

- KWP., WÄRMLÄNDER, SKTS. Identification of Group Affinity from Crosssectional Contours of the Human Midfacial Skeleton Using Digital Morphometrics and 3D Laser Scanning Technology. *Journal of Forensic Science*, 2011, vol. 56, no. 2, p. 333–338.
- SLICE, DE., (ed.). *Modern Morphometrics in Physical Anthropology*. New York: Kluwer Academic Publishers, 2005.
- SLICE, DE. Geometric morphometrics. *Annual Review of Anthropology*, 2007, vol. 36, p. 261–281.
- ŠEFČÁKOVÁ, A., KATINA, S. Geometric analysis of the variability in skull shape of individuals from Předmostí and comparison with modern populations from the methodological point of view. In VELEMÍNSKÁ, J., BRŮŽEK, J. *Early modern humans from Předmostí near Přerov, Czech Republic: a new reading of old documentation*. Praha: Academia, 2008, p. 87–101.
- ŠEFČÁKOVÁ, A., KATINA, S., VELEMÍNSKÁ, J., BRŮŽEK, J., VELEMÍNSKÝ, P. Geometric analysis of sexual dimorphism in upper palaeolithic skulls from Předmostí (Czech republic). *Slovenská antropológia. Bulletin Slovenskej antropológickej spoločnosti pri SAV*, 2003, vol. 6 (n. s. 1), p. 141–146.
- ŠEFČÁKOVÁ, A., KATINA, S., BRŮŽEK, J., VELEMÍNSKÁ, J., VELEMÍNSKÝ, P. Neskoromladopaleolitická lebka z Moče (južné Slovensko): porovnanie s recentnou populáciou pomocou geometrickej morfometrie. *Acta Rer. Natur. Mus. Nat. Slov.*, 2008, vol. 54, no. 75–86.
- ŠEFČÁKOVÁ, A., KATINA, S., MIZERA, I., HALOUZKA, R., BARTA, P., THURZO, M. The Late Upper Palaeolithic skull from Moča (Slovak Republic) in the Central European Context. *Acta Mus. Nat. Pragae, Ser. B, Hist. Nat.*, 2011, vol. 67, no. 1–2, p. 3–24.
- VINCE, J. *Geometry of Computer Graphics*. London: Springer, 2005.
- WAGNER, GP. The biological homology concept. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 1989, vol. 20, p. 51–69.
- WEBER, GW., BOOKSTEIN, FL. *Virtual Anthropology – A Guide to a New Interdisciplinary Field*. Wien, New York: Springer Verlag, 2011.
- ZELDITCH, ML., SWIDERSKI, DL., SHEETS, DH., FINK, WL. *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. London: Elsevier Academic Press, 2004.

ZÁKLADNÍ MORFOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY, TĚLESNÉ SLO- ŽENÍ A SEGMENTÁLNÍ ANALÝZA U VYBRANÝCH VRCHOLOVÝCH HRÁČŮ LEDNÍHO HOKEJE NEJVYŠŠÍ RUSKÉ SOUTĚŽE

**The basic morphological characteristics,
body composition and segmental analysis
in elite-level ice hockey players
of the professional russian hockey league**

Martin Sigmund¹, Iva Dostálová²

¹Science Pro, s.r.o., Olomouc, Česká republika

²Katedra aplikovaných pohybových aktivit, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci, Česká republika

Abstract

The stature and body weight represents the basic morphological characteristics that can indicate possible quality of top sportsmen considering their specialization. Concurrently with knowledge of parameters of body composition, representation of body fat and fat free mass, we get relatively good picture about current state of that sportsman. We can predict possible productivity, because somatic characteristics of sportsmen are important presumption to their performance.

The primary purpose of this study was to determine the basic somatic characteristics and to compare used anthropometric methods in specific group of elite-level ice hockey players from Kontinental Hockey League (KHL). There were totally 51 professional ice hockey players.

Regarding fundamental morphological characteristics (stature, body weight) we can conclude that observed players are significantly taller and heavier than normative data of population. These parameters manifest in higher BMI which indicates overweight. We cannot say that our sportsmen have tendency to obesity that they are overweight, the reason is higher proportion of fat free mass. Total body fat represents about 12%. FFM represents on an average 80 kg. Considering game position there were differences, defencemen were the tallest with the heaviest body weight. Hockey forwards were on average 2.5 cm shorter and 2 kg lighter than hockey defencemen. The shortest and lightest were hockey goalkeepers.

To determine the body composition we used bioimpedance method by instrument Tanita BC-418 MA and three anthropometrical methods. We can conclude that bioimpedance measurement in the specific group of professional ice hockey players seems to be appropriate and reliable method. On the contrary the antropometric measurement by Drinkwater and Ross showed to be inconvenient.

The average profil of the ice hockey player 28/184/91/27/12 (age, stature, weight, BMI, fat%) presents similar qualitative characteristics as elite-level ice hockey players playing in NHL.

Key words: stature, body weight, bioimpedance, ice hockey, men

Úvod

Tělesná výška a tělesná hmotnost představují základní morfologické ukazatele, které prvotně napoví o možných dispozicích vrcholového sportovce s ohledem na jeho specializaci. Pokud k primárním morfologickým dispozicím přidáme i zna-

lost tělesného složení, zastoupení tukové frakce a tukuprosté hmoty, dostáváme poměrně dobrý obrázek o aktuálním stavu sportovce. Z těchto ukazatelů již můžeme predikovat možnou výkonnost, neboť somatická charakteristika sportovců vytváří důležitý předpoklad k její realizaci (Montgomery, 2006; Pavlík, 1999; Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). V současném vrcholovém sportu, v tomto případě v ledním hokeji, se jeví jako nereálné prosadit se bez optimálního rozvoje všech strukturálních faktorů výkonnosti.

Současný vrcholový sport odráží prvky moderní doby. Mnoho činností v životě dnešního člověka je ovlivňováno výkonovou komponentou, a to jak v pracovním, tak zejména ve sportovním prostředí. Jedná se o kompetitivní prostředí, ve kterém může uspět pouze jedinec s optimálním rozvojem potřebných vlastností, schopností a dovedností. V našem případě se zaměřujeme na oblast somatických parametrů u současných vrcholových hráčů ledního hokeje. Vzhledem ke skutečnosti, že se velmi dynamicky rozvíjí nejvyšší hokejová soutěž na území Ruska a přilehlých států, zajímá nás úroveň morfologických parametrů hráčů působících v této soutěži.

Lední hokej patří z hlediska fyziologického k intervalovému a přerušovanému typu pohybové aktivity (Heller, Vodička, Pavliš, 2008; Montgomery, 2000). Dosažení nejvyšší výkonnostní úrovně vyžaduje výrazný rozvoj motorických schopností a dovedností a celkově vysokou úroveň rozvoje tělesné zdatnosti. S tím souvisí i předpoklad optimálního rozvoje somatických parametrů, které tvoří důležitou součást struktury sportovního výkonu hráčů ledního hokeje na nejvyšší výkonnostní úrovni (Bukač, Dovalil, 1990; Perič, 2006; Perič, Dovalil, 2010).

Systematické sledování základních tělesných parametrů u hráčů ledního hokeje lze sledovat již v počátku 20. století. Přesněji od roku 1917 se datují první antropometrické ukazatele, které byly zaznamenány. Jednalo se především o hráče Montrealu Canadiens, jejichž mužstvo patřilo mezi zakládající členy severoamerické hokejové ligy. Od dvacátých let minulého století jsou tak hráči pravidelně podrobováni systematickému šetření a jejich výsledky pečlivě vyhodnocovány (Montgomery, 2006). Lední hokej je poměrně oblíbenou a rozšířenou sportovní aktivitou, a proto i odborná veřejnost tomu věnuje náležitou pozornost. Pravidelně jsou analyzovány antropometrické charakteristiky, funkční parametry, biochemické ukazatele, jednotlivé schopnosti a dovednosti apod. (Agre et al., 1988; Burr et al., 2008; Cox et al., 1995; Montgomery, 2000, 2006; Montgomery, Dallaire, 1986; Palmer, Spriet, 2008; Zryd et al., 2009). Rovněž i v domácí odborné literatuře lze nalézt studie, které se podrobně věnují problematice biomedicínských aspektů vrcholových hráčů ledního hokeje (Bukač, Dovalil, 1990; Heller, Pavliš, 1998; Heller, Vodička, Pavliš, 2008; Pauer et al., 1982; Seliger et al., 1980).

Morfologické předpoklady tak představují důležitou proměnnou, která se významně podílí na výkonnosti jedince. Tuto skutečnost si plně uvědomují jak samotní hráči, tak především ti, kteří se podílejí na výběru hráčů pro konkrétní týmy v těch nejkvalitnějších světových ligách.

Bez pravidelného screningu a znalosti aktuální úrovně jednotlivých předpokladů sportovní výkonnosti hráčů, není možné zodpovědně kooperovat na jejich výběru a rozvoji potenciálu hráče.

Cíl

Hlavním cílem naší studie je definovat aktuální morfologické charakteristiky vrcholových hráčů ledního hokeje působících v nejvyšší ruské soutěži, rozšíření poznatků a doplnění databanky údajů profesionálních sportovců nejvyšší výkonnostní úrovně.

Metodika

Šetření se zúčastnilo celkem 51 vrcholových hráčů ledního hokeje působících v ruské nejvyšší soutěži. Výzkumný soubor představují vrcholoví hráči seniorské kategorie, kteří již dosáhli maximální výkonnosti a mají za sebou prokazatelné úspěchy v klubovém i mezinárodním měřítku. Ve výsledkové části prezentujeme základní data u 51 hráčů ledního hokeje. U 31 hráčů byla provedena antropometrická měření a současně vyšetření pomocí metody bioelektrické impedance (BIA) (tab. 1–5). V případě, že ze strany hráčů nebyly dodrženy doporučení pro aplikaci metody BIA, nebyly z důvodu objektivit a validity jednotlivé výstupy započítány do výsledků šetření.

Dále byli hráči rozčleněni na subsoubory podle herní specializace (brankář, obránce, útočník) (tab. 2, tab. 5). Průměrný věk hráčů činil 27,54 let. Pro kvalitativní charakteristiku sledovaného souboru lze upřesnit, že v souboru jsou hráči, kteří mají zkušenosti z olympijských her, mistrovství světa, kanadsko-americké NHL. Mezi sledovanými hráči bylo několik mistrů světa, i opakovaných, několik vítězů kanadsko-americké NHL (Stanley Cup). Většina hráčů nastoupila nebo pravidelně nastupuje za národní reprezentace svých zemí, ze kterých pocházejí (Rusko, Bělorusko, Lotyšsko, Kazachstán, Česká republika, Norsko, Finsko, Švédsko). Lze tedy konstatovat, že předložený soubor reprezentuje aktuálně nejvyšší světovou úroveň seniorských hráčů ledního hokeje.

V rámci šetření bylo postupováno v souladu s mezinárodními standardy ISAK (Hume, Marfell-Jones, 2008; Marfell-Jones et al., 2006; Norton et al., 1996). Byla použita standardizovaná, unifikovaná antropometrická metodika. Metoda kaliperace pomocí kaliperu typu Best se styčnou plochou 3 mm o přitlačné síle 2 N. Pro posouzení tukové frakce a aktivní tělesné hmoty jsme pracovali s metodikami podle Pařízkové, Matiegky a Drinkwatera a Rosse (Pařízková, 1998; Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Pro určení tělesného složení a segmentální analýzu těla byla využita metoda tetrapolární elektrické bioimpedance (BIA) pomocí přístroje Tanita BC-418 MA (Tanita, Japonsko). Jedná se o neinvazivní tetrapolární bioimpedanční metodu s využitím osmi senzorů. TANITA BC-418 MA splňuje platné evropské normy (93/42EEC, 90/384/EEC) pro užití v oblasti zdravotnictví. Přístroj pracuje na principu průniku střídavého elektrického proudu (frekvence 50 kHz) lidským tělem s následným vyhodnocením odporu (impedance). Přesnost měření při určení tělesné hmotnosti činí 100 g (Body composition analyzer BC-418 – Instruction Manual).

Jediným možným časovým intervalem pro vlastní měření, vzhledem ke specifickému dennímu režimu probandů, byl čas v ranních hodinách. Byla dodržena doporučená teplota 25 °C ve vyšetřovací místnosti. Hráči před BIA vyšetřením nejedli ani nepili. Byl dodržen interval 12 hodin po výkonu náročné pohybové činnosti. Současně byla splněna podmínka nepožití alkoholických nápojů za posledních 48 hodin a žádný z hráčů neuváděl užití diuretik. V rámci vlastního měření byl u všech měřených hráčů přes ovládací panel přístroje doplněn údaj o pohlaví, tělesné výšce a nastaven režim – athletic, pro bioimpedanční vyšetření a následné určení sledovaných hodnot.

Výzkumná data byla zpracována odpovídajícími postupy v programu Antropo a v programu Statgraphics vers. 5.0. Pro každou proměnnou byly vypočteny základní statistické veličiny a ověřena normalita rozložení pomocí Shapiro-Wilkova testu. Pro hodnocení průměrných diferencí byl využit Studentův t-test. Hladina statistické významnosti byla testována na úrovni $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$.

Pro srovnání sledovaných charakteristik byla dále použita data z vlastních šetření vrcholových hráčů ledního hokeje

v ČR, respektive data ze zahraničních odborných studií, které se jeví jako vhodná pro komparaci a nelze je opomenout (Agre et al., 1988; Burr et al., 2008; Cox et al., 1995; Gröger et al., 2001; Hoff et al., 2005; Montgomery, 2006; Zryd et al., 2009).

Výsledky

Tělesná výška, tělesná hmotnost, BMI

Průměrná hodnota tělesné výšky našeho souboru vrcholových hráčů ledního hokeje působících v ruské nejvyšší soutěži představuje 184,3 cm. Z hlediska herního postavení byly rovněž zjištěny určité difference. Nejvyšších hodnot průměrné tělesné výšky dosahují hokejoví obránci, jejichž průměrná hodnota převyšuje 186 cm (tab. 2). Hráči působící na postu útočníka dosahují průměrně 183,7 cm a nejnižší hodnoty byly zjištěny u brankářů.

Průměrné hodnoty tělesné hmotnosti u hráčů ledního hokeje dosahují 91,1 kg (tab. 1). Nejnižší hodnota tělesné hmotnosti činila 71 kg a nejvyšší zjištěná hodnota byla 118 kg. U nesportujících jedinců bychom mohli hovořit o nadváze a předpoklá-

dat možné souvislosti ve vztahu k obezitě. V tomto kontextu však nelze uvažovat, neboť velká část této masy připadá na aktivní tělesnou hmotu. Rozdíly byly nalezeny i z hlediska herní specializace. Nejvyšší průměrnou hmotnost vykazují hokejoví obránci. Ta představuje hodnotu 93,1 kg. Útočníci dosahují v průměru 90,9 kg a nejnižší hodnoty byly zjištěny opět u hokejových brankářů. Zde se průměrná hmotnost pohybuje na úrovni 83–84 kg. Hokejoví brankáři jsou tak významně lehčí než útočníci a zejména pak obránci.

Průměrná hodnota body mass indexu u našich vrcholových hráčů ledního hokeje činí 27,1 bodu (tab. 1). Z hlediska normativních hodnot podle Světové zdravotnické organizace (WHO) se jedná o pásmo nadváhy. V tomto kontextu však nelze uvažovat. Jedná se o vrcholové sportovce s vysokým zastoupením tukuprosté hmoty, tudíž hodnocení body mass indexu podle WHO zde nemá své opodstatnění. U těchto vrcholových sportovců je třeba brát v úvahu poměr jednotlivých komponent složení těla, především relativní a absolutní zastoupení tukové frakce.

Tabulka 1. Základní charakteristiky hráčů LH

	Hráči LH (n = 51)			
	M	SD	MIN	MAX
věk (roky)	27,54	5,24	19,14	39,75
tělesná výška (cm)	184,29	5,60	173,50	196,00
tělesná hmotnost (kg)	91,06	8,39	71,00	118,00
BMI (kg/m ²)	27,12	1,98	20,30	30,72

Poznámka: BMI – body mass index.

Tabulka 2. Základní charakteristiky hráčů LH z hlediska herní specializace

	Brankáři (G) (n = 5)		Obránci (D) (n = 19)		Útočníci (F) (n = 27)	
	M	SD	M	SD	M	SD
věk (roky)	29,22	7,34	26,63	5,05	27,84	5,16
tělesná výška (cm)	182,30	4,06	186,23	4,78	183,70	6,14
tělesná hmotnost (kg)	83,62	8,08	93,08	6,03	90,90	9,23
BMI (kg/m ²)	25,25	3,33	27,05	1,40	27,17	1,95

Poznámka: BMI – body mass index.

Tělesné složení a segmentální analýza

Tělesné složení bylo zjišťováno antropometricky a bioimpedančně. Pro přehlednost jsou průměrné hodnoty prezentovány v tabulce 3 a 5.

Zjištěné průměrné zastoupení tělesného tuku (FM – fat mass) u vrcholových hráčů ledního hokeje se pohybuje kolem 12 % (tab. 3). Zbývající část v rámci tělesné kompozice představuje tukuprostá hmota (FFM). Ta představuje hodnotu na úrovni 80 kg při průměrné hmotnosti hráčů přes 91 kg.

Z hlediska srovnání výpovědních hodnot metod pro určení tělesného složení sledujeme určité difference. Nejvyšší průměrnou hodnotu v zastoupení tělesného tuku vykazuje antropometrické zhodnocení podle Pařízkové (12,9 %). Průměrná hodnota tělesného tuku na základě tetrapolární bioimpedance činí 12,4 %. Antropometricky zjištěné zastoupení tukové frakce podle Matiegky představuje hodnotu 11,0 % a podle Drinkwata a Rosse to je pouze 9,1 %. Při statistickém posouzení (tab. 4) se ukazuje, že antropometrické určení zastoupení tělesného tuku podle Drinkwata a Rosse signifikantně podhodnocuje množství zjištěného tělesného tuku, a to ve vztahu ke všem zbývajícím metodám. Vzájemné srovnání výsledných hodnot podle metodického postupu Pařízkové, Matiegky a tetrapolární bioimpedance nevykazuje signifikantní rozdíly. Nejnižší vzájemné difference vykazují výsledky bioimpedance a metodika podle Pařízkové (tab. 3, 4).

V tabulce 5 jsou vyhodnoceny výsledky segmentální analýzy. Z hodnot je patrné, že nejvyšší průměrné zastoupení tělesného tuku u vrcholových hráčů ledního hokeje je v oblasti dolních končetin a představuje hodnoty na úrovni 15 %. Tělesný tuk na horních končetinách činí kolem 12 % a na trupu se centrální zastoupení tělesného tuku pohybuje na úrovni 12–13 %. Celkově však segmentální rozložení tělesného tuku u našeho souboru považujeme za poměrně rovnoměrné.

Zastoupení tělesného tuku na základě tetrapolární bioimpedance s ohledem na herní postavení vykazuje minimální difference. Zjištěné hodnoty oscilují na hodnotách v rozpětí 12–13 %, což koresponduje s průměrným nálezem 12,4 % tělesného tuku (BIA) u celého souboru vrcholových hráčů ledního hokeje. Z hlediska segmentální analýzy zastoupení tělesného tuku a vztahu k herní specializaci byly zjištěny mezi obránci a útočníky obdobné hodnoty. Ve všech sledovaných segmentech (RA, LA, TR, RL, LL) difference nepřekračuje 0,65 % v zastoupení tukové hmoty. Rozdíly mezi obránci a útočníky jsou patrné na úrovni tukuprosté hmoty. Hokejoví obránci vykazují více než o dva kilogramy vyšší zastoupení tukuprosté hmoty než hráči na pozici útočníka (tab. 5). Tato skutečnost koresponduje s vyšší hodnotou průměrné tělesné hmotnosti obránců ve vztahu k útočníkům při relativně stejném zastoupení tělesného tuku. S vyššími hodnotami základních morfologických parametrů souvisí i poměrně vysoké hodnoty bazálního metabolismu

Tabulka 3. Sledované proměnné u hráčů LH

	Hráči LH (n = 31)			
	M	SD	MIN	MAX
věk (roky)	27,56	5,73	19,14	36,86
tělesná výška (cm)	184,17	5,56	173,50	194
tělesná hmotnost (kg)	91,22	6,55	80,60	108,50
BMI (kg/m ²)	27,15	1,70	23,95	30,76
Rohrer index	1,49	0,12	1,29	1,73
BMR (kJ/24 hod.)	9 762	635	8 745	11 272
tělesný tuk bioimpedance (%)	12,44	2,92	7,10	17,80
tělesný tuk Pařízková (%)	12,85	3,39	5,90	18,20
tělesný tuk Matiegka (%)	11,00	3,96	4,68	20,93
tělesný tuk Drw-Ross (%)	9,08	1,69	5,71	11,79
FFM bioimpedance (kg)	80,02	4,71	72,10	90,60
FFM Pařízková (kg)	79,73	4,58	72,57	91,19
FFM Matiegka (kg)	81,09	5,42	71,24	93,70
FFM Drw-Ross (kg)	83,12	5,66	73,15	96,86

Poznámka: BMI – body mass index; BMR – hodnota bazálního metabolismu; Drw-Ross – Drinkwater-Ross; FFM – fat-free mass (tukuprostá hmota).

Tabulka 4. Statistické srovnání výsledků metod pro určení tělesného tuku (%)

Statistické srovnání	Bio	P	M	Drw-R
Bio	x	NS	NS	0,01
P	NS	x	NS	0,01
M	NS	NS	x	0,05
Drw-R	0,01	0,01	0,05	x

Poznámka: Bio – bioimpedance, P – Pařízková; M – Matiegka; Drw-R – Drinkwater-Ross; NS – nesignifikantní, $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$.

(BMR), jehož úroveň představuje 9 762 kJ/24 hod. Hokejoví obránci vzhledem k nejvyšším hodnotám tělesné výšky a hmotnosti vykazují nejvyšší úroveň bazálního metabolismu (9 994 kJ/24 hod.). Nevýznamně nižší hodnoty metabolismu pak nacházíme u útočníků. U hokejových brankářů nebyl vytvořen vlastní subsoubor pro srovnání z důvodu nízké četnosti ($n = 2$), ale jejich výsledky jsou započítány v celkovém souboru hráčů ledního hokeje.

V tabulce 6 jsou dokumentovány průměrné hodnoty rozložení podkožní tukové vrstvy (mm) u sledovaných vrcholových hráčů ledního hokeje. Nejvyšší hodnoty kožních řas vykazovala oblast suprailiální (13,2 mm), oblast abdominální (12,6 mm) a kožní řasa v oblasti stehna střed (10,2 mm). Průměrná hodnota sumy kožních řas podle Pařízkové činí 80,90 mm.

Tabulka 5. Výsledky segmentální analýzy

	Hráči LH (n = 31)		Obránci (D) (n = 10)		Útočníci (F) (n = 19)	
	M	SD	M	SD	M	SD
věk (roky)	27,56	5,73	26,12	5,91	27,70	5,57
tělesná výška (cm)	184,17	5,56	186,03	4,79	183,56	6,27
tělesná hmotnost (kg)	91,22	6,55	93,51	6,73	91,07	6,61
BMI (kg/m ²)	27,15	1,70	27,10	1,47	27,40	1,83
BMR (kJ/24 hod.)	9 762	635	9 994	681	9 700	570
tělesný tuk bioimpedance (%)	12,44	2,92	12,06	2,62	12,69	3,36
FFM bioimpedance (kg)	80,02	4,71	80,93	4,97	78,76	2,82
segmentální analýza RA (%)	12,29	2,63	12,71	3,06	12,06	2,30
segmentální analýza LA (%)	11,21	2,51	11,57	3,09	11,07	2,81
segmentální analýza TR (%)	12,71	3,90	12,88	2,82	12,87	4,66
segmentální analýza RL (%)	14,93	2,67	14,88	1,59	15,04	2,79
segmentální analýza LL (%)	15,34	2,05	15,27	1,26	15,60	2,47

Poznámka: BMI – body mass index; BMR – hodnota bazálního metabolismu; FFM – fat-free mass (tukuprostá hmota); RA – pravá horní končetina; LA – levá horní končetina; TR – trup; RL – pravá dolní končetina; LL – levá dolní končetina.

Tabulka 6. Rozložení podkožní tukové vrstvy u hráčů LH

	Hráči LH (n = 31)			
	M	SD	MIN	MAX
kožní řasa tvář (mm)	5,02	1,23	3,0	7,0
kožní řasa krk (mm)	3,57	1,29	2,0	6,0
kožní řasa hrudník I (mm)	7,61	4,13	2,0	18,0
kožní řasa hrudník II (mm)	8,19	3,95	3,0	20,0
kožní řasa suprailiální (mm)	13,23	6,42	3,0	25,5
kožní řasa na břicho (mm)	12,62	6,17	3,0	25,0
kožní řasa suprapatelární (mm)	6,88	2,39	3,0	12,0
kožní řasa nad bicepsem (mm)	2,93	1,20	1,0	5,5
kožní řasa předloktí (mm)	4,41	2,44	1,0	11,0
kožní řasa nad tricepsem (mm)	8,92	3,01	4,0	15,0
kožní řasa subskapulární (mm)	9,67	3,01	3,5	18,0
kožní řasa stehno střed (mm)	10,21	3,83	4,0	17,0
kožní řasa lýtko I (mm)	5,13	2,22	2,0	12,0
kožní řasa lýtko II (mm)	4,92	2,13	2,5	11,0
Σ 10 kožních řas (Pařížková)	80,90	26,74	37,0	132,5

Diskuze

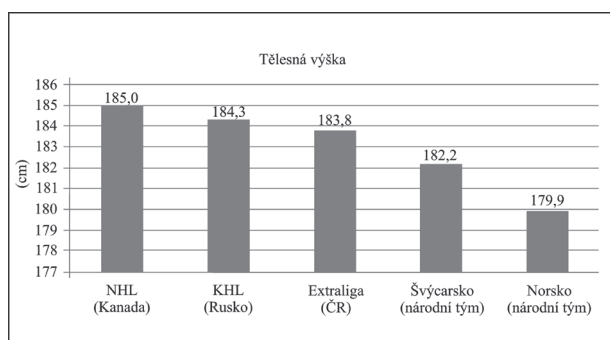
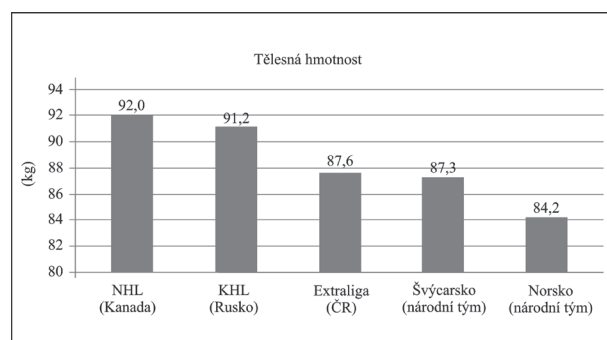
Tělesná výška, tělesná hmotnost, BMI

Průměrná tělesná výška hráčů našeho souboru působících v nejvyšší ruské hokejové soutěži byla zjištěna na úrovni 184,3 cm. Ve srovnání s jinými soubory vrcholových hráčů ledního hokeje můžeme konstatovat, že tento tělesný parametr odpovídá sportovní specializaci na nejvyšší výkonnostní úrovni. Montgomery (2006) uvádí průměrnou tělesnou výšku hráčů působících v kanadsko-americké NHL ještě o téměř 1 cm vyšší. Hráči české nejvyšší hokejové soutěže vykazují průměrnou hodnotu sledovaného znaku 183,8 cm. V tomto somatickém znaku se mezi nejlepšími vrcholovými hráči ledního hokeje nevyskytují významné difference s ohledem na zemi a soutěž, ve které nastupují. Naproti tomu mužstva, která již nepatří do absolutní světové špičky, vykazují nižší hodnoty průměrné tělesné výšky (obr. 1). Průměrná tělesná výška seniorských reprezentantů Švýcarska činí 182,2 cm (Zryd et al., 2008) a Norska dokonce „pouze“ 179,9 cm (Hoff et al., 2005). Tělesná výška jako základní somatický parametr se u hráčů ledního hokeje na severoamerickém kontinentu od 20.–30. let 20. století do současnosti zvýšila v průměru o 10 cm (Montgomery, 2006). K obdobným hodnotám docházíme i na evropském kontinentu respektive v českých zemích. Můžeme předpokládat, že se jedná o kombinaci sekulárního trendu a přirozené selekce v rámci sportovní specializace.

Průměrná hodnota tělesné hmotnosti u našich hráčů ledního hokeje dosahují 91,1 kg. Z obrázku 2 je patrné, že u tělesné hmotnosti již nalézáme významnější difference v rámci mezinárodního kontextu, než tomu bylo u tělesné výšky. Nejvyšší

průměrnou tělesnou hmotnost opět vykazují hráči působící na severoamerickém kontinentě hrající NHL. Montgomery (2006) uvádí průměrné hodnoty 91,9 kg, respektive 92,0 kg. Rozdíl mezi hráči, kteří působí v NHL a ruské nejvyšší soutěži činí necelý jeden kilogram. Tuto hodnotu nepovažujeme za významnou. Avšak již další srovnání s jinými soubory nám naznačuje hodnoty o téměř čtyři kilogramy nižší, dokonce norští hráči vykazují průměrné hodnoty o sedm až osm kilogramů nižší. Takové difference můžeme považovat za významné a zde se nám otevírá možnost argumentace ve vztahu k vzájemnému srovnání rozdílné herní výkonnosti. Pokud předpokládáme, že hráči na mezinárodní vrcholové úrovni mají tělesný tuk zastoupen přibližně stejně kolem 10–12 %, tak zjištěné rozdíly budou ve prospěch tukuprosté hmoty. Pozitivní difference několika kilogramů u hráčů ze severoamerického kontinentu respektive hráčů z nejvyšší ruské hokejové soutěže se tak promítá do celkové výkonnosti a schopnosti organismu akceptovat výraznou zátěž, které jsou hráči seniorského vrcholového hokeje vystavováni.

Z hlediska herního postavení se projeví difference ve smyslu nejvyšší tělesné výšky i hmotnosti ve prospěch obránců. Hokejoví útočníci byli v průměru o 2,5 cm nižší a 2 kg lehčí než hokejoví obránci. Nejnižší výškové i hmotnostní hodnoty vykazovali hokejoví brankáři. Nižší hodnoty morfologických charakteristik u hokejových brankářů nevnímáme jako limitní ukazatel výkonnosti v tomto sportovním odvětví. Vrcholová výkonnost hokejového brankáře je z velké části ovlivněna spíše rozvojem senzomotorických a psychologických faktorů, než výrazným rozvojem morfologických charakteristik, který se předpokládá u hráčů s jinou specializací. Především pak u ho-

Obrázek 1. Komparace tělesné výšky u současných vrcholových hráčů ledního hokeje**Obrázek 2.** Komparace tělesné hmotnosti u současných vrcholových hráčů ledního hokeje

kejevých obránců je důležitým výkonnostním faktorem rozvoj tělesné výšky a tělesné hmotnosti, tukuprosté hmoty. Současní vrcholoví hráči ledního hokeje na pozici obránce dosahují tělesné výšky přes 186 cm a hmotnosti více než 93 kg. Tyto morfologické dispozice umožňují realizovat obrannou činnost na vysoké úrovni, neboť využívání tělesných dispozic představuje důležitý předpoklad k realizaci herních činností vrcholových hokejových obránců. Především činnosti obranného charakteru ve vlastním herním pásmu, v oblasti rohů a brankoviště vycházejí z mimořádného rozvoje základních morfologických parametrů s důrazem na tělesnou hmotnost a její rozvoj v podobě tukuprosté hmoty. Vrcholoví hráči ledního hokeje na pozici útočníků celkově vykazují nižší hodnoty základních parametrů než hráči na pozici obránců. I když někteří hokejoví útočníci dosahují vyšších hodnot tělesné výšky v porovnání s obránci. V případě, že vysoký hráč na pozici hokejového útočníka disponuje potřebným rozvojem motorických schopností a hokejových dovedností, pak má nespornou výhodu při úspěšné realizaci výkonu. Především biomechanické zvýhodnění v délce horního segmentu a horních končetin v kombinaci s hokejovou holí zakládá vhodné dispozice k úspěšné realizaci individuálního herního výkonu. Jeho základem je přehrání soupeře a získání početní převahy. Neméně důležitý je však i rozvoj optimální tělesné hmotnosti. Takovou morfologickou kombinaci můžeme považovat za důležitý předpoklad k dosažení nejvyšší výkonnosti v ledním hokeji na pozici útočníka.

Srovnání body mass indexu (BMI) u vrcholových hráčů ledního hokeje působících v ruské lize a hráčů působících na severoamerickém kontinentu v NHL vykazuje téměř identické hodnoty. Průměrná hodnota BMI u hráčů z ruské soutěže činí 27,1 kg/m², Montgomery (2006) uvádí průměrnou hodnotu 26,6 kg/m² u hráčů působících v NHL. U hráčů působících v nejvyšší české hokejové soutěži (Extraliga) naše vlastní zjištění vykazují průměrnou hodnotu BMI 25,8 kg/m².

Tělesné složení a segmentální analýza

Průměrné zastoupení tělesného tuku u našeho souboru se pohybuje od 9,1 % (dle metody Drinkwater-Rosse) do 12,9 % (dle Pařízkové). Zjištěné množství tělesného tuku můžeme hodnotit jako optimální a přiměřené věku, pohlaví a především pak sportovní specializaci. Za optimální rozpětí v zastoupení tělesného tuku lze u vrcholových hráčů ledního hokeje v seniorské kategorii považovat interval 8–12 % (Agre, 1988; Montgomery, 2006). U mladších vrcholových hráčů v období adolescence a časně dospělosti pak za optimální interval můžeme považovat hodnoty 8–10 % (Sigmund, Dostálová, 1999). Zbývající část v rámci tělesné kompozice představuje tukuprostá hmota (FFM). Ta představuje hodnotu na úrovni 80 kg při průměrné hmotnosti hráčů 91 kg.

Segmentální rozložení tělesného tuku považujeme celkově za rovnoměrné s nevýznamně vyšším zastoupením tělesného tuku v oblasti dolních končetin. Vyšší hodnoty zastoupení tělesného tuku v oblasti dolních končetin lze interpretovat jako morfologickou a funkční adaptaci s ohledem na dlouhodobě vykonávanou, specifickou pohybovou činnost. Především výrazný rozvoj gluteálního a stehenního svalstva je důsledkem strukturální adaptace projevujícím se mimo jiné i zvýšeným zastoupením makroergních substrátů jako lokálně depotních zdrojů energie pro svalovou práci.

Z hlediska srovnání použitých metodik pro určení složení těla se ukazují signifikantně nižší hodnoty u postupu podle Drinkwatera a Rosse. Diference ostatních metod je vzájemně statisticky nevýznamná. Určité podhodnocení v zastoupení tělesného tuku podle Drinkwatera a Rosse může být způsobeno použitými regresními rovnicemi, nicméně u vrcholových sportovců jsme předpokládali větší homogenitu výsledků použitých metodik. Například u juvenilních hráčů ledního hokeje

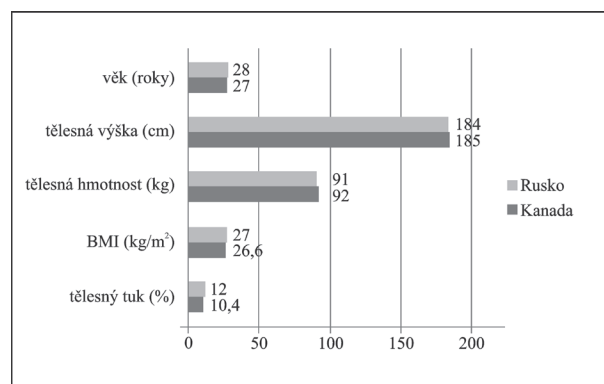
na nejvyšší výkonnostní úrovni nebyly nalezeny signifikantní difference mezi jednotlivými antropometrickými metodikami (Sigmund, Dostálová, 2002). Pro praktické využití jednotlivých metod v rámci šetření takto změřených sportovních souborů můžeme doporučit využití tetrapolární bioimpedační metody a metodiku podle Pařízkové. Rovněž Kutáč (2008) uvádí, že metoda tetrapolární bioimpedance se při dodržení definovaných podmínek jeví jako vhodná pro šetření sportovních souborů. Pro individuální posouzení morfologických charakteristik jednotlivce se jeví jako vhodný i postup podle Matiegky (Riegerová, Přidalová, 2008). Antropometrické určení tělesných frakcí pomocí metody Drinkwatera a Rosse se v tomto kontextu nejeví jako vhodné, neboť významně podhodnocuje zastoupení tukové frakce.

Základní profilace hráče KHL

Srovnání našeho souboru vrcholových hráčů ledního hokeje působících v ruské nejvyšší soutěži a hráčů působících v kanadsko americké NHL ukazuje na minimální difference. Hráči působící v ruské soutěži jsou v průměru o necelý jeden rok starší, 1 cm nižší, 1 kg lehčí, s mírně vyšším BMI a o 1,6 % vyšším zastoupením tělesného tuku. Tyto difference můžeme považovat za nevýznamné. Srovnání průměrné tělesné výšky hráčů působících v nejvyšší české hokejové soutěži s hráči z ruské nejvyšší soutěže vykazuje obdobné hodnoty. Tato skutečnost již však neplatí u tělesné hmotnosti. Průměrná tělesná hmotnost hráčů působících v ruské nejvyšší soutěži je o 4–5 kg vyšší než u hráčů působících v české nejvyšší soutěži. Pokud vycházíme ze skutečnosti, že procento tělesného tuku je na srovnatelné úrovni (12 %), tak výše uvedená difference se projeví v absolutním (kg) vyšším zastoupení tukuprosté hmoty (FFM). Takovýto rozdíl bychom mohli považovat za významný.

Pokud bychom se měli pokusit o určitou základní profilaci současného vrcholového hráče ledního hokeje působícího v nejvyšší ruské soutěži, tak bychom se zaměřili na pět specifických charakteristik. Věk (v letech), tělesná výška (cm), tělesná hmotnost (kg), body mass index (kg/m²) a zastoupení tělesného tuku (%). Takto definovaná profilace pak představuje následující kombinaci: 28/184/91/27/12. Výsledky šetření provedené u seniorských profesionálních hráčů ledního hokeje nejvyšší ruské soutěže nám tak z pohledu sportovní antropologie demonstrují vysokou hráčskou kvalitu srovnatelnou s hráčskou úrovní kanadsko americké NHL (obr. 3).

Obrázek 3. Srovnání základní profilace vrcholového hráče nejvyšší ruské soutěže a hráče kanadsko americké NHL



Závěr

V rámci předložené studie jsme prezentovali základní morfologické charakteristiky a složení těla u současných vrcholových hráčů ledního hokeje působících v ruské nejvyšší soutěži (KHL). Zjištěné somatické charakteristiky vypovídají o vysoké úrovni rozvoje morfologických ukazatelů potřebných k dosažení a udržení maximální sportovní výkonnosti v současném po-

jetí ledního hokeje. Výsledky hráčů působících v ruské nejvyšší soutěži jsou srovnatelné s výsledky hráčů působících v severoamerické NHL. Prezentované hodnoty jednoznačně splňují předpoklad optimálního rozvoje somatických parametrů, jako důležité součásti struktury sportovního výkonu současných vrcholových hráčů ledního hokeje na světové úrovni.

Klíčová slova: tělesná výška, tělesná hmotnost, bioimpedance, lední hokej, muži

Literatura

- AGRE, JC., CASAL, DC., LEON, AS., MCNALLY, C., BAXTER, TL., SERFASS, RC. Professional ice hockey players: physiologic, anthropometric, and musculoskeletal characteristics. *Arch Phys Med Rehabil.*, 1988, vol. 69, no. 3, p. 188–92.
- BC-418 Segmental Body Composition Analyzer [online]. URL:<<http://www.tanita.com/es/bc-418/>>(cited 10.9.2011).
- Bukač, L., Dovalil, J. *Lední hokej*. Praha: Olympia, 1990.
- BURR, JF., JAMNIK, RK., BAKER, J., MACPHERSON, A., GLEDHILL, N., MCGUIRE, EJ. Relationship of physical fitness test results and hockey platiny potential in elite-level ice hockey players. *J. Strength Cond Res.*, 2008, vol. 22, p. 1535–1543.
- COX, MH., MILES, DS., VERDE, TJ., RHODES, EC. Applied physiology of ice hockey. *Sports Med.*, 1995, vol. 19, no. 3, p. 184–201.
- GRÖGER, A., OETTL, GM., TUSKER, F. Anthropometry and muscle force measurement of German male national junior hockey players. *Sportverletz Sportschaden*, 2001, vol. 15, no. 4, 87–91.
- HELLER, J., VODIČKA, P., PAVLIŠ, Z. *Anaerobní výkonnost u mladých hráčů ledního hokeje: Srovnání výsledků u extraligy juniorů z období 2002-2007*. In: Dovalil, J., Chalupcecká, M. (Eds.), *Sborník konference „Současný sportovní trénink“* (p. 209–211). 2008, Praha, Olympia.
- HELLER, J., PAVLIŠ, Z. Využití anaerobní diagnostiky v ledním hokeji. *Trenérské listy, Příloha magazínu Lední hokej*, 1998, vol. 16, p. 1–31.
- HEYWARD, V., WAGNER, D. *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.
- HOCKEY CANADA. *Annual Report*. [online]. URL:< http://www.hockeycanada.ca/index.php/ci_id/63171/la_id/1.htm>(cited 5. 12. 2009).
- HOFF, J., KEMI, OJ., HELGERUD, J. Strength and Endurance Differences Between Elite and Junior Elite Ice Hockey Players. The Importance of Allometric Scaling. *Int J Sports Med.*, 2005, vol. 26, no. 7, p. 537–541.
- HUME, P., MARFELL-JONES, M. The importance of accurate site location for skinfold measurement, *Journal of Sports Sciences*, 2008, vol. 26, no. 12, p. 1333–1340.
- KUTÁČ, P., GAJDA, V., PŘIDALOVÁ, M., ŠMAJSTRLA, V. Validity of measuring body composition by means of the BIA Metod. *New Medicine*, 2008, vol. 12, no. 4, p. 89–93.
- MARFELL-JONES, MJ., OLDS, T., STEWART, AD., CARTER, L. *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom, South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK), 2006.
- MARFELL-JONES, MJ., OLDS, T., STEWART, AD., CARTER, L. *ISAK accreditation handbook*. Potchefstroom, South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK), 2006.
- MONTGOMERY, DL. Physiological profile of professional hockey players – a longitudinal comparison. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 2006, vol. 31, no. 3, p. 181–185.
- MONTGOMERY, DL. *Physiology of ice hockey. Exercise and sport science*. Edited by W. E. Garrett, Jr., and D. T. Kirkendall, Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia, Penn., 2000, p. 815–828.
- NORTON, KI., WHITTINGHAM, NO., CARTER, JEL., KERR, DA., GORE, CJ., MARFELL-JONES, MJ. Measurement Techniques in Anthropometry. In: Norton, K. and Olds, T. (Eds.), *Anthropometrica*. UNSW Press, Sydney, 1996.
- PALMER, MS., SPRIET, LL. Sedat rate, salt loss, and fluid intake dutiny an intense on-ice praktice in elite Canadian male junior hockey players. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 2008, vol. 33, no. 2, p. 263–271.
- PAŘÍZKOVÁ, J. Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Med. Sport. Boh. Slov.*, 1998, vol. 7, no. 1, p. 1–6.
- PAUER et al. Longitudinální sledování funkčních parametrů čs. reprezentace v ledním hokeji v letech 1970–1979. *Teor. Praxe těl. Vých.*, 1982, vol. 30, no. 12, p. 750–756.
- PAVLÍK, J. *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova Univerzita, Pedagogická fakulta, 1999.
- PERIČ, T., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010.
- PERIČ, T. *Výběr sportovních talentů*. Praha: Grada, 2006.
- RIEGEROVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M., ULBRICHOVÁ, M. *Applikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex, 2006.
- RIEGEROVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M. Analýza složení těla pomocí antropometrie a bioimpedance u seniorek. *Slovenská antropologie*, 2008, vol. 10, no. 1, p. 119–122.
- SELIGER, V., LÉGER, L., MELICHNA, J., VRÁNOVÁ, J., HAVLÍČKOVÁ, L., BARTŮNĚK, Z., KARAS, V., OTÁHAL, S., BUKAČ, L., VODIČKA, P., ŠTICHOVÁ, J. Physical performance capacity of ice-hockey players. *Acta Univ. Carol. Gymnica*, 1980, vol. 16, no. 2, p. 49–66.
- SIGMUND, M., DOSTÁLOVÁ, I. Somatické charakteristiky mladých hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let. *Česká antropologie*, 1999, vol. 49, p. 43–46.
- SIGMUND, M., DOSTÁLOVÁ, I. Komparace vybraných antropometrických metod pro určení tělesného složení. In J. Riegerová (Ed), *Sborník V. celostátní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (p. 138–141). 2002. Olomouc: Univerzita Palackého.
- ZRYD, A., KÖLLIKER, J., TSCHOPP, M. *Development of physiological and anthropometric characteristics in U20 vs. elite Swiss National Team ice hockey players*. Swiss Federal Institute Sport Magglingen SFIMS, Swiss Ice Hockey Association, 2009.