UNIVERZITA KARLOVA

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

IDENTIFIKACE A KOMPARACE VYBRANÝCH PARAMETRŮ TĚLESNÉ ZDATNOSTI U PŘÍSLUŠNÍKŮ SLOŽEK INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU

Autoreferát disertační práce

Autor: Mgr. Petr Miřátský

Školitel: prof. Ing. František Zahálka, Ph.D.

Konzultanti: doc. PaedDr. Tomáš Malý, Ph.D; PhDr. Tomáš Gryc, Ph.D.

Obor: Kinantropologie

Pracoviště: Laboratoř sportovní motoriky

Praha 2023

1 ÚVOD

Úkoly a činnosti příslušníků jednotlivých složek integrovaného záchranného systému (IZS) směřují k pomoci spoluobčanům a lidem v nesnázích. Řeší také otázky veřejného bezpeční či ochrany hranic našeho státu. Při všech těchto situacích a úkolech, však na tyto příslušníky působí rizika spojena s jejich nasazením. S těmito riziky a nebezpečími jsou spojeny pracovní úrazy i nemoci z povolání, které představují pro zasahující významnou hrozbu. Těmto rizikům a případným úrazům je tak snaha předcházet, ideálně zcela eliminovat kvalitním výcvikem a materiálním vybavením. Významný podíl zde zastává také úroveň tělesné zdatnosti, která je důležitá nejen u plnění fyzicky náročných úkolů. Jednotlivé složky IZS tak mají vypracované své systémy, jak výběru nových adeptů a budoucích příslušníků, tak i způsobů jak udržovat či rozvíjet úroveň tělesné zdatnosti.

Odpovídající úroveň tělesné zdatnosti je důležitou podmínkou pro přijetí z důvodu jejího kritického vlivu na efektivitu a pracovní výkon (Lockie et al., 2018; Orr, Lockie, Milligan, Lim, & Dawes, 2022). Důležitá je zde jak prevence proti vzniku takovýchto nepříznivých vlivů i důraz na vysokou úroveň tělesné připravenosti. Z tohoto důvodu mají příslušníci vybraných složek IZS možnost se v rámci svých služeb účastnit různých druhů a způsobů fyzické přípravy. Tato připravenost a úroveň tělesné zdatnosti jsou pak u jednotlivých složek pravidelně kontrolovány specifickými bateriemi testů, v rámci kterých musejí být splněny odpovídající limity. Je však otázkou zda tyto baterie a jejich minimální nároky odpovídají aktuálním požadavkům, kterým jsou tito příslušníci vystavováni.

Je tak třeba věnovat odpovídající pozornost problematice tělesné zdatnosti, jejímu rozvoji, monitorování a vyhodnocování. Výzkum v této oblasti by tak mohl přispět k hlubšímu pochopení a identifikaci jak stavu, tak i nárokům souvisejícím s jednotlivými pracovními úkoly.

2 Teoretická východiska

Integrovaný záchranný systém je určen a vznikl za účelem koordinace záchranných a likvidačních prací při mimořádných událostech (MU) haváriích a živelních pohrom. U takových událostí se jedná o škodlivé působení sil a jevů vyvolaných ve spojení s činností člověka, nebo přírodními vlivy. Současně k nim řadíme také havárie, které ohrožují životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí (Hanuška, Skalská, & Dubský, 2010). V České republice existuje IZS od roku 2001, ačkoliv jeho základy sahají již do roku 1993. Důvodem jeho vzniku byla potřeba koordinace činností a spolupráce záchranářů, hasičů, policistů a vojáků, zejména při složitých haváriích, nehodách a živelních pohromách. IZS není institucí, úřadem, sborem, sdružením ani právnickou osobou, ale systémem spolupráce a koordinace složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při společném provádění záchranných a likvidačních prací (Hanuška et al., 2010). Cílem IZS je minimalizovat škody při MU, ochránit lidské životy a majetek, poskytnout rychlou a účinnou pomoc a obnovit normální situaci v co nejkratším možném čase. Vznikl jako reakce na potřebu účinné spolupráce mezi jednotlivými složkami při zvládání složitých situací, zejména při velkých haváriích a krizových situacích. Pro potřeby IZS rozlišujeme zasahující složky na základní zajišťující nepřetržitou pohotovost pro příjem ohlášení vzniku, vyhodnocení a neodkladný zásah v místě MU a složky ostatní, které jsou povolávány na pomoc v případech, kdy základní složky nejsou schopny krizovou situaci vyřešit samy.

Jednotlivé složky (základní, ostatní) patřící do IZS spolu s jejich zaměstnanci, příslušníky či členy hrají důležitou roli při likvidaci a zdolávání krizových situací i havárií. Paleta těchto činností je velmi pestrá, a je tak třeba, aby členové těchto složek IZS byli připraveni na úkoly spojené se záchranou života i zdraví a péči o mě, pomoci při ochraně veřejného a soukromého majetku, nebo zvířat i životního prostředí. Plní rovněž úkoly spojené s ochranou a obnovou veřejného pořádku, plynulostí silniční dopravy, nebo při zjišťování a zajišťování pachatelů trestných činů. Neméně významné jsou úkoly na úrovni bezpečnosti a obrany státu, veřejných činitelů, stejně jako významných lokalit a budov pro zájem Českého státu. Aktivace složek IZS je tak na denní bázi a vždy záleží na rozsahu a charakteru MU zda se na likvidaci její a jejích následků podílí jedna specifická složka, nebo je třeba součinnost vyššího počtu složek IZS. Během MU a situací může u zasahujících příslušníků dojít k ohrožení

na zdraví i životě. Důležité jsou jak kvalitní výcvik, odpovídající úroveň tělesné zdatnosti (TZ) a materiálního vybavení, stejně jako součinnost mezi zasahujícími složkami na místě události. Povinností vybraných příslušníků (složek IZS) je udržování, rozšiřování a zdokonalování se v rámci vědomostí i kompetencí spolu s rozvojem optimalizací úrovně TZ potřebné pro pracovní výkon. Za tímto účelem se tak účastní pravidelných školení a různých druhů tělesných příprav. Tato odborná školení a systémy tělesných příprav vycházejí ze specifických potřeb a konkrétních činností dané složky IZS. Odpovídající úroveň TZ má dopad a význam jak z pohledu pracovního výkonu, tak i kvality života a zdraví. Zdatný organismus je odolnější vůči chorobám, infekcím, kdy lépe zvládá adaptaci na zatížení (fyzické i společenské), a úspěšněji se tak vyrovná s nároky vnějšího prostředí, nebo odolá aktuálním vlivům okolí. Spojeny jsou s ní termíny jako pohybová aktivita (výkon), nebo také pohybový úkol. Při plnění pohybových úkolů je u jedince předurčující právě optimalizovaná úroveň zdatnosti, která se projevuje menšími energetickými nároky. Dostatečná úroveň zdatnosti umožňuje snížení rizika zranění (Butler et al., 2013) a zvýšení pracovní efektivity. Připravenost organizmu (TZ) tak umožňuje konat blíže nespecifikovanou práci s vyjádřením schopnosti organismu reagovat účelně a efektivně pohybovou činností na podněty vnějšího prostředí. Na úroveň TZ májí významný dopad, jak stav tělesného složení, tak vybrané kondiční (silové, vytrvalostní, rychlostí) a koordinační schopnosti (rovnovážné, pohyblivostní).

V kontextu složek IZS lze říci, že kondiční schopnosti jsou pro jeho příslušníky klíčovým faktorem při zdolávání náročných situací a úkolů. Důležitou roli zde hraje zejména kardiorespirační vytrvalost (Lagestad & van den Tillaar, 2014; Rhea, Alvar, & Gray, 2004; Shrestha et al., 2019; Soteriades, Smith, Tsismenakis, Baur, & Kales, 2011) z důvodu nutnosti vykonávat náročné fyzické aktivity po dlouhou dobu. Příkladem takových činností mohou být přesuny (pochody) či běh na různé vzdálenosti, vyhledávání spolu se záchrannou, přenášení a manipulace s nářadím, případně přeprava materiálu, nebo také úkoly spojené s ochrannou a likvidačními pracemi. Svalová síla má rovněž nezastupitelné své místo v mnoha činnostech (příslušníků IZS). Její význam stoupá u činností (manipulaci) i zvládání všemožné zátěže (vyžadující použití veliké síly) jako je pacifikace (zadržení) pachatele (Silk, Savage, Larsen, & Aisbett, 2018). Jedná se například o zvedání a manipulaci s žebříky, armaturami a přenášení těžkých předmětů, či tlačení i tažení těla (Lockie et al., 2018; Lonsway, 2016; Rhea et al., 2004). Vyšší úroveň svalové síly umožňuje jedinci pracovat efektivněji a snižuje riziko vzniku poranění či úrazu (Suchomel, Nimphius, & Stone, 2016). Pro všechny tyto činnosti je pro

příslušníky IZS důležitá svalová síly horních i dolních končetin, ale také jádra neboli svalů trupu.

Další důležitou schopností je pohyblivost (flexibilita), která se projevuje v rámci provádění mnoha pohybů a manipulací s nástroji a vybavením v různých pozicích a polohách. Odpovídající úroveň flexibility tak může mít přínos pro celkovou fyzickou výkonnost a prevenci zranění. Udržování její úrovně pak může pomoci zlepšit efektivitu pohybu, stabilitu kloubů a svalovou rovnováhu. Není však mnoho studií, které by se zabývali dopadem na výkon a možnou prevenci zranění u hasičské populace, a rizik spojených s plnění hasičských (povinností) činností (Storer et al., 2014). Jednou z výjimek byla studie (469 městských hasičů), zabývající se dopadem intervenčního programu zaměřeného na zvýšení její úrovně, což by mělo za výsledek snížení závažnosti zranění a s tím spojených nákladů (Hilyer, Brown, Sirles, & Peoples, 1990). Spojení mezi poraněním zad, úrovní flexibility a izometrickou silou zdvihu u hasičů v Los Angeles řešil (Cady, Bischoff, O'Connell, Thomas, & Allan, 1979). Došli zde k závěru, že vyšší (7,1 %) riziko poranění hrozí nejméně zdatným hasičům. Důležitost odpovídající úrovně flexibility zdůrazňuje Butler et al. (2013), který ji za pomoci testu "sit and reach" hodnotil u hasičských rekrutů během jejich výcviku. U hasičů s nižším (skóre) výsledkem bylo zjištěno vyšší riziko zranění. Dopad flexibility na provádění pracovních úloh a specifických úkonů souvisejících s profesními požadavky u policistů (Marins, David, & Del Vecchio, 2019; Thomas, Pohl, Shapiro, Keeler, & Abel, 2018). Její úroveň proto byla hodnocena u policejních kadetů (Crawley, Sherman, Crawley, & Cosio-Lima, 2016), strážců zákona (Beck et al., 2015), tak i policistů patřících ke speciálním taktickým jednotkám (Pryor, Colburn, Crill, Hostler, & Suyama, 2012). Odpovídající úroveň flexibility bederní oblasti zad a zadních stehenních svalů byla hodnocena ve spojení a výskytem poranění pohybového aparátu u rekrutů americké armády (Cowan et al., 1988). Rovněž Knapik et al. (2001) řešil u vojenských rekrutů dopad jejich flexibility a její spojitost s možným rizikem poranění pohybového aparátu. To je dle Teyhen et al. (2015) nejčastějším důvodem, proč nejsou vojáci z pohledu zdravotního stavu připraveni k nasazení do akce.

S rizikem vzniku zranění je spojena také posturální stabilita, která udržuje stabilní postavení těla v pohybu i klidu, čímž udržuje rovnováhu, stabilizuje tělo a brání pádu (Winter, 1995). Z neurologického hlediska se na udržení vzpřímené polohy (těla) podílejí tři (hlavní) systémy: zrakový aparát, somatosenzorický a vestibulární systém (Schwabova et al., 2012).

Rychlost spolu s koordinací jsou dalšími důležitými schopnostmi, které příslušníci v těchto složkách během svým úkolů a zásahů potřebují. Je v jejich zájmu rychle zareagovat na nebezpečné situace, provést rychlý přesun či úhyb, zrychlit a měnit směr pohybu v reakci na pohyb (protivníka) pachatele (Scofield & Kardouni, 2015), nebo při jeho pronásledování (Canetti et al., 2020). Z výše uvedeného textu vyplývá, že dostatečná úroveň TZ je pro příslušníky této specifické populační kohorty (taktická populace) (Maupin, Schram, & Orr, 2019) velmi důležitá. Plnění (služební) tělesné přípravy spolu s vhodnou (pravidelnou) pohybovou aktivitou by tak mělo mít značný dopad na její úroveň (Vanhees et al., 2005).

Pro zajištění bezpečnosti a zdraví samotných příslušníků pro výkon služby, jsou stanoveny tzv. minimální požadavky na úroveň TZ, které jsou následně podrobovány pravidelnému ověřování. Tento proces je stanoven a řídí se podle konkrétních právních předpisů specifických pro konkrétní potřeby jednotlivých složek IZS. Zaměření těchto testů, však bývá nejčastěji na oblast silovou, vytrvalostní, rychlostní a motorickou. Udržování odpovídající (minimální) potřebné úrovně TZ je v zájmu samotných příslušníků. Může totiž být jakousi ochranou před možným nebezpečím a riziky hrozících při plnění činností spojených s ochranou zdraví a majetku, záchranou života, nebo v rámci bojových úkolů a misí. Úroveň TZ či její nedostatečnost u obecné populace je následně přenášena i do těchto specifických populačních kohort, jakými jsou složky IZS. Roste zde i počet neúspěšných žadatelů v rámci přijímacího řízení k jednotlivým složkám IZS. Překážkou pro tyto žadatele bývá vedle osobnostní způsobilosti právě nedostatečná úroveň TZ či nevyhovující zdravotní stav. Tento stav může být spojen s klesajícím množstvím pohybové aktivity (evropské populace) a s tím spojeným nárůstem nadváhy a obezity (Berghöfer et al., 2008; Mitáš & Frömel, 2013).

Pohybovou aktivitu lze definovat a kvantifikovat pomocí energetického výdeje, který zahrnuje počet událostí fyzické aktivity během určitého období (frekvence), dobu účasti či trvání jedné aktivity (doba trvání) a fyziologické úsilí spojené s účastí na konkrétním druhu fyzické aktivity (intenzita) (Hardman & Stensel, 2009; Warren et al., 2010). Další definice ji popisuje jako druh pohybu člověka, který je výsledkem svalové práce spojené se zvýšeným energetickým výdejem, charakterizovaný svébytnými vnitřními determinanty a vnější podobou (Hendl & Dobrý, 2011). Pohybová aktivita je také označována jako komplex lidského chování, zahrnující veškeré pohybové činnosti člověka, uskutečňované za pomoci kosterního svalstva při současné energetické spotřebě.

3 CÍLE, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE

Cíle práce

Hlavním cílem této práce bylo identifikovat úroveň vybraných indikátorů pohybového výkonu, resp. tělesné zdatnosti u příslušníků vybraných složek IZS. Dalším cílem je objektivizace determinantů za účelem objasnění dosažených výkonů s následnou komparací mezi vybranými složkami IZS. V rámci složky HZS zjistit a poukázat na druh tělesné přípravy s největším efektem na úroveň vybraných parametrů TZ.

Hypotézy práce

H1: U vybraných indikátorů tělesné zdatnosti existují statisticky ($p < 0,05$) a věcně ($\eta_p^2 > 0,06$) významné rozdíly mezi příslušníky vybraných složek IZS.

H2: Komparace vybraných antropometrických ukazatelů a parametry tělesné kompozice ukazují na statisticky ($p < 0,05$) i věcně ($\eta_p^2 > 0,06$) významné rozdíly mezi jednotlivými příslušníky vybraných složek IZS.

H3: V komparaci příslušníků jednotlivých složek IZS jsou u složky PČR statisticky ($p < 0,05$) vyšší hodnoty vybraných silových parametrů IM (N) a IK ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$) než u jiných složek.

H4: V rámci silové diagnostiky DK provedené za využití vertikálních výskoků je u příslušníků PČR statisticky ($p < 0,001$) vyšší úroveň hodnocených parametrů při dynamickém projevu v komparaci s HZS a AČR.

H5: Příslušníci AČR vykazují statisticky ($p < 0,05$) vyšší úroveň vybraných parametrů aerobní zdatnosti v komparaci s příslušníky ze složek HZS a PČR.

H6: Profesionální hasiči využívající speciální tělesnou přípravu (POS a NHP) dosahují statisticky ($p < 0,05$) lepších výsledků u vybraných parametrů tělesné kompozice, ve srovnání s hasiči VYH využívající přípravu obecnou.

H7: Profesionální hasiči zařazení do skupiny POS produkují statisticky ($p < 0,001$) a věcné ($\eta_p^2 > 0,06$) vyšší výkony u vybraných parametrů dynamické síly DK, ve srovnání s ostatními příslušníky IZS.

H8: U profesionálních hasičů zařazených do skupiny NHP je úroveň VO_{2max} statisticky ($p < 0,05$) vyšší ve srovnání s hasiči ze zbylých skupin POS a VYH.

Úkoly práce

1. Zpracovat systém a organizaci IZS a jeho složek s požadavky na úroveň TZ.
2. Na základě literární rešerše shromáždit dostupné poznatky týkající se problematiky TZ, požadavků na její úroveň a potřebu u (specifické taktické populace) složek IZS.
3. Na základě již zjištěných informací poznatků srovnat a nalézt shodné požadavky spolu s možnými specifiky u vybraných příslušníků složek IZS.
4. Pro dosažení jednotlivých cílů práce zajistit vzorek příslušníků jednotlivých složek IZS. Podle předem určených kritérií (příslušníci s povinností pravidelného ověřování TZ).
5. Zvolit vhodné testy charakterizující úroveň vybraných parametrů TZ.
6. Provést diagnostiku/testování vybraných parametrů TZ (tělesná kompozice, posturální stabilita, flexibilita, síla, vytrvalost) za pomoci vhodných diagnostických postupů v rámci laboratorního testování.
7. Vyhodnotit a statisticky zpracovat výsledky vybraných parametrů TZ získané v rámci laboratorní diagnostiky.
8. Komparovat zjištěné parametry v rámci laboratorní diagnostiky mezi jednotlivými příslušníky vybraných složek IZS a najít společné ukazatele/parametry nutné pro pracovní výkon.
9. Ze získaných výsledků vyvodit odpovídající závěry týkající se potřeb jednotlivých složek IZS ve vztahu k úrovni TZ.

Design práce

Jedná se o průřezovou a popisnou neexperimentální studii (analýzu) dat. Daný výzkum byl schválen Etickou komisí FTVS UK, pořadové číslo EK 170/2019 (viz Příloha č: 4). Výzkumný design byl koncipován s ohledem na cíle a výzkumné otázky. Pro samotné dosažení cílů práce byly využity teoretické i empirické metody výzkumu. V teoretické části je uvedena daná problematika se zaměřením na přehled a klíčové poznatky s využitím metody historicko-srovnávací (Pelikán, 2007), založené primárně na studiu tuzemské a zahraniční odborné a vědecké literatury. To se týkalo zejména charakteristiky jednotlivých pojmů, kdy byla provedena analýza a komparace zahraničních a tuzemských zdrojů odborné literatury. Pro podporu argumentace a pro možné zobecňování případných závěrů jsem v práci čerpal z elektronických zdrojů a databází (Web of Science, PubMed, Scopus) a za podpory vědeckých článků, výzkumů a historických pramenů.

Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořili dobrovolníci z řad Hasičského záchranného sboru, Policie a Armády České republiky, kteří byli osloveni na jednotivých stanicích HZS, odděleních PČR a posádkách u AČR v rámci besed s jejich veliteli. Příslušníci těchto složek byli nejen součástí IZS, ale v rámci celého systému a jeho fungování zastávali klíčové role. Tyto subjekty byly vybrány a osloveny na základě jejich zařezení a úkolů zastávaných právě v rámci IZS a také jejich povinnostem udržovat a prokazovat odpovídající úroveň TZ. Příslušníci IZS, kteří souhlasili s účastí v této studii (n = 155) byli rozděleni do jednotlivých složek podle své příslušnosti (HZS = 109, AČR = 24 a PČR = 22).

Sběr výzkumných dat

Veškeré testování (diagnostika) se uskutečnilo v prostorách Laboratoře Sportovní Motoriky na Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy a bylo provedeno v průběhu 3 let (2019-2022). Během tohoto testování (diagnostiky) jsme nereflektovali vliv denního ani týdenního biorytmu na výkon v rámci vybraných testů z důvodu časových možností a také charakteru zatěžování jednotlivých skupin probandů proběhlo testování v dopoledních hodinách mezi 8:00 – 12:00. V laboratorním prostředí, ve kterém probíhalo testování, stejně jako ve všech místnostech využitých v rámci výzkumu, byla udržována stálá teplota 23 °C. S jednotlivými testovanými příslušníky bylo jednáno na profesionální úrovni a pro zachování stálých (diagnostických) testovacích podmínek byl personál po celou dobu výzkumu tvořen totožnými osobami.

Ze základních antropometrických (údajů) parametrů byly měřeny tělesná výška (TV v cm) a tělesná hmotnost (TH v kg), získány standartní (neinvazivní) antropometrickou metodou. Tělesná výška byla stanovena pomocí antropometru SECA 242 (Seca, Germany). Tělesná hmotnost byla měřena pomocí digitální váhy SECA 769 (Seca, Germany) s přesností na 0,1 kg.

K analýze vybraných parametrů tělesné kompozice byl použit multifrekvenční přístroj (BIA) zařízení TANITA MC-980 MA (Tanita Corporation, Japonsko), pracující s frekvencemi 1, 5, 50, 250, 500 a 1000 kHz. Hodnocenými parametry byly: tělesný tuk (%), zastoupení tukuprosté hmoty (kg), množství svalové hmoty (kg) spolu se segmentální rozložením (kg) a parametr BMI, které byly následně vyhodnoceny pomocí softwaru přístroje (Tanita MC-980).

K analýze vybraných parametrů posturální stability jsme v rámci laboratorní diagnostiky použili tlakovou desku FOOTSCAN (RSscan International, Belgie) o rozměrech 0,5 m x 0,4 m, se snímacím polem obsahujícím 4100 snímačů s citlivostí 0,1 $N \cdot cm^{-2}$ a snímkovací frekvencí 33 Hz. Hodnoceným parametrem, zde byla celková dráha středu tlakového působení (en. total traveled way; TTW).

Při analýze flexibility zaměřené na oblast bederní části zad a zadních stehenních svalů byl použit lineární test dosahu na zřízení SIT AND REACH BENCH (Eveque, Anglie) s citlivostí 1 cm.

K analýze izometrické svalové síly *flexorů* ruky byl použit dynamometr TKK 5401-GripD (Takei Scientific Instruments, Japonsko. Nejlepší zaznamenané výkony pro každou končetinu uvedený v kilogramech (kg) byly sečteny, čímž bylo získáno kombinované skóre síly stisku, které bylo následně použito k analýze a komparaci.

K analýze izometrické svalové síly *flexorů* (A) a *extenzorů* (B) loketního kloubu bylo použito zařízení GroinBar FORCEFRAME™ (Vald Performance, Austrálie) s frekvencí 400 Hz. Testování probíhalo v pozici sedu s nataženými DK (s propnutými koleny). Testovaná HK byla ohnutá v loketním kloubu pod úhlem 90° se sevřenou pěstí, a její spodní část byla v kontaktu s měřící silovou deskou (siloměrem). Úhel byl nastaven a kontrolován během testování za pomoci (ručního) GONIOMETRU (Orthopedic Equipment CO, USA). K výsledné analýze a zpracování byly vybrány pouze pokusy s nejvyšší vyprodukovanou IM silou na každé končetině.

Pro analýzu izometrické svalové síly interní rotace (IR) a externí rotace (ER) ramenního kloubu bylo použito zařízení GroinBar FORCEFRAME™ (Vald Performance, Austrálie) s frekvencí 400 Hz. Během tohoto testu byl příslušník v pozici na zádech s nataženými DK s ramenem v upažení do 90° a loktem v 90° flexi. Tyto úhly byly nastaveny a kontrolovány během testování za pomoci (ručního) GONIOMETRU (Orthopedic Equipment CO, USA). Výška měřícího zařízení (snímačů) dynamometru byla nastavena na střed (palmar, dorsal) dlaně ruky a tato pozice byla udržována po celou dobu testování. Pro výslednou analýzu a zpracování byl vybrán pouze výkon s nejvyšší vyprodukovanou IM silou měřenou v newtonech (N).

K analýze parametrů IM síly ADD a ABD kyčelního kloubu bylo použito zařízení GroinBar FORCEFRAME™ (Vald Performance, Austrálie) s frekvencí 400 Hz. Testovaný příslušník byl v lehu na zádech s flexí v kyčlích (60°) a kolenou (90°). Tyto úhly mu byly nastaveny a kontrolovány během testování za pomoci (ručního) GONIOMETRU (Orthopedic

Equipment CO, USA). Horní končetiny byly po celou dobu testu (zkřížené) na hrudi a chodidla položena na (šířku boků) zemi. Snímače měřícího zařízení dynamometru byly nastaveny na střed kolenních kloubů (mediální kondyly femuru) a tato pozice byla udržována po celou dobu testování. Pro výslednou analýzu a zpracování byl vybrán pouze výkon s nejvyšší vyprodukovanou IM silou (ADD, ABD) měřenou v newtonech (N).

K analýze izokinetické svalové síly *extenzorů* a *flexorů* kolenního kloubu DK byl použit dynamometr Cybex Humac Norm (Cybex NORM®, Humac, USA). Vybraným parametrem byl maximální točivý moment (N·m), zjišťovaný během koncentrické (svalové) kontrakce a úhlových rychlostí $60°·s^{-1}$ (pomalá) a $300°·s^{-1}$ (rychlá). Po standardizovaném rozcvičení proběhlo usazení (křesla dynamometru), nastavení a fixace trupu a testované DK dle pokynů výrobce. Před samotným testováním bylo rameno dynamometru u každého příslušníka ergonomicky nastaveno a individuálně přizpůsobeno tak, aby osa kolenního kloubu ve frontální rovině byla v ose otáčejícího se ramene dynamometru. V souladu s pokyny výrobce byla provedena korekce gravitace a kalibrace dynamometru. Rozsah pohybu byl 90° (maximální extenze byla označena a nastavena jako anatomická nula "0°"). Hodnoceným parametrem byl moment síly (pohyb po kružnici) při maximální volní (koncentrické) svalové kontrakci. Příslušníci provedli nejdříve tři (maximální) provedení (extenze/flexe) na rychlosti $60°·s^{-1}$ a po odpočinku (30 s) následovali tři provedení na rychlosti $300°·s^{-1}$. Stejný postup se opakoval během testování druhé DK, v rámci testování byla poskytována vizuální zpětná vazba a slovní povzbuzování. Pro výsledné statistické zpracování a porovnání mezi jednotlivými příslušníky IZS byl vybrán vždy nejvyšší vyprodukovaný IK silový výkon, který byl následně převeden na relativní hodnoty ($N·m·kg^{-1}$) daného (testovaného) příslušníka.

K analýze izokinetické svalové síly fle*xorů* a *extenzorů* trupu byl využit dynamometr Cybex Humac Norm (Cybex NORM®, Humac, USA) s modulárním adaptérem (flexe/extenze) trupu (TEF). Zjišťovanými parametry byl maximální točivý moment (N·m) při úhlových rychlostech $60°·s^{-1}$ (pomalá) a svalová práce (N·m) při $90°·s^{-1}$ (nízká) testované během koncentrické svalové kontrakci. Před samotným testem a po standardizovaném rozcvičení se příslušník postavil na podnožku modulárního adaptéru TEF s chodidly v patních nástavcích/jamkách. Pro zarovnání svislé osy testovaného s osou jednotky dynamometru byla výška nastavena pomocí spínače nožní desky, dokud nebyl gumový zarovnávací ukazatel (3,5 cm) pod vrcholem kyčelního hřebene a vycentrován k ose rotace pomocí předozadního zarovnávacího kolečka. Pánevní pás byl upevněn přes horní část trnů kyčelních. Výška

podkolenní vložky byla upravena do polohy přímo za čéškou. Poté, co byla těsně (nad a pod) čéškami provedena fixace zajišťovacími pákami. Spodní část těla byla stabilizována v mírně pokrčené poloze (15°) flexe v kolenou (tibiálními, popliteálními a stehenními) adaptéry. Lopatková podložka byla umístěna přes střed lopatek a zajištěna. Hrudní podložka byla správně umístěna do polohy, která byla rovnoběžná s podložkou lopatky a zajištěna. Po tomto základním nastavení bylo provedeno pět submaximálních (opakování) pokusů s cílem seznámení s průběhem testu a zpracování testovaných svalových skupin. Pro výsledné statistické zpracování a porovnání mezi jednotlivými příslušníky IZS byl vybrán vždy nejvyšší vyprodukovaný IK silový výkon a celkový vyprodukovaný výkon (svalová práce), který byl následně převeden na relativní hodnoty ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$) daného příslušníka.

Pro analýzu vybraných parametrů (explozivního) dynamického silového projevu DK byl použit skok snožný z místa a tři typy vertikálních výskoků, které byly prováděny na silových deskách (platformách) KISTLER 8611 (Kistler Instrumente AG, Switzerland) se vzorkovací frekvencí 1000 Hz. Základní zpracování dat bylo provedeno za pomoci softwaru BioWare (Kistler Holding AG, Switzerland). Sledovány byly parametry: maximální výška výskoku (VV) vypočítaná z doby letu během odrazu (cm), maximální vyprodukovaná síla (VGRF) během výskoku, převedena na relativní hodnoty ($N \cdot kg^{-1}$), impulz síly (I) – převeden na relativní hodnoty ($N \cdot s \cdot kg^{-1}$) a u horizontálního skoku z místa (snožmo) pak maximální délka skoku (cm).

Při analýze aerobní zdatnosti jsme se zaměřili na vybrané parametry související s analýzou plynů a srdeční funkce. Ty byly zjišťovány za pomoci stupňovaného zátěžového testu na (motorovém) běžeckém ERGOMETRU (H Cosmos Sports & Medical GMBH, Německo) doplněného o spirometrické vyšetření. Jednalo se o parametry: maximální spotřebu kyslíku (VO_{2max}) převedenou na relativní hodnoty ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$), minutovou ventilaci (VE) vyhodnocenou na ($l \cdot min^{-1}$), respirační koeficient (RER) a maximální srdeční frekvenci (SF_{max}) uváděnou v ($tep \cdot min^{-1}$). Respirační parametry byly analyzovány pomocí otevřeného systému CORTEX METALYZER 3B (MetaLyzer® 3B, Cortex, Německo), varianta (dech po dechu) s modulem pro měření SF. Za tímto účelem, tak byl na hrudník příslušníka umístěn snímač srdeční frekvence POLAR HEARTRATESENSOR H10 (Polar, Finsko), kterým byla během výkonu kontinuálně zaznamenávána SF.

3.1 Statistické zpracování dat

Získané hodnoty byly podrobeny vztahové, věcné a logické analýze. Pro základní charakteristiku jednotlivých skupin byly použity základní matematicko-statistické metody (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, procentuální rozdíly a variační rozpětí). Pro ověření normálního rozložení dat byl použit Shapiro-Wilkův test. Pro testování homogenity rozptylu dat byl použit Bartlettův test. K posouzení vlivu tělesné přípravy/způsobu (závisle proměnná) na nezávisle proměnné (TTW, výška výskoku, maximální vyvinutá síla při výskoku), byla použita mnohonásobná analýza rozptylu (MANOVA) s konfidenčním intervalem na úrovni 95% přičemž pravděpodobnost chyby 1. typu (alfa) byla stanovena na minimální úroveň $p = 0,05$ pro zamítnutí nulové hypotézy. Proporce variace faktoru (věcná významnost; en. Effect size, ES) byla hodnocena pomocí „partial eta squared“ parametrem jako: malý efekt $\eta p2 < 0,05$; střední efekt $\eta p2 > 0,06 < 0,13$; a velký efekt $\eta p2 > 0,14$. Záznam a příprava data byla provedena softwarem Excel (Microsoft, USA). Statistická analýza byla provedena softwarem IBM SPSS Statistics 25 (IBM, USA).

4 Výsledky

Průměrné hodnoty se směrodatnými odchylkami základních antropometrických charakteristik zjištěných u příslušníků jednotlivých složek IZS uvádíme v Tabulce 1 spolu s jednotlivými parametry tělesně kompozice.

Tabulka 1: Základní antropometrické ukazatele a vybrané parametry tělesné kompozice příslušníků IZS

Proměnná		HZS n = 109			AČR n = 24			PČR n = 22			ANOVA		
		X		SD	X		SD	X		SD	F	p	ηp2
TV	(m)	1,83	±	5,45	1,79	±	5,15	1,79	±	5,61	8,301	< 0,001	0,098
TH	(kg)	83,87	±	7,09	81,85	±	8,60	87,31	±	7,29	3,406	< 0,05	0,043
%TT	(%)	12,53	±	4,93	15,99	±	3,81	12,66	±	2,80	5,291	< 0,01	0,065
TPH	(kg)	73,14	±	5,50	68,02	±	5,14	76,23	±	6,35	13,535	< 0,001	0,151
SH	(kg)	69,53	±	5,25	64,97	±	5,19	72,71	±	6,11	12,143	< 0,001	0,138
PHK	(kg)	4,38	±	0,61	3,88	±	0,38	4,91	±	0,61	23,739	< 0,001	0,238
LHK	(kg)	4,35	±	0,59	3,95	±	0,40	4,86	±	0,58	19,984	< 0,001	0,208
TRUP	(kg)	37,40	±	2,69	35,12	±	2,68	38,49	±	2,96	10,071	< 0,001	0,117
PDK	(kg)	11,68	±	0,91	11,03	±	0,82	12,08	±	0,99	8,261	< 0,001	0,098
LDK	(kg)	11,63	±	0,94	10,71	±	0,80	12,15	±	1,03	15,061	< 0,001	0,165
BMI	(kg·m-2)	24,98	±	1,84	25,41	±	2,13	27,07	±	1,74	10,218	< 0,001	0,119

Legenda: HZS – Hasičský záchranný sbor; PČR – Policie České republiky; AČR – Armáda České republiky; TV – Tělesná výška; TH – Tělesná hmotnost; TT- Tělesný tuk; TPH – tukuprostá hmota; SH – Svalová hmota; BMI – Body Mass Index; PDK – Pravá dolní končetina; LDK – Levá dolní končetina; PHK – Pravá horní končetina; LHK – Levá horní končetina; F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; η_p^2 – Míra velikost účinku/dopadu; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation

Celkový průměrný věk u našeho specifického vzorku 155 příslušníků IZS je 33,3 ± 6,97 let, kdy nejmladšímu zde bylo 18 let (HZS), zatímco nejstarším pak 48 let (HZS, AČR) s průměrnou délkou služebního poměru 10,4 ± 6,86 roků. Jejich průměrná TV je 1,82 ± 5,70 m (min. 1,68 m; max. 1,96 m) a TH 84,0 ± 7,48 kg (min. 63,6 kg; max. 108,7 kg), z čehož nám vychází hodnota BMI (25,4 ± 2 kg·m^{-2}). Při individuálním hodnocení bychom tak pomoci BMI kategorizovali 46,5 % příslušníků s normální hmotností, 50,3 % bychom jich označili a zařadili do kategorie s nadváhou a 3,2 % pak již jako obézní. Přesnějším parametrem pro určení nadváhy či obezity je % TT, jehož úroveň je u těchto příslušníků (IZS) na poměrně nízké úrovni 13,1 ± 4,67 % (min. 3 %; max. 27 %). Dalšími hodnocenými parametry tělesné kompozice jsou TPH 72,8 ± 6,0 kg, která zastupuje 86,5 % z celkové TH a SH 69,3 ± 5,74 kg, což odpovídá 82,2 % z celkové TH. Při sledování segmentálního rozložení SH na jednotlivých končetinách jsme zjistili hodnoty na PHK 4,40 ± 0,58 kg; LHK 4,38 ± 0,55 kg; trupu 37,22 ± 2,89 kg; pravé 11,65 ± 0,96 kg; a levé 11,57 ± 1,02 kg dolní končetině.

Při hodnocení a komparaci mezi příslušníky IZS jsme zjistili u TV významné rozdíly ($F = 8{,}301$; $p < 0{,}001$; $\eta_p^2 = 0{,}098$). Příslušníci HZS dosahují ($p < 0{,}01$) vyšších hodnot (o cca 2-2,5 %) v komparaci s PČR a AČR. V parametru TH jsme zjistili statisticky významný ($F = 3{,}406$; $p < 0{,}05$; $\eta_p^2 = 0{,}043$) rozdíl ve prospěch PČR. Tito příslušníci tak v komparaci s HZS a AČR dosahují signifikantně vyšší průměrné TH (o 4,10 % resp. 6,7 %). Při analýze zastoupení % TT byl zjištěn významný ($F = 5{,}291$; $p < 0{,}01$; $\eta_p^2 = 0{,}065$) rozdíl a hodnoty ve prospěch HZS a PČR. Post Hoc analýzou jsme u PČR a HZS prokázali ($p < 0{,}01$) nižší hodnoty % TT v porovnání s AČR, jejichž hodnota je o cca 26 % vyšší.

Při analýze TPH jsme zjistili statisticky významný rozdíl ($F = 13{,}535$; $p < 0{,}001$; $\eta_p^2 = 0{,}151$) mezi složkami IZS. PČR a HZS v tomto parametru dosahují o 10,8 % resp. 7,0 % vyšších hodnot, než AČR. S tímto zjištěním koreluje i parametr SH ($F = 12{,}143$; $p < 0{,}001$; $\eta_p^2 = 0{,}138$), kde její nejnižší zastoupení mají vojáci v AČR. Signifikantně vyšší množství SH o 11,9 % resp. 7 % více jsme zjistili jak u PČR tak i HZS. Tento výsledek se promítl i do hodnocení segmentálního rozložení SH, kde je statisticky významné rozdíl u PHK ($F = 23{,}739$; $p < 0{,}001$; $\eta_p^2 = 0{,}238$) i LHK ($F = 19{,}984$; $p < 0{,}001$; $\eta_p^2 = 0{,}208$) mezi IZS. Post Hoc analýza prokázala ($p < 0{,}001$) vyšší zastoupení SH na obou HK u PČR, kteří ve srovnání s HZS a AČR mají o 11,9 % resp. 26,3 % vyšší množství SH na PHK a o 11,7 % resp. 23 % na LHK. Při hodnocení trupu je významný ($F = 10{,}071$; $p < 0{,}001$; $\eta_p^2 = 0{,}117$) rozdíl mezi PČR a AČR, kde jsme zaznamenali o 9,6 % vyšší množství SH u PČR. Také u DK jsme nalezli významný ($F = 8{,}261$; $p < 0{,}001$; $\eta_p^2 = 0{,}098$) rozdíl na PDK mezi PČR a AČR, ve prospěch PČR.

4.1 Výsledky analýzy posturální stability a flexibility

Tabulka 2: Vybrané parametry posturální stability a flexibility zadních stehenních svalů u příslušníků vybraných složek IZS

Proměnná		HZS n = 109			AČR n = 24			PČR n = 22			ANOVA		
		X		SD	X		SD	X		SD	F	p	η_p^2
POSTURÁLNÍ STABILITA													
US_{OO}	(mm)	144,50	±	55,14	148,08	±	37,13	129,32	±	37,48	1,011	0,366	0,013
US_{ZO}	(mm)	183,94	±	85,63	199,13	±	72,41	144,95	±	53,07	2,908	0,058	0,037
FL_P	(mm)	1363,35	±	501,98	1500,63	±	853,37	1360,59	±	426,97	0,523	0,594	0,007
FL_L	(mm)	1385,17	±	459,85	1540,71	±	533,85	1350,18	±	502,70	1,138	0,323	0,015
FLEXIBILITA													
Sed_{Dosah}	(cm)	22,73	±	7,81	27,17	±	6,77	22,50	±	7,65	3,772	0,025	0,047

Legenda: HZS – Hasičský záchranný sbor; PČR – Policie České republiky; AČR – Armáda České republiky; US_{OO} – Úzký stoj otevřené oči; US_{ZO} – Úzký stoj zavřené oči; FL_L – Stoj na levé končetině; FL_P – Stoj na pravé končetině; F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; η_p^2 – Míra velikost účinku/dopadu; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation

Při hodnocení parametrů posturální stability jsme za pomoci analýzy rozptylu nalezli významné ($F = 2{,}908$; $p < 0{,}05$; $\eta_p^2 = 0{,}037$) rozdíly mezi příslušníky složek IZS v testu US_Z uvedené v Tabulce 2. Post hoc analýzou jsme ze prokázali signifikantně ($p < 0{,}05$) lepší výsledek u PČR (144,95 ± 53,07 mm) proti HZS a AČR.

Příslušníci těchto složek v testu US_{ZO} vyprodukovali o 26,9 % resp. 37,4 % vyšší průměrné hodnoty COP (mm). U analýzy rozptylu při hodnocení (flexibility) v testu sed a dosah byl zjištěn významný ($F = 3{,}772$; $p < 0{,}05$; $\eta_p^2 = 0{,}047$) rozdíl mezi příslušníky IZS. Následná Post Hoc analýza prokázala ve srovnání s HZS a PČR ($p < 0{,}05$) lepší (o ~19,5 %) výkon příslušníků ve složce AČR.

4.2 Výsledky analýzy izometrické síly

Tabulka 3: Vybrané parametry izometrické svalové síly horních a dolních končetin u příslušníků vybraných složek IZS

Proměnná		HZS		AČR		PČR		ANOVA		
		X	SD	X	SD	X	SD	F	p	η_p^2
HANDGRIP		n = 109		n = 24		n = 22				
Flexe (kg)	Celková	107,13	± 12,18	104,30	± 9,66	115,46	± 8,29	6,404	0,002	0,102
LOKET		n = 69		n = 22		n = 24				
Flexe	Levá	280,77	± 30,56	272,42	± 30,51	310,86	± 33,11	10,415	<0,001	0,156
(N)	Pravá	258,18	± 38,68	272,48	± 31,93	299,00	± 33,23	10,227	<0,001	0,153
Extenze	Levá	275,27	± 37,27	261,78	± 37,38	282,58	± 42,38	1,838	0,164	0,032
(N)	Pravá	250,29	± 33,42	252,32	± 34,64	272,44	± 30,64	3,316	0,040	0,055
RAMENO 90°		n = 69		n = 22		n = 24				
Interní Rotace	Levá	178,80	± 44,45	177,16	± 22,90	167,67	± 32,71	0,703	0,497	0,012
(N)	Pravá	165,95	± 51,55	175,38	± 24,60	148,74	± 26,36	4,555	0,013	0,075
Externí Rotace	Levá	168,22	± 45,28	193,04	± 32,53	181,73	± 53,47	7,215	0,001	0,113
(N)	Pravá	172,39	± 44,80	179,11	± 28,05	177,08	± 24,32	2,347	0,100	0,040
KYČLE 60°		n = 69		n = 22		n = 24				
Addukce	Levá	439,51	± 45,78	426,82	± 38,27	463,95	± 58,85	3,666	0,029	0,061
(N)	Pravá	412,46	± 47,50	402,41	± 50,67	454,16	± 54,15	2,194	0,116	0,037
Abdukce	Levá	447,94	± 54,17	442,32	± 45,39	474,40	± 70,78	7,387	0,001	0,116
(N)	Pravá	425,14	± 46,18	413,36	± 52,26	454,38	± 65,95	3,859	0,024	0,064

Legenda: HZS – Hasičský záchranný sbor; PČR – Policie České republiky; AČR – Armáda České republiky; F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; η_p^2 – Míra velikost účinku/dopadu; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation

Pomocí analýzy rozptylu byly zjištěny významné ($F = 6{,}404$; $p < 0{,}002$; $\eta_p^2 = 0{,}102$) rozdíly u celkové IM síly *flexorů* ruky mezi příslušníky IZS, kde ($p < 0{,}002$) vyšší (o 7,7 % resp. 10,7 %) IM sílu vyprodukovali PČR v komparaci s HZS a AČR (viz Tabulka 3). V rámci statistické analýzy zaměřené na IM sílu *flexorů* loketního kloubu LHK byl zjištěn významný (F

= 10,415; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,156$) rozdíl mezi příslušníky IZS. Post Hoc analýza prokázala signifikantně vyšší hodnoty *flexorů* loketního kloubu u PČR, kteří tak v komparaci s HZS a AČR vyprodukovali o 10,7 % resp. 14,0 % vyšší výkon. Na PHK byl zjištěn významný ($F = 10,227$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,153$) rozdíl mezi příslušníky PČR a HZS, kdy jsme u PČR zjistili ($p < 0,001$) vyšší (o 15,9 %) sílu než u HZS. Další významný rozdíl mezi příslušníky IZS je u *extenzorů* loketního kloubu na PHK ($F = 3,316$; $p < 0,05$; $\eta_p^2 = 0,055$). U PČR jsme zjistili ($p<0,05$) vyšší (o cca 8,8 %) výkon v komparaci s HZS a AČR.. Při hodnocení IM svalové síly IR ramenního kloubu jsme zjistili významné ($F = 4,555$; $p < 0,013$; $\eta_p^2 = 0,075$) rozdíly mezi příslušníky IZS na PHK ve prospěch AČR, kteří tak v komparaci s HZS a PČR vyprodukovali ($p < 0,05$) vyšší (o 6 % resp. 14,9 %) výkon. Také u ER na LHK jsme zjistili ($F = 7,215$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,113$) rozdíly mezi příslušníky IZS, ve prospěch AČR, kteří zde dosáhli ($p < 0,001$) vyššího (o 14,9 %) výkonu ve srovnání s HZS, podobně jako PČR ($p < 0,035$), jejichž výkon byl o 7,7 % vyšší, než který vyprodukovali HZS.

Za pomoci analýzy rozptylu u ADD (kyčlí) na LDK jsme zjistili významné ($F = 3,666$; $p < 0,029$; $\eta_p^2 = 0,061$) rozdíly mezi příslušníky IZS, kdy policisté PČR vyprodukovali ($p < 0,05$) vyšší IM sílu (o 5,7 % resp. 8,9 %) než příslušníci HZS resp. AČR. Při hodnocení stejné svalové skupiny (ADD) na PDK jsme zjistili významný ($F = 2,194$; $p < 0,116$; $\eta_p^2 = 0,037$) rozdíl mezi příslušníky AČR a PČR, ve prospěch AČR, jejichž silová zde produkce je ($p < 0,116$) o 12,9 % vyšší. Při hodnocení IM svalové síly ABD (kyčlí) jsme za pomoci analýza rozptylu prokázali na LDK rovněž významné ($F = 7,387$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,116$) rozdíly mezi příslušníky IZS, kde jsme rovněž zjistili o ~6 % vyšší výkon u PČR v rámci komparace složek HZS a AČR. Tentýž výsledek jsme zjistili v rámci analýzy rozptylu (ABD) na PDK ($F = 3,859$; $p < 0,05$; $\eta_p^2 = 0,064$), kdy u PČR vidíme o 6,8 % resp. 9,9 % vyšší IM silový výkon ve srovnání s HZS resp. AČR.

4.3 Výsledky analýzy izokinetické svalové síly dolních končetin

Tabulka 4: Vybrané parametry izokinetické svalové síly flexorů a extenzorů kolenního kloubu u příslušníků vybraných složek IZS

Max. Točivý Moment Síly			HZS n = 109			AČR n = 24			PČR n = 22			ANOVA		
			X		SD	X		SD	X		SD	F	p	η_p^2
K_{EX} $60°\cdot s^{-1}$	Pravá	(N·m)	236,8	±	39,84	225,0	±	28,81	272,0	±	49,83	4,257	0,016	0,053
		(N·m·kg^{-1})	2,84	±	0,42	2,79	±	0,41	3,10	±	0,42			
	Levá	(N·m)	234,5	±	43,19	224,9	±	29,35	274,0	±	43,47	5,857	0,004	0,071
		(N·m·kg^{-1})	2,80	±	0,47	2,77	±	0,32	3,14	±	0,40			
K_{FL} $60°\cdot s^{-1}$	Pravá	(N·m)	133,7	±	26,43	122,2	±	16,69	145,2	±	20,57	1,633	0,199	0,021
		(N·m·kg^{-1})	1,60	±	0,30	1,51	±	0,25	1,66	±	0,18			
	Levá	(N·m)	132,0	±	29,80	120,0	±	18,24	145,3	±	18,35	1,938	0,147	0,025
		(N·m·kg^{-1})	1,57	±	0,34	1,48	±	0,25	1,67	±	0,17			
K_{EX} $300°\cdot s^{-1}$	Pravá	(N·m)	122,9	±	22,20	116,5	±	12,98	141,9	±	24,80	4,041	0,019	0,050
		(N·m·kg^{-1})	1,47	±	0,26	1,44	±	0,18	1,62	±	0,22			
	Levá	(N·m)	121,9	±	21,95	114,7	±	12,60	140,5	±	21,22	5,129	0,007	0,063
		(N·m·kg^{-1})	1,46	±	0,25	1,42	±	0,16	1,61	±	0,17			
K_{FL} $300°\cdot s^{-1}$	Pravá	(N·m)	71,9	±	16,61	62,83	±	12,04	76,9	±	14,18	2,060	0,131	0,026
		(N·m·kg^{-1})	0,85	±	0,22	0,78	±	0,16	0,88	±	0,15			
	Levá	(N·m)	70,6	±	17,34	62,21	±	12,00	75,8	±	15,06	1,574	0,211	0,020
		(N·m·kg^{-1})	0,85	±	0,21	0,77	±	0,15	0,87	±	0,15			

Legenda: HZS – Hasičský záchranný sbor; PČR – Policie České republiky; AČR – Armáda České republiky; K_{EX} – Extenzory kolenního kloubu; K_{FL} – Flexory kolenního kloubu; F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; η_p^2 – Míra velikost účinku/dopadu; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation

V Tabulce 4 je uuvedeno hodnocení maximálního točivého momentu síly K_{EX} při (pomalé) úhlové rychlosti $60°\cdot s^{-1}$ na PDK mezi příslušníky IZS ukázala významné ($F = 4{,}257$; $p < 0{,}016$; $\eta_p^2 = 0{,}053$) rozdíly. U PČR jsme zjistili ($p < 0{,}01$) vyšší (o 9,2 % resp. 11,1 %) IK svalovou sílu ve srovnání s HZS resp. AČR. Ještě výraznější byl tento rozdíl při vyhodnocení K_{EX} na LDK, kde byl výkon PČR v komparaci s HZS resp. AČR o 12,1 % resp. 13,4 % vyšší. Další hodnocení se týkalo stejného parametru a svalových skupin DK, které bylo ovšem provedeno při (rychlé) úhlové rychlosti $300°\cdot s^{-1}$. Při prvním hodnocení jsme se zaměřili na K_{EX} na PDK, kde jsme zjistili významný rozdíl ($F = 4{,}041$; $p < 0{,}05$; $\eta_p^2 = 0{,}050$) ve prospěch PČR.

Rozdíl ve výkonu mezi PČR a zbylými složkami (HZS a AČR) byl ~12,5 %. Totožný silový výkon a významný ($F = 5{,}129$; $p < 0{,}007$; $\eta_p^2 = 0{,}063$) rozdíl je rovněž na LDK u K_{EX}. Post Hoc analýzou jsme prokázali ($p < 0{,}005$) vyšší (o 10,2 % a 13,3 %) výkon maximální síly u PČR v komparaci s HZS a AČR (viz Tabulka 4).

4.4 Výsledky analýzy izokinetické svalové síly trupu

Tabulka 5: Vybrané parametry izokinetické svalové síly flexorů a extenzorů trupu u příslušníků vybraných složek IZS

Max. Točivý Moment Síly		HZS n = 71			AČR n = 24			PČR n = 22			ANOVA		
		X		SD	X		SD	X		SD	F	p	η_p^2
Flexe $60°\cdot s^{-1}$	(N·m)	253,2	±	39,45	248,9	±	30,05	282,0	±	35,73	2,636	0,076	0,043
	(N·m·kg^{-1})	3,04	±	0,43	3,04	±	0,29	3,23	±	0,27			
Extenze $60°\cdot s^{-1}$	(N·m)	304,6	±	62,43	308,4	±	56,14	377,2	±	45,74	7,892	0,001	0,119
	(N·m·kg^{-1})	3,66	±	0,76	3,80	±	0,78	4,34	±	0,60			
Svalová Práce													
Flexe $60°\cdot s^{-1}$	(N·m)	376,5	±	52,63	384,5	±	47,61	445,3	±	58,97	9,848	<0,001	0,144
	(N·m·kg^{-1})	4,52	±	0,59	4,69	±	0,52	5,09	±	0,46			
Extenze $60°\cdot s^{-1}$	(N·m)	394,6	±	70,22	403,6	±	63,11	494,0	±	61,85	11,288	<0,001	0,162
	(N·m·kg^{-1})	4,74	±	0,84	4,98	±	0,95	5,68	±	0,76			
Flexe $90°\cdot s^{-1}$	(N·m)	4561,4	±	497,30	4644,6	±	641,80	5349,6	±	664,18	9,178	<0,001	0,136
	(N·m·kg^{-1})	54,95	±	6,29	56,97	±	7,35	61,24	±	5,33			
Extenze $90°\cdot s^{-1}$	(N·m)	4296,2	±	850,08	4594,5	±	762,76	5655,9	±	685,78	16,595	<0,001	0,221
	(N·m·kg^{-1})	51,77	±	10,41	56,74	±	10,79	65,01	±	7,86			

Legenda: HZS – Hasičský záchranný sbor; PČR – Policie České republiky; AČR – Armáda České republiky; F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; η_p^2 – Míra velikost účinku/dopadu; M – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation

V rámci diagnostiky *flexorů* trupu při (pomalá) úhlové rychlosti $60°\cdot s^{-1}$ jsme zjistili významný ($F = 2,636$; $p < 0,05$; $\eta p^2 = 0,043$) rozdíl v parametru maximálního točivého momentu síly, kdy zde PČR vyprodukovali ($p < 0,001$) vyšší (o 6,2 %) silový výkon, ve srovnání s HZS a AČR (viz Tabulka 5). Stejně tak při vyhodnocení *extenzorů* trupu při rychlosti $60°\cdot s^{-1}$ nacházíme $F = 7,892$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,119$ ve prospěch PČR, kteří tak v komparaci s HZS a AČR dosahují ($p < 0,001$) vyššího výkonu o 18,6 % resp. 14,2 %.

U parametru svalové práce (svalové vytrvalosti) *flexorů* trupu a (pomalé) úhlové rychlosti $60°\cdot s^{-1}$ jsme zjistili významné ($F = 9,848$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,144$) rozdíly ve prospěch PČR, jejichž vyprodukovaný výkon je ($p < 0,001$) vyšší (o 8,5 % resp. 12,6 %) v komparaci s AČR resp. HZS, výraznější rozdíl je u *extenzorů* (9,8 % resp. 14,1 %). Při hodnocení *flexorů* při (nízké) úhlové rychlosti ($90°\cdot s^{-1}$) jsme zjistili významně vyšší výkon u PČR v komparaci s HZS a AČR ($p < 0,001$) vyšší o 11,4 % resp. 7,5 %. Stejné závěry ve prospěch PČR zjistili při vyhodnocení *extenzorů* trupu, kde byla silová produkce PČR ještě výrazně vyšší o 25,7 % resp. 14,6 % a v komparaci s HZS a AČR tak dosáhli lepšího silového (vytrvalostního) výkonu.

4.5 Výsledky analýzy dynamické síly dolních končetin

Při vyhodnocení skokových testů jsme zjistili u testu CMJF významný ($F = 3,788$; $p < 0,025$; $\eta_p^2 = 0,047$) rozdíl mezi příslušníky IZS v parametru VGRF (Tabulka 6).

Tabulka 6: Vybrané parametry dynamického (explozivní) projevu síly dolních končetin u příslušníků vybraných složek IZS

Proměnná		HZS n = 109			AČR n = 24			PČR n = 22			ANOVA		
		X		SD	X		SD	X		SD	F	p	η_p^2
CMJF													
VV	(cm)	43,73	±	8,47	41,28	±	6,50	44,89	±	7,75	1,258	0,287	0,016
VGRF	($N \cdot kg^{-1}$)	2,47	±	0,21	2,36	±	0,17	2,53	±	0,25	3,788	0,025	0,047
I	($N \cdot s \cdot kg^{-1}$)	3,22	±	0,45	2,94	±	0,36	3,22	±	0,42	0,287	0,751	0,004
CMJ													
VV	(cm)	37,92	±	7,33	34,88	±	5,35	39,19	±	6,67	2,463	0,089	0,031
VGRF	($N \cdot kg^{-1}$)	2,55	±	0,30	2,43	±	0,28	2,56	±	0,27	1,827	0,164	0,023
I	($N \cdot s \cdot kg^{-1}$)	2,98	±	0,37	2,94	±	0,32	2,94	±	0,35	0,114	0,892	0,001
SQJ													
VV	(cm)	35,55	±	7,18	32,65	±	5,89	36,65	±	6,24	2,215	0,113	0,028
VGRF	($N \cdot kg^{-1}$)	2,05	±	0,19	2,02	±	0,17	2,06	±	0,13	0,337	0,714	0,004
I	($N \cdot s \cdot kg^{-1}$)	2,66	±	0,36	2,58	±	0,39	2,67	±	0,22	0,540	0,584	0,007
SKOK Z MÍSTA													
Snožmo	(cm)	237,23	±	30,37	230,63	±	30,75	242,23	±	15,57	0,988	0,375	0,013

Legenda: HZS – Hasičský záchranný sbor; PČR – Policie České republiky; AČR – Armáda České republiky; VV – Výška výskoku; VGRF – Vertical ground reaction force; I – Impulz síly; CMJF - Contermovement Jump Free Arms ;CMJ – Contermovement Jump; SQJ - Squat Jump; F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; ηp2 – Míra velikost účinku/dopadu; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation

Post Hoc analýzou jsme prokázali ($p < 0,025$) nižší silovou produkci u AČR proti PČR a HZS. Další významné ($F = 2,463$; $p < 0,089$; $\eta_p^2 = 0,031$) rozdíly jsme zjistili v testech CMJ a SQJ v parametru VV, ve prospěch PČR a jejich o ~4 cm vyšší VV v porovnání s AČR.

4.6 Výsledky analýzy kardiovaskulární (aerobní) zdatnosti

Tabulka 7: Vybrané parametry aerobní zdatnosti u příslušníků vybraných složek IZS

Proměnná		HZS n = 109			AČR n = 24			PČR n = 22			ANOVA		
		X		SD	X		SD	X		SD	F	p	η_p^2
VO_{2max}	($ml \cdot kg^{-1}$)	48,84	±	5,18	48,69	±	7,03	50,06	±	3,49	0,546	0,580	0,007
VE	($l \cdot min^{-1}$)	148,51	±	16,13	149,46	±	17,63	159,09	±	22,56	3,294	0,040	0,041
SF	($t \cdot min^{-1}$)	185,14	±	8,08	188,64	±	8,08	185,23	±	8,45	1,768	0,174	0,023
RQ		1,15	±	0,07	1,17	±	0,05	1,15	±	0,05	0,655	0,521	0,008

Legenda: HZS – Hasičský záchranný sbor; PČR – Policie České republiky; AČR – Armáda České republiky; VE - minutová ventilace; VO_{2max} – Hodnota maximální spotřeby kyslíku; RQ – Respirační koeficient; SF - Maximální srdeční frekvence; F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; η_p^2 – Míra velikost účinku/dopadu; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation

Při statistické analýze rozptylu u parametrů aerobní zdatnosti (vytrvalosti) jsme zjistili významné ($F = 3,294$; $p < 0,04$; $\eta_p^2 = 0,041$) rozdíly mezi příslušníky PČR a HZS v parametru VE ($l \cdot min^{-1}$). Následná Post Hoc analýza, zde odhalila ($p < 0,05$) vyšší (o 7,1 %) V u PČR v porovnání s příslušníky HZS (viz Tabulka 7).

4.7 Výsledky analýzy antropometrických ukazatelů a tělesné kompozice u příslušníků HZS

Tabulka 8: Základní antropometrické ukazatele a vybrané parametry tělesné kompozice příslušníků HZS

Proměnná		VYH n = 39			POS n = 42			NHP n = 29			ANOVA		
		X		SD	X		SD	X		SD	F	p	η_p^2
TV	(m)	1,81	±	6,74	1,84	±	4,12	1,85	±	4,67	7,142	<0,001	0,160
TH	(kg)	84,09	±	7,86	82,25	±	4,33	86,67	±	8,92	3,297	0,013	0,081
%TT	(%)	15,41	±	5,28	10,94	±	3,82	11,44	±	4,67	9,323	<0,001	0,199
TPH	(kg)	70,81	±	5,69	73,17	±	3,90	76,43	±	5,87	12,146	<0,001	0,245
MM	(kg)	67,32	±	5,44	69,57	±	3,73	72,67	±	5,59	11,259	<0,001	0,231
PHK	(kg)	4,20	±	0,52	4,32	±	0,65	4,73	±	0,54	18,383	<0,001	0,329
LHK	(kg)	4,12	±	0,72	4,35	±	0,34	4,68	±	0,53	15,766	<0,001	0,296
TRUP	(kg)	36,32	±	2,90	37,40	±	2,06	38,96	±	2,59	9,800	<0,001	0,207
PDK	(kg)	11,36	±	0,94	11,70	±	0,62	12,15	±	1,08	7,795	<0,001	0,172
LDK	(kg)	11,21	±	0,90	11,70	±	0,65	12,14	±	1,10	13,093	<0,001	0,259
BMI	($kg \cdot m^{-2}$)	25,57	±	2,06	24,33	±	1,26	24,85	±	2,77	7,825	<0,001	0,173

Legenda: VYH – Výjezdoví hasiči; POS – Požární sportovci; NHP – Nejtvrdší hasiči přežijí; TV – Tělesná výška; TH – Tělesná hmotnost; TT- Tělesný tuk; TPH – tukuprostá hmota; SH – Svalová hmota; BMI – Body Mass Index; PDK – Pravá dolní končetina; LDK – Levá dolní končetina; PHK – Pravá horní končetina; LHK – Levá horní končetina; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation; F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; η_p^2 – Míra velikost účinku/dopadu

V Tabulce 8 jsou uvedeny výsledky tělesné kompozice HZS, kdy jsme za pomoci analýzy rozptylu prokázali významné ($F = 7,142$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,160$) rozdíly mezi příslušníky HZS v parametru TV, kde NHP vykazují ($p < 0,002$) vyšší TV v porovnání s VYH. Analýzou rozptylu TH jsme následně zjistili významné ($F = 3,297$; $p < 0,013$; $\eta_p^2 = 0,081$) rozdíly ve prospěch skupiny POS, u kterých jsme zjistili o 4,42 kg menší průměrnou hodnotu TH, než hasiči NHP. V rámci hodnocení % TT jsme zjistili významný ($F = 9,323$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,199$) rozdíl mezi jednotlivými příslušníky HZS. Post hoc analýzou jsme prokázali ($p < 0,001$) vyšší hodnoty % TT u VYH v komparaci s POS a NHP. U parametru TPH jsme zjistili významné ($F = 12,146$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,245$) rozdíly, kde jsme o 4,5 % resp. 7,8 % vyššího zastoupení TPH zaznamenali u hasičů NHP, proti POS a VYH. Významné ($F = 11,259$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,231$) rozdíly mezi příslušníky HZS jsme zjistili také u parametru množství SH. Zde mají ($p < 0,001$) vyšší (o 4,5 % resp. 7,9 %) zastoupení SH hasiči v NHP ve srovnání s

POS resp. VYH. Při hodnocení segmentálního rozložení SH na jednotlivých končetinách byl nalezen rovněž významný rozdíl ($F = 7,795$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,172$), kde hasiči v NHP mají ($p < 0,001$) vyšší zastoupení SH na DK. Totožný závěr jsme zjistili u HK, kde NHP mají ve srovnání s POS a VYH o 8,5 % resp. 13,1 % vyšší (celkové) zastoupení SH. Významné ($F = 9,800$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,207$) rozdíly byly také nalezeny v rozložení SH v oblasti trupu.

4.8 Výsledky analýzy posturální stability, flexibility a izometrické síly u příslušníků HZS

Tabulka 9: Vybrané parametry posturální stability, flexibility a izometrické svalové síly horních končetin u příslušníků HZS

Proměnná		VYH n = 39			POS n = 42			NHP n = 29			ANOVA		
		X		SD	X		SD	X		SD	F	p	ηp2
HANDGRIP													
Flexe $_{Celková}$	(kg)	106,44	±	12,33	107,51	±	9,87	106,99	±	15,02	2,978	0,021	0,074
STABILITA													
US $_{OO}$	(mm)	136,20	±	41,19	172,21	±	65,90	117,28	±	32,60	7,143	<0,001	0,160
US $_{ZO}$	(mm)	174,15	±	86,86	209,26	±	88,16	158,48	±	70,82	3,875	0,005	0,094
FL $_{P}$	(mm)	1358,85	±	567,83	1334,81	±	462,63	1461,41	±	479,8	0,497	0,738	0,013
FL $_{L}$	(mm)	1370,35	±	512,95	1336,14	±	297,58	1513,62	±	548,2	1,392	0,240	0,036
FLEXIBILITA													
Sed $_{Dosah}$	(cm)	20,70	±	7,89	24,48	±	7,24	21,97	±	8,37	3,212	0,015	0,079

Legenda: VYH – Výjezdoví hasiči; POS – Požární sportovci; NHP – Nejtvrdší hasiči přežijí; US_{OO} – Úzký stoj otevřené oči; US_{ZO} – Úzký stoj zavřené oči; FL_L – Stoj na levé končetině; FL_P – Stoj na pravé končetině; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation. F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; η_p^2 – Míra velikost účinku/dopadu

V testu US_{OO} jsme nalezli významné ($F = 7,143$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,160$) rozdíly mezi příslušníky NHP a POS ve prospěch hasičů připravujících se pomocí disciplín TFA (viz Tabulka 9). Ti zde dosáhli o 32 % nižší hodnoty TTW (mm). Podobné výsledky jsme zjistili i u druhého testu US_{ZO}, kde byly významné ($F = 3,875$; $p < 0,005$; $\eta_p^2 = 0,094$) rozdíly mezi příslušníky NHP a POS. Při statistické analýze výsledků flexibility, zjišťované pomocí testu sed a dosah jsme zjistili významný ($F = 3,212$; $p < 0,027$; $\eta_p^2 = 0,079$) rozdíl mezi příslušníky VYH a POS. Post Hoc analýza ukázala na ($p < 0,027$) lepší (o 18,4 %) výkon hasičů v POS (24,48 ± 7,24 cm). Vyhodnocení parametrů aerobní zdatnosti prokázala u VO_{2max} významné ($F = 6,364$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,145$) rozdíly mezi příslušníky HZS ve prospěch NHP (52,05 ± 4,53 $ml \cdot kg^{-1}$), kteří tak mají ($p < 0,001$) vyšší úroveň (VO_{2max}) v komparaci s POS resp. VYH (o 6 % resp. 13 %). Další významný ($F = 3,778$; $p < 0,006$; $\eta_p^2 = 0,092$) rozdíl mezi příslušníky HZS

byl zjištěn v parametru SF, kde jsme zjistili u NHP nejnižší průměrnou hodnotu (181,0 ± 6,87 $t \cdot min^{-1}$). Významný ($F = 3,596$; $p < 0,008$; $\eta_p^2 = 0,087$) rozdíl mezi příslušníky HZS jsme objevili také v parametru RQ. Post Hoc analýza, zde prokázala ($p < 0,008$) vyšší hodnotu RQ u VYH (1,8 ± 0,07).

4.9 Výsledky analýzy izokinetické svalové síly u příslušníků HZS

Tabulka 10: Vybrané parametry izokinetické svalové síly flexorů a extenzorů kolenního kloubu u příslušníků HZS

Max. Točivý Moment Síly			VYH n = 39			POS n = 42			NHP n = 29			ANOVA		
			X		SD	X		SD	X		SD	F	p	η_p^2
K_{EX} 60°·s^{-1}	Pravá	(N·m)	217,8	±	39,19	246,8	±	35,82	249,5	±	41,04	9,388	<0,001	0,200
		(N·m·kg^{-1})	2,59	±	0,38	3,04	±	0,40	2,78	±	0,36			
	Levá	(N·m)	213,2	±	45,83	243,6	±	33,63	250,4	±	45,65	9,123	<0,001	0,196
		(N·m·kg^{-1})	2,54	±	0,49	2,97	±	0,39	2,88	±	0,41			
K_{FL} 60°·s^{-1}	Pravá	(N·m)	119,5	±	22,77	139,3	±	23,80	144,9	±	28,91	7,525	<0,001	0,167
		(N·m·kg^{-1})	1,42	±	0,25	1,70	±	0,29	1,67	±	0,28			
	Levá	(N·m)	114,5	±	23,42	142,2	±	26,71	140,2	±	34,21	10,244	<0,001	0,215
		(N·m·kg^{-1})	1,36	±	0,27	1,73	±	0,32	1,61	±	0,34			
K_{EX} 300° ·s^{-1}	Pravá	(N·m)	109,5	±	17,44	135,6	±	19,09	122,9	±	23,46	17,358	<0,001	0,316
		(N·m·kg^{-1})	1,31	±	0,20	1,65	±	0,24	1,42	±	0,22			
	Levá	(N·m)	113,0	±	16,52	130,3	±	17,95	120,8	±	28,71	11,312	<0,001	0,232
		(N·m·kg^{-1})	1,34	±	0,18	1,59	±	0,22	1,38	±	0,28			
K_{FL} 300°·s^{-1}	Pravá	(N·m)	62,7	±	13,92	81,6	±	14,70	70,1	±	15,42	13,427	<0,001	0,264
		(N·m·kg^{-1})	0,75	±	0,17	1,00	±	0,17	0,78	±	0,22			
	Levá	(N·m)	61,4	±	12,00	81,9	±	14,29	65,10	±	18,75	16,793	<0,001	0,309
		(N·m·kg^{-1})	0,74	±	0,16	1,00	±	0,16	0,75	±	0,19			

Legenda: VYH – Výjezdoví hasiči; POS – Požární sportovci; NHP – Nejtvrdší hasiči přežijí; K_{EX} – Extenzory kolenního kloubu; K_{FL} – Flexory kolenního kloubu; F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; η_p^2 – Míra velikost účinku/dopadu; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation

Při hodnocení IK síly DK jsme statistickou analýzou rozptylu prokázali významné ($F = 9,388$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,200$) rozdíly při (pomalé) úhlové rychlosti (60°·s^{-1}) u PDK na K_{EX} mezi příslušníky HZS (viz Tabulka 10). Post Hoc analýza následně ukázala na ($p < 0,01$) nejnižší svalový (IK) výkon u VYH (2,59 ± 0,38 N·m·kg^{-1}). Srovnatelné výsledky při hodnocení K_{EX} jsme zjistili i na LDK. Zjištěny byly významné ($F = 9,123$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,196$) rozdíly mezi jednotlivými příslušníky HZS, kde ($p < 0,001$) nižší svalový IK výkon vyprodukovali v komparaci s POS a NHP hasiči ve VYH (o 14,5 % resp. 11,8 %). Výsledky předešlé analýzy se následně promítají i do hodnocení (celkového) maximálního točivého momentu síly *extenzorů* (kolenního kloubu), kde jsme prokázali ($p < 0,001$) nižší celkovou (IK) sílu u *extenzorů* (kolenního kloubu) u VYH (5,13 ± 0,84 N·m·kg^{-1}), který je tak v komparaci s

POS resp. NHP o cca 14,1 % resp. 10,8 % nižší. U hodnocení (IK) výkonu (maximálního točivého momentu) u *flexorů* kolenního kloubu (K_{FL}) na PDK jsme zjistili významný ($F = 7,525$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,220$) rozdíl mezi hasiči, kdy signifikantně nižší výkon zde vyprodukovali VYH. Totožný výsledek jsme zjistili rovněž při hodnocení K_{FL} na LDK ($F = 10,244$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,215$), kde je rozdíl mezi příslušníky HZS, kdy skupina VYH v rámci srovnání vyprodukovala nejnižší IK výkon.

Při hodnocení parametru maximálního točivého momentu síly u K_{EX} na PDK v rámci (rychlé) úhlové rychlosti $300°\cdot s^{-1}$, jsme zjistili významný ($F = 17,358$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,316$) rozdíl mezi skupinami HZS. Post Hoc analýzou jsme prokázali ($p <0,001$) vyšší výkon u POS proti NHP a VYH. Také v rámci srovnání mezi NHP a VYH, jsme zjistili ($p < 0,05$) vyšší hodnoty síly ve prospěch NHP, jejichž výkon byl proti VYH o 8,4 % vyšší. Při analýze (K_{EX}) na LDK jsme zjistili ($p < 0,001$) vyšší o 18,7 % resp. 15,2 % silový výkon, který vyprodukovali POS v komparaci s NHP resp. VYH. Rovněž při hodnocení K_{FL} jsme ($300°\cdot s^{-1}$) zjistili ($p < 0,001$) vyšší vyprodukovanou celkovou IK sílu u POS. Jejich vyprodukovaný výkon byl v komparaci s NHP resp. VYH o 16 % resp. 22,6 % vyšší. Totožné výsledky jsme zaznamenali i na PDK u K_{FL}, kde ($p < 0,001$) vyšší výkon (o 28,2 % resp. 33,3 %) v komparaci s NHP resp. VYH vyprodukovali POS. Na LDK jsme rovněž nalezli významný ($F = 16,793$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,309$) rozdíl mezi příslušníky HZS ve prospěch POS, kteří tak vyprodukovali ($p < 0,001$) vyšší výkon v komparaci s NHP resp. VYH.

4.10 Výsledky analýzy dynamické síly dolních končetin

Tabulka 11: Vybrané parametry dynamické (explozivní) síly DK u příslušníků HZS

Proměnná		VYH n = 39			POS n = 42			NHP n = 29			ANOVA		
		X		SD	X		SD	X		SD	F	p	η_p^2
CMJF													
VV	(cm)	38,37	±	6,41	49,94	±	7,30	41,10	±	6,16	16,543	<0,001	0,306
VGRF	($N \cdot kg^{-1}$)	2,37	±	0,21	2,56	±	0,18	2,45	±	0,19	6,666	<0,001	0,151
I	($N \cdot s \cdot kg^{-1}$)	2,99	±	0,42	3,49	±	0,39	3,11	±	0,35	8,849	<0,001	0,191
CMJ													
VV	(cm)	33,42	±	5,99	42,68	±	6,05	36,53	±	6,17	13,840	<0,001	0,270
VGRF	($N \cdot kg^{-1}$)	2,43	±	0,24	2,69	±	0,32	2,50	±	0,25	5,731	<0,001	0,133
I	($N \cdot s \cdot kg^{-1}$)	2,90	±	0,33	3,15	±	0,30	2,80	±	0,39	5,148	<0,001	0,121
SQJ													
VV	(cm)	31,26	±	5,95	40,19	±	6,11	34,06	±	5,82	13,109	<0,001	0,259
VGRF	($N \cdot kg^{-1}$)	2,02	±	0,21	2,13	±	0,16	1,99	±	0,16	3,465	0,010	0,085
I	($N \cdot s \cdot kg^{-1}$)	2,58	±	0,48	2,78	±	0,23	2,58	±	0,27	2,552	0,041	0,064
SKOK Z MÍSTA													
Snožmo	(cm)	219,64	±	23,55	254,83	±	19,38	230,38	±	1,89	11,215	<0,001	0,229

Legenda: VYH – Výjezdoví hasiči; POS – Požární sportovci; NHP – Nejtvrdší hasiči přežijí; VV – Výška výskoku; VGRF – Vertical ground reaction force; I – Impulz síly; CMJF - Contermovement Jump Free Arms; CMJ – Contermovement Jump; SQJ - Squat Jump; F – Poměr rozptylu; p – Statistická významnost; η_p^2 – Míra velikost účinku/dopadu; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation

Tabulka 11 ukazuje na výsledky HZS při hodnocení dynamické síly DK. Zde jsme u testu CMJF zjistili významný (F =16,543; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,306$) rozdíl mezi příslušníky HZS v parametru VV. Post Hoc analýzou jsme odhalili ($p < 0,001$) vyšší (o 21,4 % resp. 30 %) VV, který v komparaci skupin NHP a VYH vyprodukovali POS. Při hodnocení VGRF jsme zjistili významný (F = 6,666; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,151$) rozdíl mezi příslušníky HZS. Post Hoc analýzou jsme zjistili ($p < 0,001$) vyšší (o 4,9 % resp. 8,1 %) VGRF u POS v komparaci s NHP a VYH. Rovněž při vyhodnocení I (síly) jsme odhalili významné (F = 8,849; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,191$) rozdíly. Post Hoc analýza prokázala ($p < 0,001$) vyšší (o 12,2 % resp. 16,7 %) I vyprodukovaný POS v komparaci s NHP resp. VYH. V testu CMJ jsme zjistili významné (F = 13,840; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,121$) rozdíly mezi příslušníky HZS v parametru VV. Post Hoc následně prokázala ($p < 0,001$) vyšší VV u POS v komparaci s NHP a VYH. U testu CMJ byl zároveň zjištěn významný (F = 5,731; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,133$) rozdíl mezi příslušníky HZS v parametru VGRF. Následná Post Hoc analýza prokázala ($p < 0,001$) vyšší (o 7,6 % resp. 10,7 %) hodnotu VGRF u POS v komparaci s NHP a VYH. Při vyhodnocení I síly jsme zjistili významný (F = 5,148; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,121$) rozdíl mezi příslušníky HZS. Post Hoc analýzou jsme v tomto parametru prokázali u POS ($p < 0,001$) vyšší (o 12,5 % resp. 8,6 %) I síly v komparaci s NHP a VYH.

Při vyhodnocení vybraných explozivních parametrů v rámci testu SQJ jsme zjistili významný ($F = 13{,}109$; $p < 0{,}001$; $\eta_p^2 = 0{,}259$) rozdíly mezi příslušníky HZS v parametru VV. Post Hoc analýza prokázala ($p < 0{,}001$) vyšší výkon VV u POS. V komparaci s hasiči z NHP resp. VYH vyprodukovali POS u VV o 18 % resp. 28,6 % vyššího výkonu. Podobné zjištění a významné rozdíly mezi příslušníky HZS byly nalezeny i u zbylých parametrů VGRF ($F = 3{,}465$; $p < 0{,}010$; $\eta_p^2 = 0{,}085$) a I ($F = 2{,}552$; $p < 0{,}041$; $\eta_p^2 = 0{,}064$). Následné Post Hoc analýzy prokázali u POS ($p < 0{,}010$) vyšší VGRF a ($p < 0{,}041$) I síly v komparaci s NHP a VYH.

4.11 Výsledky analýzy kardiovaskulární (aerobní) zdatnosti

Tabulka 12: Vybrané parametry aerobní kapacity u příslušníků HZS

Proměnná		VYH n = 39			POS n = 42			NHP n = 29			ANOVA		
		X		SD	X		SD	X		SD	F	p	ηp2
VO_{2max}	($ml \cdot kg^{-1}$)	46,08	±	4,62	49,12	±	4,76	52,05	±	4,53	6,364	<0,001	0,145
VE	($l \cdot min^{-1}$)	149,30	±	17,20	148,82	±	13,37	147,60	±	19,13	1,962	0,103	0,050
SF	($t \cdot min^{-1}$)	187,00	±	7,78	186,00	±	7,95	181,00	±	6,87	3,778	0,006	0,092
RQ		1,18	±	0,07	1,15	±	0,07	1,12	±	0,05	3,596	0,008	0,087

Legenda: VYH – Výjezdoví hasiči; POS – Požární sportovci; NHP – Nejtvrdší hasiči přežijí; VE - Minutová ventilace; VO_{2max} – Hodnota maximální spotřeby kyslíku; RQ – Respirační koeficient; SF - Maximální srdeční frekvence; X – Aritmetický průměr; SD – Standard deviation

Analýza vybraných parametrů aerobní zdatnosti (vytrvalosti) odhalila významné ($F = 6{,}364$; $p < 0{,}001$; $\eta_p^2 = 0{,}145$) rozdíly mezi příslušníky HZS v parametru VO_{2max}. Následná Post Hoc analýza prokázala ($p < 0{,}001$) vyšší VO_{2max} u NHP ($52{,}05 \pm 4{,}53$ $ml \cdot kg^{-1}$), jehož úroveň je v komparaci s POS resp. VYH o 6 % resp. 13 % vyšší. Další významný ($F = 3{,}778$; $p < 0{,}006$; $\eta_p^2 = 0{,}092$) rozdíl mezi příslušníky HZS byl zjištěn v parametru SF, kde jsme zjistili u NHP nejnižší průměrnou hodnotu ($181{,}0 \pm 6{,}87$ $t \cdot min^{-1}$). Významný ($F = 3{,}596$; $p < 0{,}008$; $\eta_p^2 = 0{,}087$) rozdíl mezi příslušníky HZS jsme objevili také v parametru RQ. Post Hoc analýza, zde prokázala ($p < 0{,}008$) vyšší hodnotu u skupiny VYH ($1{,}8 \pm 0{,}07$).

5 Diskuze

Praktická část práce se zabývá posouzením aktuálního stavu tělesné zdatnosti příslušníků (n = 155) u vybraných složek IZS a faktorů, které ji mohou ovlivnit. Objasňuje vztahy mezi jednotlivými skupinami IZS (HZS = 71; PČR = 22; AČR = 24) a vybranými parametry ukazujícími na úroveň TZ. Pro tuto specifickou populační kohortu IZS ČR jsou taková data získaná za pomoci laboratorní diagnostiky ojedinělá a vzácná. Doposud uskutečněné výzkumy, týkající se příslušníků složek IZS, se zabývali převážně hodnocením dat a parametrů získaných v rámci terénního testování, či testování při ověřování fyzické připravenosti daných jedinců. Tato diagnostika nám posloužila ke komplexnímu posouzení připravenosti a stavu vybraných parametrů tělesné kompozice, které jsme zjistili za použití neinvazivních standartních antropometrických metod. Průměrná hodnota TV a TH u příslušníka IZS (1,82 m; 84,1 kg) je vyšší, než jaké uvádí Bláha (1987) u dospělé mužské populace (1,78 m; 74,0 kg). V komparaci skupin (POS, VYH a NHP) ve složce HZS, jsme pak nevyšší průměrné hodnoty TV a TH nalezli u hasičů preferujících speciální tělesnou přípravu, konkrétně disciplíny TFA (1,85 m; 86,7 kg). Celková průměrná úroveň TT (13,1 %) je u našeho vzorku příslušníků IZS na optimální úrovni. Nejvyšší TT jsme v rámci našeho výzkumu zjistili u vojáků v AČR (15,99 %), u kterých Zemánek (2021) uvádí významný nárůst tukové hmoty mezi III. a IV. věkovou kategorií (nad 41 let). Naopak nejnižší průměrnou hodnotu 10,94 % vykazují hasiči patřící do skupiny POS, připravující se a soutěžící v PS.

Celková průměrná hodnota TPH je u našeho vzorku na úrovni 72,8 kg, což je pozitivní zjištění z důvodu jejího dopadu na produkci svalové síly. Nejvyšší zastoupení TPH (76,23 kg) jsme zaznamenali u členů zásahové jednotky v PČR. Při porovnání zjištěných výsledků v rámci hasičské populace mají nejvyšší zastoupení TPH hasiči v NHP (76,43 kg). S tímto parametrem korelovala, také úroveň SH, jejíž celková průměrná výše je u IZS na hodnotě 69,3 kg. Z pohledu jednotlivých složek IZS mají nejvyšší zastoupení SH (72,71 kg) policisté v PČR s hasiči z NHP (72,67 kg). Tyto výsledky se logicky promítají i v následujícím hodnocení segmentálního rozložení SH, kde jsme se zaměřili na svalovou hmotu horních i dolních končetin a trupu. Zde jsou výše průměrných hodnot z pohledu příslušníka IZS na úrovních DK = 11,6 kg; HK = 4,4 kg; trup = 37,2 kg. Nejvyšší zastoupení SH na HK jsme zjistili u PČR (4,91 resp. 4,86 kg), mezi skupinami hasičů u NHP (4,73 resp. 4,68 kg). Rovněž při hodnocení DK mají PČR (12,08 resp. 12,15 kg) a NHP (12,15 resp. 12,14) nejvyšší průměrné zastoupení SH, kdy u NHP vidíme zároveň její symetrické rozložení. Policisté v PČR a hasiči NHP pak mají dle předpokladu i

nejvyšší zastoupení SH v oblasti trupu. Průměrná hodnota BMI (25,3 kg·m^{-2}) u příslušníků IZS přesáhla horní hranici normální tělesné hmotnosti. V rámci pravidelných přezkoušení u HZS, PČR nebo výročního přezkoušení TZ u AČR, nejsou tito příslušníci podrobováni žádné diagnostice zaměřené na zjištění tělesné kompozice či úrovně zastoupení jednotlivých tělesných komponent (tuk, svaly a voda). Tyto informace mají svůj význam a užitečnost jako zpětná vazba, vypovídající o aktuálním stavu jedince, efektivitě služební tělesné přípravy a tělovýchovného procesu. Posloužit by také mohli v rámci dlouhodobého monitoringu příslušníků při cílené tréninkové intervenci.

Při hodnocení testů zaměřených na úroveň posturální stability jsme v testech úzkých stojů (otevřené i zavřené oči) zaznamenali nejlepších výkonů u PČR. V následujících testech stoje a jedné DK jsme mezi složkami a příslušníky IZS významné rozdíly nezaznamenali. Při vyhodnocení flexibility bederní oblasti zad a zadních stehenních svalů vyprodukovali nejlepší výkon (27,17 cm) vojáci v AČR. Mezi hasiči jsme zjistili nejvyšší hodnoty flexibility u skupiny POS (24,48 cm). V aktuálních testových bateriích využívaných pro hodnocení způsobilosti příslušníků vybraných složek IZS, nejsou testy zaměřené na posturální stabilitu či flexibilitu dolní části těla jejich součástí.

Izometrická síla *flexorů* ruky byla prvním testem, při kterém jsme se zaměřili na hodnocení svalové síly a připravenosti. Nejvyšší průměrnou úroveň kombinované síly HK zde vyprodukovali policisté v PČR, jejichž výkon je o ~7,5 - 10,6 % vyšší, než u HZS a AČR. Mezi skupinami hasičů jsme zde žádný významný rozdíl nezjistili, naopak průměrné výkony u jednotlivých skupin byly srovnatelné (106,44 – 107,51 kg). Následným izometrickým testem jsme hodnotili připravenost svalových skupin zabezpečujících flexi a extenzi loketního kloubu. Zjistili jsme zde významně vyšší silovou produkci u *flexorů* i *extenzorů* HK ve prospěch PČR (310,9 resp. 299 N). Nejvyšší silovou asymetrie mezi HK vykazují hasiči ve složce HZS, a nejlepší symetrické zapojení HK pak vidíme u AČR. Při hodnocení silového výkonu vyprodukovaného svalovými skupinami ramenního kloubu (IR, ER) jsme zjistili významně vyšší silový výkon u vojáků (AČR) na LHK.

Posledním izometrickým testem svalové síly jsme se zaměřili na hodnocení ADD a ABD kyčelního kloubu. Nejvyšší silovou produkci jsme zde zjistili u členů zásahové jednotky PČR, kteří zde mají zároveň nejnižší (2 %) asymetrie. Síle respektive silové připravenosti je v rámci pravidelného ověřování věnována u vybraných složek IZS značná pozornost. U HZS a

AČR je oblast a připravenost HK ověřována za pomoci kliků, shybů či výdrže ve shybu (u žen). U policistů jsou kliky rovněž povinnou součástí testové baterie, kterou musí plnit jak uchazeči, tak policisté. U různých služeb mohou být součástí testových baterií určených k ověření TZ i již zmiňované shyby. Víc než maximální silový projev se však v těchto testech hodnotí u příslušníků silová vytrvalost. Je tak otázkou, zda tyto testy nerozšířit a necílit i na oblast maximální silové připravenosti.

Na tuto jsme se zaměřili v rámci diagnostiky IK síly DK, kdy jsme hodnotili parametr maximálního točivého momentu síly při různých úhlových rychlostech. U pomalé rychlosti $60°\cdot s^{-1}$ jsme zjistili (průměrnou) úroveň IK síly příslušníka IZS u K_{EX} na PDK 240 N·m a LDK 238,7 N·m (2,9 resp. 2,8 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$). U hodnocení K_{FL} je pak tato úroveň na PDK 133,6 N·m a LDK 132,1 N·m, což odpovídá úrovni 1,6 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$. Nejvyšší silové výkony u K_{EX} (3,10 resp. 3,14 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$) stejně jako u K_{FL} (1,66 resp. 1,67 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$) vykazuji členové zásahové jednotky PČR. Jejich úroveň kombinované IK síly je u K_{EX} o 10 % resp. 12,6 % vyšší, než u hasičů v HZS a vojáků v AČR. V rámci hodnocení kombinované síly DK je u K_{FL} tento rozdíl 5 % proti HZS a 11 % při porovnání s vojáky v AČR ve prospěch PČR. V komparaci jednotlivých skupin HZS jsou nejlépe silově připravení, hasiči využívající speciální přípravu (POS a NHP). Tito hasiči vyprodukovali u DK nejvyšší průměrné hodnoty točivého momentu síly (246,8 resp. 250,4 N·m). Po přepočtu (na relativní hodnoty) pak dosahují hasiči v POS (3,04 resp. 2,97 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$) lepších výsledků, než jejich kolegové v NHP, kteří vykazují vyšší průměrnou hmotnost. U hasičů POS jsme zjistili nejen nejvyšší IK sílu K_{EX}, ale zároveň i minimální (2,4 %) deficit mezi jednotlivými DK. Z čehož lze usuzovat na správně vedenou silovou přípravu, která je vedena odpovídajícím způsobem. Stejné závěry nacházíme i při vyhodnocení K_{FL}, kde u hasičů preferujících speciální tělesnou přípravu tj. POS a NHP (144,9 resp. 142,2 N·m) vidíme vyšší IK výkony, než je tomu u VYH. Po přepočtu se zde opět projevila vyšší průměrná hmotnost u hasičů v NHP, kdy jejich výkon je 1,67 resp. 1,61 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$. Vyšší IK sílu a silovou připravenost K_{FL} jsme zjistili u hasičů soutěžících v disciplínách PS (1,7 resp. 1,73 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$). Naopak hasiči využívající obecnou přípravu (kolektivní hry, běh, plavání, posilovna) vykazují průměrnou silovou úroveň u K_{EX} 2,5 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$ a u K_{FL} 1,4 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$, což je o 21,6 % resp. 27,4 % horší výsledek, než u hasičů v POS.

U následného hodnocení IK výkonu při rychlé (úhlové) rychlosti $300°\cdot s^{-1}$ jsme u příslušníků IZS zjistili výkony 124,6 resp. 123,4 N·m u K_{EX}, což je 1,5 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$, kdy u K_{FL} je tento výkon na PDK 71,3 N·m a LDK 70,1 N·m (0,8 $N\cdot m\cdot kg^{-1}$). Výsledky zjištěné při této

rychlosti jen prokázaly vysokou silovou připravenost policistů PČR. Jejich výkon je v porovnání s ostatními příslušníky IZS nejvyšší u K_{EX} 141,9 resp. 140,5 N·m (1,62 resp. 1,61 N·m·kg^{-1}). Stejně tak u K_{FL} vyprodukovali tito policisté nejvyšší absolutní silové hodnoty 76,9 resp. 75,8 N·m, které jsou po jejich přepočtu (0,88 resp. 0,87 N·m·kg^{-1}) o 3,5 % vyšší, než u HZS a o 12,8 % proti AČR.

V komparaci skupin HZS se zde projevuje preference a dopad přípravy na disciplíny PS, kdy hasiči v POS mají ($p < 0,001$) vyšší hodnoty (135,6 resp. 130,3 N·m) u rychlého projevu IK síly, proti zbylým hasičům VYH a NHP. Také hasiči patřící do NHP mají v porovnání s VYH vyšší IK sílu, vyjma výkonu u K_{FL}, kde jsou jejich výkony srovnatelné. Silová připravenost DK není hodnocena v rámci testových baterií využívaných u specifických populačních kohort. U vojenské populace byla v minulosti testována za pomoci skoku z místa do dálky, avšak v nynější podobě testové baterie, se již skok z místa nenachází. Částečně je tato schopnost součástí celomotorického testu, který plní během přijímacího a ověřovacího procesu policisté PČR, ale testy cílené primárně na sílu DK u námi vybraných složek IZS chybí.

Izokinetická síla trupu hodnocená pomocí maximálního točivého momentu síly ukazuje u příslušníků IZS hodnoty pohybující se na úrovni 257,8 N·m (3 N·m·kg^{-1}) u *flexorů* a 319 N·m (3,7 N·m·kg^{-1}) u *extenzorů*. Významně lepší silovou připravenost a výkonnost prokazují u *flexorů* (3,23 N·m·kg^{-1}) i *extenzorů* (4,34 N·m·kg^{-1}) trupu policisté v PČR. Ti ve srovnání s HZS a AČR vyprodukovali o 6,2 % vyšší výkon při flexi a o 14,2 % resp. 18,6 % u svalů zajišťujících extenzi trupu. Také při hodnocení svalové práce (silové vytrvalosti) mají ($p < 0,001$) vyšší (průměrný) výkon policisté PČR. Jejich výkon je u *flexorů* proti AČR i HZS o 7,5 % resp. 11,4 % vyšší. U svalových skupin zajišťujících extenzi je pak tento výkon dokonce až o 14,6 % resp. 25,6 % vyšší. U vybraných složek IZS a našeho vzorku příslušníků IZS jsme při vyhodnocení parametrů IK svalové síly *flexorů* a *extenzorů* trupu zaznamenali vyšší silovou produkci u svalových skupin zajišťujících extenzi. Toto neplatí u parametru svalové práce u příslušníků složek HZS a AČR, kteří mají naopak vyšší výkon u *flexorů*. Příslušníci těchto dvou složek v rámci pravidelného přezkušování plní v jedné z disciplín zaměřených na silovou-vytrvalost tzv. sed-lehy a nebo přednožování, kdy je jejich cílem za stanovenou dobu provedení maximálního počtu opakovaní.

Výsledky dynamické síly DK u příslušníků IZS jsou u testu CMJF na úrovni VV 43,5 cm, VGRF 2,46 $N \cdot kg^{-1}$ a I 3,21 $N \cdot s \cdot kg^{-1}$. U testu CMJ 37,6 cm s VGRF 2,53 $N \cdot kg^{-1}$ a I 3,0 $N \cdot s \cdot kg^{-1}$. V testu výskok z podřepu (SQJ) je VV 35,3 cm s VGRF 2,05 $N \cdot kg^{-1}$ a I 2,65 $N \cdot s \cdot kg^{-1}$. Při vyhodnocení testu skoku do dálky z místa je průměrný výkon příslušníka IZS na hodnotě 236,9 cm. Nejvyšší hodnoty VV jsme u všech skokových testů zaznamenali u PČR (44,89 cm; 39,19 cm a 36,65 cm). Naopak nejnižších VV dosáhli u všech typů výskoků vojáci v AČR. Významný rozdíl jsme zaznamenali mezi AČR a PČR v testu CMJ, kde policisté vyskočili o 12,4 % více, než vojáci. Srovnatelné hodnoty u PČR a HZS v parametrech VGRF a I síly u všech skokových testů (CMJF, CMJ a SQJ. V parametru vyprodukované síly VGRF jsme významně vyššího výkonu zaznamenali u testu CMJF, kde byl výkon PČR o 7,2 % vyšší než u AČR. U policistů PČR jsme zjistili nejdelší průměrný výkon ve skoku do dálky z místa, jejichž průměrná délka skoku je o ~12 cm lepší než u AČR.

Pokud bychom hodnotili parametry dynamické síly z pohledu nejvyšších výkonů, vyprodukovali je hasiči v POS. Tito hasiči dosáhli ve všech sledovaných parametrech (VV, VGRF a I) i hodnoceních významně lepších výkonů nejen proti hasičům, ale i ostatním sledovaným příslušníkům IZS. Jejich výkony v parametru VV jsou v průměru o 8,93 - 11,57 cm vyšší, než jaké jsme zjistili u ostatních příslušníků. Také v parametrech VGRF a I se prokázal významný dopad jejich rychlostně-silové přípravy na disciplíny PS. V testu skoku z místa do dálky je pak výkon těchto hasičů v POS 254,8 cm.

Průměrné hodnoty příslušníků IZS u parametrů aerobní kapacity u VO_{2max} na úrovni 49 $ml \cdot kg^{-1}$ s VE 150,2 $l \cdot min^{-1}$ a srdeční frekvencí 185,7 $t \cdot min^{-1}$. U jednotlivých složek IZS jsme nejvyšší hodnotu VO_{2max} zjistili u PČR (50,06 $ml \cdot kg^{-1}$) s významně vyšší hodnotou VE 159,09 $l \cdot min^{-1}$. Nejvyšší průměrnou hodnotu SF (188,6 $t \cdot min^{-1}$) spolu s RQ (1,17) jsme nalezli u vojáků v AČR. Hasiči ve skupině NHP pak mají podle očekávání nejvyšší VO_{2max} 52,05 $ml \cdot kg^{-1}$, pro které je tato schopnost základním předpokladem pro úspěšné plnění disciplín TFA. Testování aerobní kapacity a připravenosti jsou základem všech testových baterií využívaných u vybraných složek IZS a jejich příslušníky. Dle konkrétní složky mají podobu běhů či plavání na různě dlouhé vzdálenosti s předem stanovenými limity. Výsledky této práce ukazují na úroveň vybraných parametrů základních složek TZ u příslušníků vybraných složek IZS. Potvrzují důležitost takového monitorování a vyhodnocování aktuálního i dlouhodobého stavu TZ, která patří k významným základům pracovního výkonu (kapacity).

6 Závěr

V práci shrnujeme informace a poznatky o rozdělení (organizaci) složek IZS, s cílem přiblížit jejich význam a zjistit stav úrovně základních složek TZ, mající zásadní dopad na pracovní výkon. V rámci samotné diagnostiky jsme se zaměřili na hodnocení vybraných parametrů tělesného složení, posturální stability, flexibility, projevů svalové síly a aerobní kapacity. Tyto hodnoty a výsledky jsme následně porovnali mezi příslušníky vybraných složek IZS a výsledky uváděnými v rámci předchozích vědeckých studií, výzkumů u zahraničních a tuzemských autorů. Naším cílem byla identifikace stavu a zjištění případných rozdílů ve fyzické připravenosti příslušníků jednotlivých složek IZS.

Z provedené diagnostiky a zjištěných výsledků shledáváme za nejlépe komplexně připravené příslušníky patřící do složky PČR. Tito policisté naplnili očekávání, která jsou na takto elitní útvar, jako je zásahová jednotka, z pohledu jejich nasazení kladena. Tento stav je důsledkem jak náročného procesu při výběru, pravidelného výcviku tak i fyzické přípravy s množstvím pohybové aktivity, jenž má pozitivní dopad na úroveň TZ. Zjištěné parametry tělesné kompozice, spolu se svalovou silou a aerobní kapacitou, jsou i v porovnání s výsledky uváděnými v rámci zahraničních studií na velmi vysoké úrovni.

Z ostatních testovaných příslušníků IZS jsou na stejné úrovni pouze hasiči využívající speciální tělesnou přípravu. Ti v rámci této přípravy, také pravidelně soutěží ve vybraných disciplínách PS a TFA. Tito hasiči se od svých Výjezdových kolegů (VYH) preferujících obecnou tělesnou přípravu, liší zejména pravidelným a systematickým přístupem, který věnují procesu tělesné přípravy a rozvoji TZ. Tento proces a příprava tak mají vliv na hodnoty a úroveň vybraných parametrů tělesné kompozice, které jsou u námi testovaných jedinců (POS a NHP) významně ($p < 0{,}001$) lepší, než jaké jsme zaznamenali u hasičů ve skupině VYH. Tento stav tak potvrdil naši hypotézu č. 6, týkající se právě vybraných parametrů tělesné kompozice. Přínos a dopad systematicky vedeného procesu tělesné přípravy je tak nepochybný. Také celkové množství pohybové aktivity má významný dopad na úroveň TZ, kdy se mnozí sportující hasiči věnují přípravě a tréninkovému procesu i mimo službu v tzv. dnech volna. To je nutností z pohledu dosažení odpovídající připravenosti a mistrovského provedení zvolených disciplín požárního sportu.

Z výsledků naší diagnostiky je u těchto hasičů (POS, NHP) patrný důraz a preference silové přípravy, kdy tito hasiči dosahují ($p < 0,001$) vyšších silových hodnot ve srovnání s VYH. Rovněž u parametru VO_{2max} reprezentující úroveň aerobní kapacity mají tito hasiči sportovci vyšší hodnoty. Průměrnou nejvyšší hodnotu jsme pak zjistili u hasičů NHP, kteří tak dosahují ($p < 0,016$) lepší úrovně, než jaké jsme zaznamenali u POS či VYH. Potvrdila se nám tím i naše poslední hypotéza, týkající se aerobní kapacity a její úrovně u jednotlivých skupin HZS. Patrný je mezi těmito hasiči rozdíl v preferenci silové přípravy, respektive druhu, který je charakteristický pro konkrétní disciplíny. Hasiči v POS tak dosahují ($p < 0,001$) vyšších výkonů u všech parametrů dynamické síly ve srovnání s ostatními příslušníky IZS, čímž se potvrdila naše hypotéza č. 7. Hasičský záchranný sbor ČR, na rozdíl od PČR a AČR, nezaměstnává specialisty, odborníky ani profesionály řešící kondiční připravenost svých zaměstnanců. Tuto úlohu zde suplují velitelé konkrétních jednotek, kteří mají v kompetenci vedení odborné přípravy, jejichž součástí je i fyzická příprava. V rámci pravidelných služeb by ji tak měli organizovat a dohlížet na její plnění, což je však mnohdy realizováno bez odpovídajícího vzdělání. Pokud to podmínky dovolují, takto vedená fyzická příprava běžně končí hraním kolektivních her (fotbal, florbal, atd.), což ovšem ve výsledku nemá patřičný dopad na rozvoj všech potřebných složek výkonu a může být i kontraproduktivní díky možnému vzniku úrazů.

U našeho vzorku příslušníků (nebojových) jednotek AČR jsme zjistili průměrné hodnoty svalové síly, aerobní kapacity a tělesné kompozice, jejichž úroveň vybraných parametrů je srovnatelná s předešlým sledováním u větší populační kohorty, které provedli Soumar a Oberman (2010). Budoucí výzkum identifikace a komparace výkonnostních parametrů u IZS by se měl opírat o aktuální poznatky, které mimo jiné nabízí tato disertační práce. Tyto výsledky a jejich specifičnost mohou být analyzovány z hlediska vztahů efektivity v pracovním (nebo simulovaném) prostředí, a tím pádem více detailně přiblížit vědomosti a přehled o determinantech pro jednotlivé složky IZS z hlediska tělesné zdatnosti či kompozice. Výsledky této práce mohou být využity jak samotnými příslušníky, tak jedinci určenými a zodpovědnými za rozvoj TZ. Své uplatnění by mohly nalézt, také v rámci samotné organizační struktury při kompozici více specifických výběrových řízení a monitoringu tělesné výkonnosti. Práce nabízí vhled do využití nadstandardních metod při identifikaci úrovně vybraných složek TZ, jakými jsou především silové schopnosti (různé druhy), příp. silových asymetrii jako determinantů zvýšeného rizika zranění a snížené efektivity pohybových schopností. Jedná se

zde také o schopnost těchto metod odhalit individuální limity v parametrech vázaných na specifickou pracovní činnost jednotlivých příslušníků IZS.

Mezi limity této práce naopak patří nižší celkový počet výzkumného souboru příslušníků IZS. Také zapojení vyššího počtu příslušníků ze složek PČR a AČR, nebo těch méně pohybově aktivních jedinců z IZS, kteří se (dobrovolně) nezúčastnili této diagnostiky, by byl velmi prospěšný. Naše doporučení by tedy směřovalo ke zvýšení počtu jednotlivých příslušníků a zařazení i dalších vojenských útvarů a policejních služeb s cílem zapojení méně elitních policistů či vojáků. Rozšířením (celkové) velikosti a množství probandů, bychom získali cenné informace o stavu vybraných složek TZ, které bychom pak následně mohli stáhnout a objektivizovat na tuto specifickou (taktickou) populaci resp. jejich příslušníky.

7 Referenční seznam

Beck, A. Q., Clasey, J. L., Yates, J. W., Koebke, N. C., Palmer, T. G., & Abel, M. G. (2015). Relationship of Physical Fitness Measures vs. Occupational Physical Ability in Campus Law Enforcement Officers. [Comparative Study]. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 29*(8), 2340-2350. doi: 10.1519/JSC.0000000000000863

Berghöfer, A., Pischon, T., Reinhold, T., Apovian, C. M., Sharma, A. M., & Willich, S. N. (2008). Obesity prevalence from a European perspective: a systematic review. *BMC public health, 8*, 1-10.

Bláha, P. (1987). *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let: Československá spartakiáda 1985*: Ústřední štáb Československé spartakiády.

Butler, R. J., Contreras, M., Burton, L. C., Plisky, P. J., Goode, A., & Kiesel, K. (2013). Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work, 46*(1), 11-17. doi: 10.3233/WOR-121545

Cady, L. D., Bischoff, D. P., O'Connell, E. R., Thomas, P. C., & Allan, J. H. (1979). Strength and fitness and subsequent back injuries in firefighters. [Research Support, U.S. Gov't, P.H.S.]. *J Occup Med, 21*(4), 269-272.

Canetti, E. F. D., Dawes, J. J., Drysdale, P. H., Lockie, R., Kornhauser, C., Holmes, R., . . . Orr, R. M. (2020). Relationship Between Metabolic Fitness and Performance in Police Occupational Tasks. *Journal of Science in Sport and Exercise, 3*(2), 179-185. doi: 10.1007/s42978-020-00066-1

Cowan, D., Jones, B. H., Tomlinson, P., Robinson, J., Polly, D., Frykman, P. N., & Reynolds, K. (1988). The Epidemiology of Physical Training Injuries in US Army Infantry Trainees: Methodology, Population, and Risk Factors: ARMY RESEARCH INST OF ENVIRONMENTAL MEDICINE NATICK MA.

Crawley, A. A., Sherman, R. A., Crawley, W. R., & Cosio-Lima, L. M. (2016). Physical Fitness of Police Academy Cadets: Baseline Characteristics and Changes During a 16-Week Academy. [Observational Study]. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 30*(5), 1416-1424. doi: 10.1519/JSC.0000000000001229

Hanuška, Z., Skalská, K., & Dubský, M. (2010). *Integrovaný záchranný systém a požární ochrana*. Tiskárna Ministerstva vnitra, s. p. o: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR

Hardman, A. E., & Stensel, D. J. (2009). *Physical activity and health: the evidence explained*: Routledge.

Hendl, J., & Dobrý, L. (2011). *Zdravotní benefity pohybových aktivit: monitorování, intervence, evaluace*: Karolinum.

Hilyer, J. C., Brown, K. C., Sirles, A. T., & Peoples, L. (1990). A Flexibility Intervention to Reduce the Incidence and Severity of Joint Injuries among Municipal Firefighters. *Journal of occupational and environmental medicine, 32*(7), 631-637.

Knapik, J. J., Sharp, M. A., Canham-Chervak, M., Hauret, K., Patton, J. F., & Jones, B. H. (2001). Risk factors for training-related injuries among men and women in basic combat training. [Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *Med Sci Sports Exerc, 33*(6), 946-954. doi: 10.1097/00005768-200106000-00014

Lagestad, P., & van den Tillaar, R. (2014). A comparison of training and physical performance of police students at the start and the end of three-year police education. [Comparative Study]. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 28*(5), 1394-1400. doi: 10.1519/JSC.0000000000000273

Lockie, R. G., Dawes, J. J., Balfany, K., Gonzales, C. E., Beitzel, M. M., Dulla, J. M., & Orr, R. M. (2018). Physical fitness characteristics that relate to Work Sample Test Battery

performance in law enforcement recruits. *International journal of environmental research and public health, 15*(11), 2477.

Lonsway, K. A. (2016). Tearing Down the Wall: Problems with Consistency, Validity, and Adverse Impact of Physical Agility Testing in Police Selection. *Police Quarterly, 6*(3), 237-277. doi: 10.1177/1098611103254314

Marins, E. F., David, G. B., & Del Vecchio, F. B. (2019). Characterization of the Physical Fitness of Police Officers: A Systematic Review. [Systematic Review]. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 33*(10), 2860-2874. doi: 10.1519/JSC.0000000000003177

Maupin, D., Schram, B., & Orr, R. M. (2019). Tracking Training Load and Its Implementation in Tactical Populations: A Narrative Review. *Strength & Conditioning Journal, 41*(6), 1-11.

Mitáš, J., & Frömel, K. (2013). *Pohybová aktivita české dospělé populace v kontextu podmínek prostředí*: Univerzita Palackého v Olomouci Olomouc, Czech Republic.

Orr, R. M., Lockie, R., Milligan, G., Lim, C., & Dawes, J. (2022). Use of Physical Fitness Assessments in Tactical Populations. *Strength and Conditioning Journal, 44*(2), 106-113. doi: 10.1519/Ssc.0000000000000656

Pryor, R. R., Colburn, D., Crill, M. T., Hostler, D. P., & Suyama, J. (2012). Fitness characteristics of a suburban special weapons and tactics team. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 26*(3), 752-757. doi: 10.1519/JSC.0b013e318225f177

Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18*(2), 348-352.

Scofield, D. E., & Kardouni, J. R. (2015). The Tactical Athlete: A Product of 21st Century Strength and Conditioning. *Strength & Conditioning Journal, 37*(4).

Shrestha, A., Ho, T. E., Vie, L. L., Labarthe, D. R., Scheier, L. M., Lester, P. B., & Seligman, M. E. (2019). Comparison of cardiovascular health between US army and civilians. *Journal of the American Heart Association, 8*(12), e009056.

Schwabova, J., Zahalka, F., Komarek, V., Maly, T., Hrasky, P., Gryc, T., . . . Zumrova, A. (2012). Uses of the postural stability test for differential diagnosis of hereditary ataxias. [Comparative Study]. *J Neurol Sci, 316*(1-2), 79-85. doi: 10.1016/j.jns.2012.01.022

Silk, A., Savage, R., Larsen, B., & Aisbett, B. (2018). Identifying and characterising the physical demands for an Australian specialist policing unit. *Applied Ergonomics, 68*, 197-203. doi: https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.11.012

Soteriades, E. S., Smith, D. L., Tsismenakis, A. J., Baur, D. M., & Kales, S. N. (2011). Cardiovascular disease in US firefighters: a systematic review. *Cardiol Rev, 19*(4), 202-215. doi: 10.1097/CRD.0b013e318215c105

Storer, T. W., Dolezal, B. A., Abrazado, M. L., Smith, D. L., Batalin, M. A., Tseng, C. H., & Cooper, C. B. (2014). Firefighter health and fitness assessment: a call to action. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 28*(3), 661-671. doi: 10.1519/JSC.0b013e31829b54da

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. [Review]. *Sports medicine, 46*(10), 1419-1449. doi: 10.1007/s40279-016-0486-0

Teyhen, D. S., Shaffer, S. W., Butler, R. J., Goffar, S. L., Kiesel, K. B., Rhon, D. I., . . . Plisky, P. J. (2015). What Risk Factors Are Associated With Musculoskeletal Injury in US Army Rangers? A Prospective Prognostic Study. *Clin Orthop Relat Res, 473*(9), 2948-2958. doi: 10.1007/s11999-015-4342-6

Thomas, M., Pohl, M. B., Shapiro, R., Keeler, J., & Abel, M. G. (2018). Effect of Load Carriage on Tactical Performance in Special Weapons and Tactics Operators. *The Journal of*

Strength and Conditioning Research, 32(2), 554-564. doi: 10.1519/JSC.0000000000002323

Vanhees, L., Lefevre, J., Philippaerts, R., Martens, M., Huygens, W., Troosters, T., & Beunen, G. (2005). How to assess physical activity? How to assess physical fitness? [Comparative Study]. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil, 12*(2), 102-114. doi: 10.1097/01.hjr.0000161551.73095.9c

Warren, J. M., Ekelund, U., Besson, H., Mezzani, A., Geladas, N., & Vanhees, L. (2010). Assessment of physical activity–a review of methodologies with reference to epidemiological research: a report of the exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Journal of Preventive Cardiology, 17*(2), 127-139.

Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture, 3*(4), 193-214. doi: 10.1016/0966-6362(96)82849-9

Zemánek, J. (2021). *Tělesná zdatnost vojáků Armády České republiky hodnocená na základě jejich tělesné kompozice, množství pohybové aktivity a věku.* . Disertace, Univerzita Palackého.