskými hokejisty (Dánsko) zjistili, že elitní hokejisté v Countermovement jump dosahovali o 11 % lepších výsledků ve srovnání s hokejisty amatérskými. Burr et al. (2007) ukázali, že explosivní síla dolních končetin do určité míry (moderate) souvisela s pořadím draftu NHL v roce 2006. Delisle-Houde et al. (2018) u univerzitních hokejistů z kanadské CCAA zjistili, že míra výbušnosti dolních končetin má pozitivní vztah k délce střídání a nasazování do přesilových her. V oblasti silové vytrvalosti ukázala studie u 24 hráčů (19 – 20 let) americké univerzitní soutěže NCAA významné korelace mezi testy (maximální počet opakování) shybů ($r = 0,5$) benchpressu ($r = 0,6$) a legpressu ($r = 0,6$) s +/- skóre v jedné sezóně (Peyer et al., 2011).

V posledních 10 – 12 letech se funkční rozvoj elitních hokejistů zaměřuje na rozvoj silových schopností (Burr et al., 2008; MacLean, 2008; Sigmund et al., 2016). Rozvoj silových schopností se soustředí primárně na dolní končetiny a trup (80 %), sekundárně pak na svaly horních končetin (20 %) (Sigmund et al., 2016; Jebavý, Hojka a Kaplan, 2017). Rozvojem trupu rozumí například Sharrock (2011) nebo Willardson (2014) zaměření se na „core“ (svaly tělesného jádra), také nazýván hluboký stabilizační systém, což je funkční spojení mezi horními a dolními končetinami, jehož svaly vytvářejí stabilitu páteře, přenos točivého momentu (svalů vytvářející pohyb kloubů) a úhlové rychlosti (rychlosti pohybu kloubů) pro efektivní pohyb sportovce. Twist (2007) a Stamm (2009) dodávají, že hluboký stabilizační systém páteře je jedním z hlavních faktorů ovlivňující úspěšnost v soubojích, tvrdost střelby a celkovou stabilitu. Pro rozvoj svalů tělesného jádra a hlubokého stabilizačního systému existuje řada přístupů, například: Dynamická neuromuskulární stabilizace (DNS).

Jelikož v hokejovém prostředí neexistoval unifikovaný pohled na to, jaké ze silových cviků do přípravy zařazovat, vytvořili Ebben, Carroll a Simenz (2004) platformu otázek o testování i rozvoji kondičních schopností. Ta byla předložena 23 kondičním trenérům NHL týmů, kteří na otázky ohledně rozvoje silových schopností uvedli, že za nejdůležitější a nejvyužívanější cviky pro výkon v ledním hokeji považují variace dřepů (split dřep, dřep jednožeh apod.) a komplexní cviky olympijského vzpírání (přemístění, trh apod.). Šťastný a Petr (2013) uvádí, že při správné technice vzpěračských cviků jsou kromě hlavních hybačů intenzivně zapojeny i stabilizátory, včetně břišních svalů. Zařazením těchto cviků lze snižovat počet tréninkových jednotek specificky zaměřených na rozvoj stabilizačního systému.

Rychlostní schopnosti

Rychlost obecně je charakterizována interakcí mezi délkou a frekvencí kroku. Ve sprintech mimo led je délka kroku určována silou, flexibilitou (určující rozsah pohybu) a energetickým systémem ATP-CP, kdežto frekvence kroku je dána především neurální koordinací (neuromuskulární aktivizací). Pohybový vzorec bruslení je více podobný akcelerační fázi sprintu než fázi plné rychlosti. Zaměření na krátké sprinty může poskytnout více specifických podnětů pro bruslení a zároveň snížit riziko běžných zranění při běhu (Neeld, 2018).

Rychlost je pohybová schopnost, která je pojímána jako vysoce geneticky podmíněná, a proto je těžce ovlivnitelná tréninkem. Pro dosažení zlepšení úrovně rychlostních schopností se trénink musí zaměřit především na ovlivnitelné faktory, ale také nesmí být zanedbáno

zdokonalování dalších pohybových schopností, především síly a koordinace (Alecsandri, 2016).

Všechny typy rychlostních schopností jsou ve sportovních hrách nesmírně důležitou složkou kondičních faktorů sportovního výkonu. Obvykle se jednotlivé složky rychlosti nevyskytují v herních situacích samostatně, ale v souvislosti s jinými složkami rychlosti. Rychlost ve smyslu dopředného pohybu je spolu s rychlostní vytrvalostí jednou z nejdůležitějších pohybových schopností v ledním hokeji (Jebavý, Hojka a Kaplan, 2017). Rychlostní schopnosti jsou klíčové pro přechod hráče 1 na 1, získání výhody změnou rychlosti pohybu, která je často doplněna změnou směru pohybu. Z dílčích složek rychlosti se v hokeji nejvíce využívá akcelerace, decelerace a změny směru pohybu, které spolu s rozhodovacími parametry tvoří oblast agility (Šťastný a Petr, 2013; Jebavý, Hojka a Kaplan, 2017).

Akcelerace je schopnost jedince dosáhnout velkého zrychlení, to znamená za krátkou dobu vyvinout vysokou rychlost lokomoce (Sheppard & Young, 2006). Dle Cissik a Barnes (2004) je úroveň akcelerace klíčová pro dosažení vysoké výkonnosti ve většině sportů. Decelerace je naproti tomu schopnost zpomalit nebo zastavit pohyb v co nejkratším čase (Šťastný a Petr, 2013). Agility je pohybová schopnost změny směru pohybu v závislosti na podmínkách herní situace. Dle Young, Dawson a Henry (2015) koncept agility obsahuje kognitivní, fyzickou a technickou složku. Kognitivní složka zahrnuje rozhodování, anticipaci, rozpoznání vzorů, znalost situace a vizuální zobrazení. V rámci fyzické složky je to aktivita svalů dolních končetin (síla, výkon, reaktivní síla), síla tělesného jádra, přímá rychlost a úprava kroků pro zrychlení.

U hokejistů severoamerických juniorských lig bylo zjištěno, že hráči s lepšími výkony v krátkých běžeckých sprintech mimo led (36 m) jsou rychlejší i v bruslařských testech na ledě (Behm et al., 2005; Farlinger, Kruisselbrink & Fowles, 2007). Janot, Beltz a Dalleck (2015) ve studii z hokejového prostředí severoamerické univerzitní NCAA nižší divize ukázali, že schopnosti změny směru pohybu v Pro-Agility (5m – 10m – 5m) testu, významně souvisí se změnami směru pohybu na ledě. Zatímco výkony ve 36m sprintu pozitivně ovlivňovaly přímé bruslení.

V současnosti se rozvoj elitních hokejistů po silových schopnostech zaměřuje na rychlostní schopnosti a agility (Sigmund et al., 2016). Rychlost na ledě do určité míry (moderate) souvisí s rychlostí mimo led. Při výběru metod pro rozvoj rychlosti je nezbytné si uvědomit základní společné rysy tohoto vztahu. Jak uvádí Neeld (2018), nepochopení tohoto společného základu může vést k využívání metod, které sice mohou zlepšit rychlost

mimo led, ale nedojde k přenosu do rychlosti na ledě. Více informací o tom, které testy mimo led (tzv. off-ice) korelují s rychlostí hráče na ledě, viz. kapitola 2.6.1.

Vytrvalostní schopnosti

Aerobní vytrvalost je taková pohybová aktivita, kdy práce svalů a metabolické procesy v nich, probíhají za přítomnosti kyslíku (Armstrong & Welsman, 2007). Anaerobní vytrvalost je naproti tomu aktivita, při které tělo pracuje za nedostatečného přísunu kyslíku. Jedná se o vysoký výkon během krátké doby, kdy dochází k vyčerpání zásob kyslíku v těle, vzniká kyslíkový dluh a dochází k velkému nárůstu laktátu (Green, 1994; Dovalil a Choutka, 2012).

Vytrvalostní schopnosti jsou nezbytné k dosažení dostatečné regenerace během odpočinku na střídačce před zahájením dalšího střídání. Dostatečná regenerace není pouze o vytrvalostních schopnostech, ale také o dobré práci trenéra, který musí udržet hráčovu energii a zabránit únavě řízením týmu v utkání, tj. krátká střídání a dostatečný odpočinek mezi nimi (Stanula et al., 2014).

Dle některých studií (Czuba et al., 2009; Zajac et al., 2010) má aerobní systém klíčovou roli v procesu regenerace. McMahon a Wenger (1998) našli významný vztah ($r = -0,62$) mezi hodnotou $VO_2\max$ a poklesem průměrného výkonu při opakovaných sprintech. Aerobní procesy hrají významnou roli při získávání energetických substrátů, které jsou nezbytné pro výkon ve vysoké intenzitě (Cacek et al., 2007; Stanula et al., 2014). Aerobní kapacita nese zodpovědnost za obnovu energie pro anaerobní schopnosti a snižuje koncentraci laktátu ve svalových vláknech. Nižší hodnota laktátu při daném $VO_2\max$ umožňuje hokejistům hrát ve vysoké intenzitě bez únavy a dostávají od trenéra více prostoru na ledě (Roczniok et al., 2012). Dle studie Roczniok et al. (2012) hráči nejvyšší polské ligy s nižší hodnotou $VO_2\max$ (zjištěnou na bicyklovém ergometru), se po testu na ledě (6 x 9 m) hůře zotavovali a to vedlo k horšímu výkonu v následujícím testu 6 x 30 m. Dle Peterson et al. (2016) je aerobní kapacita klíčová pro regeneraci a utilizaci laktátu během pobytu na střídačce, kdežto jednotlivá střídání na ledě mají anaerobní charakter.

Je však třeba zdůraznit, že ne všechny empirické výzkumy podpořily významnost vztahu mezi aerobní zdatností a zotavovacími procesy během tzv. intermitentní zátěže, která je dle (např: Boucher et al., 2017; Vigh-Larsen et al., 2019) charakteristická pro lední hokej. Například Cooke, Petersen a Quinney (1997) nebo Aziz, Chia a Teh (2000) zjistili, že $VO_2\max$ není významným prediktorem ($r = -0,32$ až $-0,34$) v zotavovacích procesech během intermitentní zátěže v týmových sportech. Rozdíl v míře zotavení jedinců se stejnou hodnotou $VO_2\max$ naznačují, že míru zotavení ovlivňují jiné faktory. Dle Aziz, Chia a Teh

(2000) se neočekává, že zlepšení aerobní vytrvalosti ovlivní zotavovací procesy během intermitentní zátěže.

Předchozí výzkum také poukázal na možný vztah mezi aerobní kapacitou a výkonem v ledním hokeji. Green et al. (2006) nebo Peyer et al. (2011) ukázali, že aerobní kapacita (měřena na běžeckém pásu, resp. 12x 110 m běh) elitních hráčů univerzitní soutěže NCAA do určité míry souvisí s počtem vytvořených gólových šancí ($r = 0,41$) a skóre +/- v sezóně ($r = 0,2$). Triplett et al. (2018) zjistili, že útočníci mají vyšší aerobní kapacitu než obránci. Burr et al. (2008), kteří také porovnávali aerobní vytrvalost mezi útočníky a obránci zjistili, že v absolutní hodnotě $VO_2\max$ vykazovali lepší výkony obránci, avšak v souvislosti s tělesnou hmotností (relativní $VO_2\max$) byli lepší útočníci. Nicméně, autoři (Burr et al., 2008; Triplett et al., 2018) nenašli výraznou souvislost mezi aerobní vytrvalostí a úspěchem v ledním hokeji. Peterson et al. (2015b) srovnávali elitní a amatérské hokejisty (18 – 24 let) a ačkoliv v oblastech explosivity dolních končetin a anaerobní vytrvalosti našli výrazné rozdíly, u aerobní vytrvalosti patrné diference nezměřili. Avšak dle autorů uvedených v kapitole 2.2 se během let zvýšila hodnota $VO_2\max$ u vrcholových hokejistů, což naznačuje důležitost tohoto parametru pro výkon v ledním hokeji.

V oblasti anaerobní vytrvalosti zjistili například Farlinger, Kruisselbrink a Fowles (2007) souvislost mezi všemi ukazateli testu anaerobní vytrvalosti (Wingate) a rychlostí bruslení v krátkých 35m sprintech. Delisle-Houde et al. (2018) uvádí, že ukazatel indexu únavy v anaerobním Wingate testu do jisté míry souvisí s průměrným časem stráveným na ledě během utkání a v nasazování do oslabení.

Koordinační schopnosti

Koordinační schopnosti souvisí s činností CNS, která řídí a organizuje řadu oblastí podstatných pro konkrétní pohyb, jako je činnost analyzátorů, činnost jednotlivých funkčních systémů, nervosvalová koordinace a psychologické procesy. Můžeme ji dělit na obecnou a speciální (sportovně-specifickou). Projevy koordinačních schopností se dají spatřit v rychlé a správné reakci na podněty, osvojování nových pohybů, kontrole vlastní pohybové činnosti a adaptaci. Dufour (2015) uvádí, že koordinační schopnosti úzce souvisí s rychlostí. Dle některých autorů (např: Bracko et al. 2004; Behm et al. 2005; Delisle-Houde et al. 2018) jsou koordinační schopnosti komplexnějším projevem agility a silové vybavenosti. Koordinační projev je zastřešující projev v ledním hokeji, kam se projevují všechny kondiční schopnosti.

Bracko et al. (2004) uvádí, že lepší úroveň koordinačních schopností napomáhá k lepším výkonům v bruslení. Behm et al. (2005) otestovali 30 juniorských hráčů ledního

hokeje ve věku 19 let ($\pm 3,5$) a zjistili, že hráči s lepší úrovní balančních a koordinačních schopností jsou na ledě rychlejší v přímém bruslení i v bruslení se změnami směru. U hokejistů nad 20 let byla tato souvislost nižší. Dle Delisle-Houde et al. (2018) napomáhají tyto schopnosti k lepší stabilitě v bruslení, což se správnou technikou umožňuje vyvíjet vyšší rychlost. Dle Michaud-Paquette et al. (2011) souvisí koordinace dolních končetin, spolu se správnou orientací trupu a ramene během pohybu zápěstí, s přesností střelby.

Šťastný a Petr (2013) uvádí, že pomocí vzpěračských cviků se spolu se silovými schopnostmi rozvíjí také koordinace a stabilita. Tyto cviky jsou náročné na stabilitu a vyžadují svalovou koordinaci mezi nohama a trupem.

Základním požadavkem na rozvoj koordinačních schopností je proto záměrně a opakovaně stavět sportovce především do situací, v nichž musí řešit různé pohybové úkoly a zvládnout různě složitou, a tím i koordinačně náročnou pohybovou činnost (Dovalil a Choutka, 2012). Jedná se o rozšiřování a hromadění pohybové zkušenosti pomocí vykonávání nových, stále obtížnějších pohybů. Dále vytvářet z již získaných pohybových zkušeností nové originální struktury pohybu, pomocí spojování zvládnutých pohybů v obtížnější celky.

Pohyblivost

Další důležitou složkou fyzické zdatnosti je pohyblivost, která však patří spíše do oblasti zdravotně – preventivně orientované zdatnosti. Cook (2003) rozděluje pohyblivost na tři části – flexibilita, mobilita a stabilita. Tyto schopnosti jsou základním pohybovým kamenem pro ostatní pohybové schopnosti.

Flexibilita je schopnost svalů prodlužovat. Mobilitu definuje Cook (2003) jako spolupráci svalů a kloubů. Mobilita ramen a kyčlí souvisí na jedné straně s flexibilitou a na straně druhé se silou rotátorů, které převádějí záměry pohybu napříč svalovými řetězci. Výsledně se potom podílí na rychlejším přenosu energie v souvislosti se stabilitou. Svaly tak musí pracovat v přesné ko-indikaci, aby bylo dosaženo požadovaného výsledku v maximální rychlosti (Dawes, 2019).

S pojmem stabilita, kterou považují Richter a Hebgen (2011) jako žádoucí pro provádění komplexních pohybů, souvisí tzv. postura a posturální stabilita. Posturu popisují Kolář a Červenková (2018) jako základní podmínku pohybu, schopnost těla držet jeho jednotlivé části, respektive klouby, proti působení zevních sil. Posturální stabilita je spolu s hlubokým stabilizačním systémem páteře jedním z hlavních faktorů ovlivňující celkovou stabilitu při všech individuálních činnostech v ledním hokeji (Stamm, 2009).

Dle Neeld (2018) je pohyblivost a rozsah pohybu pozitivně ovlivňující faktor rychlosti bruslení. Michaud-Paquette et al. (2011) zjistili, že lepší stabilita je pozitivním faktorem přesnosti střelby.

2.5 Variabilita biologického věku v kategorii juniorů ve vztahu k somatice a motorice

Biologický věk charakterizuje celkový stav růstu a konkrétní období postnatálního vývoje. Lze jej určit prostřednictvím různých ukazatelů, vystihujících určitou dynamiku vývojových změn. Biologický věk je dán vyhodnocením konkrétních fyzikálních měření a různých indexů či skóre vypočítaných z těchto měření. Biologický věk je stejně jako chronologický věk udáván v časových jednotkách (roky, měsíce), nicméně tyto dva parametry nemusí být a často nejsou v určitých fázích vývoje identické (Šelingerová, 1992; in Holienka et al., 2017).

V případě, že je zjištěný biologický věk vyšší o 12 měsíců a více než věk chronologický, hovoříme o vývojové/biologické akceleraci. Opačný případ, tedy když je zjištěný biologický věk nižší než věk chronologický o více jak 12 měsíců, se označuje pojmem vývojová/biologická retardace (Šelingerová 1992; in Holienka et al., 2017; Cameron & Bogin, 2012).

V literatuře (např: Riegerová, Přidalová a Ulbrichová 2006; Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004; Lloyd et al., 2014) je popsáno mnoho metod, které jsou používány pro určování biologického věku – biologické maturace. Obecně je můžeme dělit na přístupy zjišťující:

- kostní věk,
- úroveň sexuální maturace,
- růstové a proporcionální změny.

Biologická maturace a její formy (biologická akcelerace a retardace) je spojena s rychlostí a velikostí změny řady fyziologických a strukturálních procesů (Lloyd et al., 2014).

Motorická výkonnost biologicky akcelerovaných dětí, především v projevu silových a rychlostních schopností, je ve většině případů vyšší než výkonnost průměrných nebo retardovaných jedinců a to výrazněji v období puberty. Přestože akcelerované děti dosahují vyšší motorické výkonnosti v porovnání s normálně vyvinutými, resp. retardovanými jedinci, neznamená to, že v dospělosti budou dosahovat absolutně nejvyšších výkonů. Po rychlém nástupu většinou další vývoj motorické výkonnosti stagnuje. Naopak u retardovaných jedinců se potřebné vlastnosti zlepšují pomaleji a v dospělosti mohou být

jejich motorické výkony lepší a stabilnější, což platí zejména pro technicky náročná sportovní odvětví (Delorme, Boiché & Raspaud, 2010; Lloyd et al., 2014).

Lloyd et al. (2014) a Malina et al. (2015) uvádí, že při výběrech do sportovních týmů v kategorii 11 – 16 let jsou upřednostňováni biologicky akcelerovaní hráči, protože právě urychlená biologická maturace přispívá k vyšší výkonnosti v rychlosti (sprinty) a agility (změny směru), výbušné síle a i k vyšší aerobní a anaerobní kapacitě. Dále také uvádí, že biologicky akcelerovaní hráči mají výhodu v testech fyzické zdatnosti, díky větší maximální a explozivní síle. Provedená rešerše napříč zimními sporty a především ledního hokeje Orvanové (1987) ukázala, že biologická zralost hráčů ledního hokeje je do 13 let srovnatelná se standardy nesportující mládeže v daném regionu. Rozdíl přichází v období 14 – 16 let, kdy jsou hokejisté oproti nesportujícím dětem stejného věku a regionu biologicky akcelerovaní (Tintěra, 1973; Larivière, Lavallée & Shephard, 1976; in Orvanová, 1987). Sherar et al. (2007a) zjistili, že 22 hokejistů ve věku 14 – 16 let vybraní do kanadského regionálního týmu byli vyšší, těžší a biologicky vyspělejší než 85,1 % všech uchazečů (n = 281).

Lefevre et al. (1990) uvedli, že strategie výběru talentů na základě fyzických atributů v mladším věku je v dlouhodobém měřítku kontraproduktivní a existuje riziko nadměrného investování do mládeže, která je momentálně fyzicky nejspokojnější na úkor té, která může mít největší potenciál v dospělém věku. Z takto provedených výběrů mohou vznikat nebezpečí, jak uvádí například Güllich a Emrich (2006), kteří v dlouhodobé studii sportu v Německu zjistili, že pouze 0,3 % (15 z 4 972) vybraných dětí 11 – 14 let se dostalo mezi nejúspěšnější německé sportovce i v dospělosti. Dále také uvádí, že jen 1,7 % (192 z 11 287) sportovců z elitních sportovních škol dokázalo později získat medaile v mezinárodních soutěžích v dospělém věku. Naproti tomu biologicky retardovaní sportovci často končí se sportem předčasně (tzv. drop out), ne kvůli nedostačující úrovni specifických dovedností, ale kvůli pocitu méněcennosti, nedostatku příležitostí ke zlepšování a častým neúspěchům. (Delorme & Raspaud, 2009; Capranica & Millard-Stafford, 2011).

Většina vzdělávacích a sportovních systémů sdružuje žáky nebo sportovce dle chronologického věku. Ve sportovním odvětví to znamená, že ve stejném týmu hrají hráči narození v lednu i v prosinci daného kalendářního roku i přes to, že je mezi nimi rozdíl v datu narození 11 měsíců. Tato skutečnost často vede k následkům zvaným relative age effect, což je upřednostňování výběru hráčů, kteří jsou narození v prvním a druhém kvartilu daného kalendářního roku, tj. leden až březen a duben až červen (Baker, Schorer & Copley, 2010). Cumming et al. (2018) uvádí, že relative age effect ve sportu popisuje jev, ve kterém jsou

dříve narození hráči v daném kalendářním roce úspěšnější v mládežnických sportovních programech. Tato strategie je běžná v celé řadě sportů a často stojí za vnímáním biologicky akcelerovaných sportovců jako těch, kteří budou ve sportu úspěšnější.

Provedené studie minulého desetiletí, zkoumající právě tuto strategii výběru v ledním hokeji zjistili, že v týmech napříč kategoriemi do 15 let je nadměrné zastoupení hráčů narozených v prvním kvartilu vybraného ročníku, tedy leden až březen (Montelpare, Scott & Pelino, 2000; Wattie et al., 2007a; Wattie et al., 2007b). Lavoie et al. (2015) provedli šestiletou studii vlivu relative age effect na výběr do elitních hokejových týmů v kategoriích 11 – 16 let v kanadském Québecu. Pro první tři sezóny stanovili výběrový ročník dle data narození od 1. října do 30. září a na další 3 sezóny ho změnili na 1. leden až 31. prosinec. Zatímco během prvních 3 sezón byli častěji vybíráni hráči narození v říjnu až prosinci, během dalších 3 let měli větší šanci na výběr hráči, narození v lednu až březnu (v obou případech tvořilo tým až 45% hráčů narozených v prvním kvartilu výběrového ročníku).

Sherar et al. (2007b) zkoumali vliv relative age effect na výběr hráčů ledního hokeje ve věku 15 – 20 let do nejvyšší kanadské juniorské soutěže OHL. Přes 78,9 % hráčů vybraných již v 15 letech bylo narozeno v prvním kvartilu daného ročníku, ve stejném kvartilu se narodilo 68,4 % o jeden až dva roky starších jedinců. U vybraných hráčů ve věku 18 – 20 let nebyly výrazné rozdíly, týkající se data narození. V 15 – 16 letech jsou fyzické rozdíly více patrné než v pozdní adolescenci (18 – 20 let), kde se tyto rozdíly snižují. Datum narození má větší vliv na hokejový výkon a úspěch během rané adolescence, a proto by měl výběr do této ligy probíhat až od 17 let, aby došlo ke snížení vlivu relative age effect (Sherar et al., 2007b). Ke stejným závěrům došli i Nolan a Howell (2010), v retrospektivní studii napříč elitními týmy kanadskoamerických juniorských lig (OHL, WHL, QMJHL). Baker a Logan (2007) dokázali, že během draftů do NHL, mezi lety 2000 až 2005, bylo 64 % všech draftovaných hokejistů narozeno v první polovině draftových ročníků (n = 1013). Steingröver et al. (2016) došli ke stejným závěrům při výzkumu draftů NHL roku 1980 – 1989. Relative age effect měl vliv také při výběrech na mistrovství světa juniorů 2001 až 2009 v týmech Kanady, USA, Finska a Švédska (Bruner et al., 2011).

Chronologický věk je ve sportu často využíván k dělení věkových kategorií, identifikaci talentovaných jedinců a stanovování výkonnostních limitů (Lloyd et al., 2014). Zdá se logické předpokládat, že chronologicky nejstarší jedinci jsou i biologicky vyspělejší. Dle některých autorů (Kemper & Verschuur, 1981; Baxter-Jones, Eisenmann & Sherar, 2005; Rowland, 2005; Johnson, Farooq & Whiteley, 2017; Figueiredo et al., 2019; Malina et al., 2019) však spolu chronologický věk a biologická maturace nesouvisí. Význam

individuálních rozdílů v biologickém zrání souvisí se zapojením dětí do sportu a fyzické aktivity. V populárních sportech jako je fotbal, americký fotbal a lední hokej hraje významnou roli dospívání a s ním změna postavy a zvyšování síly. Úspěch v těchto sportech má sklon upřednostňovat chlapce, kteří dozrávají dříve (Rogol, Cumming & Malina, 2018). Řešit tyto rozdíly v biologickém zrání mezi mladými sportovci se snaží tzv. „Biobanding“.

Metoda/přístup „biobandingu“ označuje dělení mladých sportovců v konkrétním chronologickém věku do skupin dle stavu biologické maturace a jiných charakteristik, ve snaze o snížení rozdílů v silovém a kondičním tréninku a soutěžích. Chlapci stejného chronologického věku se mohou lišit v biologické zralosti s tím, že někteří jednotlivci dospívají dříve nebo později vzhledem ke svým vrstevníkům. Pro zjištění stavu biologické zralosti se používá procento predikované dospělé tělesné výšky v době měření. Dvěma mladým sportovcům stejného chronologického věku je predikována dospělá tělesná výška a ten, který je v době měření procentuálně blíže ke své predikované dospělé výšce, je biologicky vyspělejší (Cumming et al., 2017; Rogol, Cumming & Malina, 2018; Malina et al., 2019). Dle Cumming et al. (2017) napomáhá „biobanding“ k utváření tréninkových skupin a jejich tréninkového programu a k prevenci zranění. Využívá se také k identifikaci sportovních talentů, stanovení standardů fyzické zdatnosti v určitém věku a vývoji a v některých sportech i k přiřazování soupeřů v soutěži. Malina et al. (2019) dodávají, že „biobanding“ sice zcela neeliminuje rozdíly mezi jednotlivci, ale napomáhá k výraznému snížení těchto rozdílů.

2.6 Testování a diagnostika parametrů a předpokladů

Dle Baechle a Earle (2008) je testování nezbytnou součástí kondičního tréninku a to proto, že pomáhá sportovcům a trenérům posoudit úroveň pohybových schopností a slouží jako pomůcka pro stanovení cílů. Výsledky testů jsou platné jen v případě, že daný test měří přesně to, co má být měřeno (validita) a pokud je možno měření opakovat (reliabilita). Tyto dvě vlastnosti jsou klíčovými faktory pro hodnocení kvality testu (Baechle & Earle, 2008; Morrow, Mood, Disch & Kang, 2016).

Výsledky off-ice a on-ice testů hráčů ledního hokeje by mohly ovlivnit rozhodnutí trenéra o aspektech, jako je individuální čas strávený na ledě v sezóně (Durocher et al., 2010). Mohou být také ukazatelem úspěchu ve hře (Green et al., 2006) nebo budoucího kariérního úspěchu (Burr et al., 2008).

2.6.1 Off-Ice testy

Využití tzv. off-ice testů souvisí s prokázanou znalostí spojitosti mezi vybranými schopnostmi, které jsou definovány jako latentní proměnné asociující s měřenými pohybovými vlastnostmi síly, rychlosti, vytrvalosti a tak dále (Blahuš, 1996). Jejich vyšší reprodukovatelnost do herního projevu je spojována s dosažením lepších výkonů při provádění dovedností. Provedené dovednosti jsou tak například stabilnější a rychlejší s vyšší produkcí silového projevu. Na tyto latentní proměnné asociujeme pomocí motorických testů, u kterých je nutné znát jejich stupeň validity ke specifické pohybové činnosti. Jako nepřímé parametry se tak podílí na zjištění předpokladů pro tyto specifické činnosti (Měkota a Blahuš, 1983).

První oblast testů je zaměřena na vztah mezi výkonem v rychlosti na ledě s explosivitou dolních končetin. Standardně se používají testy horizontálních (skok daleký z místa nebo-li Broad jump) a vertikálních skoků (Squat jump, Countermovement jump). Farlinger, Kruisselbrink a Fowles (2007) zjistili signifikantní korelace výkonů v Broad jump a rychlostí bruslení (30 m) na ledě ($r = -0,74$) u hokejistů ve věku 15 – 17 let. Triplett et al. (2018) našli signifikantní korelaci mezi Broad jump a anaerobní bruslařskou vytrvalostí ($r^2 = -0,57$). Dle Delisle-Houde et al. (2018) souvisí výkon v Broad jump s průměrným časem stráveným na ledě v utkání ($r = 0,49$). Haukali a Tjelta (2015) otestovali norské hokejisty ve věku 15 – 17 let a zjistili významné vztahy mezi rychlostí bruslení na ledě (36 m) a agility bruslením s explosivitou dolních končetin, měřenou výkonem v pětiskoku ($r = -0,57$; $r = -0,54$).

Některé studie (například Mascaro, Seaver & Swanson, 1992; Bracko & Fellingham, 1997) ukázaly souvislosti mezi výkony ve vertikálním skoku a akcelerační rychlostí na ledě (6,1 m). Mascaro, Seaver a Swanson (1992) našli vertikální skok, jako nejlepší prediktor pro rychlost bruslení (54,9 m), ale tento výzkum byl limitován nízkým počtem účastníků ($n = 9$). Farlinger, Kruisselbrink a Fowles (2007) zjistili signifikantní korelaci mezi 30m sprinty na ledě a výkony ve vertikálním skoku ($r = -0,71$). Test opakovaných bruslařských sprintů ve studii Power et al. (2012), výrazně koreloval s vertikálním skokem ($r = 0,86$). Naopak Behm et al. (2005), u 19 dospělých hokejistů měřených v předsezonním kempu NHL, nenašli výraznou souvislost mezi vertikálním skokem a rychlostí bruslení ($r = 0,3$). Haukali a Tjelta (2015) otestovali norské hokejisty ve věku 15 – 17 let a zjistili významné vztahy mezi rychlostí bruslení na ledě (36 m) a explosivitou dolních končetin, měřenou výkonem ve Squat jump a Countermovement jump ($r = -0,74$; $r = -0,86$). Nižší souvislost pak objevili u stejných testů a agility bruslením na ledě ($r = -0,70$; $r = -0,55$). Krause et al. (2012) shledali všechny

horizontální i vertikální skokové testy jako silné prediktory rychlosti bruslení ($r = -0,4$ až $-0,58$).

V oblasti rychlostních schopností se obvykle testuje rychlost přímá a rychlost se změnami směru pohybu (agility). Standardně se používá test *40yd dash* (36m sprint), který dle Farlinger, Kruisselbrink a Fowles (2007) ukázal významnou korelaci s rychlostí bruslení ($r = 0,78$). Behm et al. (2005) zjistili vztah mezi stejným testem a maximální rychlostí na ledě (44,8 m; $r = -0,51$). V neposlední řadě objevili Krause et al. (2012) nebo Haukali a Tjelta (2015) významnou korelaci (shodně $r = 0,81$) mezi rychlostí bruslení a 36m běžeckým sprintem u norských, resp. amerických hokejistů ve věku 15 – 18 let. Významný vztah agility mimo led (Pro-Agility 5m – 10m – 5m) a agility na ledě, zjistili Janot, Beltz a Dalleck v roce 2015 ($r = 0,75$).

V oblasti anaerobní vytrvalosti je nejpoužívanějším testem Wingate, který byl vytvořen již roku 1974. Jedná se o 30s test na bicyklovém ergometru s individuální zátěží, jehož hlavní parametry jsou maximální anaerobní výkon (P_{max}), anaerobní kapacita (AnC) a index únavy (FI) (Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996). Například Power et al. (2012) zjistili významnou korelaci Wingate testu a opakovaných bruslařských sprintů ($r = 0,86$). Dle Potteiger et al. (2010), kteří měřili elitní hokejisty (19 – 20 let), se maximální anaerobní výkon jeví jako jeden z prediktorů rychlosti bruslení na 54 m ($r = -0,43$). Studie Janot, Beltz a Dalleck (2015) z hokejového prostředí americké univerzitní soutěže NCAA, ukázala vztah mezi maximálním anaerobním výkonem a rychlostí bruslení (44,8 m) na ledě ($r = -0,53$). Nižší korelační koeficient byl zjištěn u agility bruslení ($r = -0,37$). Burr et al. (2008), při testování 853 elitních hráčů ledního hokeje (17 – 20 let) před draftem do NHL, zjistili souvislost mezi parametrem indexu únavy a pořadím výběru v draftu. Delisle-Houde et al. (2018) zjistili u 21 elitních kanadských hokejistů (20 – 22 let) signifikantní korelaci indexu únavy s průměrným časem stráveným na ledě v utkání ($r = -0,48$). Farlinger, Kruisselbrink a Fowles (2007) zjistili vztah mezi maximálním anaerobním výkonem v modifikovaném 15s Wingate testu s rychlostí bruslení (30 m) na ledě ($r = -0,73$) a agility bruslením ($r = -0,49$) u elitních hráčů ve věku 15 – 17 let.

V oblasti aerobní vytrvalosti je nejvyužívanějším testem VO_2max . Aerobní zdatnost je hodnocena měřením množství spotřebovaného kyslíku (VO_2max) během maximálního cvičení pomocí stanovení objemu a analýzy vydechovaného vzduchu. Test VO_2max se provádí nejčastěji na bicyklovém ergometru (např.: Durocher et al., 2010 aj.), ale také na běžeckém pásu (např.: Fukuda et al., 2011 aj.). Například Gilenstam, Thorsen a Henriksson-Larsén (2011) zjistili vztah mezi absolutní hodnotou VO_2max a akcelerační

rychlostí (6,1 m; $r = 0,89$). Dále pak Stanula et al. (2014) objevili signifikantní korelaci mezi aerobní kapacitou a vytrvalostním bruslením (6x 89 m) na ledě ($r = -0,58$).

V oblasti koordinačních a balančních schopností je standardně používán Y-Balance Test. Tento test je používán k hodnocení dynamických posturálních projevů prostřednictvím jednotlivých, přesně definovaných maximálních rozsahů prováděných dolními končetinami, přičemž jedna z dolních končetin stále zajišťuje rovnováhu těla (Plisky et al., 2009). Menší rozsahy, horší zaujímání rovnovážné pozice i výraznější asymetrie ve výkonech jsou indikátory zhoršených posturálních funkcí a možného zranění (Butler et al., 2013; Smith, Chimera & Warren, 2015; Hoch et al., 2017). Y-Balance test se také ukázal jako významně korelující s rychlostí bruslení. Krause et al. (2012) objevili při měření 38 amerických hráčů (15 – 18 let) nejsilnější prediktory rychlosti bruslení. A to Y-balance pravá posterolaterální osa ($r = -0,56$) a Y-balance celkové skóre dosažené na pravé straně ($r = -0,4$).

Baterie off-ice testů Českého hokeje pro juniorskou kategorii (Český hokej, 2019):

- 3x 200 m sprint (odpočinek 30 s) – test anaerobní vytrvalosti
- 1500 m – test aerobní vytrvalosti
- Illinois Agility test – rychlostně obratnostní test
- Illinois Agility test s hokejkou – rychlostně obratnostní test s vedením míčku
- Benchpress s 80% tělesné hmotnosti – test silové vytrvalosti horních končetin
- Pětiskok – test explosivní síly dolních končetin

Tato testová baterie je doplněna laboratorním vyšetřením a testy UK FTVS:

- Hodnocení biologického věku
- Somatotyp dle metody Heath – Carter (1967, 1990, 2002)
- Vertikální výskok (squat jump; countermovement jump) – test explosivity dolních končetin
- Sit and Reach test – test flexibility
- Shyby nadhmatem (maximální počet opakování) – silová vytrvalost
- 30s Wingate test – test anaerobní vytrvalosti
- VO_2 max test na bicyklovém ergometru – test aerobní vytrvalosti

Baterie off-ice testů NHL Combine (NHL, 2019):

- Síla stisku pomocí dynamometru
- VO₂max test na bicyklovém ergometru
- Broad jump – test explozivní síly dolních končetin
- Vertikální výskoky (AccuPower Dual Force Plate System)
- Pro-Agility – rychlostně obratnostní test 5m – 10m – 5m
- Benchpress s 80% tělesné hmotnosti v daném tempu (25 úderů za minutu)
- Shyby nadhmatem
- 30s Wingate test

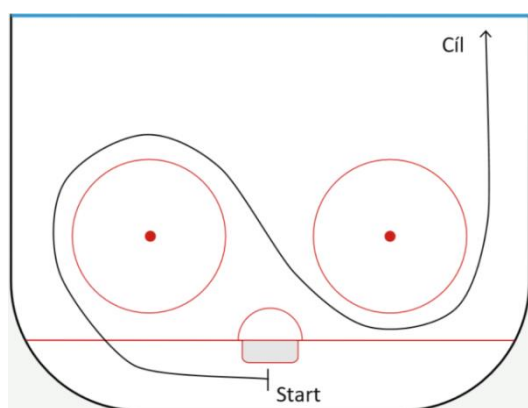
2.6.2 On-Ice testy

On-ice testy přímo navazují na off-ice testy a propojují tak mezistupeň mezi produkcí pohybových schopností mimo led a na ledě. Jejich složení je odvozeno z individuálních činností jednotlivce a vytváří tak určitou představu o předpokladech hráčů a jejich projevu v herních činnostech. Odvozují se především ze samotného pohybu a ovládnutí předmětů, které se vyskytují v daném sportovním odvětví. V ledním hokeji se jedná především o přímé bruslení, zastavování a podobně (Nightingale, Miller & Turner, 2013).

V oblasti přímé rychlosti bruslení se odborná literatura testování v ledním hokeji zaměřuje na bruslařské sprinty, které jsou měřeny pomocí fotobuněk a testovaný jedinec začíná ze statické pozice. Tyto testy se liší pouze danou vzdáleností. Nejkratším on-ice testem je *6,1m Acceleration test*, kterým autoři (Gilenstam, Thorsen & Henriksson-Larsén, 2011; Janot et al., 2013; Janot, Beltz & Dalleck, 2015; Peterson et al., 2015b) měřili akcelerační rychlost bruslení. Nejpoužívanějším testem přímé rychlosti bruslení v ledním hokeji je *30m a 35m Skating Speed test*. Variantu 30m vzdálenosti použili ve svých studiích Brocherie et al. (2005), Rocznik et al. (2016a; 2016b) a Allisse et al. (2017). O 5 metrů delší test pak testovali další autoři (např.: Farlinger, Kruisselbrink & Fowles et al., 2007; Farlinger & Fowles, 2008; Krause et al., 2012; Haukali & Tjelta, 2015). Delší vzdálenost *48m Skating Speed test* použili autoři (např.: Bracko & George, 2001; Gilenstam, Thorsen & Henriksson-Larsén, 2011; Janot et al., 2013; Janot, Beltz & Dalleck, 2015; Runner et al., 2015), kdy všichni spojili výše uvedený akcelerační test s tímto testem. Nejdélší variantu testu přímé rychlosti bruslení ze statické pozice použili Mascaro, Seaver a Swanson (1992), a to 54,9 m. V odborné literatuře jsme našli pouze jeden test, který nebyl prováděn ze statické pozice. Tímto testem byl *Flying Top Speed test* na vzdálenost 15,2m, kdy testovaní jedinci měli k dispozici neměřený rozjezd do plné rychlosti. Autoři testování (Gilenstam, Thorsen

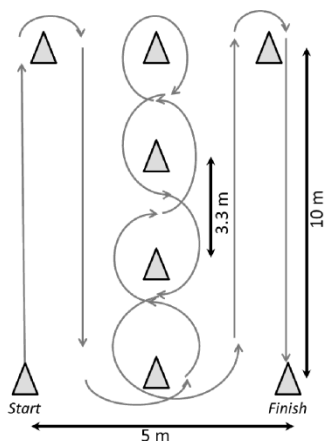
& Henriksson-Larsén, 2011; Janot et al., 2013; Janot, Beltz & Dalleck, 2015; Peterson et al., 2015b; Runner et al., 2015; Bond, Bennet & Noonan, 2018) použili tento test pro měření přímé rychlosti bruslení bez vlivu akcelerační rychlosti a techniky startu na výsledný čas.

V oblasti agility bruslení je dle literární rešerše nejvyužívanějším testem *S-Cornering Agility test* (obr. č. 2), který někteří autoři (Bracko & George, 2001; Geithner, Lee & Bracko, 2006; Farlinger, Kruisselbrink & Fowles, 2007; Gilenstam, Thorsen & Henriksson-Larsén, 2011; Haukali & Tjelta, 2015; Henriksson et al., 2016) zařadili do testování hokejistů pro posouzení úrovně bruslařských schopností se změnami směru pohybu.



Obr. 2 S-Cornering Agility test dle Bracko & George (2001), vlastní tvorba

Dalším testem je *Illinois Agility test* (obr. č. 3), jehož běžeckou variantu vytvořil Getchell (1979) a podobnou variantu (*Weave Agility test*) zařadila hokejová asociace Hockey Canada do příručky rozvoje hráče ledního hokeje již v roce 1999 (Hockey Canada, 1999; Schwesig et al. 2017). Tento test je jediným častěji používaným testem agility bruslení, který se provádí i s kotoučem.



Obr. 3 Schéma Illinois Agility testu (Foulis et al., 2015)

V oblasti testování vytrvalostních schopností na ledě je nejpoužívanějším testem *Repeated Skate Sprint test*, který vytvořili Reed et al. (1980). Testovaný jedinec startuje ze statické pozice na cca 54 m, brzda a cca 35 m zpět (záleží na délce ledové plochy). Tutíž vzdálenost opakuje 6x za sebou s 30s odpočinkem. Tento test i jeho modifikované varianty použili autoři (Bracko & George, 2001; Potteiger et al., 2010; Stanula et al., 2014; Janot, Beltz & Dalleck, 2015; Peterson et al., 2015a; Henriksson et al., 2016; Boucher et al., 2017; Boland, Delude & Miele, 2019) ke stanovení vytrvalostních schopností na ledě.

Posledním uvedeným on-ice testem je *30-15 intermittent test*, který ve své studii vytvořili Buchheit et al. (2011). Jedná se o modifikovanou variantu běžeckého *Beep testu* dle Légera a Lamberta (1982), kdy testovaný jedinec bruslí na 40m dráze dle zvukových podnětů. První úroveň je čas cvičení 30 s s 15 s odpočinkem, s každou další úrovní se tempo zrychluje. Buchheit et al. (2011) vytvořili tento test pro stanovení aerobní vytrvalosti na ledě a Nightingale, Miller a Turner (2013) ho popsali jako vysoce validní, a doporučili ho k zařazení do své testové baterie.

Baterie on-ice testů Českého hokeje v juniorské kategorii (Český hokej, 2019):

- Illinois Agility test bez kotouče
- Illinois Agility test s kotoučem
- 6x 54 m

Doporučená testová baterie on-ice testů dle literární rešerše Nightingale, Miller a Turner (2013):

- 6,1m Acceleration test – akcelerační rychlost
- 35m Skating Speed test – rychlost přímého bruslení
- S-Cornering Agility test – agility bruslení
- 30-15 Intermittent test – anaerobní test na ledě

Existuje nespočet dalších off-ice a on-ice testů, v naší práci jsme však popsali pouze ty nejpoužívanější. Dle literární rešerše existuje mnoho validních on-ice testů, avšak pouze pár testů obsahuje i práci s kotoučem.

3 CÍL, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE

3.1 Cíl práce

Cílem této práce bylo zjistit, zda somatotyp a výsledky v off-ice testech jsou významnými prediktory pro výkon v on-ice Illinois Agility testu u hráčů ledního hokeje juniorské kategorie v nejvyšší domácí soutěži.

3.2 Úkoly práce

1. Zpracovat rešerši dostupných zdrojů k dané tématice, nastudovat teorii somatometrie a postupů při stanovování somatotypu, hodnocení biologického věku.
2. Zapůjčit fotobuňky od katedry sportovních her UK FTVS a nastudovat jejich použití v praxi.
3. Podat žádost k Etické komisi UK FTVS.
4. Realizovat měření vybraných antropometrických parametrů a vybraných off-ice a on-ice testů ve dvou hokejových klubech, hrající nejvyšší domácí soutěž v juniorské kategorii (HC Rytíři Kladno; „pracoviště anonymizováno“).
5. Vyhodnotit jednotlivé somatické charakteristiky a testové výsledky obou týmů.
6. Statisticky zpracovat výsledky, graficky vyhodnotit a stanovit závěry.

3.3 Výzkumné otázky

- Budou výkony v off-ice testech významnými prediktory pro výkon v on-ice Illinois Agility testu?
- Jaký off-ice test bude nejvýznamnějším prediktorem výkonu v Illinois Agility testu na ledě?
- Bude mezomorfní komponenta významným prediktorem pro výkon v on-ice Illinois Agility testu?
- Budou se významně lišit výkony v on-ice Illinois Agility testu mezi útočníky a obránci?

3.4 Hypotézy práce

Na základě analýzy dostupné odborné literatury a získaných poznatků jsme stanovili následující hypotézy:

H1: Předpokládáme, že výkony v off-ice testech vertikálních a horizontálních skoků, budou významnými prediktory pro výkon v on-ice Illinois Agility testu.

H2: Předpokládáme, že nejvýznamnějším prediktorem on-ice Illinois Agility testu bude off-ice Illinois Agility test, jakožto test s podobným motorickým vzorcem pohybu.

H3: Předpokládáme, že mezomorfní a endomorfní komponenty somatotypu budou významnými prediktory pro výkon v on-ice Illinois Agility testu.

H4: Předpokládáme, že výkon v on-ice Illinois Agility testu bude významně závislý na herním postu. Útočníci budou v porovnání s obránci dosahovat významně lepších výkonů.

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Charakteristika souboru

Výzkumný soubor tvořilo ($n = 32$) hráčů ledního hokeje hrající nejvyšší domácí juniorskou soutěž. Jednalo se o 15 útočníků a 17 obránců s věkem $\bar{x} = 17,64 \pm 1,02$ roku. Výzkumný soubor byl vybrán metodou záměrného výběru, který je blíže, dle některých autorů, specifikován jako výběr dle dostupnosti (Hendl, 2008). Oporou výběru byl kompletní seznam týmů hrající nejvyšší domácí juniorskou soutěž, dostupný na webových stránkách Českého hokeje. Z důvodu technické i časové realizovatelnosti, byly následně z tohoto seznamu vybrány 3 týmy. Dva z nich v metropoli (Praha) a jeden ze Středočeského kraje. V průběhu příprav výzkumu jeden pražský klub nakonec participaci ve studii odmítl. Další tým již pro časové možnosti nebyl poptán. Výzkum byl odsouhlasen Etickou komisí Fakulty tělesné výchovy a sportu UK pod číslem jednacím 245/2018.

Studie se zúčastnili pouze hráči, od nichž (v případě hráčů mladších 18 let od jejich zákonných zástupců) jsme obdrželi podepsaný informovaný souhlas. Data jednotlivých údajů jsou anonymní a v práci neuvádíme žádná jména testovaných hráčů.

4.2 Metody získávání údajů

Měření a testování antropometrických údajů, somatotypu, vybraných off-ice a on-ice testů proběhlo ve dvou klubech, jejichž juniorští hráči hrají nejvyšší domácí soutěž ($n = 19$) a ($n = 13$). Pořadí testů bylo v obou týmech stejné. Probandé byli seznámeni s průběhem testovacího dne, pravidly a pořadím testů. Nejprve absolvovali antropometrické a somatické měření. Následně proběhlo rozcvičení pod mým vedením.

Po rozcvičení probandé absolvovali testy v následujícím pořadí:

- Squat Jump, Countermovement Jump a Free Arm Countermovement Jump na přístroji OptoJump Next system (1,000 Hz; 96 LED's per minute; Microgate, Bolzano, Italy)
- Broad jump
- Pětiskok
- Shyby
- Flexibilita Sit and Reach
- Illinois agility test s míčkem

Po off-ice testech následně on-ice:

- Illinois Agility test bez kotouče
- Illinois Agility test s kotoučem

Každý hráč měl mezi jednotlivými off-ice i on-ice testy minimálně 5 minut pauzu.

4.2.1 Antropometrické údaje

Antropometrické údaje souboru jsme byli po dohodě s jednotlivými kluby osobně naměřit na zimním stadionu Kladno a „pracoviště anonymizováno“ 23. a 25. září 2019.

Na měření vybraných parametrů byly použity následující antropometrické nástroje: výškoměr A-216, digitální váha, torakometr, krejčovský metr a harpenden kaliper. Tělesnou výšku zaokrouhlujeme na 0,1 cm, tělesnou hmotnost na 0,1 kg, obvody paže a lýtka na 0,1 cm, biepickondylární šířky na 0,5 mm a kožní řasy na 0,1 mm. Všechny údaje bereme z pravé strany těla.

Pro určení somatotypu dle metody Heath – Carter (1990) jsme získávali následující antropometrické údaje:

- Tělesná výška (cm) – měřena výškoměrem A-216. Subjekt ve stoji spatném vzpřímeném ke svislé zdi, dotýkající se patami, hýždí a zády. Hlava je v rovnovážné poloze, která je určena horními okraji obou uší a dolním okrajem očních. Tato rovina má být vodorovná. Výškoměr směřuje kolmo k zemi.
- Tělesná hmotnost (kg) – Subjekt s minimálním oblečením stojí uprostřed váhy (digitální váha položená na tvrdém podkladu). Zaokrouhlení čísla na nejbližší desetinu kilogramu.
- Tricipitální kožní řasa (mm) – Paže subjektu je uvolněná v anatomické poloze. Kožní řasu chytáme odzadu paže v polovině mezi acromionem a olecranonem.
- Subskapulární kožní řasa (mm) – Kožní řasu chytáme od dolního úhlu lopatky směrem šikmo dolů a laterálně pod úhlem 45°.
- Supraspinální kožní řasa (mm) – Kožní řasu chytáme 5 až 7 cm (záleží na výšce subjektu) nad spina iliaca anterior superior na přední axilární čáře směrem šikmo mediálně pod úhlem 45°.
- Mediální lýtková kožní řasa (mm) – Chytáme vertikálně na mediální straně lýtka v úrovni největšího obvodu lýtka.

- Biepikondylární šířka humeru (cm) – šířka mezi mediálním a laterálním epikondylem humeru při flexi v ramenním a loketním kloubu 90°. Torakometr umístíme tak, aby přibližně protínal úhel loktu. Pevně přitlačíme, abychom přitlačili podkožní hmotu.
- Biepikondylární šířka femuru (cm) – Subjekt v sedě s kolenem v pravém úhlu. Měříme největší vzdálenost mezi laterálním a mediálním epikondylem femuru s pevným tlakem na torakometr.
- Obvod paže (cm) – Subjekt s 90° flexí v ramenním kloubu a 45° flexí v loketním kloubu maximálně kontrahuje flexory a extenzory. Měříme v největším obvodu.
- Obvod lýtky (cm) – Subjekt v mírném stoji rozkročném. Měříme v místě největšího obvodu.

(Rybářsky, 2018)

Z šířky epikondylu humeru a femuru byl vypočítán tzv. Frame index, což je podíl šířky epikondylu v milimetrech a tělesné výšky v metrech (Frisancho, 1990).

Vzhledem k menší variabilitě biologického věku v této věkové kategorii (zejména 17 a více let) jsme parametr biologického věku v našem výzkumu nehodnotili.

4.2.2 Testování vybraných off-ice testů

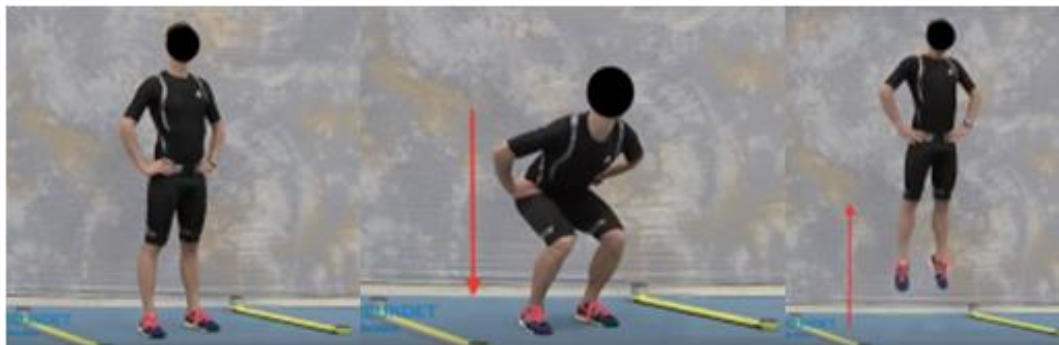
První testem byla série vertikálních skokových testů na přístroji Optojump Next system. Probandé provedli celkem 6 skoků.

Squat jump – testovaný jedinec, mající ruce v bok, provádí vedený pohyb do pokrčených kolen. Na laterální štěrbinu femuru umístíme úhelník. Po dosažení 90° v kolenou a ramena u velkého chocholíku byl jedinec instruován povelom „stop“. Po tomto povelu jsme úhelník odstranili a instruovali jedince povelom „hop“ (cca 2 vteřiny pauza). Úkolem bylo provést co nejvyšší výskok bez protipohybu dolních končetin, horní končetiny museli zůstat ve stejné pozici po celou dobu. Takto byly provedeny 3 pokusy a zaznamenán byl nejlepší výsledek.



Obr. 4 Průběh testu Squat Jump (Perform-Better, 2020)

Countermovement jump – testovaný jedinec, měl stejně jako u *Squat jump* ruce v bok. Úkolem provést co nejvyšší výskok, tentokrát však s protipohybem dolních končetin, horní končetiny museli zůstat celou dobu ve stejné pozici. V tomto případě bylo pouze zkontrolováno, zda je hráč připraven skok provést a následně mu byl dán pokyn k provedení skoku. Každý jedinec absolvoval 2 pokusy, z nichž se započítával lepší výsledek.



Obr. 5 Průběh testu Countermovement Jump (RF Elitidrottsstöd Bosön, 2016)

Free Arm Countermovement jump – testovaný jedinec měl ruce v předpažení. Úkolem bylo opět provést co nejvyšší výskok, s protipohybem dolních končetin, přičemž horní končetiny při snížení těžiště provádějí paralelně švih. V tomto případě bylo pouze zkontrolováno, zda je hráč připraven skok provést a následně mu byl dán pokyn k provedení skoku. Každý jedinec absolvoval 1 pokus.



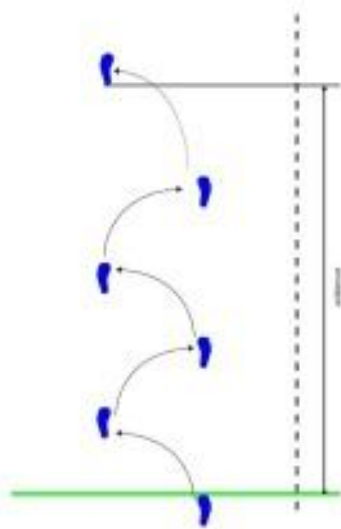
Obr. 6 Průběh testu Free Arm Countermovement Jump (MikeMitchellProspect, 2011)

Broad Jump - Nebo-li skok daleký z místa. Probandé měli za úkol odrazit se z vyznačeného místa a skokem snožmo skočit co nejdále vpřed. Ze stoje mírně rozkročeného, podřep, zapažit, hrudní předklon – odrazem snožmo skok daleký vpřed se současným švihem paží vpřed. Délka skoku byla měřena od odrazové čáry po patu nohy, která je blíže k místu odrazu. Každý jedinec měl k dispozici 2 pokusy, z nichž se započítával lepší výsledek.



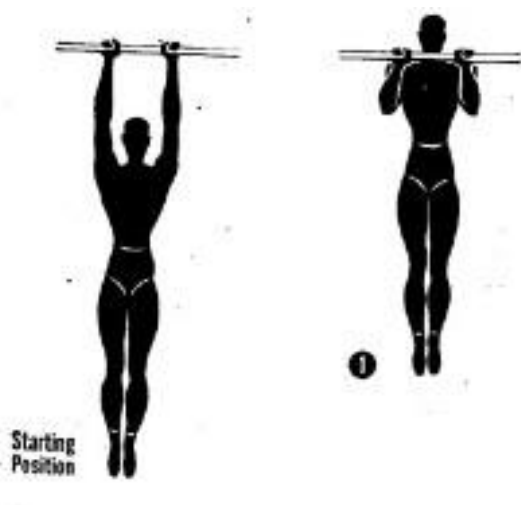
Obr. 7 Průběh testu Broad Jump (S3Amazon, 2015)

Pětiskok - Testovaný jedinec začíná ze stoje, špička nohy na startovní čáře, druhá noha v postavení za stojnou nohou za čárou. Probandé měli za úkol provést střídavě a plynule bez přerušení odrazy z jedné a druhé nohy, závěrem dopadnout na obě nohy. Délka skoku byla měřena od odrazové čáry po patu nohy, která je blíže ke startovní čáře. Testovaný jedinec měl k dispozici 2 pokusy, z nichž se započítával lepší výsledek.



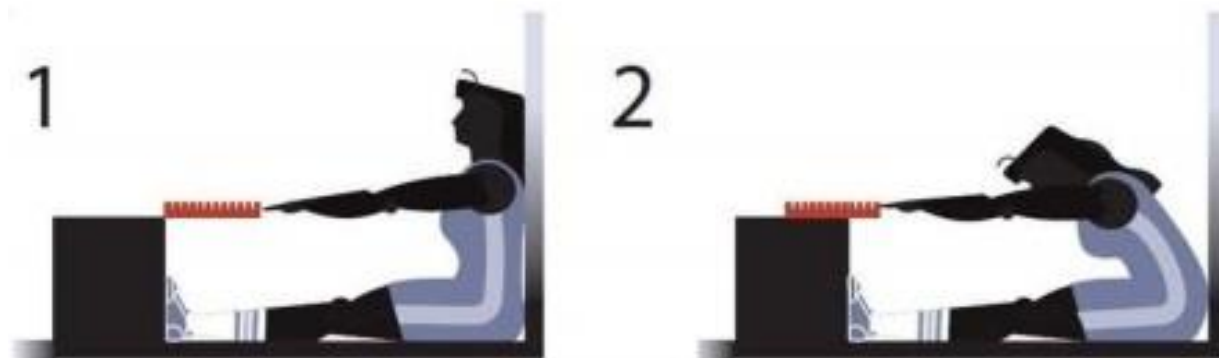
Obr. 8 Průběh testu Pětiskok (VC, 2013)

Shyby nadhmatem - Probandé měli za úkol provést maximální počet opakování shybů nadhmatem na hrazdě. Pro započítání opakování bylo nutné začít z pozice natažených rukou a skončit v pozici bradou nad hrazdou.



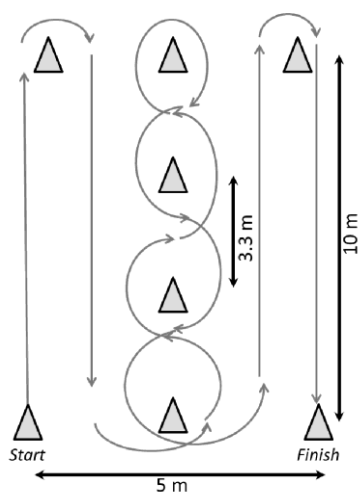
Obr. 9 Průběh testu shyby nadhmatem (Krause, 2014)

Sit and Reach test - Testovaný jedinec je v sedě o zed' s nataženýma nohama. Sit and Reach box se nastaví do výchozí polohy dle dosahu rukou jedince z této pozice s dotykem ramen o zed'. Poté proband provede vedený pohyb vpřed a snaží se o co největší dosah rukou. Hodnotitel kontroluje natažená kolena. Proband provede 2 za sebou následující pokusy. Do protokolů se započítává lepší dosažený výsledek.



Obr. 10 Průběh testu Sit and Reach (Sport Fitness Advisor, 2015)

Off-ice Illinois Agility test s míčkem - Probandé měli za úkol proběhnout dráhu (obr. č. 11) co nejrychleji s vedením míčku hokejovou holí. Při testu používali vlastní hokejovou hůl. Fotobuňky byly umístěny na startovní a cílové čáře. Probandé začínali ze statické pozice. V tomto případě bylo pouze zkontrolováno, zda je hráč připraven a následně mu byl dán pokyn ke startu. Probandé měli k dispozici 2 pokusy, z nichž se započítával lepší výsledek.



Obr. 11 Průběh off-ice/on-ice Illinois Agility testů s míčkem/bez kotouče/s kotoučem (Foulis et al., 2015)

4.2.3 Testování vybraných on-ice testů

Po absolvování všech off-ice testů měli probandé za úkol se obléct do vlastní kompletní hokejové výstroje. Na ledové ploše bylo postaveno 10 stanovišť on-ice Illinois Agility testu, abychom omezili vliv zničeného ledu na výsledné časy. Zbytek volné ledové plochy byl určen pro odpočinek a držení se v tempu, zajištěné trenéry testovaného klubu. Na prvních 5 stanovištích byl prováděn test on-ice Illinois Agility bez kotouče, na druhých 5 stanovištích on-ice Illinois Agility s kotoučem. Výměna stanoviště proběhla po viditelném poškození ledu a závisela i na počtu probandů.

On-ice Illinois Agility bez kotouče - Probandé měli za úkol projet dráhu (obr. č. 11) co nejrychleji. Fotobuňky byly umístěny na startovní a cílové čáře. Probandé začínali ze statické pozice. V tomto případě bylo pouze zkontrolováno, zda je hráč připraven a následně mu byl dán pokyn ke startu. Probandé měli k dispozici 2 pokusy, z nichž se započítával lepší výsledek.

On-ice Illinois Agility s kotoučem - Probandé měli za úkol projet dráhu (obr. č. 11) co nejrychleji s vedením kotouče hokejovou holí. Při testu používali vlastní hokejovou hůl. Fotobuňky byly umístěny na startovní a cílové čáře. Probandé začínali ze statické pozice. V tomto případě bylo pouze zkontrolováno, zda je hráč připraven a následně mu byl dán pokyn ke startu. Probandé měli k dispozici 2 pokusy, z nichž se započítával lepší výsledek.

4.3 Analýza dat

Pro výběr konkrétních statistických přístupů jsme nejprve ověřili normalitu všech naměřených dat. K ověření normality jsme použili Kolmogorov-Smirnov a D'Agostino test, které jsou vhodné při ověřování normality na souborech <50 probandů (Massey Jr., 1951; Jarque & Bera, 1987). U všech hodnocených proměnných nebyla normalita dat zamítnuta.

Pro hodnocení míry odlišnosti jednotlivých parametrů (antropometrie, off-ice a on-ice testů s ohledem na herní post) byl proto použit Aspin-Welchův dvouvýběrový T-test (Algina, 2005), uvažující s nerovností rozptylů výsledků. Jelikož jsme do naší práce vybrali výzkumný soubor záměrným výběrem, a protože se také jedná o soubor početně poměrně malý, hodnotili jsme vedle statistické významnosti výsledků, také významnost klinickou, tzv. Effect size (ES). Pro dvouvýběrový T-test jsme použili ES koeficient *Hedgesovo g* (Rosenthal & Rosnow, 1991) s interpretací <0,20 malý efekt, 0,21 – 0,50 střední efekt, 0,5< velký efekt (Cohen, 1988; Lenhard & Lenhard, 2016). Pro hodnocení těsnosti vztahů mezi výsledky on-ice testů a vybranými proměnnými byl použit Pearsonův korelační koeficient. Míra

klinické průkaznosti, jako effect size tohoto vztahu, byla hodnocena prostřednictvím koeficientu determinace R^2 .

Pro odhad míry vlivu vybraných off-ice testů a antropometrických parametrů na výkony v on-ice Illinois Agility bez kotouče a s kotoučem jsme využili vícenásobnou regresní analýzu, kdy on-ice testy byly tzv. predikanty a vybrané off-ice testy i antropometrické parametry představovaly prediktory v regresním modelu. Významnost modelu byla posuzována dle výsledků statistické významnosti $p < 0,05$ a adjustovaného R^2 . Veškeré statistické analýzy byly provedeny ve statistickém program NCSS2007.

5 VÝSLEDKY PRÁCE

V této kapitole se budeme věnovat jednotlivým výsledkům měření a testování. Celá část výsledků je řazena do tří částí. V první části předkládáme popisnou statistiku z antropometrie, off-ice testů a on-ice testů. Výsledky jsou vždy zohledněny k hernímu postu hráče. Ve druhé části jsou uvedeny korelace mezi 1) on-ice testy a antropometrickými parametry; 2) on-ice testy a off-ice testy. V tomto případě již pracujeme s výsledky bez ohledu na herní post hráče, a to zejména z důvodu velikosti výzkumného souboru. Ve třetí části výsledkové části jsou prezentovány výsledky regresních modelů, které přímo souvisí s formulovaným cílem i výzkumnými hypotézami práce.

5.1 Popisná statistika antropometrie, off-ice a on-ice testů

5.1.1 Antropometrické a somatotypové charakteristiky s ohledem na herní post

V základních antropometrických parametrech (tělesná výška a tělesná hmotnost) nebyly mezi probandy v rámci herního postu nalezeny významné rozdíly. Také somatotyp hráčů nebyl statisticky významně odlišný při zohlednění herního postu. Nicméně obránci měli vyšší hodnotu endomorfie (relativní tučnosti) s moderate ES *Hedgesovo g* = 0,45. Statisticky i věcně významné odlišnosti však byly zjištěny v parametrech skeletální robustnosti, kdy útočníci měli významně vyšší hodnotu Frame indexu na horních i dolních končetinách – s vysokým ES Frame index H (FrameH) *Hedgesovo g* = 0,61 a středním (moderate) ES Frame index D (FrameD) *Hedgesovo g* = 0,39. (viz tabulka 3).

Tab. 3 Antropometrické a somatické charakteristiky souboru z pohledu herních pozic

Herní post	Útočníci (n=15)	Obránci (n=17)
Statistika	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Tělesná výška (cm)	180,47 ± 7,37	180,35 ± 8,77
Tělesná hmotnost (kg)	76,07 ± 7,66	76,82 ± 8,2
Endomorfie	2,44 ± 0,75	2,81 ± 0,89
Mezomorfie	4,9 ± 1,13	4,9 ± 1,35
Ektomorfie	2,64 ± 0,95	2,52 ± 1,28
FrameH	41,21 ± 2,13*	39,68 ± 2,82
FrameD	57,23 ± 2,47*	55,99 ± 3,75

*statisticky významný rozdíl $p < 0,05$; \bar{x} : průměr; SD: směrodatná odchylka

5.1.2 Výkony v off-ice a on-ice testech s ohledem na herní post

Obránci byli ve všech off-ice testech, s výjimkou pětiskoku, lepší než útočníci. Nicméně, ani v jednom případě nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly ve výsledcích off-ice testů mezi útočníky a obránci. Při porovnání odlišnosti ve výsledcích pomocí ES koeficientu však bylo zjištěno, že rozdíl v Countermovement Jump testu mezi obránci a útočníky jsou na úrovni moderate ES *Hedgesovo g* = 0,46 ve prospěch obránců. Stejně tak u Free Arm Countermovement Jump testu byl zjištěn moderate ES *Hedgesovo g* = 0,38.

Tab. 4 Výkony v off-ice testech obránců a útočníků

Herní post	Útočníci (n=15)	Obránci (n=17)
Statistika	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Squat Jump	35,83 ± 4,39	36,59 ± 2,78
Countermovement Jump	38,49 ± 4,17	40,32 ± 3,77
Free Arm Countermove. J.	43,97 ± 5,07	45,73 ± 4,12
Broad Jump (cm)	245,07 ± 15,62	247,18 ± 16,6
Pětiskok (m)	12,11 ± 0,6	12,02 ± 0,88
Sit and Reach (cm)	33,87 ± 6,7	35,41 ± 6,96
Shyby nadhmatem	9,33 ± 3,79	9,59 ± 3,66
Illinois Agility s míčkem (s)	16,93 ± 0,82	16,7 ± 0,8

\bar{x} : průměr; SD: směrodatná odchylka

Útočníci byli v obou on-ice testech lepší než obránci, avšak při bližší analýze dat provedenou dvouvýběrovým T-testem se ani v jednom případě výsledky v on-ice testech statisticky ani prakticky/klinicky významně nelišily.

Tab. 5 Výkony v on-ice testech obránců a útočníků

Herní post	Útočníci (n=15)	Obránci (n=17)
Statistika	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Illinois Agility bez kotouče (s)	14,76 ± 0,43	14,94 ± 0,55
Illinois Agility s kotoučem (s)	15,56 ± 0,58	15,65 ± 0,64

\bar{x} : průměr; SD: směrodatná odchylka

5.2 Vztahy mezi on-ice testy, vybranými antropometrickými parametry, somatotypem a off-ice testy

5.2.1 Korelace mezi on-ice Illinois Agility testy a vybranými tělesnými parametry

V následné analýze jsme prostřednictvím korelační analýzy hodnotily sílu/těsnost vztahů mezi výkony v on-ice testech a ostatními vybranými antropometrickými parametry i výsledky v off-ice testech.

Tab. 6 Korelace mezi antropometrickými údaji a výsledky v on-ice testech

On-ice test	Illinois Agility bez kotouče	Illinois Agility s kotoučem
Endomorfie	0,29	0,11
Mezomorfie	-0,21	-0,14
Ektomorfie	0,15	0,27
FrameH	0,15	0,33
FrameD	0,04	0,45*

*statisticky významná korelace $p < 0,05$

Z výsledků uvedených v tabulce 6 bylo zjištěno, že kosterní robustnost na dolní polovině těla statisticky i věcně významně souvisí $R^2 = 20,3 \%$ s testem on-ice Illinois Agility s kotoučem. Na druhou stranu, mezi testem on-ice Illinois Agility s kotoučem a jednotlivými komponentami somatotypu nebyl nalezen ani u jedné komponenty významný vztah. Jinými slovy, míra relativní tučnosti, kosterně-svalový rozvoj zohledněný vůči tělesné výšce, ani gracilita a proporcionalita těla hráčů významně nesouvisela s jejich výkony v on-ice testech. Z výsledků je také patrné, že u komponent endomorfie (relativní tučnost) a ektomorfie se míra vztahu měnila s ohledem na to, zda byl on-ice test proveden bez, nebo s kotoučem.

5.2.2 Korelace mezi on-ice Illinois Agility testy a vybranými off-ice testy

Výsledky Pearsonových korelací v tabulce 7 ukazují odlišnosti v síle vztahů mezi on-ice a off-ice testy. Výkon v on-ice Illinois Agility bez kotouče významně souvisel s výkony ve dvou off-ice testech, a to se Squat Jump testem, hodnotícím explosivitu dolních končetin a off-ice Illinois Agility s míčkem, který je svým pohybovým provedením, absolvovanou dráhou, podobný testům on-ice Illinois Agility. Zatímco effect size mezi Squat Jump testem a on-ice Illinois Agility bez kotouče je $R^2 = 13 \%$; effect size vztahu on-ice Illinois Agility bez kotouče a off-ice Illinois Agility s míčkem je $R^2 = 36 \%$. S tímto zjištěním pak také budeme pracovat v následných regresních analýzách.

Tab. 7 Korelace mezi výsledky v off-ice a on-ice testech

On-ice test	Illinois Agility bez kotouče	Illinois Agility s kotoučem
Squat Jump	-0,36*	-0,15
Countermovement Jump	-0,3	-0,22
Free Arm Countermove. J.	-0,21	-0,16
Broad Jump	-0,34	-0,15
Pětiskok	-0,3	-0,3
Sit and Reach	-0,27	-0,5*
Shyby nadhmatem	-0,3	-0,12
Illinois Agility s míčkem	0,6*	0,59*

*statisticky významná korelace $p < 0,05$

Stejně tak v případě vztahů mezi on-ice Illinois Agility s kotoučem a off-ice testy byl zjištěn významný vztah u off-ice Illinois Agility s míčkem. Navíc s výkonem v on-ice Illinois Agility s kotoučem, významně souvisela míra flexibility hráčů hodnocena Sit and Reach testem. Effect size v případě vztahu flexibility s on-ice Illinois Agility s kotoučem byl $R^2 = 25 \%$ a v případě off-ice Illinois Agility s míčkem a on-ice Illinois Agility s kotoučem byl $R^2 = 35 \%$. Naproti tomu, žádný z testů hodnotící explosivitu dolních končetin se neukázal jako významně související s výkonem v on-ice Illinois Agility s kotoučem.

Z výsledků korelačních matic je patrné, že z off-ice testů se jako významný prediktor jeví test off-ice Illinois Agility s míčkem. Z oblasti antropometrie se ukázala jako potenciálně významná robustnost kostry na dolní polovině těla, vyjádřena FrameD.

5.3 Regresní modely s predikanty on-ice Illinois Agility s kotoučem a on-ice Illinois Agility bez kotouče

I přes slabé korelace mezi somatotypem a on-ice testy, jsme jako první testovali regresní model zahrnující tři prediktory – endomorfii, mezomorfii a ektomorfii, spolu s jedním predikantem on-ice testem – a) Illinois Agility bez kotouče; b) Illinois Agility s kotoučem. V prvním případě se jako jediný významný prediktor ukázala endomorfie – parametr relativní tučnosti ($b = 0,31$). Všechny tři komponenty somatotypu vysvětlily výkony v on-ice Illinois Agility bez kotouče z 16 %. Nicméně, navržený model se celkově neukázal jako významný ($F = 2,92$; $p = 0,051$).

V případě tří prediktorů somatotypu a predikantu on-ice Illinois Agility s kotoučem, model vysvětlil pouze 7 % rozptylu výkonů v testu on-ice Illinois Agility s kotoučem. Ani jeden z parametrů somatotypu zde nebyl významným prediktorem.

V následujícím kroku jsme testovali regresní modely zahrnující prediktory v podobě off-ice testů, přičemž predikanty byly opět on-ice Illinois Agility bez kotouče a on-ice Illinois Agility s kotoučem. Vícenásobná regrese zahrnující všechny off-ice testy vysvětlila 37 % výkonu v testu on-ice Illinois Agility bez kotouče. Jediným významným prediktorem v tomto modelu byl off-ice Illinois Agility s míčkem ($b = 0,32$). Navíc tento navržený model se ukázal jako statisticky významný ($F = 3,27$; $p < 0,01$).

Tab. 8 Regresní model, závisle proměnná on-ice Illinois Agility test bez kotouče s prediktory vybranými off-ice testy

Off-ice testy	Regresní koeficient	Statistická významnost
Squat Jump	-0,09	0,053
Countermovement Jump	0,04	0,43
Free Arm Countermove. J.	0,04	0,22
Broad Jump	-0,01	0,57
Pětiskok	-0,10	0,48
Sit and Reach	0,003	0,86
Shyby nadhmatem	-0,04	0,09
Illinois Agility s míčkem	0,32	0,01*

*statisticky významný prediktor $p < 0,05$

Ve stejně navrženém regresním modelu s tím, že závisle proměnnou byl on-ice Illinois Agility s kotoučem nebyl ani jeden z prediktorů významně ovlivňující výkony v testu on-ice Illinois Agility s kotoučem.

Jako poslední jsme testovali regresní modely, ve kterých jsme použili stabilní prediktor off-ice Illinois Agility s míčkem a antropometrický parametr Frame index, který měl významný vztah k on-ice Illinois Agility s kotoučem. V modelu, s predikantem on-ice Illinois Agility s kotoučem se ukázalo, že oba parametry FrameD ($b = 0,06$); off-ice Illinois Agility s míčkem ($b = 0,38$), jsou významnými prediktory. V tomto modelu byl rozptyl výkonů v on-ice Illinois Agility s kotoučem vysvětlen ze 41 % ($F = 11,9$; $p < 0,001$) s tím, že významně vyšší důležitost prediktoru v něm měl off-ice Illinois Agility s míčkem ($R^2 = 24$ %; $p < 0,01$), oproti FrameD ($R^2 = 10$ %; $p < 0,05$).

Regresní model s predikantem on-ice Illinois Agility bez kotouče se sice ukázal jako statisticky významný ($F = 8,55$; $p < 0,01$), ovšem pouze prediktor, off-ice Illinois Agility s míčkem se ukázal jako významný.

6 DISKUSE

Cílem této práce bylo zjistit, zda somatotyp a výsledky v off-ice testech jsou významnými prediktory pro výkon v on-ice Illinois Agility testu u hráčů ledního hokeje juniorské kategorie v nejvyšší domácí soutěži.

Odlišnosti antropometrických parametrů z pohledu herních postů

Předchozí výzkumy z hokejového prostředí ukázaly odlišnosti v antropometrii a somatice mezi útočníky a obránci. Na rozdíl od jiných studií, které uvádějí, že obránci jsou vyšší a těžší než útočníci (Burr et al., 2008; Cohen, 2014; Kutáč a Sigmund, 2015; apod...), jsme však u našeho souboru mezi útočníky a obránci nezjistili žádné významné rozdíly v tělesné výšce ani hmotnosti. Domníváme se, že kluby mají určité strategie při výběru hráčů, a to zejména dle pojetí hry v určitém regionu. Vyšší a těžší obránci se v severoamerických soutěžích (Cohen, 2014) obecně lépe uplatňují na úzkém kluzišti, kde mohou uplatnit své fyzické predispozice ve spojení s důrazem na fyzický kontakt ve hře. Například Sigmund et al. (2016) hodnotili 974 hráčů NHL a zjistili, že vyšší a těžší obránci měli více trestných minut, pravděpodobně kvůli častější fyzické hře. Opačný stav, tj. že by obránci byli menší než útočníci, jsme našli v práci Šišky a Kováčikové (2017), kteří měřili slovenský hokejový národní tým do 18 let. Zde je otázkou, podle jakých parametrů je výběr skládán. Pravděpodobné je, že do těchto výběrů jsou často selektováni hráči dle momentální formy v soutěži. To by mohlo znamenat, že základní antropometrie pro výběr v tomto měřeném reprezentačním týmu nebyla prioritním parametrem.

Z výše uvedených závěrů předchozích výzkumů je také možné, že antropometrická specifika (tělesná výška a hmotnost) hokejistů i s ohledem na herní post, může určovat úroveň soutěže a také míra selekce. Jinými slovy, úroveň soutěže může předurčovat, jaký typ hráče bude vybírán dle základní antropometrie. Proto se domníváme, že kromě pojetí hry je dalším možným aspektem míra konkurence v daném sportovním prostředí. Mezinárodní hokejová federace (IIHF) každým rokem vydává statistiku počtu registrovaných hráčů ledního hokeje. Dle údajů ze sezóny 2018 – 2019 čítá kanadská členská základna 427 725 registrovaných hokejistů do 20 let, americká 322 453 stejně starých hráčů, což je významně rozdílné oproti české členské základně, která čítá 27 263 hráčů do 20 let (IIHF, 2019). Díky výrazně vyššímu počtu registrovaných hráčů ledního hokeje do 20 let v zahraničí, může docházet k větší konkurenci mezi hráči. S tím může být spojeno zkvalitnění elitních juniorských lig, protože se do jednotlivých klubů této soutěže dostanou jen ti nejlepší.

Odlišnosti somatických parametrů z pohledu herních postů

Při hodnocení somatotypu měli obránci s moderate ES vyšší hodnotu endomorfie, což znamená, že obránci byli významně tučnější než útočníci. Toto zjištění je v souladu se závěry předešlých prací (např. Green et al., 2006; Vescovi, Murray & Vanheest, 2006; Burr et al., 2007; Burr et al., 2008; Kutáč a Sigmund, 2015).

I přes to, že se hodnocení hráči z pohledu herního postu v naší práci nelišili v hodnotě mezomorfie (kosterně-svalovém rozvoji), byl mezi útočníky a obránci nalezen výrazný rozdíl v parametru kosterní robustnosti, který je nedílnou součástí výpočtu mezomorfie. Hodnoty kosterní robustnosti na horní i dolní polovině těla (tzv. Frame indexů), byly významně vyšší u útočníků. Z toho vyplývá, že útočníci s vyšší kosterní robustností, a přitom stejnou hodnotou mezomorfie, museli mít méně svalové hmoty (obvod paže v kontrakci a maximální obvod lýtky – vždy ponížené o příslušné kožní řasy) v porovnání s obránci. Předchozí výzkumy (např. Grasgruber a Cacek, 2008; Zmelyová, 2011) se shodují s výsledky naší práce v tom, že obránci mají více svalové hmoty. Na druhou stranu v rozporu s tímto výzkumem je naše zjištění, že námi hodnocení obránci nebyli ve srovnání s útočníky významně těžší. Otázkou také zůstává, z jakého důvodu jsou útočníci kosterně robustnější.

K určitému vysvětlení by mohl sloužit aktuální model navržený profesorem Frostem nazvaný Mechanostat, který osvětluje adaptační mechanismy kosterního aparátu (Frost, 1987). V něm Frost uvádí, že mikrostruktura (hutnost) a plocha kostí je výrazně budována a ovlivňována pohybovou aktivitou. V rámci této teorie jsou hlavními faktory modelujícími kost, počet svalových kontrakcí a počet impaktů, které daná kost absolvuje. Teorii Mechanostat podporují i současná zjištění, která uvádějí významnou nepřímo úměrnou souvislost mezi objemem a intenzitou pohybové aktivity a kosterní robustností (Rietsch, Eccard & Scheffler, 2013).

Pro možné vysvětlení odlišné kosterní robustnosti mezi obránci a útočníky v našem souboru, jsme proto vycházely z předpokládaného vztahu pohybové aktivity a kosterní robustnosti. V hokejovém prostředí je z dlouhodobého pohledu hra útočníků fyzicky náročnější (Stanula et al., 2016; Neeld, 2018; Lignell et al., 2018). Stanula et al. (2016) měřili několik parametrů intenzity zátěže ve dvou utkáních polského národního týmu do 20 let. Zjistili, že útočníci dosahovali vyšších hodnot v maximální i průměrné srdeční frekvenci. Tuto studii doplňuje Neeld (2018), který k podobným hodnotám srdeční frekvence přidal i vyšší průměrnou rychlost, která se ukázala rovněž u útočníků (NHL). Lignell et al. (2018) uvádí, že během hokejových utkání nejlepší ligy světa NHL, provádí útočníci o 54 % více vysoce intenzivních bruslařských sprintů za minutu než obránci. To i přesto, že obránci stráví

na ledě o 47 % více času. Všechny tyto studie ukazují pouze jeden parametr, který je vyšší u obránců, a to celkový čas strávený na ledě v utkání, avšak v jiném, méně intenzivním režimu zatížení.

Mimo intenzity bruslení, která by mohla být spojena s mírou lokomoční pohybové aktivity, jsou mezi obránci a útočníky rozdíly v dalších herních činnostech, jako je například střelba nebo vhazování, což by mohlo souviset s vyšší četností impaktů, které kostra hráče absolvuje. Ze statistik právě probíhající hokejové sezóny NHL (2019 – 2020) jsme zjistili, že útočníci střílí častěji než obránci. Z hráčů ($n = 50$), kteří mají nejvíce střeleckých pokusů na branku v letošní sezóně, je procentuální zastoupení útočníků 86 %. Z dlouhodobějšího hlediska (2015 – 2019) je procentuální zastoupení útočníků 90 % (NHL, 2020). Co se týče vhazování, provádí ho výhradně útočníci a například Allen (2002; in Liitola, 2012) vypočítal, že průměrně se tato herní činnost objeví v jednom NHL utkání 67x. Myslíme si proto, že i parametr četnější střelby může ovlivňovat vyšší kosterní robustnost u útočníků. Hlavním důvodem je to, že kosterní robustnost je hodnocena na epikondylu pažní kosti, která je střelbou bezprostředně ovlivňována (Magee, 2009; Michaud-Paquette et al., 2011).

Hodnocení výsledků off-ice testů z pohledu herních postů

Obránci dosahovali lepších výkonů ve všech off-ice testech s výjimkou pětiskoku. Jedním z možných vysvětlení je, že v jednorázových explosivních výkonech (vertikální skoky a broad jump) mohou obránci využít větší množství svalové hmoty pro jeden konkrétní výkon. Právě větší množství svalové hmoty v komponentě mezomorfie bylo v této studii nalezeno u obránců. Na druhou stranu, v testu pětiskoku se výsledky mezi útočníky a obránci významně nelišily. Navíc, korelace mezi výsledky v pětiskoku a vertikálními výskoky i skokem dalekým z místa ($r = 0,31$ až $0,45$), nepovažujeme z pohledu klinické významnosti příliš průkazné. Vzhledem k charakteru testu si proto myslíme, že pětiskok hodnotí jiný sub-koncept explosivity dolních končetin. Kromě toho, jsme si v naší studii také všimli, že hráči velmi obtížně dodržovali pravidla pětiskoku. Odrazy, které mají směřovat přes pravo-levostrannou osu, byly mnohdy mířeny spíše ve frontální rovině a skoky se tak spíše podobaly atletickým odpichům. Proto se také domníváme, že oproti ostatním testům explosivity dolních končetin, měl pětiskok významně nižší objektivitu.

V testu off-ice Illinois Agility s míčkem byli útočníci, i když ne významně, opět horší. Dle našich předpokladů by útočníci měli být v tomto testu lepší (šikovnější), protože se v utkání častěji dostávají do situací, kdy musí v útočném pásmu na malém prostoru provádět více změn směru s kotoučem, zatímco obránci ve většině případů odebírají kotouč

pomocí fyzické hry a rozehrávají kotouč útočníkům. Toto zjištění považujeme za důležité zejména proto, že v off-ice Illinois Agility s míčkem byli útočníci horší, ovšem v on-ice Illinois Agility testech již dosahovali, ve srovnání s obránci, lepších výsledků. Pro širší a hlavně relevantní srovnání i vysvětlení však chybí podobné studie. Zjistili jsme, že v odborné literatuře je obdobné testování výrazně opomíjeno. Z rešerše off-ice a on-ice testů jsme sice našli některé studie (MacCormack, 1975; Schwesig et al., 2017) a publikace (Hockey Canada, 1999), ve kterých byl obsažen nebo doporučen on-ice test s kotoučem, ale žádná z dohledaných studií se nezabývala důkladnějším rozbořením výsledků, například z pohledu herních postů nebo vztahů mezi dalšími testy a somatickými parametry. Proto předkládáme jedno z možných vysvětlení, pro které však nemáme žádné objektivní výsledky, že lokomoční pohyb bruslení je ve srovnání s během (off-ice Illinois Agility s míčkem) pro člověka velmi nepřirozený (Bracko, 2004). Obránci, kteří dosáhli v testech explosivity lepších výsledků, mohli v podmínkách off-ice testu lepší explosivitu využít. Naproti tomu, v technicky daleko náročnějším bruslení, mohli obránci v podmínkách koordinačně náročných pohybů (testy on-ice Illinois Agility) tuto výhodu ztratit.

Hodnocení vztahů on-ice testů se somatickými parametry a vybranými off-ice testy

Z výsledků naší práce dále vyplývá, že mezi jednotlivými komponentami somatotypu a výkonem v testech on-ice Illinois Agility bez kotouče i s kotoučem není významný vztah. Nicméně při bližší analýze jednotlivých parametrů, ze kterých jsou komponenty somatotypu počítány, bylo zjištěno, že kosterní robustnost na dolních končetinách (FrameD) významně souvisí s výkony v obou on-ice testech. Tato korelace byla pozitivní, jednalo se tedy o přímou úměru. To znamená, že čím větší byla skeletální robustnost, tím pomalejší byl čas v on-ice Illinois Agility s kotoučem. Již v předchozí části diskuse jsme předložili výsledky skeletální robustnosti, která byla významně vyšší u útočníků. Jenže, jak v on-ice Illinois Agility s kotoučem i bez kotouče byli vždy útočníci rychlejší, což by se dalo vzhledem k jejich roli usuzovat a co je také v rozporu se zjištěnou pozitivní korelací. I když byli útočníci rychlejší v obou on-ice testech, ani v jednom případě se nejednalo o klinicky průkazně odlišný výsledek. Tím také zamítáme naši H4. Při rešerši předchozích výzkumů jsme zjistili, že rychlost bruslení významně souvisí s explosivitou, která je ovlivňována množstvím svalové hmoty (např. Farlinger, Krusselbrink & Fowles, 2007; Krause et al., 2012; Haukali & Tjelta, 2015). V naší studii dosáhli lepších výkonů v explosivitě obránci, kteří měli také více svalové hmoty. Nicméně domníváme se, že vztah rychlosti bruslení, množství svalové hmoty

a výkony v explosivitě jsou významné pouze v případě, kdy se jedná o rychlost bruslení v přímém směru, kterou zjišťovaly výše uvedené výzkumy.

V našem případě jsme proto provedli dodatečnou analýzu dat. Výsledky v on-ice Illinois Agility s kotoučem jsme seřadili od nejlepšího po nejhorší výkon. Soubor jsme rozdělili na poloviny a sledovali jsme, zda se tyto dva sub-soubory budou lišit v míře kosterní robustnosti i v hodnotách ostatních parametrů. Zjistili jsme, že hráči s lepšími výsledky v on-ice Illinois Agility s kotoučem byli v průměru o 2 cm nižší, cca o 1 kg těžší s nižší úrovní endomorfie, vyšší úrovní mezomorfie, nižší úrovní ektomorfie a nižší skeletální robustností. Z toho vyplývá, že tito jedinci měli více svalové hmoty a níže postavené těžiště při nižší kosterní robustnosti. Z hlediska off-ice testů byli hráči z první poloviny významně rychlejší v off-ice Illinois Agility s míčkem, ve skoku dalekém (cca o 4 cm), v pětiskoku a také významně lepší ve vertikálních skocích (Squat jump, Countermovement jump, Free Arm Countermovement jump). Když jsme se podívali na zastoupení herních postů v obou skupinách, zjistili jsme rovnocenné zastoupení útočníků a obránců. Tento výsledek opět pouze podporuje klinickou neprůkaznost rozdílů ve výkonech v on-ice testech v závislosti na herním postu. Hlavní rozdíl se tedy ukázal v somatických parametrech, zejména v množství aktivní svalové hmotě.

Při hodnocení míry vztahů mezi off-ice a on-ice testy jsme zjistili, že výkon v on-ice Illinois Agility s kotoučem významně souvisí s výsledkem v Sit and Reach testu, hodnotící flexibilitu a s výkonem v off-ice Illinois Agility s míčkem. Významnost vztahu off-ice Illinois Agility s míčkem je zřejmé, díky podobnému motorickému vzorci obou testů. Flexibilita zadní strany stehen a dolní části zad je pak důležitá pro lepší výkony v koordinačně náročných cvičeních a také při bruslení, což uvádí Bracko (2004). Z jeho studie testování ledních hokejistů vyplývá, že rychlejší bruslaři využívají širší postavení dolních končetin, větší flexi v kolenním kloubu a větší náklon vpřed. V této pozici dokáží provádět i širší (mohutnější) odrazy, kdy v konečné fázi odrazu dosahují odrazovou nohou až o 10 cm dále (šířeji).

Hodnocení vybraných regresních modelů

Na základě přechozích výsledků, jsme mohli s určitou představou definovat regresní modely, kde závislými proměnnými byly testy on-ice Illinois Agility s kotoučem a on-ice Illinois Agility bez kotouče. Ani v jednom regresním modelu se neukázaly jako významné prediktory somatické parametry – komponenty somatotypu (tučnost, svalový rozvoj, proporcionalita). Z tohoto důvodu zamítáme hypotézu H3, kdy jsme předpokládali významný vztah komponent endomorfie a mezomorfie s výkony v on-ice testech. Toto zjištění je

v určitém kontrastu s výsledky ze světového písennictví. (např. Green et al., 2006; Potteiger et al., 2010; Chiarlitti et al., 2017). Tito autoři například uvádí, že množství tělesného tuku představuje brzdivý faktor pro rychlost bruslení.

V regresním modelu s predikantem on-ice Illinois Agility bez kotouče se jako významný prediktor ukázal off-ice Illinois Agility s míčkem, který vysvětlil 33 % výkonu. V regresním modelu s predikantem on-ice Illinois Agility s kotoučem byly významnými prediktory FrameD a off-ice Illinois Agility s míčkem, které vysvětlily 42 % výkonu. Vyšší důležitost v tomto modelu měl test off-ice Illinois Agility s míčkem, čímž jsme potvrdili hypotézu H2, kdy jsme předpokládali významný vztah mezi on-ice testy a off-ice Illinois Agility s míčkem. Zároveň zamítáme hypotézu H1, protože ani v jednom případě se neukázaly vertikální a horizontální skoky, jako významnými prediktory ve výkonech v on-ice testech.

Ve světovém písennictví jsou sice off-ice testy představovány jako prediktory pro výkon na ledě, ale detailněji byly zkoumány pouze prediktory přímých sprintů (např. Behm et al., 2005; Krause et al., 2012; Janot, Beltz & Dalleck, 2015). Jakmile se do rychlostního výkonu promítá složka agility, tak se vztah snižuje. K tomu například dospěli Haukali a Tjelta (2015), kteří našli mezi některými off-ice testy významné vztahy s přímým bruslením, ale s on-ice agility testy byly tyto vztahy nižší.

Z prezentovaných výsledků vyplývá, že u on-ice testů, ve kterých je obsažena složka agility a práce s náčiním, jsou vztahy a vlivy off-ice testů výrazně odlišné, ve srovnání s mírou vztahů zjištěných mezi přímými on-ice sprinty a explosivitou dolních končetin (např. Farlinger, Kruisselbrink & Fowles, 2007; Krause et al., 2012; Haukali & Tjelta, 2015).

Výsledky naznačují, že do výkonu v koordinačně náročných činnostech, za který považujeme on-ice Illinois Agility s kotoučem, vstupují jako významné prediktory kosterní robustnost a také parametr výkonu v off-ice Illinois Agility s míčkem. Dále s výkonem v on-ice testech pravděpodobně souvisí také parametr flexibility i množství svalové hmoty. V tomto ohledu vidíme jako důležité se na tyto složky a jejich rozvoj zaměřit v tréninkovém procesu. Dle našeho názoru by měl být rozvoj svalové hmoty důsledně monitorován a zároveň by měl být sledován i parametr kosterní robustnosti. Co se týče kosterní robustnosti, mělo by být detailněji zjišťováno, co může tento parametr ovlivnit v hokejovém prostředí. V oblasti agility je důležité na těchto dovednostech pracovat jak mimo led, tak na ledě. V diplomové práci Nováka (2018) bylo zjištěno, že dvouměsíční intervenční program (1. měsíc agility mimo led; 2. měsíc agility na ledě), vedl k výraznějšímu zlepšení v hodnocených dovednostech na ledě ve srovnání s hráči, jejichž intervenční program začínal na ledě a končil

agility intervencí mimo led. Z jeho práce můžeme říci, že při získání určitého základu agility v trénincích mimo led, dochází k lepšímu transferu těchto dovedností do výkonu na ledě. Nicméně, bylo zajímavé, že u skupiny hráčů začínajících programem na ledě, došlo k výraznějšímu zlepšení v agility testu s kotoučem (jediný test s kotoučem). Z toho vyplývá, že u on-ice testů s kotoučem se jeví reálné prostředí, jako účinnější pro trénink agility s hracím předmětem. Pro rozvoj jednotlivých aspektů považujeme důležité absolvovat činnosti co nejbližší reálnému prostředí. Jinými slovy, domníváme se, že výsledky akceleračních a přímých bruslařských sprintů nemají vypovídající hodnotu pro komplexní dovednost hráče ledního hokeje. Tento sport je charakteristický častými změnami směru pohybu, jak uvedly i další předchozí výzkumy (např. Boucher et al., 2017; Triplett et al., 2018; Vigh-Larsen et al., 2019 a další).

Z prezentovaných výsledků se jako významný parametr pro on-ice výkon ukázala míra flexibility. Výše zmíněný Bracko (2004) ji označil jako související s délkou a silou odrazu při bruslení. V tréninkovém procesu bychom se měli zaměřit na mobilizaci ramenních a kyčelních kloubů, jelikož rozsah pohybu je žádoucí pro výkon v ledním hokeji (Dawes, 2019). Vycházíme-li z provedené rešerše, vidíme důležitost nejen v mobilizaci a rozcvičení před výkonem, ale také v protahování (strečinku) po výkonu, doplněné i o cvičení s foam rollery (Jebavý, Hojka a Kaplan, 2014). Dle vlastní zkušenosti se však rozvoj flexibility v klubech zanedbává.

7 ZÁVĚR

Jako jediný prediktor k výkonu v obou on-ice testech se ukázal, díky pohybové podobnosti, off-ice Illinois Agility s míčkem. Na druhou stranu je z výsledků zřejmé, že parametry explosivity dolních končetin mají své informační limity pro výkony v agility on-ice testech, navíc v provedení s kotoučem. Ze somatických parametrů, po zohlednění kosterní robustnosti, se ukázal jako významný parametr množství svalové hmoty, který souvisel s výkonem v obou on-ice Illinois Agility testech. Z uvedených výsledků vyplývá, že somatické parametry aktivní svalové hmoty a kosterní robustnosti by měly být vnímány jako důležité v dlouhodobém monitoringu hráče. Stejně tak, by hráči mimo tréninky měli absolvovat volnou hru na suchu, která výrazně přispívá k osvojování specifických hokejových dovedností. Pro následný výzkum bychom doporučili sledovat vliv intervenčních programů, zahrnujících spontánní hru s míčkem na suchu, na výkony v on-ice testech v porovnání s klasickým tréninkem, který se odehrává převážně na ledě.

Referenční seznam

1. ALECSANDRI, V. Comparative study regarding the development level of reaction and movement speed in 10-12-year-old children. *Scientific Journal of Education, Sports and Health*, 2016, 169-175.
2. ALEXANDER, J. F.; HADDOW, J. B.; SCHULTZ, G. A. Comparison of the ice hockey wrist and slap shots for speed and accuracy. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 1963, 34.3: 259-266.
3. ALGINA, J. Aspin–Welch Test. *Encyclopedia of biostatistics*, 2005, 1.
4. ALLEN, K. Reputations made, games won, lost in the faceoff circle. *USA Today*, 2002, 19: 2002.
5. ALLISSE, M., et al. Morphological, physiological and skating performance profiles of male age-group elite ice hockey players. *Journal of human kinetics*, 2017, 58.1: 87-97.
6. ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R. Aerobic fitness: what are we measuring?. In: *Pediatric Fitness*. Karger Publishers, 2007. p. 5-25.
7. AZIZ, A. R.; CHIA, M.; TEH, K. C. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 2000, 40.3: 195.
8. BAECHLE, T. R.; EARLE R., W. (eds.). *Essentials of strength training and conditioning*. 3rd ed. Champaign, Ill.: Human Kinetics, c2008. ISBN 978-0-73605803-2.
9. BAKER, J.; LOGAN, A. J. Developmental contexts and sporting success: birth date and birthplace effects in national hockey league draftees 2000–2005. *British journal of sports medicine*, 2007, 41.8: 515-517.
10. BAKER, J.; SCHORER, J.; COBLEY, S. Relative age effects. *Sportwissenschaft*, 2010, 40.1: 26-30.
11. BAXTER-JONES, A.; EISENMANN, J.; SHERAR, L. Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science*, 2005, 17.1: 18-30.
12. BEHM, D. G., et al. Relationship between hockey skating speed and selected performance measures. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2005, 19.2: 326-331.
13. BLAHUŠ, P. *K systémovému pojetí statistických metod v metodologii empirického výzkumu chování: (vybrané kapitoly pro doktorandy)*. Praha: Karolinum, 1996. ISBN 80-7184-100-5.

14. BOLAND, M.; DELUDE, K.; MIELE, E. M. Relationship Between Physiological Off-Ice Testing, On-Ice Skating, and Game Performance in Division I Female Ice Hockey Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2019, 33.6: 1619-1628.
15. BOND, C. W.; BENNETT, T. W.; NOONAN, B. C. Evaluation of skating top speed, acceleration, and multiple repeated sprint speed ice hockey performance tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2018, 32.8: 2273-2283.
16. BONTHUIS, M., et al. Use of national and international growth charts for studying height in European children: development of up-to-date European height-for-age charts. *PloS one*, 2012, 7.8.
17. BOUCHER, V. G., et al. Comparison Between Power Off-Ice Test and Performance on-Ice Anaerobic Testing. *Journal of strength and conditioning research*, 2017.
18. BRACKO, M. R.; FELLINGHAM, G. W. Prediction of ice skating performance with off-ice testing in youth hockey players 981. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1997, 29.5: 172.
19. BRACKO, M. R.; GEORGE, J. D. Prediction of ice skating performance with office testing in women's ice hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2001, 15.1: 116-122.
20. BRACKO, M. R. Biomechanics powers ice hockey performance. *Biomechanics*, 2004, 2004: 47-53.
21. BREWER, C. *Athletic movement skills: training for sports performance*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2017. ISBN 978-1-4504-2412-7.
22. BROCHERIE, F., et al. Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2005, 37.3: 455-460.
23. BRUNER, M. W., et al. Examination of birthplace and birthdate in world junior ice hockey players. *Journal of sports sciences*, 2011, 29.12: 1337-1344.
24. BUCHHEIT, M., et al. Reliability, usefulness, and validity of the 30–15 intermittent ice test in young elite ice hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, 25.5: 1457-1464.
25. BUKAČ, L. a J. DOVALIL. *Lední hokej - trénink herní dokonalosti*. Praha: Olympia, 1990, 245s.

26. BURR, J. F., et al. Evaluation of jump protocols to assess leg power and predict hockey playing potential. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2007, 21.4: 1139-1145.
27. BURR, J. F., et al. Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2008, 22(5): 1535-1543.
28. BUTLER, R. J., et al. Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. *Sports health*, 2013, 5.5: 417-422.
29. CACCIARI, E., et al. Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (2 to 20 yr). *Journal of endocrinological investigation*, 2006, 29.7: 581-593.
30. CACEK, J., et al. *Trénink vytrvalosti v atletice 1*. Praha: Česká atletika, 2007. ISSN 0323-1364.
31. CAMERON, N.; BOGIN, B. *Human growth and development*. Second edition. London, UK: Elsevier/AP, 2012. ISBN 978-0-12383882-7.
32. CAPRANICA, L.; MILLARD-STAFFORD, M. L. Youth sport specialization: how to manage competition and training?. *International journal of sports physiology and performance*, 2011, 6.4: 572-579.
33. CAREY, D. G., et al. Do hockey players need aerobic fitness? Relation between VO_2 max and fatigue during high-intensity intermittent ice skating. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2007, 21.3: 963.
34. CARTER, J. E. L. *The Heath-Carter anthropometric somatotype*. San Diego State University, San Diego CA, 1975.
35. CARTER, J. E. L. *The Heath-Carter anthropometric somatotype, -instruction manual-*. San Diego State University, San Diego CA, 2002.
36. CARTER, J. E. L.; HEATH, B. H. *Somatotyping - Development and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. ISBN 0-52135117-0.
37. CARTER, J. E. L.; PAŘÍZKOVÁ, J. Changes in somatotypes of European males between 17 and 24 years. *American Journal of Physical Anthropology*, 1978. 48, 251-4.
38. CISSIK, J. M.; BARNES, M. *Sport speed and agility*. Monterey, Calif.: Coaches Choice, c2004. ISBN 1-58518-875-1.
39. CLARK, J. E.; WHITALL, J. What is motor development? The lessons of history. *Quest*, 1989, 41.3: 183-202.

40. COHEN, J. The effect size. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 1988, 77-83.
41. COOK, G. *Athletic body in balance*. Champaign, IL: Human Kinetics, c2003. ISBN 0736042288.
42. COOKE, S. R.; PETERSEN, S. R.; QUINNEY, H. A. The influence of maximal aerobic power on recovery of skeletal muscle following anaerobic exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 1997, 75.6: 512-519.
43. COX, M. H., et al. Applied physiology of ice hockey. *Sports medicine*, 1995, 19.3: 184-201.
44. CUMMING, S. P., et al. Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 2017, 39.2: 34-47.
45. CUMMING, S. P., et al. Biological maturation, relative age and self-regulation in male professional academy soccer players: A test of the underdog hypothesis. *Psychology of Sport and Exercise*, 2018, 39: 147-153.
46. CZUBA, M., et al. Lactate threshold (D-max method) and maximal lactate steady state in cyclists. *Journal of human kinetics*, 2009, 21: 49-56.
47. DAWES, J. (ed.). *Developing agility and quickness*. Human Kinetics Publishers, 2019.
48. DELISLE-HOUDE, P., et al. Relationship between physiologic tests, body composition changes, and on-ice playing time in Canadian collegiate hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2018, 32.5: 1297-1302.
49. DELORME, N.; RASPAUD, M. The relative age effect in young French basketball players: a study on the whole population. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2009, 19.2: 235-242.
50. DELORME, N.; BOICHÉ, J.; RASPAUD, M. Relative age effect in elite sports: Methodological bias or real discrimination?. *European Journal of Sport Science*, 2010, 10.2: 91-96.
51. DOVALIL, J. a M. CHOUTKA. *Výkon a trénink ve sportu*. 4. vyd. Praha: Olympia, 2012. ISBN 978-80-7376-326-8.
52. DUFOUR, M. *Pohybové schopnosti v tréninku: rychlost*. Přeložil J. DOVALIL, přeložil P. BASAŘOVÁ, přeložil A. KAPLAN, přeložil A. MOTTLOVÁ, přeložil M. ŠILHAVÝ. Praha: Mladá fronta, 2015. Edice Českého olympijského výboru. ISBN 978-80-204-3461-6.

53. DUROCHER, J. J., et al. Comparison of on-ice and off-ice graded exercise testing in collegiate hockey players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2010, 35.1: 35-39.
54. EBBEN, W. P.; CARROLL, R. M.; SIMENZ, CH. J. Strength and conditioning practices of National Hockey League strength and conditioning coaches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2004, 18.4: 889-897.
55. FARLINGER, CH.; FOWLES, J. The effect of sequence of skating-specific training on skating performance. *International journal of sports physiology and performance*, 2008, 3.2: 185-198.
56. FARLINGER, CH. M.; KRUISSELBRINK, L. D.; FOWLES, J. R. Relationships to skating performance in competitive hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2007, 21.3: 915.
57. FIGUEIREDO, A. J., et al. Relative age effect: Characteristics of youth soccer players by birth quarter and subsequent playing status. *Journal of sports sciences*, 2019, 37.6: 677-684.
58. FOULIS, S. A., et al. *Development of a physical employment testing battery for armor soldiers: 19D cavalry scout and 19K MI armor crewman*. US Army Research Institute of Environmental Medicine Natick United States, 2015.
59. FRISANCHO, A. R. *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status*. University of Michigan press, 1990.
60. FROST, H. M. Bone “mass” and the “mechanostat”: a proposal. *The anatomical record*, 1987, 219.1: 1-9.
61. FUKUDA, D. H., et al. The determination of critical rest interval from the intermittent critical velocity test in club-level collegiate hockey and rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, 25.4: 889-895.
62. GAITANOS, G. C., et al. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of applied physiology*, 1993, 75.2: 712-719.
63. GEITHNER, CH A.; LEE, A. M.; BRACKO, M. R. Physical and performance differences among forwards, defensemen, and goalies in elite women's ice hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2006, 20.3: 500.
64. GETCHELL, B. *Physical fitness: A way of life*. 1979.
65. GILENSTAM, K. M.; THORSEN, K.; HENRIKSSON-LARSÉN, K. B. Physiological correlates of skating performance in women's and men's ice hockey. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, 25.8: 2133-2142.

66. GOODWAY, J. D.; ROBINSON, L. E. Developmental trajectories in early sport specialization: a case for early sampling from a physical growth and motor development perspective. *Kinesiology review*, 2015, 4.3: 267-278.
67. GRASGRUBER, P. a J. CACEK. *Sportovní geny*. Brno: Computer Press, a.s., 2008.
68. GREEN, M. R., et al. Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2006, 20.1: 43.
69. GREEN, S. A definition and systems view of anaerobic capacity. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 1994, 69.2: 168-173.
70. GÜLLICH, A.; EMRICH, E. Evaluation of the support of young athletes in the elite sports system. *European Journal for Sport and Society*, 2006, 3.2: 85-108.
71. HAUKALI, E.; TJELTA, L. I. Correlation between “off-ice” variables and skating performance among young male ice hockey players. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 2015, 27.1: 26-32.
72. HELLER, J. a Z. PAVLIŠ. Využití anaerobní diagnostiky v ledním hokeji. *Trenérské listy (Příloha magazínu Hokej)* 1998, č.16, s. 1-31.
73. HELLER, J. a P. VODIČKA. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3861-4.
74. HENDL, J. *Kvalitativní výzkum : základní teorie, metody a aplikace*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2008. 407 s. ISBN 978-80-7367-485-4.
75. HENRIKSSON, T., et al. Laboratory-and field-based testing as predictors of skating performance in competitive-level female ice hockey. *Open access journal of sports medicine*, 2016, 7: 81.
76. HERMANUSSEN, M., et al. Periodical changes of short term growth velocity (‘mini growth spurts’) in human growth. *Annals of human biology*, 1988, 15.2: 103-109.
77. HERMANUSSEN, M. (ed.). *Auxology: Studying Human Growth and Development: with 89 Tables*. Schweizerbart Science Publ., 2013.
78. HOCH, M. C., et al. Y-Balance Test Performance After a Competitive Field Hockey Season: A Pretest-Posttest Study. *Journal of sport rehabilitation*, 2017, 26.5.
79. HOLIENKA M., et al. Motor performance of young soccer players based on their biological age. *Journal of Physical Education and Sport*, 2017, 17.4: 2508-2512.
80. CHIARLITTI, N., et al. The Importance of Body Composition in the National Hockey League Combine. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2017, 29: 246-253.

81. INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J. S. The Wingate anaerobic test. *John Wiley & Sons*, 1996.
82. JANOT, J. M., et al. The effects of BungeeSkate training on measures of on-ice acceleration and speed. *International journal of sports physiology and performance*, 2013, 8.4: 419-427.
83. JANOT, J. M.; BELTZ, N. M.; DALLECK, L. D. Multiple off-ice performance variables predict on-ice skating performance in male and female division III ice hockey players. *Journal of sports science & medicine*, 2015, 14.3: 522.
84. JARQUE, C. M.; BERA, A. K. A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, 1987, 163-172.
85. JEBAVÝ, R., HOJKA, V. a A. KAPLAN. *Kondiční trénink ve sportovních hrách na příkladu fotbalu, ledního hokeje a basketbalu*. 1.vyd. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-247-4072-0.
86. JEBAVÝ, R., HOJKA, V. a A. KAPLAN. *Rozcvičení ve sportu*. Praha: Grada, 2014. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-4525-1.
87. JOHN, T. *Somatické charakteristiky mladých hráčů ledního hokeje ve věku 7-18 let*. Olomouc, 2018. Diplomová práce na UP FTK v Olomouci. Vedoucí diplomové práce PhDr. Dr. Martin Sigmund, Ph.D.
88. JOHNSON, A.; FAROOQ, A.; WHITELEY, R. Skeletal maturation status is more strongly associated with academy selection than birth quarter. *Science and Medicine in Football*, 2017, 1.2: 157-163.
89. KEMPER, H.; VERSCHUUR, R. Maximal aerobic power in 13-and 14-year-old teenagers in relation to biologic age. *International journal of sports medicine*, 1981, 2.02: 97-100.
90. KNIFFIN, K. M.; HOWLEY, T.; BARDREAU, C. Putting muscle into sports analytics: Strength, conditioning, and ice hockey performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2017, 31.12: 3253-3259.
91. KOLÁŘ, P. a R. ČERVENKOVÁ. *Labyrint pohybu*. Praha: Vyšehrad, 2018. Rozhovory (Vyšehrad). ISBN 978-80-7429-975-9.
92. KRAUSE, D. A., et al. Relationship of off-ice and on-ice performance measures in high school male hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2012, 26.5: 1423-1430.

93. KUDRNA, Z. *Somatické charakteristiky vrcholových sportovců s odlišnou specializací*. Olomouc, 2003. Diplomová práce na UP FTK v Olomouci. Vedoucí diplomové práce Mgr. Iva Dostálová.
94. KUTÁČ P. a M. SIGMUND. A comparison of somatic variables of elite ice hockey players from the Czech ELH and Russian KHL. *Journal of human kinetics*, 2015, 45.1: 187-195.
95. LARIVIÈRE, G.; LAVALLÉE, H.; SHEPHARD, R. J. A simple skating test for ice hockey players. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 1976, 1: 223-228.
96. LARGO, R. H. Catch-up growth during adolescence. *Hormone Research in Paediatrics*, 1993, 39.Suppl. 3: 41-48.
97. LAVOIE, F., et al. Temporal plasticity of the relative age effect in ice hockey: The case of elite minor players in Québec. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 2015, 27.1.
98. LEFEVRE, J., et al. Motor performance during adolescence and age thirty as related to age at peak height velocity. *Annals of Human Biology*, 1990, 17.5: 423-435.
99. LEGER, L. A.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO_2 max. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 1982, 49.1: 1-12.
100. LIGNELL, E., et al. Analysis of high-intensity skating in top-class ice hockey match-play in relation to training status and muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2018, 32.5: 1303-1310.
101. LIITOLA, T. *Face-off analysis in men's ice-hockey world championships 2007*. 2012.
102. LLOYD, R. S., et al. Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2014, 28.5: 1454-1464.
103. MACCORMACK, A. G. The relationship of selected ice hockey skills to success in ice hockey. *Ithaca College Theses*, 1975.
104. MACLEAN, E. Full Year Periodized Sport Specific Conditioning Program for the Canadian Junior Hockey Player. *A theoretical review of the physiological demands of ice-hockey*, 2008, 1-16.
105. MAGEE, P. M. *Whole-body predictors of wrist shot accuracy in ice hockey: A kinematic analysis by way of motion capture*. 2009. PhD Thesis. McGill University.

106. MALINA, R. M.; BOUCHARD C.; BAR-OR, O. *Growth, maturation, and physical activity*. 2nd ed. Champaign, Ill: Human Kinetics, 2004. ISBN 0880118822.
107. MALINA, R. M., et al. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *Br J Sports Med*, 2015, 49.13: 852-859.
108. MALINA, R. M., et al. Bio-banding in youth sports: Background, concept, and application. *Sports Medicine*, 2019, 1-15.
109. MASCARO, T.; SEAVER, B. L.; SWANSON, L. Prediction of skating speed with off-ice testing in professional hockey players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 1992, 15.2: 92-98.
110. MASSEY JR, F. J. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American statistical Association*, 1951, 46.253: 68-78.
111. MCMAHON, S.; WENGER, H. A. The relationship between aerobic fitness and both power output and subsequent recovery during maximal intermittent exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1998, 1.4: 219-227.
112. MĚKOTA, K. a P. BLAHUŠ. *Motorické testy v tělesné výchově: příručka pro posl. stud. oboru tělesná výchova a sport*. Ilustroval Hana POSPÍŠKOVÁ. Praha: SPN, 1983. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství).
113. MĚKOTA, K., KOVÁŘ, R. a J. ŠTĚPNIČKA. *Antropomotorika II*. 1. vyd. Praha: SPN, 1988.
114. MICHAUD-PAQUETTE, Y., et al. Whole-body predictors of wrist shot accuracy in ice hockey: a kinematic analysis. *Sports biomechanics*, 2011, 10.01: 12-21.
115. MONTELPARE, W. J.; SCOTT, D.; PELINO, M. Tracking the relative age effect across minor amateur and professional ice hockey leagues. In: *Safety in Ice Hockey: Third Volume*. ASTM International, 2000.
116. MONTGOMERY, D.L. Physiological profile of professional hockey players - a longitudinal comparison. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2006; 31:181–185.
117. MORROW, J.R.; MOOD, D.P.; DISCH, J.G.; KANG, M. *Measurement and Evaluation in Human Performance*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. ISBN 978-1-4504-7043-8.
118. NEELD, K. Preparing for the Demands of Professional Hockey. *Strength & Conditioning Journal*, 2018, 40.2: 1-16.

119. NIGHTINGALE, S. C.; MILLER, S.; TURNER, A. The usefulness and reliability of fitness testing protocols for ice hockey players: A literature review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013, 27.6: 1742-1748.
120. NOLAN, J. E.; HOWELL, G. Hockey success and birth date: The relative age effect revisited. *International Review for the Sociology of Sport*, 2010, 45.4: 507-512.
121. NOVÁK, D. *Rozvoj agility při tréninku na ledě a mimo led u hráčů ledního hokeje v dorostenecké kategorii*. Praha, 2018. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce PhDr. Petr Šťastný, Ph.D.
122. NYANKOVSKYY, S., et al. First Ukrainian Growth References for Height, Weight, and Body Mass Index for Children and Adolescents Aged 7 to 18 Years. *BioMed research international*, 2018, 2018.
123. ORVANOVÁ, E. Physical structure of winter sports athletes. *Journal of sports sciences*, 1987, 5.3: 197-248.
124. PAVLIŠ, Z. *Školení trenérů ledního hokeje: vybrané obecné obory*. Praha: Český svaz ledního hokeje, 2003. Věda a trénink. ISBN 80-900063-8-8.
125. PAYNE, V. G.; ISAACS, L. D. *Human motor development: a lifespan approach*. Ninth edition. Scottsdale, Arizona: Holcomb Hathaway, Publishers, [2016].
126. PETERSON, B. J., et al. Aerobic capacity is associated with improved repeated shift performance in hockey. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2015a, 29.6: 1465-1472.
127. PETERSON, B. J., et al. Division I hockey players generate more power than division III players during on-and off-ice performance tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2015b, 29.5: 1191-1196.
128. PETERSON, B. J., et al. Off-ice anaerobic power does not predict on-ice repeated shift performance in hockey. *Journal of Strength & Conditioning research*, 2016, 30.9: 2375-2381.
129. PEYER, K. L., et al. Physiological characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I ice hockey players and their relation to game performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, 25.5: 1183-1192.
130. PLISKY, P. J., et al. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 2009, 4.2: 92.

131. POTTEIGER, J. A., et al. Relationship between body composition, leg strength, anaerobic power, and on-ice skating performance in division I men's hockey athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2010, 24.7: 1755-1762.
132. POWER, A., et al. Establishing the test–retest reliability & concurrent validity for the repeat ice skating test (RIST) in adolescent male ice hockey players. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 2012, 16.1: 69-80.
133. QUINNEY, H. A., et al. A 26 year physiological description of a National Hockey League team. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 2008, 33.4: 753-760.
134. RANSELL, L. B.; MURRAY, T. A physical profile of elite female ice hockey players from the USA. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, 25.9: 2358-2363.
135. REED, V. A., et al. *Development and validation of an on-ice hockey fitness test*. 1980.
136. RIEGEROVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M. a M. ULBRICHOVÁ. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006, 262 s. ISBN 80-85783-52-5.
137. RIETSCH, K.; ECCARD, J. A.; SCHEFFLER, CH. Decreased external skeletal robustness due to reduced physical activity?. *American Journal of Human Biology*, 2013, 25.3: 404-410.
138. RICHTER, P. a E. HEBGEN. *Spouštěcí body a funkční svalové řetězce v osteopatii a manuální terapii*. Praha: Pragma, c2011. ISBN 978-80-7349-261-8.
139. RHODES, E.; MOSHER, R.; POTTS, J. Anaerobic capacity of elite pre pubertal ice hockey players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1985, **17**(2).
140. ROELANTS, M.; HAUSPIE, R.; HOPPENBROUWERS, K. References for growth and pubertal development from birth to 21 years in Flanders, Belgium. *Annals of human biology*, 2009, 36.6: 680-694.
141. ROCZNIOK, R., et al. The predictive value of on-ice special tests in relationship to various indexes of aerobic and anaerobic capacity in ice hockey players. *Human Movement*. 2012, roč. 13, č. 1, s. 28-32.
142. ROCZNIOK, R., et al. Physiological, physical and on-ice performance criteria for selection of elite ice hockey teams. *Biology of sport*, 2016a, 33.1: 43.

143. ROCZNIOK, R., et al. Physical fitness and performance of polish ice-hockey players competing at different sports levels. *Journal of human kinetics*, 2016b, 51.1: 201-208.
144. ROGOL, A. D.; CUMMING, S. P.; MALINA, R. M. Biobanding: a new paradigm for youth sports and training. *Pediatrics*, 2018, 142.5: e20180423.
145. ROSENTHAL, R.; ROSNOW, R. L. *Essentials of behavioral research: Methods and data analysis*. New York: McGraw-Hill, 1991.
146. ROWLAND, T. W. *Children's exercise physiology*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.
147. RUNNER, A. R., et al. Predictors of speed using off-ice measures of college hockey players. *Journal of strength and conditioning research*, 2016, 30.6: 1626-1632.
148. RYBÁRSKY, M. *Porovnanie zmien somatotypu u hráčov ľadového hokeja reprezentácie 1976 a reprezentačného výberu U19 v sezóne 2017-2018*. Praha, 2018. Diplomová práca na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce PhDr. Martin Musálek, Ph.D.
149. RYCHTECKÝ, A. a L. FIALOVÁ. *Didaktika školní tělesné výchovy*. 2. přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-7184-659-7.
150. SAARI, A., et al. New Finnish growth references for children and adolescents aged 0 to 20 years: length/height-for-age, weight-for-length/height, and body mass index-for-age. *Annals of medicine*, 2011, 43.3: 235-248.
151. SELIGER, V., et al. Physical performance capacity of ice-hockey players. *Acta Univ. Carol. Gymnica*, 1980, 16(2): 49-66.
152. SHARROCK, CH., et al. A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship?. *International journal of sports physical therapy*, 2011, 6.2: 63.
153. SHELDON, W. H. et al. *The varieties of human physique*. 1940.
154. SHEPPARD, J. M.; YOUNG, W. B. Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of sports sciences*, 2006, 24.9: 919-932.
155. SHERAR, L. B., et al. Do physical maturity and birth date predict talent in male youth ice hockey players?. *Journal of sports sciences*, 2007a, 25.8: 879-886.
156. SHERAR, L. B., et al. Relative age and fast tracking of elite major junior ice hockey players. *Perceptual and motor skills*, 2007b, 104.3: 702-706.

157. SCHWESIG, R., et al. Relationship between ice hockey-specific complex test and maximal strength, aerobic capacity and postural regulation in professional players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 2017, 57.11: 1415-1423.
158. SIGMUND, M. a I. DOSTÁLOVÁ. Somatotypy mladých hráčů ledního hokeje s ohledem na herní postavení. *Česká antropologie*, 2004, (54), 178–179.
159. SIGMUND, M., RIEGEROVÁ, J. a I. DOSTÁLOVÁ. Development of the basic morphological characteristics in the elite-level senior ice hockey players in the Czech Republic in the context of years 1928–2010. *Česká antropologie*, 2012, 62: 29-35.
160. SIGMUND, M., et al. Assessment of physical parameters and age of current Canadian-American National Hockey League (NHL) ice hockey players in relation to game position and player success. *Journal of Physical Education and Sport*, 2016. ISSN: 2247 - 806X.
161. SMITH, D. J., et al. Physiological profiles of the Canadian Olympic Hockey Team (1980). *Canadian journal of applied sport sciences. Journal canadien des sciences appliquees au sport*, 1982, 7(2): 142-146.
162. SMITH, C. A.; CHIMERA, N. J.; WARREN, M. Association of y balance test reach asymmetry and injury in division I athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2015, 47.1: 136-141.
163. STAMM, L. *Powerskating*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2009. ISBN 0736076204.
164. STANULA, A., et al. The role of aerobic capacity in high-intensity intermittent efforts in ice-hockey. *Biology of sport*, 2014, 31.3: 193.
165. STANULA, A., et al. Quantification of the demands during an ice-hockey game based on intensity zones determined from the incremental test outcomes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2016, 30.1: 176-183.
166. STEEVES, D.; CAMPAGNA, P. The Relationship Between Maximal Aerobic Power and Recovery in Elite Ice Hockey Players During a Simulated Game. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2019, 33.9: 2503-2512.
167. STEINGRÖVER, C., et al. Does relative age affect career length in North American professional sports?. *Sports medicine-open*, 2016, 2.1: 18.
168. ŠELINGEROVÁ, M. *Stanovenie biologického veku a jeho uplatnenie v športe*. Bratislava: Univerzita Komenského, 1992.

169. ŠIŠKA, M. a Z. KOVÁČIKOVÁ. Effect of the off-season training on the physical profile in U18 elite male ice hockey players. *Journal of Physical Education and Sport*, 2017, 17.3: 1120-1124.
170. ŠTEPNIČKA, J. Typology of sportsmen. *Acta Universitatis Carolinae, Gymnica*. 1974. 1, 67-90 (cit. Carter, Heath 1990)
171. ŠŤASTNÝ, P. a M. PETR. *Celoroční trénink síly pro hráče ledního hokeje: celoroční tréninkový plán pro mladší dorost, starší dorost a juniorskou kategorii pro nastolení trvalé silové progresy: motivace, síla, transfer*. Praha: Český svaz ledního hokeje, 2013. ISBN 978-80-260-4464-2
172. TANNER, J.M.; WHITEHOUSE, R. H.; TAKAISHI, M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. I. *Archives of disease in childhood*, 1966, 41.219: 454.
173. TINTĚRA J. Morfologické a funkční změny u mladých hokejistů. *Trenér* 17, 4-6, 1973.
174. TRIPLETT, A. N., et al. Changes in collegiate ice hockey player anthropometrics and aerobic fitness over 3 decades. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2018, 43.9: 950-955.
175. TWIST, P. *Complete conditioning for hockey*. Champaign: Human Kinetics, 2007. ISBN 0-7360-6034-0.
176. VÁGNEROVÁ, M. *Vývojová psychologie I.: dětství a dospívání*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0956-8.
177. VESCOVI, J. D.; MURRAY, T. M.; VANHEEST, J. L. Positional performance profiling of elite ice hockey players. *International journal of sports physiology and performance*, 2006, 1.2: 84-94.
178. VIGH-LARSEN, J. F., et al. Fitness Characteristics of Elite and Subelite Male Ice Hockey Players: A Cross-Sectional Study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2019, 33.9: 2352-2360.
179. VIGNEROVÁ, J., et al. 6. *Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001* Česká republika. Státní zdravotní ústav. Praha, 2006, 238.
180. WATTIE, N., et al. Injuries in Canadian youth ice hockey: the influence of relative age. *Pediatrics*, 2007a, 120.1: 142-148.
181. WATTIE, N., et al. Tracking relative age effects over time in Canadian NHL players. *International Journal of Sport Psychology*, 2007b, 38: 1-9.

182. WIKLAND, K. A., et al. Swedish population-based longitudinal reference values from birth to 18 years of age for height, weight and head circumference. *Acta paediatrica*, 2002, 91.7: 739-754.
183. WILLARDSON, J. M. *Developing the core*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2014. ISBN 978-0-7360-9549-5.
184. WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L.; KENNEY, W. L. *Physiology of sport and exercise*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008. ISBN 978-0-73605583-3.
185. YOUNG, W. B.; DAWSON, B.; HENRY, G. J. Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for training for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2015, 10.1: 159-169.
186. ZAJAC, A., et al. Effects of growth hormone therapy and physical exercise on anaerobic and aerobic power, body composition, lipoprotein profile in middle aged men. *Journal of Human Kinetics*, 2010, 25: 67-76.
187. ZMELTYOVÁ, E. *Somatická charakteristika hráčů dorostenecké a juniorské extraligy ledního hokeje s ohledem na herní role*. Olomouc, 2011. Diplomová práce na UP FTK v Olomouci. Vedoucí diplomové práce Mgr. Michal Valenta.

ONLINE ZDROJE:

1. COHEN, T. *Athlete sizes – update*. *Sportchart* [online]. 2014. [cit. 2019-10-4]. Dostupné z: <https://sportchart.wordpress.com/2014/05/30/athlete-sizes-update/>
2. ČESKÝ HOKEJ. *Motorické testy mimo led, na ledě a funkční vyšetření* [online]. Praha: Český hokej, 2019 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.ceskyhokej.cz/treneri/motoricke-testy-mimo-led-na-lede-a-funkcni-vysetreni>
3. HOCKEY CANADA. *National Skills Standards & Testing Program: Handbook* [online]. Toronto, 1999 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: https://cdn.hockeycanada.ca/hockey-canada/Hockey-Programs/Players/Skills-Testing/Downloads/nsst_handbook_e.pdf
4. IIHF. *Survey of players* [online]. 2019 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.iihf.com/en/static/5324/survey-of-players>
5. KRAUSE, J. *See How You Stack Up Against The WW2 Fitness Test* [online]. 11.10.2014 [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: https://readynutrition.com/resources/see-how-you-stack-up-against-the-ww2-fitness-test_11102014/

6. LENHARD, W.; LENHARD, A. *Calculation of Effect Sizes*. Dettelbach (Německo): Psychometrica, 2016 [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: https://www.psychometrica.de/effect_size.html.
7. MIKEMITCHELLPROSPECT. *Counter movement jump*. Youtube [online]. 18. 5. 2011 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=MshBlueDsDk>
8. NHL Draft Tracker | NHL.com . *Official Site of the National Hockey League | NHL.com* [online]. Copyright © NHL 2017. All Rights Reserved. All NHL team jerseys customized with NHL players [cit. 2019-12-20]. Dostupné z: <https://www.nhl.com/nhl-draft/tracker>
9. NHL. *2019 NHL Combine results: Top 10 at each drill* [online]. NHL, 2019 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.sportsnet.ca/hockey/nhl/2019-nhl-combine-results-top-10-drill/>
10. NHL. *Statistics: Skaters* [online]. 2020 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <http://www.nhl.com/stats/skaters>
11. PERFORM-BETTER. *Optojump Single Metre* [online]. 2020 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://performbetter.co.uk/product/optojump/>
12. RF ELITIDROTTSSTÖD BOSÖN. *Counter Movement Jump (CMJ)*. Youtube [online]. 21.3.2016 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=hXkVRKkrjdY>
13. S3AMAZON. *Build your own vertical jump tester: Standing long jump test advantages and disadvantages list,body muscle mass percentage calculator increase,gain strength workouts,top 10 exercises to do at home to lose weight yahoo - 2016 Feature* [online]. 18.1.2015 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <http://s3.amazonaws.com/utterjump/standing-long-jump-test-advantages-and-disadvantages-list.html>
14. SPORT FITNESS ADVISOR. *Two flexibility tests* [online]. 19.7.2015 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.khaleejtimes.com/two-flexibility-tests>
15. VC. *Florbalový trenér: Kondiční testy* [online]. 26.5.2013 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <http://www.florbalovytrenar.cz/kondicni-testy/>

Seznam tabulek

Tab. 1 Průměrné hodnoty jednotlivých komponent somatotypu juniorských hráčů ledního hokeje ve věku 16 – 19 let (John, 2018; s. 61), upraveno pro potřeby DP	20
Tab. 2 Somatotypy vybraných hokejistů (zdrojem jsou sekundární data z Heath & Carter (1990; s. 232), upraveno pro potřeby DP	21
Tab. 3 Antropometrické a somatické charakteristiky souboru z pohledu herních pozic	50
Tab. 4 Výkony v off-ice testech obránců a útočníků	51
Tab. 5 Výkony v on-ice testech obránců a útočníků	51
Tab. 6 Korelace mezi antropometrickými údaji a výsledky v on-ice testech	52
Tab. 7 Korelace mezi výsledky v off-ice a on-ice testech	53
Tab. 8 Regresní model, závisle proměnná on-ice Illinois Agility test bez kotouče s prediktory vybranými off-ice testy	54

Seznam obrázků

Obr. 1 Typické individuální křivky rychlosti růstu tělesné výšky a hmotnosti. Křivka reprezentuje rychlost růstu typického chlapce a dívky (Tanner, Whitehouse & Takaishi, 1966).....	15
Obr. 2 S-Cornering Agility test dle Bracko & George (2001), vlastní tvorba	37
Obr. 3 Schéma Illinois Agility testu (Foulis et al., 2015)	37
Obr. 4 Průběh testu Squat Jump (Perform-Better, 2020)	44
Obr. 5 Průběh testu Countermovement Jump (RF Elitidrottsstöd Bosön, 2016).....	44
Obr. 6 Průběh testu Free Arm Countermovement Jump (MikeMitchellProspect, 2011)	45
Obr. 7 Průběh testu Broad Jump (S3Amazon, 2015).....	45
Obr. 8 Průběh testu Pětiskok (VC, 2013).....	46
Obr. 9 Průběh testu shyby nadhmatem (Krause, 2014).....	46
Obr. 10 Průběh testu Sit and Reach (Sport Fitness Advisor, 2015).....	47
Obr. 11 Průběh off-ice/on-ice Illinois Agility testů s míčkem/bez kotouče/s kotoučem (Foulis et al., 2015).....	47

Přílohy

Příloha č. 1 – Vyjádření Etické komise UK FTVS (dokument)

Příloha č. 2 – Informovaný souhlas (dokument)

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce, zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Významnost vztahů mezi vybranými off ice testy a výkonem v on ice testech Illinois agility a 6x54m u hráčů ve věku 16 - 18 let v nejvyšší domácí soutěži.

Forma projektu: výzkumná práce

Období realizace: září 2019 – listopad 2019

Předkladatel: Bc. Tobiáš Slaviček

Hlavní řešitel: Bc. Tobiáš Slaviček

Místo výzkumu (pracoviště): Zimní stadion Kladno – led, tělocvična, zimní stadion - pracoviště anonymizováno

Spoluřešitel(é): Bc. David Chvátal

Vedoucí práce (v případě studentské práce): PhDr. Martin Musálek, Ph.D.

Název grantu: Progres Q19 Společensko-vědní aspekty zkoumání lidského pohybu II.; UNCE FTVS

Popis projektu: Předcházející výzkum v ledním hokeji poukázal u dospělých hráčů na významný vztah mezi somatickými (množství aktivní tělesné hmoty, množství tělesného tuku) parametry a výsledky funkčních testů realizovaných mimo led, tzv. off-ice testů Delisle-Houde et al., 2018. Jako důležité se jeví zejména testy zjišťující anaerobní kapacitu, explosivní sílu dolních končetin, nebo rychlou změnu směru v agility testech Potteigera et al. (2010). Tyto tzv. off-ice testy byly také dávány do souvislosti s výkonem v testech na ledu tzv. on-ice testy. Parametry explosivity dolních končetin stejně tak anaerobní kapacita se ukázaly jako důležité prediktory pro přímý sprint (Mascaro et al., 1992; Farlinger et al., 2008; Krause et al., 2012). Tyto výzkumy však byly zaměřeny zejména na analýzu vztahů off-ice testů ke kritériu výkonu v testu na ledu, ve kterém hráč/testovaný nepoužíval hůl a kotouč. Cílem tohoto projektu je proto analyzovat míru vztahu mezi vybranými ve světové literatuře respektovanými off-ice testy a výkonem v on-ice testu 6x54m.

Charakteristika účastníků výzkumu: Výzkumný soubor bude tvořit cca 40 probandů ze dvou hokejových klubů (Kladno, druhý sportovní klub anonymizován), které hrají nejvyšší dorostovou soutěž. Věk hráčů se v průběhu výzkumu bude pohybovat od 16 do 18 let. Jako proměnné budou měny somatické charakteristiky somatotypu, tělesného složení, pět vybraných off-ice testů a jeden on-ice test 6x54m. Probandi mají platnou lékařskou prohlídku. Do projektu budou zařazeni pouze zdraví probandi, tj. nemají žádné akutní problémy (na základě posouzení klubového lékaře).

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky: Jako výzkumné metody budou zvoleny následující přístupy: somatotyp Heath a Carter (1967); tělesné složení dle Durmin et al., 1985; explosivita dolních končetin dle protokolů v měřicím přístroji Optojump a) squat jump, b) countermovement jump, c) free arm countermovement jump, d) skok daleký z místa, e) více-skok; dále bude hodnocena flexibilita (testem sit and reach) a síla horní poloviny těla testem shyby nadhmatem. Pro on-ice oblast byly vybrány on-ice testy 6x54m hodnotící aspekt rychlostní vytrvalosti a Illinois agility testy bez kotouče a s kotoučem. Rizika aktivit prováděných v rámci off-ice testů i vybraných on-ice testů nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování tohoto typu. Bezpečnost bude zajištěna přítomností klubového lékaře. Dále pak zajištění vhodných podmínek pro testování – společné rozcvičení pod mým vedením, důkladná příprava u každého testu, teplé prostředí tělocvičny, on-ice budou probíhat za standardních tréninkových podmínek.

Všechny tyto metody jsou neinvazivního charakteru. Somatotyp je zjišťován prostřednictvím standardních antropometrických rozměrů (tělesná výška a hmotnost, 2 šířky epikondylů humeru a femuru, 2 obvody bicepsu a lýtko, 4 kožní řasy: biceps, subscapula, suprailiaca, lýtko). Toto měření bude provádět vyškolený hodnotitel. Ten samý hodnotitel bude provádět antropometrické měření rozměrů potřebných pro odhad tělesného složení dle Durmin et al., 1985 (tělesná výška a hmotnost, 5 kožních řas biceps, triceps, subscapula, suprailiaca, lýtko). Testování off-ice testů je realizováno vždy ve vnitřních prostorách. Proband bude absolvovat dle instrukcí examinátora jednoduché motorické testy pro explosivitu dolních končetin v různých provedeních. On-ice testy 6x54m a Illinois agility budou prováděny na ledové ploše. Pro případ zranění, bude při off-ice i on-ice testů přítomný zdravotnický dozor v podobě klubového lékaře. Lékař bude vybaven lékárníčkou pro sportovní aktivity, která odpovídá předpisům dle BOZP.

Etické aspekty výzkumu: Bude se jednat o nezletilé jedince ve věku 16 - 18 let. Výzkum zahrnuje také vulnerabilní skupinu nezletilých osob. Výzkum přinese chybějící informace do oblasti českého mládežnického ledního hokeje pro koncepční řešení a nastavení individuálního zatížení v tréninku hráčů ledního hokeje v juniorské kategorii, kde dochází ke konečnému nastavení fyzické výkonnosti. Tato individualizace zatížení bude mít zejména preventivní účinek před svalovým zraněním a přetížením často vyplývajícím z neadekvátní silové tzv. suché přípravy. Anonymizaci dat zajistíme tím, že každému testovanému jedinci přiřadíme jedinečné identifikační číslo. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Ve výzkumu při zpracování dat proto nebude uváděno jeho jméno, příjmení ani datum narození. Získaná data budou publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie ani videozáznam. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Informovaný souhlas: přiložen

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 2. 9. 2019

Podpis předkladatele:



Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 245/2018


dne: 3. 9. 2019

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Etická komise UK FTVS
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

- 20 -


.....
podpis předsedkyně EK UK FTVS

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážení rodiče,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s účastí Vašeho syna ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci *diplomové práce* s názvem **Významnost vztahů mezi vybranými off ice testy a výkonem v on ice testech Illinois agility a 6x54m u hráčů ve věku 16 - 18 let v nejvyšší domácí soutěži**, prováděné v Tipsport Aréně Holešovice a na zimním stadion Kladno.

Projekt je financován z institucionální podpory z Univerzity Karlovy – Progres Q19 Společensko-vědní aspekty zkoumání lidského pohybu II a UNCE FTVS.

Cílem tohoto projektu je analyzovat míru vztahu mezi vybranými a ve světovém písemnictví respektovanými off-ice testy a výkonem v on-ice testech Illinois agility a 6x54m u juniorské kategorie hráčů z nejvyšší domácí soutěže.

Použité metody:

- somatotyp bude hodnocen dle metody Heath – Carter (1967, 1990, 2002),
- tělesné složení dle Durnin et al., 1985
- off-ice testy: explosivita dolních končetin bude hodnocena přístrojem Optojump s videozáznamem. Hodnoceny budou tři typy vertikálních výskoků:
 - a) squat jump
 - b) countermovement jump
 - c) free arm countermovement

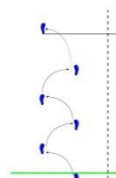


; a dva typy skoků horizontálních:

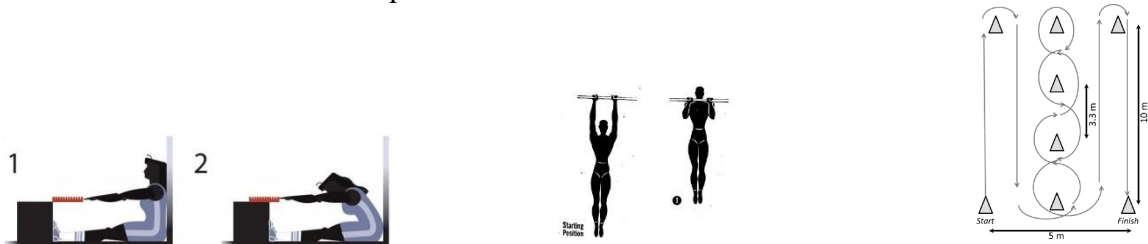
a) skok daleký z místa



b) více-skok



- flexibilita sit and reach test hodnotící flexibilitu zadní strany stehen a dolní (bederní) části zad
- síla horní poloviny těla – shyby
- Illinois agility test s kuličkou na suchu, Illinois agility test bez kotouče, Illinois agility test s kotoučem na ledové ploše a 6x54m na délku kluziště



V hodnocení somatotypu a tělesného složení budeme potřebovat zjistit tělesnou výšku a hmotnost účastníka výzkumu, obvod lýtky a paže, šířku epikondylů humeru a femuru a pět kožních řas. Testování off-ice testů probíhá vždy ve vnitřních prostorách (klubové posilovny nebo tělocvičny). On-ice Illinois agility test hodnotí míru obratnosti rychlostně koordinační složku sportovního výkonu, která je pro hokejistu naprosto zásadní. Tento test bude realizován na ledové ploše v plné výstroji. Každý z účastníků bude vždy dle manuálu seznámen s provedením jednotlivých testů. Testování bude jednorázové bez opakovaného sledování.

Realizace sběru somatických parametrů a off-ice testů bude prováděna ve dvojicích, nebo skupinkách, aby nedocházelo k vzájemným kontaktům. U měření off-ice testů a on-ice testů bude vždy přítomen, klubový lékař daného klubu, který bude v případě zranění poskytovat první pomoc.

Hodnocení všech zmíněných parametrů odhadujeme max. 30 min/osoba.

Rizika aktivit prováděných v rámci off-ice testů i vybraných on-ice testů nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování tohoto typu. Bezpečnost bude zajištěna přítomností klubového lékaře. Dále pak zajištění vhodných podmínek pro testování – společné rozvíjení pod mým vedením, důkladná průprava u každého testu, teplé prostředí tělocvičny, on – ice budou probíhat za standardních tréninkových podmínek. Do projektu budou zařazeni pouze zdraví probandi, tj. nemají žádné akutní problémy (na základě posouzení klubového lékaře).

Probandi nebudou vystaveni žádné bolesti ani jinému omezení. Při vykonávání všech testových metod bude průběh kontrolován vyškolenými hodnotiteli a bude zajištěn odborný lékařský dozor v podobě klubového lékaře daného klubu. Pro zajištění bezpečnosti bude probíhat společné rozvíjení pod vedením hodnotitelů, poučení a průprava u každého testu. Do projektu budou zařazeni pouze zdraví probandi, tj. nemají žádné akutní problémy (na základě posouzení klubového lékaře). Vaše účast v projektu nebude finančně ohodnocená.

Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v disertační práci, v odborných časopisech, v monografiích a na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Anonymizaci dat zajistíme tím, že každému testovanému jedinci přiřadíme jedinečné identifikační číslo. Ve výzkumu při zpracování dat proto nebude uváděno jméno, příjmení ani datum narození Vašeho syna. Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie ani videozáznamy.

Bude vypracována závěrečná zpráva. Se zjištěnými výsledky budou individuálně seznámeni rodiče (forma rozhovoru), budeme plošně informovat daný klub. (forma přednášky

s prezentací výsledků v anonymní podobě.) V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Tobiáš Slavíček Podpis:.....

Jméno a příjmení spoluřešitelů: Bc. David Chvátal; PhDr. Martin Musálek, Ph.D.,

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Podpis:

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

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Jméno a příjmení zákonného zástupce.....

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi Podpis: