

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

DISERTAČNÍ PRÁCE

Mgr. Egon Kunzmann

2021

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Identifikace, objektivizace a determinace kritérií
výkonnostního hlediska u elitních hráčů fotbalu.**

Obor

Kinantropologie

Pracoviště

Laboratoř sportovní motoriky

Školitel:
doc. PaedDr. Tomáš Malý, Ph.D.

Vypracoval:
Mgr. Egon Kunzmann

Odborný konzultant:
prof. Ing. František Zahálka, Ph.D.

Praha

2021

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracoval samostatně pod vedením doc. PaedDr. Tomáše Malého, Ph.D. a prof. Ing. Františka Zahálky, Ph.D., a že jsem uvedl všechny použité zdroje literatury.

V Praze dne

.....

Mgr. Egon Kunzmann

Poděkování

Děkuji především celému kolektivu Laboratoře sportovní motoriky, všem kolegům v čele s vedoucím práce doc. PaedDr. Tomášem Malým, Ph.D. za cenné rady v oblasti kondiční přípravy, pohybového zatížení hráčů, fyziologie fotbalu, převedení teoretických poznatků do praxe, ale i za rady v oblasti statistické analýzy dat atd., kdy bez jeho neustálé podpory by tato práce nevznikla. Za naši mnohaletou spolupráci jsem měl možnost poznat elitního vědce a trenéra v jedné osobě, jakožto i výborného člověka. Bez jeho neustálých nápadů a inovací by studium určitě nebylo tak obohacující a smysluplné. Velké díky patří i vedoucímu pracoviště prof. Ing. Františku Zahálkovi, Ph.D. za velkou podporu během celého studia, za odborné rady v oblasti stability a testování mladých elitních hráčů, ale také za velmi cenné rady v dalších oblastech.

Rád bych zmínil i kolegy a kamarády, jako například PhDr. Davida Bujnovského, Ph.D. a PhDr. Mikuláše Hanka, Ph.D., kteří mi byli nápomocni během celého studia s cennými radami jak po odborné, tak i po lidské stránce.

Samozřejmostí je díky hráčům a trenérům, kteří byli ochotni podstoupit různá testování a pracovat na velmi profesionální úrovni.

Největší díky patří celé mé rodině, zejména manželce Lucii a dceři Veronice za neustálou podporu po celou dobu trvání studia, stejně tak děkuji i svým rodičům Egonovi a Evě. Bez neutichající podpory rodiny by nebylo ani myslitelné podobnou dlouholetou práci dokončit.

Abstrakt

Identifikace, objektivizace a determinace kritérií výkonnostního hlediska u elitních hráčů fotbalu.

Cíle: Identifikace klíčových indikátorů mladých hráčů fotbalu se zaměřením objektivizovat a determinovat možnost dosažení nejvyšší sportovní úrovně.

Metody: Do studie bylo zahrnuto 157 hráčů fotbalu, kteří byli následně rozděleni do pěti věkových skupin (U21, U19, U18, U17 a U16) a třech výkonnostních skupin (Elitní – hráči 1. ligy, Sub-elitní – hráči 2. ligy, Amatérská – hráči 3. ligy a nižších výkonnostních soutěží). V rámci *laboratorní diagnostiky* byly evaluovány oblasti: tělesného složení (bioimpedanční metodou), posturální stability (pomocí tlakových desek), explozivní síly dolních končetin (inverzní dynamometrie vertikálních výskoků), velikost síly kolenních extenzorů a flexorů (izokinetická dynamometrie) a hodnota maximální aerobní kapacity VO_{2max} (zátěžový test na běhátku do selhání). V rámci *terénní diagnostiky* byly evaluovány oblasti: běžecké akcelerace (sprint na 5 a 10 m), maximální běžecké rychlosti (sprint na 20 m letmo), rychlosti změny směru pohybu (Agility 505 test a K-test) a vytrvalostní schopnosti (Yo-Yo intermitentní test úrovně 1 a 2). Diagnostikovaná data byla zpracována ve statistickém programu RStudio® (USA) pomocí analýzy rozptylu dvou faktorů (Two-way ANOVA) s minimální hladinou statistické významnosti 95 %. Následná komparace průměrů skupin byla provedena pomocí post-hoc analýzy (Tukey test). Pro vyjádření lineární závislosti byl použit Pearsonův korelační koeficient.

Výsledky: Výsledky prokázaly rozdíly mezi YYIR1 a YYIR2 při komparaci jednotlivých výkonnostních skupin, kdy Elitní hráči dosáhli o 11 % vyššího ($p < 0,05$) výkonu v YYIR1 a o 7 % vyššího výkonu v YYIR2 v komparaci se skupinami nižší výkonnosti (Sub-elitní a Amatérští hráči). Signifikantní rozdíly ($p < 0,05$) byly nalezeny také při diagnostice izokinetické síly kolenních flexorů (úhlová rychlost $300^{\circ} \cdot s^{-1}$), kdy Elitní skupina dosáhla o 14,5 % lepších výsledků v komparaci se skupinou Sub-elitní. Nejlepších výkonů bez signifikantního efektu dosahovali Elitní hráči v porovnání se skupinami nižší výkonnosti úrovně při analýze Agility 505 testu. Hlavní faktor věku prokázal signifikantní efekt ($p < 0,001$) vzhledem k výkonu při sprintu na 20 m, kdy skupina U18 dosáhla o 3 % lepších ($p < 0,001$) výsledků v komparaci s U16 ($2,37 \pm 0,10$ s vs. $2,44 \pm 0,10$ s).

Závěr: Výsledky práce prokázaly signifikantní rozdíly ve vybraných parametrech laboratorní a terénní diagnostiky fyzické výkonnosti mezi skupinami z hlediska výkonnosti, ale také z hlediska ontogeneze. Uvedená práce může poskytovat referenční hodnoty při komparaci výsledků diagnostiky s cílem zvýšení efektivity identifikace nadprůměrně výkonných mladých hráčů fotbalu s potenciálem dosáhnout nejvyšší výkonnostní úrovně. Pro lepší generalizaci výsledků, predikci potencionální výkonnosti a identifikaci akcelerovaného talentu doporučujeme rozšířit analyzovanou kohortu.

Klíčová slova: elitní sport, silové schopnosti, fotbal, indikátory výkonnosti, úspěšnost ve sportu, laboratorní diagnostika, terénní testování

Abstract

Identification, objectification, and determination of performance criteria for elite soccer players.

Aim: Identification of key point indicators (KPI) of young soccer players with a focus on objectifying and determining the possibility of achieving the highest level of performance.

Methods: The study included 157 soccer players, who were then divided into five age groups (U21, U19, U18, U17 and U16) and three performance groups (Elite - 1st league players, Sub-elite - 2nd league players, Amateur - 3rd league and lower performance levels players). Within laboratory diagnostics, the following areas were evaluated: body composition (bioimpedance method), postural stability (using pressure plates), explosive power of the lower limbs (three types of vertical jumps), strength and power of knee extensors and flexors (using isokinetic dynamometry) and the value of the maximum aerobic capacity $VO_2\text{max}$ (using the pulmonary ventilation exercise test). Within the field diagnostics, the areas of acceleration time (sprint at 5 and 10 m), maximum speed (sprint at 20 m flight), time in the test of change of direction (Agility 505 test and K-test) and values of endurance ability (Yo-Yo intermittent recovery test level 1 and 2). The diagnosed data were then processed in the statistical program RStudio® (USA) using two-way ANOVA with a minimum level of statistical significance of 95%. Subsequent comparison of group averages was performed using post-hoc analysis (Tukey test). Pearson's correlation coefficient was used to express the linear dependence.

Results: One of the most interesting findings of our research is the results of YYIR1 and YYIR2 when comparing performance groups, when Elite players achieved 11% higher ($p < 0.05$) performance in YYIR1 and 7% higher performance in YYIR2 compared to lower performance groups (Sub-elite and Amateur players). Significant differences were also found in the diagnosis of the isokinetic power of the knee flexors (speed $300^\circ \cdot \text{s}^{-1}$). When the Elite group achieved 14.5% better results compared to the Sub-elite group. The best performances without a significant effect were achieved by Elite players compared to the groups of lower performance level in the analysis of Agility 505 test. The main age factor showed a significant effect ($p < 0.001$) with respect to performance at the sprint at 20 m, when the U18 group achieved 3% better ($p < 0.001$) results in comparison with U16 (2.37 ± 0.10 s vs. 2.44 ± 0.10 s).

Conclusion: This work found significant differences in selected parameters of laboratory and field diagnostics of physical performance between groups of Elite - Sub-elite and Amateur players and also between players in terms of ontogenesis. Presented work can provide reference values when comparing the results of diagnostics to increase the effectiveness of identifying above-average young football players with the potential to achieve the highest level of performance. For better generalization of results, prediction of potential performance and identification of accelerated talent, we recommend expanding the analyzed cohort.

Keywords: elite sport, strength abilities, football, performance indicators, success in sport, laboratory diagnostics, field testing

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením této disertační práce ke studijním účelům. Svým podpisem souhlasíte, že tuto práci použijete ke studiu a prohlašujete, že bude uvedena mezi použitou literaturou.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Současný stav řešené problematiky	14
2.1 Výkonnostní kritérium na základě ontogeneze	19
2.1.1 Identifikace talentů ve fotbale	23
2.1.2 Specifikace klíčových indikátorů k hernímu výkonu ve fotbale	24
2.2 Struktura sportovního výkonu ve fotbale	27
2.3 Fyziologické nároky na hráče v utkání.....	29
2.4 Model pohybové struktury v utkání.....	33
2.5 Charakteristika a analýza vybraných faktorů úspěšnosti ve fotbale.....	42
2.5.1 Morfologie.....	42
2.5.2 Posturální stabilita	44
2.5.3 Svalová síla dolních končetin (explozivní, izokinetická)	46
2.5.4 Akcelerační rychlost.....	51
2.5.5 Rychlost se změnou směru	55
2.5.6 Vytrvalost	59
2.6 Charakteristika a rozdíly vybraných parametrů z hlediska ontogeneze	62
2.6.1 Morfologie.....	62
2.6.2 Posturální stabilita	63
2.6.3 Svalová síla dolních končetin (explozivní a izokinetická síla).....	65
2.6.4 Akcelerační rychlost.....	71
2.6.5 Rychlost se změnou směru pohybu	73
2.6.6 Vytrvalostní schopnosti	75
2.7 Shrnutí dosavadních poznatků.....	77
3. Cíl, hypotézy a úkoly výzkumu	79
3.1 Cíl výzkumu	79
3.2 Hypotézy výzkumu.....	79
3.3 Úkoly výzkumu	80
4. Metodika výzkumu.....	81
4.1 Charakteristika výzkumného souboru	81
4.2 Organizace výzkumu	82
4.3 Metody získávání výzkumných údajů	82
4.3.1 Laboratorní testy.....	83
4.3.1.1 Hodnocení základní antropometrie a tělesného složení	83
4.3.1.2 Testování posturální stability	84
4.3.1.3 Izokinetický profil svalové síly extenzorů a flexorů kolena.....	85
4.3.1.4 Testování explozivní síly dolních končetin.....	86

4.3.1.5 Hodnocení aerobních předpokladů pomocí funkčního zátěžového testu na běžecím ergometru.....	87
4.3.2 Terénní testování	88
4.3.2.1 Akcelerační běžecká rychlost	88
4.3.2.2 Test maximální běžecké rychlosti	89
4.3.2.3 Hodnocení agility – jednorázová rychlost změny směru.....	90
4.3.2.4 Hodnocení agility – opakovaná rychlost změny směru.....	91
4.3.2.5 Hodnocení aerobní a anaerobní běžecké vytrvalosti	91
4.4 Metody zpracování výzkumných údajů.....	93
5. Výsledky výzkumu	94
5.1 Analýza sledovaných parametrů pohybového výkonu z hlediska úspěšnosti.....	94
5.1.1 Laboratorní diagnostika tělesného složení	94
5.1.2 Terénní diagnostika rychlostních a vytrvalostních schopností	94
5.1.3 Laboratorní diagnostika posturální stability	98
5.1.4 Laboratorní diagnostika explozivní síly dolních končetin.....	101
5.1.5 Laboratorní diagnostika izokinetické síly dolních končetin.....	103
5.1.6 Laboratorní diagnostika maximální spotřeby kyslíku VO_2max	108
5.2 Míra asociace mezi sledovanými indikátory pohybových předpokladů.....	109
5.3 Analýza sledovaných parametrů pohybového výkonu z hlediska ontogeneze hráčů... ..	112
5.3.1 Antropometrie a tělesné složení	112
5.3.2 Hodnocení rychlostních a vytrvalostních schopností	113
5.3.3 Hodnocení posturální stability.....	115
5.3.4 Hodnocení explozivní síly dolních končetin	115
5.3.5 Izokinetická svalová síla dolních končetin.....	118
5.3.6 Analýza a komparace maximální spotřeby kyslíku (VO_2max)	124
5.4 Hodnocení výkonnosti na základě T-bodů	125
6. Diskuse.....	132
6.1 Komparace výkonu vzhledem k výkonnostním skupinám.....	132
6.2 Komparace výkonu vzhledem k ontogenezi.....	146
6.3 Limity výzkumu	159
7. Závěry výzkumu	161
8. Reference.....	165
9. Seznam obrázků a tabulek	199
10. Přílohy studie	203

Seznam zkratek

IRM – One Repetition maximum – 1 opakovací maximum
A505L – agility 505 test s otočením za levou dolní končetinou
A505P – agility 505 test s otočením za pravou dolní končetinou
ACL – Anterior cruciate ligament – přední zkřížený vaz
AEP – aerobní práh
ANP – anaerobní práh
avg – average – průměr
BA – bilaterální asymetrie
cm – centimetr
CMJ – Counter movement jump – vertikální výskok bez pomoci paží
CMJ-FA – Counter movement jump free arms – vertikální výskok s pomocí paží
ČFL – Česká fotbalová liga
Doporučuji pojmy rozkopírovat do excelu a pak je seřadit podle abecedy
ECM/BCM – poměr mimobuněčné a vnitrobuněčné hmoty
EPL – English Premier League (Anglická nejvyšší fotbalová soutěž)
ES – Effect size – efektivní výsledky
EURO – Mistrovství Evropy
FAČR – Fotbalová asociace České republiky
FFM – fat free mass – beztuková hmota
FLL – flamengo na levé dolní končetině
FLP – flamengo na pravé dolní končetině
GPS – Global Positioning System – systém globálního určování polohy
HIR – High Intensity Running – běh ve vysoké intenzitě
HR – heart rate – srdeční frekvence
HRmax – heart rate max – maximální srdeční frekvence
HRzot – srdeční frekvence zotavení
HSR – High Speed Running – běh ve vysoké rychlosti
IHV – individuální herní výkon
ISRT – Interval Shuttle Run Test
J – league – Japonská nejvyšší fotbalová soutěž
KE – kolenní extenzory
KF – kolenní flexory
kg – kilogram
KPI – Key Point Indicators – klíčové indikátory výkonu
LPM – Local Positioning System – lokální systém určování polohy
LSG – large sided games – velké formy her
LSM – Laboratoř sportovní motoriky
m – metr
max – maximum
min – minimum
min – minuta
MSFL – Moravsko-Slezská fotbalová liga
MSG – medium sided games – střední formy her
N.m. – Newton metr
PT – Peak Torque – točivý moment
RSA –repeated sprint ability – schopnost opakovaného sprintu
SQJ – Squat jump – vertikální výskok z podřepu
SSG – small sided games – malé formy her
Std – Standard deviation – směrodatná odchylka
TCM – tréninkové centrum mládeže
THV – týmový herní výkon
TJ – tréninková jednotka
USOO – úzký stoj otevřené oči
USZO – úzký stoj zavřené oči
VHIR – Very High Intensity Running – běh velmi vysokou intenzitou
VHIRWB – Very High Intensity Running with ball – běh velmi vysokou intenzitou s míčem
VHIRWOB – Very High Intensity Running without ball – běh velmi vysokou intenzitou bez míče
VO2 – spotřeba kyslíku
VO2max – maximální spotřeba kyslíku
YYIR1 – Yo-yo intermitentní test úrovně 1
YYIR2 – Yo-yo intermitentní test úrovně 2
Z6 – vzdálenost překonaná ve sprintu

1. Úvod

„Kdo zanechal tělesných cvičení, často churaví, neboť síla jeho orgánů následkem nedostatku pohybu slábné.“

— Avicenna středověký perský učenec, lékař a filozof (*980 – †1037)

Fotbal patří mezi nejpobulárnější kolektivní sporty na světě. Osobně se fotbalu věnuji již přes 20 let, kdy posledních několik let mám to štěstí provozovat ho na nejvyšší úrovni jako kondiční trenér v rámci profesionální fotbalové akademie, kde mám možnost sledovat vývoj velkého množství talentovaných hráčů. Fotbal, česky kopaná, se z mého koníčku stal i mým zaměstnáním. Proto se každý den snažím o zdokonalování nejenom hráčů, ale i sebe. Během pravidelného a každodenního kontaktu s mladými začínajícími i staršími zkušenými hráči, trenéry a manažery jsem dospěl k nápadu zrealizovat výše pojmenovanou disertační práci, protože tak jak se stal fotbal velkým byznysem, tak i tlak na trenéry a hráče každým dnem stoupá. Stoupá rovněž tlak na výsledky a výkonnost každého z článků obrovského kolosu zvaného profesionální fotbal. Díky výsledkům práce bychom měli získat ještě větší přehled o výkonnostním hledisku mladých hráčů fotbalu elitní úrovně.

„Život není nikdy stagnace. Je to neustálý pohyb, rytmický pohyb, jako my se neustále měníme. Věci žijí pohybem a získávají sílu, když jdou.“

— Bruce Lee herec, mistr a popularizátor bojových umění (*1940 – †1973)

Disertační práce si klade za cíl identifikaci, objektivizaci a determinaci klíčových indikátorů (v zahraniční literatuře pojmenované anglicky „key point indicators; KPI“) ve spojitosti s mladými hráči fotbalu podle výkonnostního hlediska v průběhu jejich ontogeneze a etap sportovní přípravy (Stratton, Reilly, Richardson, & Williams, 2004). Dostat se až na vrchol nejvyšší sportovní výkonnosti u sportovců vyžaduje integritu a synergii specifických pohybových předpokladů (rychlost, síla, vytrvalost a pohyblivost), stejně tak i specifických pohybových dovedností (přihrávka, vedení míče, zpracování míče, střelba). Rovněž jsou však potřeba i genetické předpoklady pro vrcholový pohybový výkon a zejména předpoklady pro mentální odolnost a stabilitu ve vypjatých situacích důležitých utkání. Často v odborné literatuře nalézáme i pojem kondiční schopnosti, motorické schopnosti a pohybové předpoklady.

Původ slova kondice můžeme hledat z latinského originálu „*conditio*“ (předpoklad, nevyhnutelná podmínka). Sportovní trénink definuje kondici jako funkce organismu, které umožní jedinci ve fyzicky náročných podmínkách adekvátní odpověď na podnět (Perič & Dovalil, 2010). Systematická kondiční příprava nám nezaručí kvalitní výsledky v soutěži, ale šance na úspěch má předpoklad se zvýšit (Jebavý, Hojka, & Kaplan, 2017). Pohybové předpoklady na vysoké úrovni jsou hlavní prerekvizitou elitních hráčů fotbalu pro úspěšné zvládnutí pohybových nároků během utkání (Hoff & Helgerud, 2004; Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005). Zvyšování kondiční výkonnosti sportovce je zásadní věcí sportovního výkonu pro schopnost sportovce provádět rychlé starty, změny směru pohybu, výskoky a vysoko-intenzivní běžecké činnosti po celou dobu utkání.

Antropomotorické a fyziologické předpoklady jsou z hlediska genetiky determinovány, avšak optimalizovaným a individualizovaným tréninkovým procesem je můžeme ovlivňovat do individuální míry jedince (také „míra adaptability“). Z dlouhodobého sledování můžeme získat reprezentativní vzorek pro posuzování trendu úrovně pohybových předpokladů potřebných pro vrcholovou výkonnost ve fotbale. Protože zaznamenáváme nedostatek studií zaměřujících svoji pozornost průřezovému sledování a variabilitě časových trendů KPI (rychlostní, silové, vytrvalostní pohybové předpoklady) v dlouhodobé sportovní přípravě elitního fotbalového hráče, směřujeme náš výzkum právě k této problematice. Významné nedostatky nacházíme při posuzování indikátorů sportovní výkonnosti vzhledem k dalším proměnným, jako je ontogeneze jedince, evaluace nadprůměrných výsledků vzhledem k věku, komparace biologického a chronologického věku, hodnocení periodizace tréninku v sezonních makrocyclech, akcelerovanou maturací, a taktéž limitním množstvím zdravotně-preventivních aspektů hráče (silové, morfologické a funkční asymetrie, jež při nedostatečné pozornosti hráče a realizačního týmu a při neschopnosti reagovat zařazením individuálního plánu mohou vést ke zraněním vedoucím k výpadku z tréninkového procesu, ve výjimečných případech také k ukončení sportovní kariéry).

Výše popisovanou problematikou jsme se dostali k vědeckému problému sledování antropomotorických a fyziologických parametrů z výkonnostního hlediska, u kterého předpokládáme, že má význam jak pro aktuální, tak ale i pro budoucí výkonnost hráče, zda je schopen se prosadit v elitních seniorských soutěžích, případně i národním družstvu své země apod. Antropomotorické a fyziologické parametry analyzujeme ve vztahu k aktuální úrovni sportovní výkonnosti mladého hráče, které jsou specifické pro námi sledovanou kohortu.

Chceme poukázat na fakt, že pravidelný monitoring pohybových předpokladů a analýza tréninkového procesu může vést k akcelerovaným a progresivním změnám ve výkonu. Pojednáváme o elitních mládežnických hráčích, u kterých často vzniká velký psychologický tlak na finální výsledek. Proto i my si klademe vysoké požadavky na co nejpřesnější identifikaci, objektivizaci a determinaci výkonnostních kritérií.

Využili jsme terénní testy zaměřené na analýzu rychlostních předpokladů (akcelerace na 5, 10 m a sprint 20 m letmo), agility předpokladů (Agility 505 test a K-test) a vytrvalostních předpokladů (Yo-Yo intermitentní test úrovně 1 a 2 v závislosti na věkových skupinách). V laboratorních testech jsme se zaměřili na základní antropometrii tělesného složení (pomocí bioimpedanční analýzy), hodnocení statické posturální stability (pomocí tlakových desek), analýzu velikosti svalové síly kolenních extenzorů a flexorů (pomocí izokinetické dynamometrie), explozivní sílu dolních končetin (výška vertikálních výskoků) a hodnoty aerobní kapacity $VO_2\max$ (pomocí zátěžového běžeckého testu do selhání). Terénní testování probíhalo v tréninkových centrech mládeže každého z měřených klubů (TCM) a laboratorní testování probíhalo v Laboratoři sportovní motoriky na UK FTVS (LSM). Naměřená data byla vložena do statistických programů, kde proběhla důkladná analýza a následná komparace výkonnosti hráčů v průběhu celé periody testování (2017–2021).

Na základě literatury se domníváme, že v současné době trvá pokles obecné úrovně pohybových schopností a dovedností u mládeže (Gonaus, Birklbauer, Lindinger, Stöggl, & Müller, 2019; Halasová, 2013; Júdice, Silva, Berria, Petroski, Ekelund, & Sardinha, 2017; Tokmakidis, Kasambalis, & Christodoulos, 2006). Průměrná až vyšší úroveň pohybové zdatnosti u dětí a dospívající populace je jednoznačně spojena se zvýšenou pohybovou aktivitou (Huang & Malina, 2002). Proto může být naše disertační práce užitečná i v budoucí komparaci výsledků ze začátku tisíciletí a současných výsledků sportující a nesportující mládeže pro možnost zpětně hodnotit tvrzení o snižující se pohybové aktivitě a s tím spojeným poklesem úrovně pohybových schopností. Disertační práce by měla být nápomocná i dalším trenérům pro orientaci v oblasti aktuální pohybové výkonnosti vlastních svěřenců v komparaci s elitním mládežnickým fotbalem v návaznosti na možnou budoucí profesionální kariéru.

2. Současný stav řešené problematiky

V kontextu cvičení a sportu hovoříme o fyzickém pohybu jako stresoru. Fyzický pohyb vyvolává psychologické a fyziologické reakce spolu s adaptací buněčných a orgánových systémů lidského těla (Hoffman, 2014). V případě, že trenéři chtějí uvedené změny v co největší míře ovlivnit, musí v rámci progresivity tréninkového procesu změny monitorovat, kontrolovat a aplikovat na individuální úrovni (Impellizzeri, Marcora, & Coutts, 2019).

V elitním (vrcholovém) sportu označujeme za talent osobu, která je s ohledem na realizovaný trénink při komparaci s referenční skupinou podobného biologického stupně vývoje schopna podávat nadprůměrné výkony ve své sportovní specializaci, kdy s ohledem na vrozené (endogenní) výkonnostní dispozice a realizované (exogenní) výkony můžeme matematicko-simulačně stanovit v následující sportovní etapě vývoje předpoklad elitní sportovní výkonnosti (Hohmann & Carl, 2002). Reilly, Bangsbo a Franks (2000) uvádí fyziologické předpoklady (aerobní kapacita, poměr svalových vláken, metabolismus atd.) jako faktory, které nehrají při výběru talentů pro fotbal zásadní roli, jelikož jsou z části založené na vrozených předpokladech jedince a jsou ovlivnitelné tréninkem. Vičar (2018) navazuje při popisu tzv. „trénovatelnosti“ sportovce jako nejdůležitějšího fyziologického předpokladu. „Trénovatelnost“ je schopnost jedince snášet tréninkovou zátěž a následující dobu nutnou pro regeneraci (Bunc, 2004).

Na základě rešerše literatury (Tabulka 1) deklaruji rozdíly pohybové výkonnosti na základě tří faktorů:

1. výkonnostní úroveň hráčů (Bradley, Carling, Diaz, Hood, Barnes, Ade et al., 2013),
2. věk (Kobal, Loturco, Gil, Abad, Cuniyochi, Barroso et al., 2016),
3. herní funkce hráčů (Boone, Vaeyens, Steyaert, Bossche, & Bourgois, 2012).

Tabulka 1. Dělení hráčů fotbalu na základě výkonnostního kritéria.

Výkonnostní kritérium ve fotbale	
Reference	Podmínky dělení
Abdullah et al. (2017) Cometti et al. (2001) Gissis et al. (2006) Pau et al. (2019) Trecroci et al. (2019)	Národní soutěž – elitní Regionální soutěž – sub-elitní Lokální soutěž – amatérský
Kavalír (2019)	Amatérští hráči 4. a 5. nejvyšší soutěže v ČR a Německu
Bláža (2014) Pivovarníček et al. (2014)	Reprezentační výběr – elitní
Kaplan et al. (2009) Lotruco et al. (2019) Modric et al. (2019) Verheijen (2016)	Nejvyšší seniorská soutěž – elitní
Rampini et al. (2009) Řehák (2013) Naše disertační práce	Pracovní kontrakt (profesionální smlouva) – elitní Nejvyšší soutěž – elitní hráči Druhá nejvyšší soutěž – sub-elitní hráči Třetí nejvyšší soutěže a níže – amatéři

Fotbal je jedním z nejvíce dynamicky se rozvíjejících sportů, kdy evidujeme 265 milionů registrovaných hráčů s největším počtem v kategorii 18 let a mladší (Maher, Hutchison, Cusimano, Comper, & Schweizer, 2014). Portugalsko uvedený trend jen potvrzuje, jelikož zde nacházíme jeden z největších počtů registrovaných amatérských hráčů věkové skupiny U18 a mladší (Nogueira, Laiginhas, Ramos, & Costa, 2017). V rámci naší práce považujeme informace ve vztahu o rozdílech ve výkonnosti mezi různými výkonnostními skupinami za velmi důležité. Při testování pohybových předpokladů amatérských hráčů fotbalu 4. nejvyšší soutěže v ČR a 5. nejvyšší soutěže v Německu byla zjištěna signifikantně lepší úroveň rychlostních (sprint na 10 a 20 m) a vytrvalostních předpokladů (Cooper test) u hráčů Spvgg Bayern Hof v porovnání s týmem FC Viktoria Mariánské Lázně (Kavalír, 2019). Studie Pau et al. (2019) zaměřená na hráče nižší výkonnostní úrovně (národní a regionální úroveň) byla zaměřena na hodnocení času a indexu dynamické stabilizace po dopadu. Výše uvedené studie se věnují nižší výkonnostní úrovni. Naše studie je primárně zaměřena naopak na elitní mládežnické hráče (nejvyšší výkonnostní úrovni).

Otázka je, jak můžeme definovat pojem elitní hráč. Nacházíme vůbec v odborné literatuře jednotnost a soulad v terminologii?

Podle Bláza (2014) elitním hráčem rozumíme jedince, který prošel mládežnickými, popřípadě seniorskými reprezentačními výběry. Na rozdíl Verheijen (2016) popisuje elitního hráče jako hráče, který nastupuje v nejvyšší seniorské ligové soutěži. Zde se dostáváme k jádru problematiky, kdy v rámci literatury nezaznamenáváme shodu. Problematicke elitního sportu se věnuje studie Currie (2018), která považuje za elitní všechny fotbalové hráče mládežnické akademie Glasgow Rangers (věkové skupiny U11–U17) (en. Under 17 years old; U17). Za elitní hráče shledáváme také členy španělské mládežnické akademie ročníků U13 až po seniorský tým (Los Arcos, Martinez-Santos, & Castillo, 2020). Podobně považuje mládežnické hráče akademie SK Slavia Praha kategorie U12 za elitní Kunzmann (2017).

Některé další nalezené studie považují za elitního hráče naopak pouze fotbalisty nejvyšší ligové soutěže, kdy zaměřují výzkum na komparaci s mezinárodními soutěžemi a hodnotou běhů ve vysoké intenzitě (en. High Intensity Running; HIR = $>14,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) hráčů španělské nejvyšší soutěže, a nachází signifikantně vyšší ($p < 0,05$) překonané vzdálenosti HIR (rozdíl 40 %) během oficiálních utkání (Rampinini, Bishop, Marcora, Bravo, Sassi, & Impellizzeri, 2007) v komparaci s elitními hráči dánské a švédské nejvyšší soutěže (Andersson, Ekblom, & Krustup, 2008; Mohr, Krustup, & Bangsbo, 2003). Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones a Hoff (2004) potvrzují uvedené zjištění při nahlížení na problematiku rozdělování elitní výkonnostní úrovně ve fotbalu při sledování maximální rychlosti elitních hráčů v norské nejvyšší soutěži, kdy za elitní hráče označuje členy prvního týmu FC Rosenborg Trondheim. Bradley, Sheldon, Wooster, Olsen, Boanas a Krustup (2009) sledovali HIR elitních hráčů English Premier League (EPL) na základě rozlišení herních funkcí, kdy elitní hráče (EPL) porovnával s nižší (League 1) a vyšší výkonnostní úrovní (Champions League). Zajímavým zjištěním studie byli vyšší fyzické nároky na vzdálenost překonanou v běhu ve vysoké rychlosti (en. High Speed Running; HSR = $>19 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) u nižších výkonnostních úrovní v porovnání s vyšší výkonnostní úrovní. Gissis, Papadopoulos, Kalapotharakos, Sotiropoulos, Komsis a Manolopoulos (2006) se věnovali silovému a rychlostnímu testování mladých hráčů fotbalu na základě rozdělení na elitní hráče reprezentačního výběru Řecka ($n = 18$), sub-elitní hráče ($n = 18$), kteří hráli domácí nejvyšší soutěž, a rekreační hráče ($n = 18$), kdy uvádí jednoznačný závěr možného rozlišení elitních hráčů od nižších výkonnostních úrovní na základě výsledků silových a rychlostních testů. Testování francouzských hráčů elitních (nejvyšší liga), sub-elitních (druhá liga) a amatérských hráčů se věnuje i Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard a Maffulli, (2001) s cílem rozlišit úspěšné elitní hráče od méně úspěšných na základě výsledků izokinického testování kolenních flexorů (KF) a extenzorů (KE) různých úhlových rychlostí, vertikálního výskoku, sprintu na 10 a 30 m a maximální rychlosti dosažené při střelbě míčem.

Malý, Zahálka a Malá (2014) při testování svalové síly KF a KE uvádí rozlišení na elitní profesionální hráče (hráči týmu na prvním místě v tabulce nejvyšší české soutěže) a sub-elitní hráče (hráči týmu na prvním místě v tabulce druhé nejvyšší české soutěže). Hansen, Bangsbo, Twisk a Klausen (1999) ve svém výzkumu prezentují výsledky silnějších elitních hráčů v porovnání s neelitními hráči. Nedávný výzkum Ferreira, Araujo, Pimenta, Menzel, Medeiros, Andrade et al. (2018) prokázal signifikantně vyšší ($p < 0,05$) produkci silového impulsu u mladých hráčů nejvyšší brazilské ligy v porovnání s druholigovými hráči. Dragijsky (2020) během laboratorního a terénního testování pohybových předpokladů popisuje u hráčů nejvyšší ligové soutěže vyšší zapojení anaerobního systému v porovnání s hráči mládežnické reprezentace ČR. Chamari, Hachana, Ahmed, Galy, Sghaier, Chatard et al. (2004) uvádí při terénním testování jako elitní hráče členy Tuniského národního týmu věkové skupiny U19 a Senegalské juniorské hráče ($n = 34$, věk = $17,5 \pm 1,1$ let). Pivovarniček, Pupiš, Švantner a Kitka (2014) považují za elitní hráče také slovenské reprezentační hráče věkové skupiny U21. Uvedená literatura nám potvrzuje nejednotnost vědeckého pohledu na problematiku rozlišení výkonnostních úrovní u hráčů fotbalu.

V této disertační práci budeme pro náš výzkum používat rozlišení na tři výkonnostní úrovně:

- A. Elitní (hráč nejvyšší národní soutěže).
- B. Sub-elitní (hráč druhé nejvyšší národní soutěže).
- C. Amatérský (hráč třetí národní soutěže a níže).

Následná komparace výsledků s ostatními studii se zdá být problematická z důvodu používání rozdílných protokolů měření, hodnotících parametrů (různé časové úseky měření, absolutní, relativní parametry atd.), a zejména pak popisované označení “elitní” hráč fotbalu, používané pro rozdílné výkonnostní úrovně (Centeno-Prada, Lopez, & Naranjo-Orellana, 2015).

Simon a Chase (1973) hovoří začátkem 70. let o nutnosti deseti let intenzivního tréninku a zkušenosti z utkání, aby byl hráč schopen dosáhnout profesionální (elitní) úroveň. Většina sportovců dosáhne profesionálního nebo elitního mezinárodního levelu právě až po uvedených 10 letech praxe. V odborné literatuře evidujeme také další rozlišení výkonnostních úrovní hráčů fotbalu. Jako profesionálního (elitního) hráče fotbalu popisuje Modric, Versic, Sekulic a Liposek (2019) všechny hráče, kteří v sezoně 2018/19 nastoupili

v oficiálním utkání nejvyšší Chorvatské fotbalové soutěže. Literatura nám dále uvádí skutečnost, že až 70 % profesionálních hráčů fotbalu začalo svoji kariéru ve věkovém období mezi 17.–20. rokem života (Poli & Ravenel, 2008), což je velmi důležité zjištění právě pro náš výzkum, který se zaměřuje na elitní mládežnické hráče s jejich možností stát se v budoucnu profesionály.

Pro naplnění předpokladu vykonávání sportovní činnosti profesionálních fotbalových hráčů je nutná profesionální hráčská smlouva mezi dvěma subjekty (hráč na straně jedné a klub na straně druhé), kdy jsou “hráčskou smlouvou” jasně vymezená práva a povinnosti obou stran (Řehák, 2013). Rozlišení na profesionální a semi-profesionální fotbalisty je často logicky spojeno s výkonnostní úrovní, kterou daný klub hraje. Například hráči třetí nejvyšší soutěže ve Španělsku jsou již považováni za semi-profesionální (Castillo-Rodríguez, Cano-Cáceres, Figueiredo, & Fernández-García, 2020). Například hráči v druhé nejvyšší soutěži ČR jsou považováni za profesionální, ale třetí nejvyšší soutěž Česká fotbalová liga (ČFL) a Moravskoslezská fotbalová liga (MSFL) drží již status semi-profesionální, kdy jsou často hráči při aktivní hráčské kariéře nuceni i navštěvovat civilní zaměstnání (Drápela, 2012). Kavalír (2019) popisuje 4. a 5. nejvyšší soutěž v České republice a Německu jako amatérskou.

Mohr et al. (2003) popisuje pohybový výkon profesionálních hráčů nejvyšší fotbalové soutěže (Liga mistrů) o 28 % intenzivnější, kdy vykonají o 37 % více sprintů v porovnání s profesionálními hráči nižší výkonnostní úrovně (nejvyšší dánská ligová soutěž). Bradley et al. (2009) také rozlišuje elitní hráče vyšší výkonnostní úrovně English Premier League (EPL), nižší výkonnostní úrovně (League 1) a nejvyšší výkonnostní úrovně (Champions League). Rozlišení nižší, vyšší a nejvyšší výkonnostní úrovně lze vysvětlit na principu kvalifikace na základě výsledků v ukončeném soutěžním ročníku. Z nižších soutěží lze postupovat do vyšších, a naopak z nejvyšších soutěží lze sestupovat až do těch nejnižších soutěží. Lepší schopnost realizace opakovaných sprintů uvádí u profesionálních hráčů fotbalu Dupont, Nedelec, McCall, McCormack, Berthoin a Wisløff (2010). Podobně Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts a Wisloff (2009) nachází lepší schopnost opakovat vysoko-intenzivní činnosti ve sprintu u profesionálních hráčů fotbalu v porovnání s amatérskými hráči. Vzdálenost překonaná ve vysokých rychlostech v utkání souvisela s úspěšností a postavením v tabulce profesionálních hráčů fotbalu v English Premier League (EPL) (Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, & Drust, 2009).

Pro prosazení se na profesionální úrovni musí hráči disponovat určitou úrovní vytrvalostních schopností, stejně tak být takticky vyzrálý a týmový hráč, protože bez určité dávky talentu se hráč na profesionální úrovni velmi těžko prosadí (Sarmiento, Anguera, Pereira, & Araújo, 2018). Potřebná je také motivace, která je důležitá jak v procesu prosazování se na určitou úroveň, stejně tak v době, kdy už provozuje fotbal na profesionální úrovni a hodlá odehrát určitý počet sezon (3 a více kompletních sezon) či vysoký počet utkání (50 a více utkání v nejvyšší soutěži) (Djaoui, Chamari, Owen, & Dellal, 2017; Rumpf, Schneider, Schneider, & Mayer, 2014; Sarmiento et al., 2018). Zajímavostí je srovnatelná hodnota $VO_2\max$ nalezená při komparaci profesionálních hráčů fotbalu s amatérskými (Rampini et al., 2009), kdy však zjištěná hodnota dynamiky spotřeby kyslíku byla vyšší u profesionálních hráčů. Psotta (2006) naopak uvádí u profesionálních hráčů fotbalu vyšší průměrnou hodnotu $VO_2\max$ 56–59 ml·min·kg⁻¹ oproti amatérským hráčům fotbalu, kdy například národní tým Maďarska do 18 let eviduje průměrnou hodnotu $VO_2\max$ 73,9 ml·min·kg⁻¹ (Apor, 1988) a Helgerud, Engen, Wisloff a Hoff (2001) u juniorských hráčů fotbalu zaznamenal nižší průměrnou hodnotu $VO_2\max$ 64,3 ml·min·kg⁻¹.

2.1 Výkonnostní kritérium na základě ontogeneze

Hledání výkonnostních rozdílů v rámci věkových skupin vede k určité objektivizaci hodnot pro různé věkové skupiny, kdy můžeme evaluovat průměrné i nadprůměrné jedince. Předpokládá se, že nadprůměrné výkony hráčů jsou prediktorem budoucího potenciálu (Baker, Schorer, & Wattie, 2018). Nacházíme však i určitou variabilitu, jak se uvedené výkonnostní charakteristiky vyvíjejí v průběhu ontogeneze (Fransen, Bennett, Woods, French-Collier, Deprez, Vaeyens et al., 2017; Morris, Emmonds, Jones, Myers, Clarke, Lake et al., 2018).

Ontogeneze je pojem, pod kterým si představme vznik a vývoj organismu (fyzický a psychický), počínaje oplodněním vajíčka až po dospělou formu organismu, kdy pojem ontogeneze používáme pro celou délku života organismu (Tomasello, 2018). Jedná se o vývojovou historii organismu po celou dobu vlastního života (Gould, 1977).

Fotbalová asociace ČR (FAČR) využívá následující řazení do mládežnických věkových kategorií (Tabulka 2). Mládeži se rozumí hráči do 18 let věku. Hráč může nastoupit v utkání

vlastní věkové skupiny, ale i vyšší věkové skupiny. Naopak hráč starší věkové skupiny se nemůže účastnit utkání mladších věkových skupin (jedná se o neoprávněný start v utkání).

Tabulka 2. Věkové skupiny v České republice (zdroj: www.facr.fotbal.cz).

Skupiny	Kategorie mládeže	Věkové skupiny	Základní věk	Dovršený věk
Přípravky	Kategorie mladší přípravka	U6	5 let	6 let
		U7	6 let	7 let
		U8	7 let	8 let
		U9	8 let	9 let
	Kategorie starší přípravka	U10	9 let	10 let
		U11	10 let	11 let
Žáci	Kategorie mladší žáci	U12	11 let	12 let
		U13	12 let	13 let
	Kategorie starší žáci	U14	13 let	14 let
		U15	14 let	15 let
Dorost	Kategorie mladší dorost	U16	15 let	16 let
		U17	16 let	17 let
	Kategorie starší dorost	U18	17 let	18 let
		U19	18 let	19 let

Chamari, Moussa-Chamari, Boussaidi, Hachana, Kaouech a Wisløff (2005) popisují u hráčů věkové skupiny U15 podobné hodnoty VO_{2max} , ale horší ekonomiku běhu v porovnání se staršími elitními hráči. Valente-dos-Santos, Coelho-e-Silva, Simões, Figueiredo, Leite, Elferink-Gemser et al. (2012) uvádí významnou souvislost mezi chronologickým věkem fotbalových hráčů ve věku 11–13 let a úrovni aerobního výkonu. Po skončení puberty (~ 15 let) dochází k určitému poklesu úrovně aerobní kapacity, což jsou výsledky v souladu s výzkumem Roescher, Elferink-Gemser, Huijgen a Visscher (2010). Proto bude velmi zajímavé sledovat a komparovat úroveň aerobního výkonu námi vybraných věkových skupin U16–U21 v souvislosti s chronologickým věkem. Propast mezi budoucími profesionály a amatérskými hráči se od věkové hranice 15 let zvyšuje, kdy právě intermitentní pohybový výkon hráčů může být jedním z ukazatelů při identifikaci nejlepších hráčů (Roescher et al., 2010). V rámci komparace věkových skupin U17 a U20 sledují Coelho, Mortimer, Condessa, Morandi, Oliveira, Marinset al. (2011) vyšší hodnoty maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}) pro skupinu U20 oproti mladší věkové skupiny. Stejně tak starší věková skupina dosáhla signifikantně vyšší tělesné hmotnosti (TH) a tělesné výšky (TV). V další literatuře nacházíme jednoznačnou informaci o s věkem se postupně srovnávajícím aerobním výkonu u mladých hráčů fotbalu, kdy

může být diferenciaci výkonnostní úrovně hráčů fotbalu pouze na základě výsledků aerobního výkonu daleko složitější (Coelho-e-Silva, Figueiredo, Simoes, Seabra, Natal, Vaeyens et al., 2010; Gil S.M., Gil J., Ruiz, Irazusta A., & Irazusta J., 2007; Gonaus, & Müller, 2012; Lago-Peñas, Casais, Dellal, Rey, & Domínguez, 2011). Potenciál diferenciaci aerobního výkonu se snižuje v případě, že hráči s pozdějším ukončeným tělesným růstem „dohánějí“ hráče s naopak předčasně ukončeným růstem. Literatura zdůrazňuje brát při diferenciaci výkonnostní úrovně mladých hráčů fotbalu v potaz i další aspekty (psychologické, technické a taktické). Efektivní záležitostí při rozvoji aerobní výkonnosti u mládežnických skupin se zdají být tréninkové kempy a systematický trénink právě v období před adolescencí mohou ve výsledku vytvořit homogennější skupinu v pozdějším období dospívání (Gil S.M., Gil J., Ruiz, Irazusta A., & Irazusta J., 2007; Gonaus & Müller, 2012; Reilly & Williams, 2000). Výše popsaná zjištění dávají určitý obraz o rozhodujících faktorech při snaze mládežnických hráčů dosáhnout elitní výkonnostní úrovně, kdy i více zkušeností z tréninků a utkání, jako i kvalita (objem a intenzita) tréninku, ale i genetické faktory mohou rozhodovat o hráčovo budoucím uplatnění na nejvyšší mládežnické úrovni. Currie (2018) popisuje relativní efekt věku jako nezbytnou součást elitního tréninkového procesu mládežnických akademií, kdy musí být nastavena jasná strategie s cílem předpovídat budoucí pohybovou výkonnost hráčů.

Důležitým faktorem z hlediska vývoje a výkonnosti mladých hráčů fotbalu je lineárně se zvyšující úroveň explozivní síly dolních končetin při skoku dalekém z místa a vertikálním výskoku bez švihů paží (en. countermovement jump – CMJ) od 5 do 18 let (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). Autoři (Baldari, Di Luigi, Emerenziani, Gallotta, Sgrò, & Guidetti, 2009; Malina et al., 2004) popisují také důležitost hodnocení úrovně silových schopností u mladých hráčů fotbalu s vědomím, že mladí hráči fotbalu mužského pohlaví zlepšují své motorické výkony související se silou (CMJ, skok daleký) i s vlivem tělesného růstu a sexuální zralosti. Významnou roli při testování explozivních schopností dolních končetin může sehrát i vysoká hladina testosteronu, kdy právě hráči s vyšší hladinou dosáhli lepších výsledků v porovnání s hráči s nižší hladinou testosteronu (Moreira, Mortatti, Aoki, Arruda, Freitas, & Carling, 2013). Komparace elitních mládežnických hráčů věkové skupiny U14 a U17 ukazuje lepší výsledky elitních hráčů při testování vertikálního výskoku z podřepu (en. squat jump; SQJ) v porovnání se sub-elitními vrstevníky (elitní hráči zaznamenali o 10 % a 14 % lepších výsledků) (Gissis et al., 2006; Silva, Figueiredo, Simoes, Seabra, Natal, Vaeyens et al., 2010). Podobný výsledek sledujeme i ve výzkumu zaměřeném na testování CMJ ve skupině U15 elitních a sub-elitních hráčů fotbalu, kde Trecroci, Milanović, Frontini, Iaia a Alberti (2018)

nachází rozdíl 16 % ve prospěch elitních hráčů, kteří zaznamenali lepší výsledky CMJ. Mezinárodní srovnání mezi elitními hráči U16 v Belgii publikují Vaeyens, Malina, Janssens, Van Renterghem, Bourgois, Vrijens et al. (2006) a Nedeljkovic, Mirkov, Kukolj, Ugarkovic a Jaric (2007), kteří dosahují lepších průměrných výsledků při CMJ (CMJ: $44,7 \pm 5,0$ cm) vs. elitní hráči skupiny U16 v Srbsku a Černé Hoře (CMJ: $37,7 \pm 3,9$ cm). Srovnání 3 věkových skupin italských reprezentačních týmů (U17, U20 a U21) uvádějí ve výzkumu Castagna a Castellini (2013). Autoři porovnávali výkon vertikálního výskoku (CMJ, SQJ). Ve výsledcích nebyly zjištěny významné rozdíly mezi zkoumanými reprezentačními týmy ($p > 0,05$). Vliv na úroveň explozivní síly má i věk testovaných hráčů. Nedávná studie Zahálka, Malého, Forda, Sugimota, Malé, Gryce et al. (2019) popisuje signifikantní rozdíly silového impulsu a vertikálního výskoku s pomocí paží (en. countermovement jump-free arms; CMJ-FA), kdy starší hráči skupiny U15 dosahovali lepších průměrných hodnot v porovnání s skupinou U13 (U15: výška výskoku = $37,59 \pm 5,32$ cm, impuls síly = $166,26 \pm 32,42$ N.s, U13: výška výskoku = $30,15 \pm 3,31$ cm, impuls síly = $126,35 \pm 20,01$ N.s). Na základě uvedených výzkumů přichází na řadu otázka, jak je možné, že se liší výkonnost mezi jednotlivými výkonnostními a věkovými skupinami, taktéž mezi zeměmi, ale zejména, že zaznamenáváme lepší výsledky u mladších skupin v porovnání se staršími? Určité rozdíly lze přisoudit na základě možných odlišností kvalifikované odborné přípravy, počtu tréninkových hodin, specializaci v oblasti kondiční přípravy trenéra, jako i mentální odolnosti hráče. Výše uvedená fakta můžeme pozorovat ve výzkumu Figueiredo, Gonçalves, Coelho-e-Silva a Malina (2009), kteří popisují během dvouletého sledování lepší výkony při vertikálním výskoku (SQJ a CMJ) a „7-sprint protocol“ (Bangsbo, 1994) u budoucích elitních hráčů fotbalu v porovnání s hráči sub-elitními, kteří byli na základě dlouhodobého výběru vyřazeni. Také Gissis et al. (2006) a Wisløff et al. (2004) zjistili u mladých elitních hráčů fotbalu (elitní, sub-elitní, rekreační) odlišnosti v rychlostně-silových parametrech (maximální síla – izokinetická a explozivní síla), kdy elitní hráči dosahovali nejlepších výsledků zkoumaných parametrů. Na základě uvedených fakt je nutné a stává se následně velkým benefitem tréninkového procesu individuální i skupinový monitoring a analýza mladých elitních fotbalistů s možností zpětného hodnocení výkonu v tréninku i utkání.

2.1.1 Identifikace talentů ve fotbale

Sarmiento, Anguera, Pereira a Araújo (2018) uvádí několik studií zaměřených na identifikaci talentů ve fotbale, kdy je rozděluje následovně:

1) vymezení úkolů:

a) specifická a objem tréninku;

2) vymezení výkonnostních parametrů:

a) psychologické faktory;

b) technické a taktické dovednosti;

c) antropometrické a fyziologické faktory;

3) environmentální vymezení:

a) relativní vliv věku;

b) sociokulturní vlivy;

4) multidimenzionální analýza.

Nejvíce úspěšní hráči (starty za seniorský národní tým, 15 a více startů v nejvyšší domácí soutěži) disponovali technickými, taktickými, antropometrickými, fyziologickými a psychologickými parametry na vysoké úrovni. Ty se měnily nelineárně s věkem, maturací a herní funkcí. Popsaná fakta je třeba jednoznačně zvážit při identifikaci a rozvoji fotbalových talentů (Sarmiento et al., 2018).

K identifikaci talentů dodává MacDonald, Cheung, Côté a Abernethy (2009) na příkladu z USA informace o vlivu prostředí na rozvoj talentů. Bylo prokázáno, že v NFL (Národní fotbalové lize – nejvyšší soutěž Amerického fotbalu) mají signifikantně vyšší zastoupení hráči pocházející z měst o počtu obyvatel nižší než 500 000 oproti hráčům pocházejícím z měst větších než 500 000 obyvatel. Stejně jako u ostatních sportů (baseball, lední hokej, golf a basketbal) nebyl nalezen vliv maturace. Uvedené zjištění nám potvrzují i další autoři, kdy na základě dlouhodobých výzkumů ukazují na vztah prostředí a vlivu na rozvoj talentů (Bloom, 1985; Ivarsson, Stenling, Fallby, Johnson, Borg, & Johansson, 2015). Další studie zaměřené na rozvoj talentů popisují aspekty prostředí vyvolávajícím v atletech pocity pohody na počtu „burn out“ (fyzické a emoční vyčerpání ze sportu). Vyšší level stresu a vyčerpání vykazovali hráči s rannou specializací oproti hráčům procházejícím si postupným vývojem s rodinným zázemím, která je postupně seznamovala s jednotlivými sporty (Strachan, Côté, & Deakin,

2009). Často se u fotbalových talentů stává, že v průběhu času získává zcela jiné priority (škola, zaměstnání, přátelé, vztah apod.) a staví je před fotbalový trénink. Následně po úspěšném absolvování všech mládežnických skupin předčasně ukončí svoji fotbalovou kariéru, nebo se přesune na nižší výkonnostní úroveň (Jeništa, 2013). Na základě výzkumu Aalberg a Saether (2016) v norském Rosenborg FC je nutné vzít v potaz při identifikaci talentů i provázanost akademie a seniorského elitního týmu, kdy plno akademií pracuje velmi systematicky a nabízí prostředí pro ideální rozvoj jedince, avšak přechod do dospělé elitní skupiny v rámci stejného klubu je velmi obtížné právě kvůli neefektivní kooperaci mládežnického a seniorského oddělení fotbalu.

2.1.2 Specifikace klíčových indikátorů k hernímu výkonu ve fotbale

V oblasti analýzy výkonu ve fotbale výzkumné a analytické týmy podporují trenéry v informacích, které primárně přinášejí možnost porozumět výkonu a zlepšit tréninkový proces a následně rozhodování trenérů. Mnoho elitních fotbalových týmů využívá klíčové ukazatele výkonu (en. Key Point Indicators; KPI) k měření a zvyšování taktického výkonu. KPI jsou kvantifikovatelná opatření používaná k hodnocení úspěchu organizace, týmu, zaměstnance nebo hráče při procesu naplňování cílů v oblasti výkonu. KPI jsou ve fotbale často kombinovány s video analýzou (Groom, Cushion, & Nelson, 2011; Herold, Kempe, Bauer, & Meyer, 2021; Wright, Atkins, Polman, Jones, & Sargeson, 2012), aby umožnily následný transfer do praxe s možností vyhodnocení úspěšnosti týmu (Jones, James, & Mellalieu, 2004; Ruiz-Ruiz, Fradua, Fernández-García, & Zubillaga, 2013) nebo hráče (Król, Konefał, Chmura P., Andrzejewski, Zając, Chmura J., 2017). V literatuře nacházíme rozlišení KPI na základě zdroje dat, které jsou odvozeny na základě událostí v utkání, kdy hovoříme o analýze dat s následnou kvantifikací a hodnocením individuálního i týmového výkonu (Lago-Peñas & Dellal, 2010; Sarmiento, Marcelino, Anguera, Campaniço, Matos, & Leitão, 2014). Data se skládají z herních činností jednotlivce (např. přihrávek, střel nebo kombinací) přiřazených jednomu nebo více hráčům. Je možné se zaměřit i na hodnocení týmu, kde se běžně používají základní měřítka, jako jsou frekvence a další kumulované výkonnostní ukazatele, k nimž dochází během utkání (Lago-Peñas & Dellal, 2010). KPI shromážděné v databázi se následně vyvíjejí do metrik s vyšší hodnotou, jako jsou očekávané cíle (xG) (Lucey, Bialkowski, Monfort, Carr, & Matthews, 2014; Rathke, 2017) prediktivního modelu využívaného k posouzení každého střely a následnou pravděpodobností vstřelit branku. Určitou výzvou bude

globální dohoda o standardizované sadě KPI, protože odborníci často používají mírně odlišné definice jedné stejné události (Carling, Wright, Nelson, & Bradley, 2014).

Technický pokrok vede k novým možnostem, jak mohou odborníci měřit KPI pomocí automatických systémů globálního určování polohy (en. Global Positioning System; GPS) nebo lokálního určování polohy (en. Local Positioning System; LPM) (Frencken, Lemmink, & Delleman, 2010). Pokud se zaměříme na další hledání klíčových indikátorů „KPI“, nacházíme studii Mohr et al. (2003), který popisuje vzdálenost HIR jako KPI pohybového výkonu fotbalového hráče v utkání, kdy má jednoznačný vztah k aktuálnímu stavu trénovanosti hráče (Krustrup, Mohr, Amstrup, Rysgaard, Johansen, Steensberget al., 2003). Dále nacházíme jako KPI profesionálních hráčů fotbalu akcelerační a decelerační činnosti, které reprezentují vysoce intenzivní činnosti s častými změnami směru (Altavilla, Riela, Di Tore, & Raiola, 2017). Na základě uvedené literatury a výše popisované problematiky výkonnostního rozlišení hráčů spolu s rozlišením na základě věkových skupin, kde uvádíme i problematiku testování, si dovoluujeme označit jako KPI výsledky našich hráčů v námi vybraných laboratorních a terénních testech rychlostních, silových a vytrvalostních předpokladů.

V případě, že zahrneme pro nás klíčové informace o času a prostoru z laboratorního a terénního testování, stávají se KPI pro trenéry důležitými informacemi založenými na jednoznačných důkazech o aktuálním stavu pohybových předpokladů hráčů (McLean, Salmon, Gorman, Read, & Solomon, 2017; Memmert & Perl, 2009). Ačkoliv je fotbal a rozvoj pohybových předpokladů v tréninku poměrně nepředvídatelnou záležitostí, použití KPI v naší studii by mohlo přesně předpovědět budoucí výkonnost sledovaných hráčů.

Elitní fotbalové kluby se skládají z velkého množství specialistů a zaměstnanců (např. datoví analytici, video analytici, silově kondiční trenéři, atletičtí trenéři, rekondiční trenéři atd.), kdy jejich úkoly kolem analýzy výkonu jsou často velmi rozdílné. Evidujeme nutnou potřebu modernějšího přístupu, který poskytne komplexní přehled o tom, jak různí zaměstnanci z různých výkonnostních úrovní využívají a hodnotí KPI (Herold et al., 2021).

V posledním desetiletí zaznamenáváme zvýšený zájem o monitoring externího a interního zatížení sportovců v tréninku a utkání, fotbalistů nevyjímaje, a tak se nám potvrzuje předpoklad zvýšeného nátlaku na dlouhodobou vysokou úroveň výkonnosti (Akenhead &

Nassis, 2016; Foster, 1998; Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004; Nunes, Moreira, Crewther, Nosaka, Viveiros, & Aoki, 2014).

Interní zatížení je nejčastěji charakterizováno vnitřními procesy organismu, které se projevují fyziologicky. Jedná se například o srdeční frekvenci (en. Heart rate; HR), o maximální spotřebu kyslíku ($VO_2\text{max}$), anebo o koncentraci laktátu v krvi.

Externí zatížení naopak definujeme jako faktor, který působí na hráče zvenčí (podmínky prostředí, celková překonaná vzdálenost, vzdálenost překonaná ve sprintu, vzdálenost překonaná ve vysoké intenzitě atd.), ale také může reprezentovat celkovou vykonanou práci (Pečl, 2020).

Interní a externí zatížení můžeme v současné době analyzovat za pomoci systému globálního určování polohy (GPS). Coutts a Duffield (2010) jako i Petersen, Pyne, Portus a Dawson (2009) potvrzují validitu a spolehlivost GPS zařízení při sledování pohybových aktivit hráčů fotbalu během utkání i tréninku. Testování pohybových schopností mládežnických a seniorských fotbalistů se stává velkým fenoménem při sestavování a individualizaci tréninkových plánů nejenom z hlediska kondičního, taktického, ale i technického, jelikož je na hráče nahlíženo jako na jedinečnou individualitu, která potřebuje specificky optimalizovanou strategii tréninku. Následnou kooperací a spojením jednotlivců s maximálním potenciálem máme za cíl získat pevnou strukturu družstva a silný celek (Bangsbo & Mohr, 2012; Krustrup et. al., 2003; Owen, Wong, McKenna, & Dellal, 2011). Druhý aspekt vedle zvyšování individuálního potenciálu maximální výkonnosti je zdravotní aspekt, resp. primární a sekundární prevence před zraněním. Testování a monitoring úrovně pohybových schopností při prevenci zranění je v tomto případě stejně důležitý jako u výkonu, protože pouze zdravý hráč může dlouhodobě zlepšovat svoji výkonnost a nemusí kvůli zraněním končit kariéru, oslabovat svoji nepřítomností celý tým a prožívat sníženou kvalitu života (Kalčíková, 2015; Malone, Hughes, Roe, Collins, & Buchheit, 2017).

2.2 Struktura sportovního výkonu ve fotbale

Pokud se specificky zaměřeným způsobem života a pohybových aktivit jedinec snaží dosáhnout vyšších sportovních cílů, můžeme hovořit o sportovní přípravě. Díky této přípravě (sportovnímu tréninku) je cílem dosáhnout co možná nejlepších výsledků a nejvyšší možné výkonnosti v daném sportovním odvětví (Novosad, 1998).

Tento výzkum jsme zaměřili na vybrané determinanty sportovního výkonu ve fotbale. Sportovní výkon je realizován na základě individuálních a skupinových činností hráčů v průběhu utkání, kdy je potřeba plnit různé herní úkoly (Táborský, 1981). Proto považujeme za nutné analyzovat pohybové schopnosti elitních mládežnických hráčů s možností predikce budoucí výkonnosti. Dovalil a kol. (2005) popisuje vlivy, které ovlivňují sportovní výkonnost. Dělí je na dvě základní kategorie:

- **Faktory vnitřní povahy** (tělesné a duševní dispozice sportovce) – faktory somatické, kondiční, psychické, technické a taktické.
- **Vnější faktory** (výživa, pitný režim, fyziologické a farmakologické prostředky, psychologické podpůrné prostředky, ale i mechanické a biomechanické vlivy).

Herní výkon družstva je chápán jako výkon sociální skupiny, který je založený na individuálních výkonech hráčů, jež se navzájem regulují (Dobry & Semiginovský, 1988).

Votík (2011) rozlišuje celkem dva typy herních výkonů, kdy oba jsou ovlivněny dispozičními a situačními faktory. Dispoziční faktory jsou podmíněné interní předpoklady sportovce k hernímu výkonu (pohybové schopnosti, herní dovednosti, kvalita centrálního nervového systému, osobnostní a somatické předpoklady a psychické procesy). Situační faktory naopak vyplývají z externích podmínek, kde je výkon realizován (kvalita hřiště, počasí, denní doba apod.):

- a) **Týmový herní výkon (THV)** – závislý na mnoha aspektech. Skladba týmu z hlediska herních funkcí. Vzájemná kooperace, komunikace uvnitř týmu se společnými cíli a silnou motivací. Výkony jednotlivých spoluhráčů ovlivňují výkon družstva a družstvo působí na jednotlivce. Celkový výsledek THV je vyjádřen počtem vstřelených a obdržených branek, avšak podle Buzka (2007) nejsou tyto ukazatele objektivní.
- b) **Individuální herní výkon (IHV)** – měřítkem úspěšnosti THV jsou kvantitativní ukazatele související s IHV a poté s herními činnostmi jednotlivce, které popisujeme

níže. IHV je složen především z herních činností typu situace 1:1, přihrávka, střelba atd. Je potřeba uvést i subjektivní předpoklady pro IHV, tzv. interní faktory (bioenergetické, biomechanické a psychické).

Dovalil a kol. (2005) hovoří o tzv. faktorech ovlivňujících výkonnost ve sportovních odvětvích. Fotbalista nejvyšší výkonnostní úrovně je nucen postupně adaptovat všechny své pohybové schopnosti na takovou úroveň, aby byl schopen absolvovat bez problémů specifické situace v každém utkání, kdy každá ze situací je tzv. multifaktoriální (Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000). Měl by určitě ve většině z nich dosahovat výrazně nadprůměrných hodnot, aby byl schopen dlouhodobě prokazovat co nejlepší sportovní výkony. Úroveň pohybových schopností můžeme analyzovat pomocí terénních a laboratorních testů. Stejně tak můžeme využít monitoring během oficiálních, ale i přátelských a tréninkových utkání (Buchheit, Allen, Poon, Modonutti, Gregson, & Di Salvo, 2014; Kemi, Hoff, Engen, Helgerud, & Wisloff, 2003). Pouze uvedenými způsoby můžeme sledovat vývoj hráčovi výkonnosti. Abychom se více přiblížili uvedené tématice, uvádíme teoretická východiska týkající se kondiční přípravy. V rámci kondiční přípravy máme za cíl vytvářet a zlepšovat tělesné předpoklady sportovní výkonnosti, ovlivňovat pohybové schopnosti (Bate & Jeffreys, 2014; Dovalil a kol., 2005; Gamble, 2009; Hoff & Helgerud, 2004; Lloyd & Oliver, 2019; Turner & Stewart, 2014). Kondiční příprava je součástí sportovního tréninku popisovaného dříve. Pohybové schopnosti a jejich následný rozvoj není možný bez pevného základu širokého pohybového spektra obecných pohybových schopností, pro následný rozvoj speciálních dovedností spojených s danou specializací (fotbal). Při správném doplnění o technicko-taktické dovednosti může sportovec podávat výkon na vysoké úrovni (Jansa & Dovalil, 2007; Reilly, 2006). Dovalil a kol. (2005) uvádí nutnost zasáhnout kondiční přípravou komplexně všechny fyziologické funkce lidského těla i s přesahem do psychických procesů (aktivace, koncentrace, motivace, vůle atd.). Kondiční trénink vyvolává metabolické a adaptační změny (Hoff & Helgerud, 2004; Lehnert, Novosad, & Neuls, 2001). Na základě adaptace organismu na změny v tréninku je tělo schopné oddálit únavu a vykonávat více práce vyšší intenzitou, po delší dobu.

Lehnert et al. (2001) uvádí základní úkoly kondiční přípravy následovně:

- a) **Všestranný a speciální tělesný rozvoj** – tělesná zdatnost (kondice, fitness) zvyšovaná na základě výkonových požadavků, specifickými i nespecifickými prostředky.
- b) **Zvyšování adaptibility sportovců snášet narůstající zatížení.**
- c) **Předcházení (prevence) zranění.**
- d) **Stabilizace a zdokonalování taktických a technických aspektů v integraci s dalšími složkami sportovního tréninku.**

Fyzická výkonnost hráče v utkání je determinována úrovní pohybových schopností. Kvalitní přípravné období s významným zastoupením specifických kondičních tréninků může dát odpovídající odezvu v průběhu dlouhého soutěžního období. Bez jisté úrovně kondice není možné provádět taktické a technické úkoly během utkání na individuálně nejvyšší úrovni po celou dobu trvání utkání. IHV hráče úzce souvisí s herním výkonem celého družstva. Efektivní kondiční příprava má také pozitivní vliv na prevenci zranění, odolnost vůči infekčním onemocněním, jelikož posiluje imunitní systém, stejně tak ovlivňuje psychiku hráče a další sociální složky, jako i osobní vývoj jedince. Popisovanými skutečnostmi nám vzniká synergický efekt projevující se stoupající výkonností družstva (Bisanz & Gerisch, 2013; Owen, Wong, Dellal, Paul, Orhant, & Collie, 2013).

2.3 Fyziologické nároky na hráče v utkání

Bangsbo a Mohr (2012) popisují fotbal jako jednu z nejkompexnějších a fyzicky nejnáročnějších sportovních disciplín odvislých od mnoha faktorů. Pokud se podrobněji podíváme na energetické aspekty hry, zjistíme, že fotbal je sport kombinace vytrvalosti a rychlosti, kde dochází k vysoké variabilitě rychlosti hry, a stejně tak na proměnlivou fyzickou (externí zatížení) a fyziologickou (interní zatížení) aktivitou hráče, kterou můžeme v současné době jednoduše monitorovat a analyzovat za pomoci GPS systémů v oficiálních utkáních i tréninkových jednotkách (Buchheit et al., 2014; Coutts & Duffield, 2010; Petersen et al., 2009).

V literatuře lze nalézt shodu o komplexnosti pohybových schopností hráčů fotbalu (Clemente, 2016). Na každého ze sportovců je během fotbalového utkání a tréninku kladen velký důraz v různých oblastech pohybových schopností (Vytlačil, 2017). Ze všech uvedených poznatků trenéři odvozují obecné zákonitosti zatížení. Značná část zatížení hráče ve fotbalu se

nachází v sub-maximální až maximální intenzitě, kde převládají anaerobní procesy indikující únavu hráče. Na základě interního a externího zatížení hráčů během prvního i druhého poločasu utkání se postupně snižuje schopnost svalstva produkovat sílu, a tím pádem i schopnost regenerace (Reilly, Drust, & Clarke, 2008). Španělská La Liga a výzkum Casamichana, Castellano, Diaz, Gabbett a Martin-Garcia (2019) nám naopak poukazují na signifikantní rozdíl mezi prvním a druhým poločasem, kdy s postupujícím časem fyziologické nároky na hráče klesají. Popsané procesy se projevují částečně sníženou běžeckou aktivitou hráče, ale i narušením psychických procesů vnímání, anticipace a rozhodování, kdy nepřímým důkazem je zvýšený počet vstřelených branek v posledních 15 min utkání v porovnání s předcházejícím úsekem hry. Jedná se o jev prolínající se různými národními soutěžemi (Psotta, 2006).

Fotbal je sportem, který je charakteristický přerušovaným (intervalovým a intermitentním) zatížením, kde se prolínají aerobní a anaerobní procesy s maximální tepovou frekvencí okolo 85 % až 98 % (Bangsbo, 1994; Krstrup, Mohr, Ellingsgaard, & Bangsbo, 2005). Uvedené hodnoty korespondují se 70 % maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}). Bekris, Mylonis, Gioldasis, Gissis a Kombodieta (2016) našli u řeckých profesionálních fotbalistů nejvyšší soutěže hodnotu VO_{2max} ($57,96 \pm 2,8 \text{ ml} \cdot \text{min} \cdot \text{kg}^{-1}$). Například hodnoty tělesné teploty jádra se během utkání pohybují mezi 39–40 °C (Ekblom, 1986; Mohr, Krstrup, Nybo, Nielsen, & Bangsbo, 2004). Dragijsky (2020) uvádí u profesionálních hráčů fotbalu hodnoty VO_{2max} v rozmezí 56–59 $\text{ml} \cdot \text{min} \cdot \text{kg}^{-1}$. Nižší hodnoty VO_{2max} ($48 \text{ ml} \cdot \text{min} \cdot \text{kg}^{-1}$) nacházíme u atletů zaměřených na sprinty 100–200 m, kteří jsou adaptováni na rychlostně silové výkony maximální intenzity. Pokud bychom porovnávali profesionální fotbalisty se sportovci adaptovanými na vytrvalostní výkony, zjistili bychom nižší hodnoty oproti například běžcům na lyžích a vytrvalostním běžcům na střední a dlouhé tratě, kde se pohybují hodnoty VO_{2max} okolo 70–80 $\text{ml} \cdot \text{min} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Vindušková, 2003). Zde se nám potvrzuje fakt o potřebě určité, avšak ne nejvyšší možné úrovně aerobní výkonnosti pro vrcholový fotbal. Jako významnější faktory pro pohybový výkon ve fotbale nacházíme rychlost a explozivní sílu (Psotta, 2006). Určité rozdíly v úrovni VO_{2max} poté nacházíme v rámci rozdělení herních funkcí ve studii Dragijsky (2020), který uvádí nejvyšší hodnoty VO_{2max} pro herní funkce krajní obránce, záložník, kdy vyšší hodnoty VO_{2max} odpovídají moderním nárokům a pojetí hry. Proti uvedenému tvrzení stojí několik studií, které odmítají rozdíly v úrovni VO_{2max} v závislosti herních funkcí (Al'Hazzaa, Almuzaini, Al-Refae, & Sulaiman, 2001; Modric, Versic, & Sekulic, 2020; Slimani, Znazen, Miarka, & Bragazzi, 2019). Čím je činnost intenzivnější, tím více narůstá

srdeční frekvence, tak i spotřeba kyslíku VO_2 . S těmito procesy jsou spojeny vyšší energetické nároky na zdroje ve formě ATP z fosfátového systému (Psotta, 2006).

Více důležité, nežli průměrná spotřeba kyslíku během utkání, je hodnota spotřeby kyslíku během krátkých vysoko-intenzivních akcí, kdy dodávka krve do oblasti dolních končetin je daleko vyšší oproti zbylým částem těla, tzn. vysoká dodávka kyslíku. Samozřejmě, že dodávka kyslíku během nízko-intenzivních a vysoko-intenzivních akcí je limitována mnoha interními faktory, zejména pak oxidativní kapacitou zapojených svalových skupin (Nyberg, Mortensen, Saltin, Hellsten, & Bangsbo, 2010). Hodnoty dodávky kyslíku můžeme ovlivnit a zvýšit intenzivním intervalovým tréninkem (Krustrup, Hellsten, & Bangsbo, 2004).

Abychom zabezpečili energetické krytí fotbalového výkonu, který se vyznačuje střídavým zatížením maximální intenzity a volnějších úseků hry, je nutné zmínit bioenergetické krytí. Je nám známo, že svalový glykogen je důležitým substrátem fotbalisty při krytí energetických požadavků během utkání (Novák, 2019). Saltin (1973) pozoroval zásoby glykogenu ve svalech, které byly téměř vyčerpány již po prvním poločase, jelikož jejich úroveň před utkáním se pohybovala okolo (~ 45 mmol/kg). V této studii měli někteří hráči, kteří zahájili utkání s normálními hladinami glykogenu ve svalech (~ 100 mmol/kg), stále ještě poměrně vysoké hodnoty v poločase, ale na konci utkání byli již pod 10 mmol/kg. Jiní autoři naopak zjistili, že koncentrace se pohybují mezi 40–65 mmol/kg po utkání (Jacobs, Westlin, Karlsson, Rasmusson, & Houghton, 1982; Krustrup et al., 2006), což naznačuje, že zásoby svalového glykogenu nemusí být vždy vyčerpány do konce fotbalového utkání. Podrobnější analýza svalových vláken po utkání nám odhaluje významný počet vláken absolutně či částečně vyčerpaných, což je jedním z důvodů, proč ke konci utkání dochází k únavě hráčů (Krustrup, Mohr, Steensberg, Bencke, Kjær, & Bangsbo, 2006). Biomechanika pohybu je poté typická přítomností síly, bez které nelze vykonávat pohyb. Dobrý a Semiginovský (1988) ve své analýze celého spektra pohybů uvádí tři kategorie realizace HČJ (stabilita, lokomoce a manipulace). V IHV hrají podstatnou roli i psychické a kognitivní procesy (vnímání, myšlení a představy), emočně motivační procesy (úroveň aktivace a motivace k cílům) a taktéž volní procesy (Jura, 2012).

Fotbal se svými zvýšenými fyzickými nároky vytvořil u hráčů tzv. „sportovní srdce“, kdy dochází k adaptaci kardiovaskulárního systému (transportuje kyslík ke tkáním) na zátěž. Fotbalisté v porovnání s vytrvalostními běžci na dlouhé trati nebo cyklisty mají nižší maximální minutový objem srdce. Naopak pokud se podíváme na komparaci rychlostně-silových sportovců (gymnasté, sprinteři, zápasníci apod.) a fotbalistů, výsledný rozdíl je $30 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$

s vyšším objemem u fotbalistů (Dragijsky, 2020) S objemem srdce 900–1200 ml dokáže srdce fotbalistů svůj objem zvýšit až 2x. Projevem adaptace na zvýšenou zátěž v utkání a tréninku je pokles klidové srdeční frekvence (HR) na hodnoty cca 50–60 tepů.min⁻¹. Hodnoty běžné populace se uvádí v rozmezí 70–75 tepů. min⁻¹. Ranní hodnoty klidové HR fotbalistů ihned po probuzení se mohou pohybovat i pod úrovní 50 tepů.min⁻¹ (Dragijsky, 2020). Přiměřený trénink výkonnostní úrovně daného sportovce po několika týdnech přináší ekonomizaci srdeční činnosti, krevního oběhu a laktátové výměny (Bedřich, 2006). Kyselina mléčná neboli laktát vzniká při anaerobním metabolismu a projevem jeho kumulace ve svalech je bolest (pálení). Hladinu laktátu měříme odebráním vzorku krve v pevně stanovených časových intervalech s výslednou laktátovou křivkou, která uvádí koncentraci laktátu v krvi (Kirkendall, 2013). Měření hladiny laktátu v krvi udává možnosti organismu podávat určitý výkon, s možností optimalizovat účinky tréninku (Bedřich, 2006). Hodnoty koncentrace laktátu 1 mmol/l považujeme za klidové, v průběhu fotbalového utkání se koncentrace laktátu pohybuje mezi 4–12 mmol/l, kdy nejvyšší naměřené hodnoty můžou dosahovat až 15 mmol/l (Psotta, 2006).

Během rozvíjejícího a systematického tréninku často trenéři specialisté využívají hodnoty aerobního (AEP) a anerobního prahu (ANP). Aerobní práh je intenzita, která má svoji horní hranici, která se nachází okolo 80 % HR_{max} (Havlíčková, 1999). V momentu, kdy organismus pracuje v zatížení nad 80 % maxima, přestane organismu stačit dodávaný kyslík a tělo již nemůže pokrýt své potřeby z tukových rezerv. ANP je moment, při kterém zaznamenáváme rapidní nárůst hodnot laktátu v krvi během testování či tréninku (Ribeiro, Fielding, Hughes, Black, Bochese, & Knuttgen, 1985). ANP se u některých fotbalistů může vyskytovat při překonání běžecké rychlosti 12,4 – 13,1 km.h⁻¹. Bangsbo (1994) zjistil úroveň ANP v rozmezí rychlostí 13,5 a 15 km.h⁻¹. Samozřejmostí jsou určité neshody ve výsledcích, jelikož vždy každý z autorů může používat jiný měřicí protokol, nebo jiný stupeň sklonu běžeckého ergometru v případě laboratorních testů (Casajús, 2001). Testy mohou být ovlivněny jak vnějšími, tak vnitřními faktory (běžecký terénní nebo laboratorní test, obutí hráčů, počasí, fyziologický stav hráče atd.).

2.4 Model pohybové struktury v utkání

Průměrná celková překonaná vzdálenost hráče v utkání se pohybuje okolo 10 km (Altavilla et al., 2017). Verheijen (2000) zaznamenává u elitních hráčů fotbalu TDC až okolo 13 km. V německé Bundeslize byl v roce 2020 zaznamenán rekord českého hráče Herthy Berlín Vladimíra Daridy v rámci TDC 14,7 km za 90 minut (z internetového zdroje www.bundesliga.com). Základem pro fotbalový výkon v utkání je aerobní vytrvalost (Jacobs, 2003; Weber, & Strüder, 2010). Psotta (2006) uvádí možný rozvoj aerobních (vytrvalostních předpokladů) v rámci tréninku herních a neherních činností (herní a kondiční trénink).

Dargatz (2008) klade velký důraz na trénink vytrvalosti ve fotbale. Popisuje různé účinky stejného vytrvalostního tréninku na každého z hráčů jednoho družstva, jelikož každý je individualitou s různými pohybovými předpoklady, s různým aktuálním fyzickým stavem. Každý z hráčů má jiné schopnosti návratu do homeostázy, a proto pokud aplikujeme jednu tréninkovou metodu, pravděpodobně dojde k mnoha různým účinkům na každého z hráčů (ideální zatížení, přetrénovanost nebo nedotrénovanost). Pro možnost eliminace těchto chyb monitorujeme srdeční frekvenci (HR) a schopnost rychlého návratu hráčů do homeostázy. Autor popisuje jisté komplikace při vytrvalostním tréninku pro hráče s vyšším procentem rychlých svalových vláken, kteří se rychleji unaví oproti hráčům s vlákny pomalými. Často místo aerobní vytrvalosti trénují vytrvalost anaerobní a tréninkový účinek je poté často úplně jiný.

Di Salvo, Baron, Tschan, Montero, Bachl a Pigozzi (2007) uvádí u pohybu hráče fotbalu během utkání (cca 90 minut) zastoupení všech typů pohybové lokomoce:

- a) **Stoj** – 7 % času hráč stráví ve stoji ($0-0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).
- b) **Chůze** – až 56 % času hráč chodí ($0,7-7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).
- c) **Klus** – 30 % času hráč kluše ($7-13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).
- d) **Běh** – 4 % času hráč běhá ve vyšších intenzitách ($13-18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).
- e) **Sprint** – 3 % času hráč sprintuje ($18-36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).

Pokud budeme zkoumat fotbalové utkání z pohledu rychlostních schopností, tak v průměru každých 90 – 180 s hráč vykoná 2 – 4 s trvajícím sprintem. Je dokázáno, že hráči vyšší výkonnostní úrovně dokážou provést déle trvajícím sprintem ve vyšších intenzitách v porovnání s hráči nižší

výkonnostní úrovně (Djaoui et al., 2017). Psotta (2006) uvádí v rámci fotbalového utkání rychlostní úseky do 10–30 m s dobou trvání menší než 6 s (Reilly & Thomas, 2000).

Běžecská rychlost ve fotbale se projevuje v následujících formách (Bisanz & Gerisch, 2010):

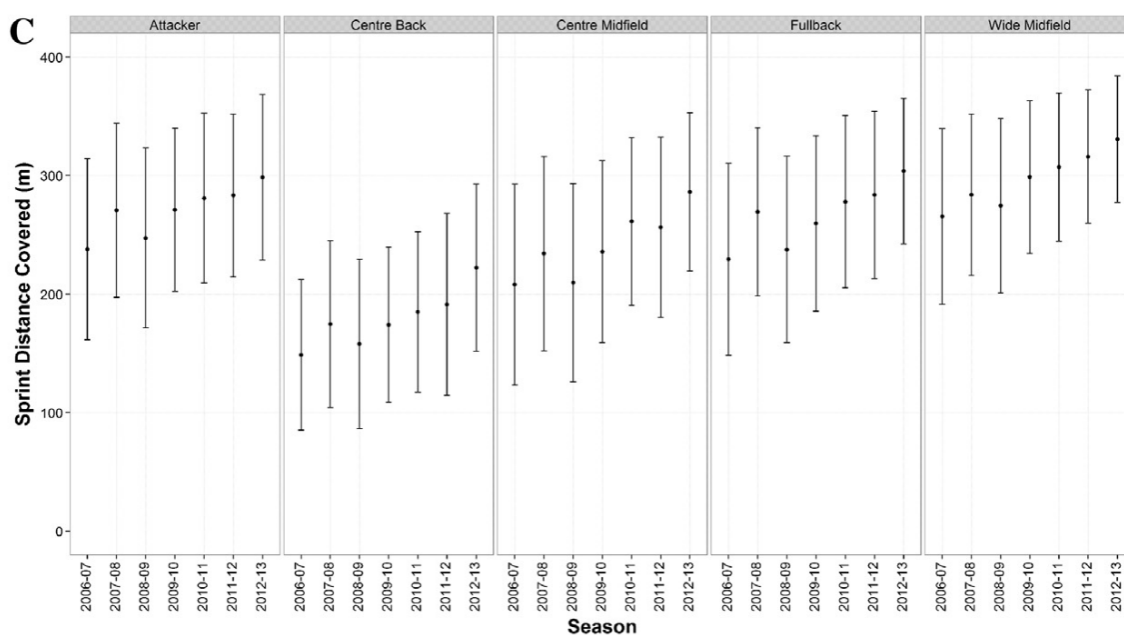
- *Starty.*
- *Zrychlení.*
- *Sprinty.*
- *Změny směru.*
- *Rychlé brždění a opakované nástupy.*
- *Rychlé vedení míče.*
- *Rychlé herní kombinace.*
- *Akce vedoucí k zakončení do branky.*

V utkání i tréninkovém procesu je nutné brát ohled na specifické rychlostní nároky kladené na jednotlivé herní funkce. Elitní obránci se neobejdou bez rychlosti anticipace, záložníci bez schopnosti opakovat, pokud možno co nejvíce sprinterských úseků maximální intenzitou a útočníci poté schopnost akcelerace a změny směru. Samozřejmostí je schopnost změny směru pro střední záložníky (Weber & Strüder, 2011). Ragnick (2008) popisuje velký význam kladený rozvoji rychlostních schopností ve fotbale v rámci přípravného, ale i soutěžního období, kdy však nesmí být opomíjena regenerační složka, které popisuje stejný význam jako tréninku rychlosti.

Psotta (2006) popisuje nutnost zaměřit trénink rychlosti ve fotbale na rozvoj startovní rychlosti (do 5 m) a akcelerace (do 30 m). Psotta (2006) uvádí v rámci fotbalového tréninku komplexní rozvoj specifických rychlostních schopností důležitých pro individuální i herní týmový výkon. Jedná se o trénink, kde se rozvíjí všechny rychlostní schopnosti (reakční rychlost, startovní rychlost a akcelerace) a specifické běžecské dovednosti (decelerace, změny směru, běh stranou a vzad). Jedná se o simulaci herní běžecské lokomoce během utkání. V rámci rozvoje využíváme neherní (běžecská a lokomoční cvičení), ale i herní formy, kde můžeme využít předem určené i proměnlivé podmínky. Verheijen (1998) na základě výzkumu dále doplňuje jednoznačný trend v tréninku rychlosti, kdy hráči sprintují rychleji v případě, že proti sobě startují k míči zahranému trenérem, v porovnání s čistě individuálními nesespecifickými cvičeními jeden proti jednomu.

Čím blíže je začátek soutěžního období, tím se stává rychlostní trénink izolovanějším. Rychlostní trénink nabývá až 29 % z celkové části kondičního tréninku, a tím se z něj stává klíčová část tréninkového procesu. Trenéři naopak opomíjejí trénink koordinace, kterou zařazují pouze do části rozcvičení a zahřátí (Weber & Strüder, 2011).

Podíl práce prováděné ve hře maximální intenzitou neustále roste. V současnosti činí u vrcholových hráčů asi 10 % překonané vzdálenosti v utkání, tj. 500–600 m (Obrázek 1). Tento objem zatížení je rozložen do krátkodobých úseků, jejichž průměr se pohybuje asi kolem 5–8 s. Zatížení trvající 15–20 s i více vteřin je spíše výjimkou. Přibližně 20 % překonané vzdálenosti, tj. asi 1000–1200 m, absolvují elitní hráči střední intenzitou (Kunzmann, 2017). Di Salvo et al. (2007) během sledování oficiálních utkání elitních hráčů uvádí 58,2 – 69,4 % z celkové překonané vzdálenosti v chůzi a joggingu (0–11 km.h⁻¹), což se rovná 6958–7080 m. Dalších 13,4–16,3 % překonali hráči nízkou intenzitou (11,1 – 14 km.h⁻¹), které odpovídají vzdálenosti 1380–1965 m.



Obrázek 1. Vývoj vzdálenosti překonané ve sprintu (m) v EPL během sezón 2006–2013 v závislosti herních funkcí (Bush et al., 2015).

Legenda: Attacker (útočník), Center back (střední obránce), Center Midfield (střední záložník), Fullback (krajní obránce), Wide Midfield (krajní záložník).

Během sezón 2006–2013 uvádí Barnes, Archer, Hogg, Bush a Bradley (2014) signifikantní nárůst vzdálenosti překonané ve sprintu. Bush, Barnes, Archer, Hogg, & Bradley (2015) na Obrázku 1 uvedené zjištění potvrzují v závislosti rozdělení hráčů na jednotlivé herní

funkce. Za stejné časové období zaznamenáváme nárůst překonané vzdálenosti (HIR) o 261 m v závislosti na herní funkci hráče. Andrzejewski, Chmura, Pluta a Konarski (2015) uvádí nejvyšší nároky kladené na celkovou překonanou vzdálenost (TDC) u herní funkce střední záložník. Naopak nejnižší na funkci střední obránce. Studie prováděná v Evropské lize během sezóny 2012–13 uvádí následující TDC (seřazeno od nejnižších překonaných vzdáleností).

- a) **Střední obránci** – $10\,335 \pm 471$ m.
- b) **Krajní záložníci** – $11\,745 \pm 690$ m.
- c) **Střední záložníci** – $11\,760 \pm 797$ m.

Výše uvedení autoři se jednoznačně shodují o nutnosti individualizace tréninkových plánů profesionálních hráčů fotbalu. K uvedeným faktům je nutné podotknout, že nenalzáme v literatuře shodu mezi autory pro použití stejných rychlostních zón, což nám jednoznačně ovlivňuje následující interpretaci výsledků pro aplikaci do praxe (Andrzejewski et al., 2015; Barros, Misuta, Menezes, Figueroa, Moura, Cunha et al., 2007; Dalen, Jørgen, Gertjan, Havard, & Ulrik, 2016; Dellal, Chamari, Wong, Ahmaidi, Keller, Barros et al., 2011; Osgnach, Poser, Bernardini, Psotta, 2006; Rinaldo, & Di Prampero, 2010). Pro zajímavost v Tabulce 3 uvádíme výsledky několika studií, kde autoři použili pro posuzování překonané vzdálenosti ve sprintu různé rychlostní zóny.

Tabulka 3. Celková překonaná vzdálenost ve sprintu (m) během oficiálního utkání (Malý, 2021).

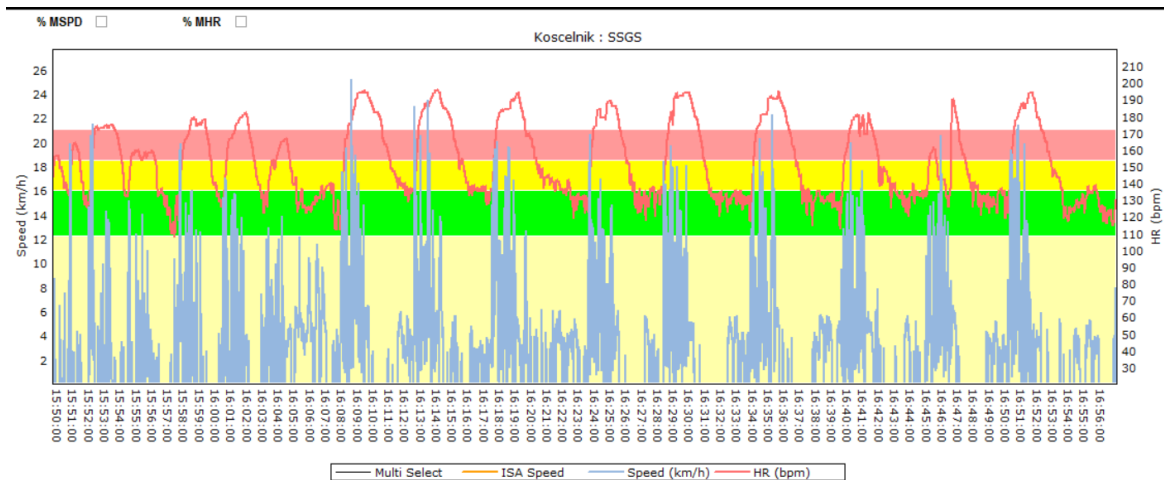
Reference	Věk (roky)	Vzdálenost ve sprintu (m)					Poznámka
		Obránce		Záložník		ST	
		FB	CB	WM	CM		
Mallo (et al., 2015)	24,8±4,2	494±249	247±152	482±183	208±132	505±188	La Liga, SPI Elite, GPSports Systems, Camberra, Australia
Abbot (et al., 2018)	19,9±1,4	60	12	80	18	40	OptimEye S5B, Version 7.18; Catapult, Melbourne, Australia
Smpokos (et al., 2018)	26,6±4,6	126,5±6,4	126,5±6,5	140,1±7,5	140,1±7,6	133,8±15,3	Viper 2, STATSport, Belfast, UK
Dalen (et al., 2016)	25,4± 4,7	330±133	110±55	276±111	152±80	198±93	sprint ($\geq 25,2$ km·h ⁻¹)

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník).

Profesionální týmy v současné době mají možnost pomocí systému globálního určování polohy (GPS) sledovat interní (fyziologické) a externí (fyzické) zatížení hráčů během tréninkových jednotek i oficiálních utkání (Buchheit et al., 2014), což dává zvýšené možnosti analyzovat výkon hráče v celém procesu sportovního tréninku. Uvedený systém monitoruje pozice hráče v prostoru a pohybovou aktivitu pomocí vestavěného akcelometru. Autoři Coutts a Duffield (2010) a Petersen et al. (2009) potvrzují validitu a spolehlivost využití GPS při monitoringu fyzické aktivity fotbalistů.

Výzkum nabízí sledování i dalších zajímavých parametrů jako například běh velmi vysokou intenzitou (en. Very High Intensity Running; VHIR), běh velmi vysokou intenzitou při držení míče (en. Very High Intensity Running with the ball; VHIR_{WB}), nebo naopak běh velmi vysokou intenzitou mimo držení míče (en. Very High Intensity Running without the ball; VHIR_{WOB}), běh vysokou intenzitou (HIR = $>14,4$ km·h⁻¹), nebo nejvyšší dosaženou rychlost v průběhu utkání (en. maximal sprint speed; MSS). Bradley et al. (2009) a Mallo, Mena,

Nevado a Paredes (2015) ve svých výzkumech elitních fotbalistů využívají stejné zóny jako Rampini et al. (2007).



Obrázek 2. Elitní hráč a záznam HR systémem GPSports SPI EliteSystem® a graf akceleračních úseků během tréninku malých forem fotbalu (SSGS).

Výše uvedený GPS systém (Obrázek 2) nám představuje variační koeficient 3,6 % pro pokrytí celkové překonané vzdálenosti (en. total distance covered; TDC). Při běhu vysokou intenzitou poté 11,2 % a u sprintu 5,8 % (Coutts & Duffield, 2010). Výsledek utkání může být často ovlivněn vysoko-intenzivními akcemi (HIR) prováděnými během celého průběhu utkání. HIR rozdělujeme na činnosti v maximálních rychlostech, zrychlení a agilita. V literatuře je možné nalézt mnoho protichůdných názorů ohledně vztahu mezi různými složkami rychlosti, stejně tak nalézáme mnoho protichůdných názorů na evaluaci rychlostních zón a tím pádem je složitá komparace mezi jednotlivými mnohdy zajímavými studii. Závislost maximální rychlosti, akcelerace a agility byla zkoumána a bylo prokázáno, že maximální rychlost a agilita jsou vzájemně nespecifické předpoklady a relativně spolu nesouvisejí (Buttifant, Graham, & Cross, 1999; Little & Williams, 2005). Zde nacházíme potřebu specifického testování rychlostních schopností zejména u elitních hráčů mládeže a dospělých pro individualizovaný rozvoj kondice (Little & Williams, 2005). Při monitoringu zatížení v utkání elitních hráčů v závislosti herních funkcí bylo zjištěno, že hráči nižší výkonnostní úrovně (Championship – druhá liga a League 1 – třetí liga) dosahovali delších vzdáleností běhů ve vysoké rychlosti (HSR = >19 km.h⁻¹) v komparaci s hráči nejvyšší výkonnostní úrovně (English Premier League). Stejná zjištění platí pro vzdálenosti překonané ve sprintu. Vzdálenosti uvádíme v pořadí HSR, sprint. Zjištění platí pro všechny herní funkce.

Rozdíly můžou být způsobené taktikou týmů z elitní Premier League, které preferují více držení míče, jelikož pro tento styl hry mají i lépe technicky vybavené hráče, kdy technické dovednosti hráčů v nižších ligách neumožňují styl hry založený čistě na držení míče (Bangsbo, 2014).

- **Championship** (HSR: 803 m, Sprint: 308 m).
- **League 1** (HSR: 881 m, Sprint: 360 m).
- **Premier League** (HSR: 681 m, Sprint: 248 m).

Připomínáme, že studie Sweeting, Cormack, Morgan a Aughey (2017) v rámci analýzy externího zatížení hráčů elitních týmových sportů nenachází shodu při pohledu na problematiku rozdělení rychlostních zón.

Silva, Rocha, Gonçalves, Morandi, Oliveira a Pimenta (2018) se zaměřili na monitoring četnosti opakovaných sprintů, která je pro fotbal jednou z klíčových schopností, kde zjistili nevýznamnou korelaci s hodnotou $VO_2\max$. Kellmann (2010) a Lakomy a Haydon (2004) dodatečně uvádí, že při projevu únavy je zvýšené riziko zranění, které se navyšuje při opakovaných činnostech ve vysoké intenzitě.

Barbero-Alvarez, J. C., Coutts, Granda, Barbero-Alvarez, V. a Castagna (2010) uvádí, že GPS můžeme využít i pro hodnocení schopnosti opakovaných sprintů (en. repeated sprint ability; RSA), dokonce s vysokou korelací mezi výkonem měřeným GPS systémem a výkonem měřeným pomocí fotobuněk u testů na 15 m ($r = 0,87$) a 30 m ($r = 0,94$), kdy samozřejmě můžeme polemizovat proč test na 30 m, kdy současné výzkumy jasně naznačují, minimálně se vyskytující běh maximální rychlostí během utkání na vzdálenost 30 m (Bradley et al., 2009).

V literatuře (Coelho, Braga, Campos, Condessa, Mortimer, Soares et al., 2007; Dragijsky, Malý, Zahálka, Kunzmann, & Hank, 2017; Rampini et al., 2007; Sporis, Jukic, Ostojic, & Milanovic, 2011; Wong, Chamari, Dellal, & Wisløff, 2009) a fotbalovém tréninku nacházíme mnoho rychlostních parametrů, které lze sledovat, a které ovlivňují stavbu tréninkového procesu, individualizují pohled na jednotlivé hráče při hodnocení kvalit každého z nich. Jako zajímavý, ale hlavně důležitý parametr, často určující herní pozici každého z hráčů, je maximální úroveň rychlosti v běhu (MSS). Při monitoringu elitních mládežnických hráčů fotbalu během oficiálních utkání bylo zacíleno na % dosažené MSS. Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson, Peltola a Bourdon (2011) prokázali signifikantní rozdíly mezi středními obránci (CB – 84,4 % MSS) a krajními záložníky (WM – 90,5 % MSS). Al Haddad, Simpson,

Buchheit, Di Salvo a Mendez-Villanueva (2015) potvrzují rozdíly mezi herními funkcemi a procenty dosažené maximální rychlosti. Střední záložníci (CM) dosáhli pouze ~85,3 % z MSS, kdy CB dosáhli ~89,1 %, krajní obránci (FB) ~90,1 %, WM ~92,2 %, a útočníci (FW) ~88,0 % a ~93,6 %. Výsledky nám potvrzují předpoklad, kdy každá z herních funkcí během utkání dosahuje rozdílných hodnot a maximálních intenzit zatížení. Di Salvo, Baron, González-Haro, Gormasz, Pigozzi a Bachl (2010) na základě monitoringu externího zatížení elitních hráčů v Lize mistrů dospěli k názoru individualizace rychlostního tréninku. Naopak žádné statistické rozdíly mezi herními funkcemi nebyly nalezeny ve studii Taskin (2008) při sprintu na 30 m. Rozdílné výkony byly v rychlosti vedení míče napříč herními funkcemi. Jak je možné nalézt rozdíly mezi dovednostmi a mezi schopnostmi naopak ne? V Tabulce 4 uvádíme příklad z individuálního reportu hráče profesionálního klubu české nejvyšší soutěže tak, jak ho trenér předává v rámci realizačního týmu jako zpětnou vazbu o proběhlé tréninkové jednotce zaměřené na rozvoj rychlosti.

Tabulka 4. Monitoring tréninkového zatížení hráče fotbalu za pomoci Team AMS software.

Tréninková jednotka:	Lokomoční rychlost			
Shrnutí				
	Minimum	Maximum	Průměr	
Rychlost	0,0 km.h ⁻¹	32,5 km.h ⁻¹	2,6 km.h ⁻¹	
Tepová frekvence	67 t/min	165 t/min	124 t/min	
Celková překonaná vzdálenost	2586,9 m			
MSPD	30,0 km.h ⁻¹	MHR	180 t/min	
Vzdálenosti v rychlostních zónách				
Zóna	Rozmezí (km.h⁻¹)	Vzdálenost	%	Počet vstupů
1	0,0–6,0	1260,9 m	48,7	110
2	6,0–10,0	559,8 m	21,6	146
3	10,0–16,0	343,5 m	13,3	68
4	16,0–23,0	249,4 m	9,6	33
5	23,0–29,0	101,9 m	3,9	15
6	29,0–39,0	71,6 m	2,8	10
Celkem	2586,9 m			
Čas strávený v jednotlivých rychlostních zónách				
Zóna	Rozmezí (km.h⁻¹)	% MSPD	Interval	%
1	0,0–6,0	0–20	0:52:14	88,1
2	6,0–10,0	20–33	0:04:21	7,4
3	10,0–16,0	33–53	0:01:34	2,7
4	16,0–23,0	53–77	0:00:46	1,3
5	23,0–29,0	77–97	0:00:13	0,4
6	29,0–39,0	97–130	0:00:08	0,2
Čas strávený v zónách srdeční frekvence				
Zóna	Rozmezí (t/min)	% HR	Interval	%
1	0–115	0–63	0:22:37	38,1
2	115–130	64–72	0:11:40	19,7
3	130–160	72–89	0:21:57	37
4	160–170	89–94	0:03:03	5,2
5	170–180	94–100	0:00:00	0
6	180–220	100–122	0:00:00	0
Akcelerace/decelerace				
	Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	
Akcelerační zóny (m/s·s⁻¹)	1,5–2,5	2,5–3,5	3,5–6,0	
počet vstupů akcelerací (n)	19	6	4	
Decelerační zóny (m/s·s⁻¹)	2,0–3,0	3,0–4,0	4,0–6,0	
počet vstupů decelerací (n)	5	2	2	

Legenda: MSPD (maximální rychlost nastavená pro zařízení), MHR (maximální tepová frekvence), % HR (zóny srdeční frekvence)

Analýzu externího a interního zatížení v tréninkové jednotce a utkání pokládáme za nutné z hlediska determinace individuálního výkonu a strategie přípravy, abychom získali

specifickou shodu rozmezí intenzit zatížení, kdy potřebujeme docílit adaptace organismu na zátěž a transfer výkonnosti z tréninkových podmínek do utkání (Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

2.5 Charakteristika a analýza vybraných faktorů úspěšnosti ve fotbale

2.5.1 Morfologie

Výzkum ve sportovním výkonu uvádí tělesné složení (TS) a antropometrické ukazatele jako důležité faktory současného výkonu ve fotbale (Malá, Malý, & Zahálka, 2017). Antropometrické ukazatele a TS spolu s pohybovými předpoklady a dovednostmi dokázaly prokázat rozdíly mezi úspěšnými a méně úspěšnými mladými hráči fotbalu (Arnason, Sigurdsson, Gudmundsson, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2004; Figueiredo et al., 2009).

Mezinárodní fotbal se vyznačuje trendem růstu průměrné tělesné výšky (Joksimović, Smajić, Molnar, & Stanković, 2009). Hráči fotbalu dosahují nejčastěji tělesné výšky (TV) v rozpětí 170–190 cm. Určité rozdíly v rámci tělesné výšky můžeme pozorovat u hráčů v závislosti na národnosti či etniku. Vyšší bývají hráči evropské a australské národnosti, kdy TV má pro výkon v utkání význam pouze relativní. Specifika v profesionálním fotbale nalézáme v rámci jednotlivých herních funkcí. Brankáři bývají přirozeně nejvyššími hráči spolu se středními obránci (Gil et al., 2007), aby naopak střední záložníci a krajní záložníci hráči byli vzrůstu nižšího (Lago-Peñas et al., 2011). TV může být v některých herních situacích klíčovým faktorem. Například při standartních situacích (rohový kop, přímý volný kop atd.) mají vyšší hráči výhodu pro úspěšné zakončení herní situace. Naopak řešení herní situace jeden na jednoho (defenzivní nebo ofenzivní situace) mají díky nižšímu těžišti snazší hráči menšího tělesného vzrůstu (Psotta, 2006). TV není rozhodujícím faktorem ovlivňujícím herní výkon jednotlivce a týmu, ale má často vliv na výběr herní strategie před a během utkání.

Signifikantní korelace mezi TV, sprintem na 30 m ($r = -0,54$; $p < 0,001$) a výškou vertikálního výskoku ($r = 0,36$; $p < 0,01$) zjistil ve věkové skupině U14 Wong et al. (2009). Průměrná TV elitních mládežnických hráčů fotbalu je 180 cm (Malý, 2021). U španělských hráčů první ligy uvádí Iglesias-Gutierrez, Garcia, Garcia-Zapico, Perez-Landaluce, Patterson a Garcia-Roves (2012) při rozdělení herních funkcí následující průměrné hodnoty TV: krajní obránci ($175,5 \pm 5,0$ cm) a střední záložníci ($179,6 \pm 5,2$ cm). Komparaci elitních prvoligových hráčů s mládežnickými reprezentanty ČR prezentuje Dragijsky (2020), který uvádí průměrnou

TV hráčů nejvyšší ligové soutěže $179,0 \pm 6,6$ cm vs. hráči mládežnické reprezentace ČR ($180,0 \pm 7,4$ cm). Při selekci hráčů pro jednotlivé herní funkce není TV kritériem úspěšnosti hráče, ale pokud se jedná o selekci hráčů pro jednotlivé herní funkce, může být TV faktorem rozhodujícím (Sporis et al., 2009). Signifikantní rozdíly TV a tělesné hmotnosti (TH) ve výzkumu zaměřeném na hráče v poli nenachází Sutton et al. (2009). Dragijsky (2020) uvádí nižší TH u hráčů nejvyšší ligové soutěže ČR ($70,6 \pm 8,3$ kg) v porovnání s mládežnickými reprezentanty ČR ($73,8 \pm 7,9$ kg). Výše zmíněný výzkum Sporis et al. (2009) rozdělil elitní hráče nejvyšší chorvatské fotbalové soutěže na jednotlivé herní funkce a uvádí průměrnou TH u krajních obránců ($68,91 \pm 2,89$ kg), středních záložníků ($71,72 \pm 4,71$ kg) a krajních záložníků ($72,19 \pm 6,49$ kg). U výzkumů z fotbalově vyspělých krajin (Španělsko a Chorvatsko) nacházíme největší TH u herní funkce brankář (Gil et al., 2007; Matković Br., Mišigoj-Duraković, Matković Bo., Janković, Ružić, Leko et al., 2003). Jako nejlehčí hráče označuje výzkum útočníky (Gil et al., 2007). Světový fotbal se vyznačuje trendem růstu průměrné tělesné výšky (Joksimović et al., 2009). Čeští hráči jsou v komparaci s ostatními národy vyšší TV, konkrétně o 5,4 cm vyšší v porovnání s hráči nejvyšší ligy v SAE (Magalhães Sales, Vieira Browne, Asano, dos Reis Vieira Olher, Vila Nova de Moraes, & Simões, 2014), podobně jako hráči chorvatské ligy (Matković et al., 2003).

V současnosti se utkání ve fotbale jednoznačně zrychluje (narůstá objem běžecký, ale i nervosvalové lokomoce, kdy hráč provádí více specifických pohybů typu rychlá změna směru, akcelerace, decelerace). Elitní hráči mají daleko méně mezomorfni komponenty v porovnání s narůstajícím procentem ektomorfni komponenty (Buzek, 2007). Cacek a Pýchová (2014) překládá mezomorfni komponentu jako svalnatost, ektomorfni (štíhlost) a endomorfni (tučnost). Často sledujeme trend zvyšování aktivní tělesné hmoty na úkor snižování procenta tělesného tuku (FM). Hodnoty FM se u fotbalistů pohybují v rozmezí 8–12 % (Psotta, 2006) (Tabulka 5). U elitních dospělých hráčů EPL našel Sutton, Scott, Wallace a Reilly (2009) hodnoty průměrné FM $10,6 \pm 2,1$ %. Hráči nejvyšší ligové soutěže v ČR zaznamenali průměrnou hodnotu FM $12,3 \pm 1,47$ % (Dragijsky, 2020). Při rozdělení herních funkcí zjistil Sporis et al. (2009) následující hodnoty FM u elitních hráčů nejvyšší chorvatské soutěže: obránci $12,2 \pm 0,7$ %, záložníci $8,4 \pm 2,9$ %, a útočníci $10,2 \pm 2,1$ %. Boone, Vaeyens, Steyaert, Bossche a Bourgois (2012) se stejně jako předchozí výzkum zaměřil na monitoring FM u elitních hráčů a nachází taktéž nejvyšší hodnotu FM u herní funkce brankář ($15,5 \pm 4,1$ %). Naopak u ostatních herních funkcí popisuje Boone et al. (2012) průměrnou hodnotu FM belgických fotbalistů nejvyšší soutěže v rozmezí 10–11 %. Nadbytečné množství FM

jednoznačně snižuje pohybový výkon v utkání, kdy Reilly (1996) označuje právě nadbytečné množství jako „mrtvou hmotu“, která nepomáhá sportovci při překonávání gravitace. Uvedené zjištění bylo potvrzeno výzkumem Gila, S., Gila, J., Irazusty, A., Ruize a Irazusty, J. (2005) při testování explozivní síly dolních končetin. Hráči s vyšším procentem FM dosahovali nižších výsledků maximálního výkonu v komparaci s hráči s nižším procentem FM. Výkon ve sprintu, agility testu a vytrvalosti byl také charakteristický negativní korelací. Milanese, Cavedon, Corradini, De Vita a Zancanaro (2015) v souladu s uvedenými zjištěními potvrzují lepší výsledky svalové síly a výbušnosti spolu s nižším procentem beztukové hmoty.

Tabulka 5. Antropometrické hodnoty hráčů nejvyšší české soutěže v závislosti herních funkcí (Semjon, Botek, Svozil, & McKune, 2016).

	G	FB	CB	WM	CM	ST
Počet (n)	11	15	18	18	24	34
Věk (let)	26,6 ± 6,5	26,7 ± 4,8	27,3 ± 6,2	25,3 ± 4,2	25,8 ± 5,3	24,0 ± 3,6
Tělesná hmotnost (kg)	87,0 ± 4,6	76,5 ± 4,8	84,5 ± 4,6	74,6 ± 5,1	75,8 ± 6,3	79,4 ± 7,7
Tělesná výška (cm)	188,6 ± 3,3	180,7 ± 3,6	187,9 ± 4,9	177,6 ± 4,4	181,2 ± 5,8	183,3 ± 7,2

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník).

Morfologické asymetrie a antropometrické změny elitních hráčů fotbalu je nutné průběžně sledovat (monitoring), a to zejména z důvodu finální informace nutné pro potřebu prevence zranění, kdy nadbytečné hodnoty TH a FM mohou často vést až ke vzniku zdravotních problémů a výpadku z tréninkového procesu. Vhodně zvolené prostředky poté mohou vést k eliminaci či ke kompenzaci nevhodných hodnot TH a FM (Malý, 2021).

2.5.2 Posturální stabilita

Během fotbalového tréninku a utkání provádí hráči relativně širokou škálu pohybových akcí. Jedná se například o akcelerace, decelerace, odrazy, kopy, rapidní změny směru pohybu, kdy je většina z uvedených pohybových úkonů závislá na vysoké schopnosti udržet rovnováhu stoje na jedné dolní končetině ve statických a dynamických pozicích (Jadcak, Grygorowicz, Dzudzinski, & Sliwowski, 2019). Navzdory jednoznačné důležitosti pohybového předpokladu posturální stability, v elitním fotbale nenacházíme velké množství zaměřených studií, které by komparovali hráče různých výkonnostních nebo věkových skupin. Výzkum problematiky zaměřené na posturální stabilitu prezentuje již Paillard, Riviere, Marion, Montoya a Dupui (2006). Ve své studii komparuje výkon posturální stability s otevřenými ($t = 51,2$ s) a zavřenými

($t = 25,6$ s) oči na jedné dolní končetině mezi dospělými fotbalovými hráči národní ($n = 15$) a regionální ($n = 15$) výkonnostní úrovně. Výsledky celkové dráhy centra rozložení tlaku (en. centre of foot pressure; COP) prokázaly jednoznačně lepší ($p < 0,01$) výsledky u hráčů národní soutěže. V testu s otevřenými očima dosáhli hráči národní soutěže 301 ± 108 mm v komparaci s 491 ± 253 mm u hráčů regionální soutěže. Se zavřenými očima dosáhli hráči národní soutěže 1969 ± 752 mm a hráči regionální soutěže až 3812 ± 2977 mm. Jadczyk et al. (2019) také analyzoval úroveň statické (otevřené a zavřené oči) a dynamické (pro dominantní a nedominantní dolní končetinu) posturální stability u skupiny elitních ($n = 52$), U21 ($n = 55$) a U19 ($n = 47$) hráčů fotbalu. Studie potvrdila, že hráči elitní skupiny (vyšší úrovně) dosahovali významně ($p < 0,01$) lepší posturální stability než hráči U21 a U19. Vysokou úroveň těchto schopností ve fotbale autoři Jadczyk et al. (2019) připisují k snižování rizika zranění a více efektivnímu výkonu, které se přímo vážou na pohybové úkony v utkání. Studie Pau, Porta, Arippa, Pilloni, Sorrentino, Carta et al. (2019) zjišťovala vztahy mezi soutěžní úrovní (národní soutěž $n = 28$ vs. regionální soutěž $n = 26$) a dynamickou posturální stabilitou (čas dynamické stabilizace po dopadu) u hráčů fotbalu věkových skupin U16 a U17 ($n = 54$). Výsledky ukázali významně ($p < 0,001$) lepší čas dynamické stabilizace u hráčů národní soutěže ($t = 0,887$ s vs. $1,158$ s). Autoři Pau et al. (2019) popisují, že unilaterální schopnost efektivně a rychle stabilizovat dolní končetinu po dopadu je kriticky důležitá pro elitní výkon ve fotbale. Dřívější studie Pau, Arippa, Leban, Corona, Ibba, Todde et al. (2015) také zjistila vyšší úroveň ($p < 0,001$) dynamické posturální stabilizace po unilaterálním dopadu u profesionálních hráčů ($n = 20$, věk = 18–34 let, $t = 0,767$ s) v komparaci s mladšími hráči ($n = 31$, věk = 14–16 let, $t = 1,188$ s). Brito, Fontes, Ribeiro, Raposo, Krusturup a Rebelo (2012) zdůrazňují důležitost pravidelné diagnostiky a rozvoje statické a dynamické posturální stability i z hlediska vytrvalosti, jelikož ve své studii poukazují na změny posturální stability po fotbalovém utkání mladých hráčů U19 ($n = 20$). Fotbalové utkání způsobilo významné zhoršení ($p < 0,05$) stability na dominantní a také nedominantní končetině, proto hráči, kteří zvládnou udržet úroveň posturální stability z hlediska resistance vůči únavě můžou efektivněji snižovat riziko zranění a setrvat ve vyšším výkonu v průběhu celého utkání. Úrovní bipedální a unipedální statické posturální stability s otevřenými a zavřenými očima hráčů fotbalu různého věku se zabývala studie Malá et al. (2017). Výsledky 30 vteřinového testu ukázaly nevýznamný rozdíl mezi bipedální stabilitou skupin U21 a U16, ale významný rozdíl ($p < 0,01$) mezi dospělými hráči a oběma mladými skupinami U21 a U16 v provedení s otevřenými a také zavřenými očima (celková dráha středu tlaku v testu s otevřenými očima: seniorský hráči: $208,96 \pm 26,72$ mm vs. U21: $238,35 \pm 26,56$ mm vs. U16: $248,60 \pm 29,09$ mm). Unipedální test stability na dominantní

a nedominantní končetině nezaznamenal významný rozdíl mezi oběma končetinami, ale významný rozdíl ($p < 0,01$) mezi skupinou dospělých hráčů a skupinou U16 pro dominantní a nedominantní dolní končetinu (dominantní dolní končetina: $1324,86 \pm 261,63$ mm vs. nedominantní končetina: $1580,55 \pm 322,20$ mm). Malá et al. (2017) v průběhu studie několikrát zdůrazňuje, jak kritická je vysoká úroveň posturální stability v elitním sportu a obzvláště fotbalu, kde v pohybu hráče dochází k početným změnám směru a narušením rovnováhy z hlediska interních a externích faktorů. Marenčáková, Malý, Sugimoto, Gryc a Zahálka (2018) sledovali v průběhu periody tří let změny v typologii nohou, distribuci rozložení hmotnosti a posturální stabilitu (PS) u mladých elitních hráčů fotbalu. Byly zjištěné signifikantní změny u PS, kde došlo k výraznému zlepšení jak v unilaterálním postoji, tak v rozdílu mezi dvěma dolními končetinami. Uvedené výsledky indikují, že vybrané parametry PS by se mohly zlepšovat se zvýšením úrovně sportovní výkonnosti.

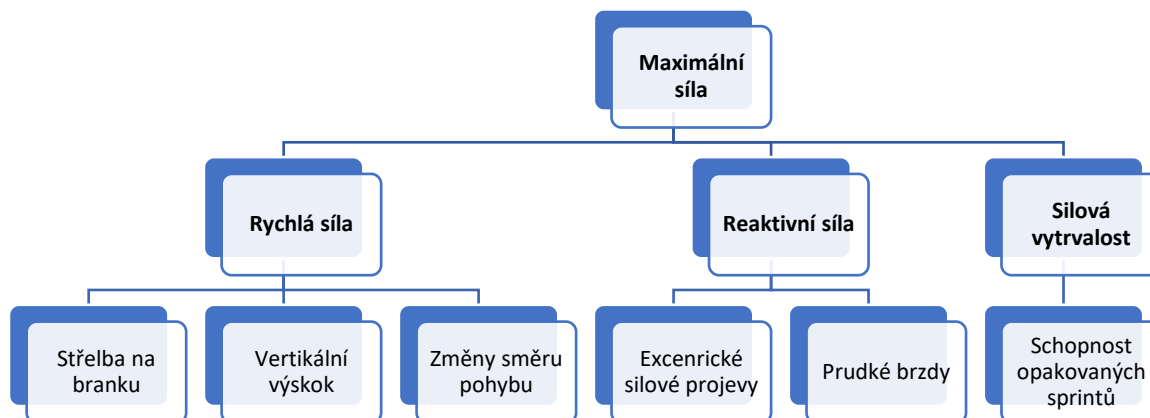
2.5.3 Svalová síla dolních končetin (explozivní, izokinetická)

Psotta (2006) uvádí nutnost způsobilosti nervosvalového systému rychle generovat svalovou sílu ve specifických fotbalových činnostech, což je nutné implementovat v rámci tréninkového procesu síly v rámci periodizace (udržování nebo rozvoj síly zaměřený na funkční stav trupu, horních a dolních končetin). Horní končetiny a trup nejsou tak důležité složky výkonu, ale tvoří biomechanický základ pro správné provedení herních činností. V případě, že hráč delší dobu absentuje z tréninkového procesu, je bezpodmínečně nutné vrátit se na určitou úroveň silových předpokladů. V rámci silového tréninku fotbalisty je nutné brát ohled na svalová vlákna, která máme čtyři odlišné typy s různou funkcí, strukturou a biochemií. Jedná se o rychlá svalová vlákna (en. fast glycolitic; FG), jejichž metabolismus probíhá neoxidativně, a kontrakce je dosažena během 25 milisekund (energetické krytí za pomoci anaerobní glykolýzy). Mezi druhou skupinu rychlých svalových vláken řadíme rychle oxidativní svalová vlákna (en. fast oxidative glycolitic; FOG), rychlá světle červená oxidativně-glykolitická vlákna, která daleko lépe odolávají únavě v porovnání s FG vlákny. FOG vlákna se zapojují do submaximálních činností (80 % maximální intenzity), vytrvalostního tréninku, opakovaných intenzivních činností s vysokými požadavky na silový charakter. Zde jsou FOG vlákna zapojena a dochází k jejich následné adaptaci na zátěž. Energetické krytí zajišťuje aerobní a anaerobní glykolýza (Malý & Dovalil, 2016). Třetí skupinou jsou pomalá oxidativní svalová vlákna (en. slow oxidative; SO), pomalá červená vlákna s vyšší rezistencí vůči únavě, ale

menším potenciálem generovat větší sílu kontrakce. Nemůžeme od nich čekat ani rychlou reakci na podnět, která trvá daleko déle v porovnání s FG vlákny. Aktivují se při pomalých činnostech, statické práci, běžných domácích úkonech anebo sportech čistě vytrvalostního charakteru střední a nižší intenzity (zatížení bez intervalu odpočinku trvající déle než 3 minuty). Energetické krytí probíhá za přístupu O_2 z aerobní glykolýzy.

Elitní fotbalisté mají nižší poměr FG v porovnání se sportovci zaměřenými na rychlostně silové výkony (sprinteri), ale vyšší v porovnání s vytrvalostními sportovci (maratonci, cyklisté, běžci na lyžích). U fotbalistů nacházíme spíše vyšší podíl FOG svalových vláken, kdy pro jejich výkon v utkání je naprostá nutnost adaptace na rychlostně-vytrvalostní výkon. (Psotta, 2006). Pro svalovou činnost během utkání je hlavním způsobem tvorby energie aerobní metabolismus, kdy se využívá kyslík za štěpení cukrů a tuků, které jsou hlavními energetickými zdroji. Mnoho pohybových činností v utkání, ale i tréninku má charakter anaerobních činností. Jedná se o krátké aktivity maximální intenzity (sprinty, akcelerace, decelerace, hra hlavou nebo střelba na branku). Makroergogenní fosfáty (ATP – adenosintrifosfát a CP – kreatinfosfát) jsou hlavními zdroji energie pro uvedené činnosti maximální intenzity (Bangsbo, Mohr, & Krusturp, 2006). Je třeba podotknout, že genetické predispozice (počet a typ svalových vláken) mohou sehrát významnou roli v dosažené úrovni silových předpokladů.

Fotbalový výkon je ovlivněn celou řadou specifických silových schopností, které hráč provádí v průběhu celého utkání (Obrázek 3). Bez odrazové síly dolních končetin hráč nedokáže kvalitně provést první kroky běžecského sprintu. Bez optimálního výkonu v dynamické neboli explozivní síle může mít nevýhodu proti lépe trénovanému, nebo tělesně vyššímu soupeři například v soubojích ve výskoku a nedoběhne míč ve sprinterském souboji s protihráčem. Ve fotbalovém výkonu zejména krajních hráčů se objevuje i schopnost dynamické síly horních končetin při vhazování (Psotta, 2006).



Obrázek 3. Relevantní komponenty síly ve fotbale (Grosser & Zintl, 1994).

Výška vertikálního výskoku patří mezi nejvíce využívané testy pro determinaci a evaluaci explozivní síly dolních končetin v elitním i sub-elitním fotbale (Haugen, 2018; Rodríguez-Rosell, Mora-Custodio, Franco-Márquez, Yáñez-García, & González-Badillo, 2017; Romero-Caballero, Varela-Olalla, & Loëns-Gutiérrez, 2021; Trecroci, Longo, Perri, Iaia, & Alberti, 2019; Zahálka, Malý, Ford, Sugimoto, Malá, Hank et al., 2021). Ko-aktivace a intramuskulární koordinace práce svalů agonistů a antagonistů spolu s generovanou silou kolenních flexorů (KF) jsou hlavními faktory, které ovlivňují potencionální rychlost vzletu a výkon ve vertikálním výskoku (Gissis et al., 2006). Vertikální výskok má své jasné benefity, je relativně snadno proveditelný (v laboratorních i v terénních podmínkách), je spolehlivý a výška vertikálního výskoku významně koreluje například s rychlostí sprintu (Köklü, Alemdaroğlu, Özkan, Koz, & Ersöz, 2015; Loturco, Pereira, Fíler, Olivares-Jabalera, Reis, Fernandes et al., 2020b; López-Segovia, Marques, van den Tillaar, & González-Badillo, 2011; Pérez-Contreras, Merino-Muñoz, & Aedo-Muñoz, 2021; Wisløff et al., 2004). Vertikální výskok lze pozorovat (nebo najít) během fotbalového utkání při specifických herních situacích, jako jsou vzdušné souboje a hraní hlavou, ale jak jsme zmínili již dříve, úzký vztah nacházíme také s rychlostí akcelerace, která se vyskytuje během utkání i tréninku například v situacích aktivního přechodu do ofenzivní či defenzivní fáze hry. V diagnostických metodách evidujeme více typů vertikálního výskoku. Nejčastěji nacházíme využití tří typů maximálních vertikálních výskoků z místa. Jedním z typů je výskok s použitím švihů horních končetin (CMJ-FA).

Následně je běžné stejné provedení, kdy subjekt naopak nesmí použít švih horních končetin (CMJ) a tzv. výskok z podřepu, kdy subjekt nevyužívá excentrickou fázi při snížení, ale výskok provádí ze stabilní pozice v dolní úvrati (SQJ).

Výkonnostní charakteristika různých parametrů vertikálního výkonu popisuje pozitivní statistický vztah mezi různými soutěžními úrovněmi dospělých a mladých hráčů fotbalu (Ferreira et al., 2018; Gamonales, & Ibáñez, 2021; Gissis et al., 2006; Kalkhoven & Watsford, 2018; Malý et al., 2014; Pau et al., 2019; Slimani & Nikolaidis, 2017; Sørensen, Thomassen, & Zacho, 2008; Tereso, Paulo, Petrica, Duarte-Mendes, Gamonales, & Ibáñez, 2021; Trecroci et al., 2019; Waldron & Murphy, 2013). Studie Pau et al. (2019) uvádí signifikantně lepší ($p < 0,001$) čas a index dynamické stabilizace po dopadu u hráčů národní úrovně v komparaci s hráči regionální úrovně. Výzkum Gissis et al. (2006) rozdělil celkem 54 mladých fotbalistů na tři skupiny (elitní, sub-elitní a rekreační) podle výkonnostní úrovně (celkový počet let fotbalového tréninku a počtu tréninkových jednotek (TJ) za týden). Signifikantně vyšší ($p < 0,05$) výkonnosti dosahovala Elitní skupina ve všech sledovaných silových a rychlostních parametrech, včetně výšky výskoku z podřepu SQJ ($23,6 \pm 3,5$ cm vs. $21,4 \pm 4,5$ cm vs. $20,3 \pm 4,3$ cm). Vyšší vertikální výskok u elitních hráčů v komparaci se sub-elitními a rekreačními hráči připisují Gissis et al. (2006) a Reilly et al. (2000) rozdílné úrovni koordinace a síly dolních končetin. Komparací výsledků v testech pohybových předpokladů mezi různou výkonnostní úrovní (elitní a sub-elitní) u adolescentních fotbalistů se věnovaly také studie Trecroci et al. z let 2018 a 2019. Elitní skupina hráčů U16 (hráči národní soutěže s počtem 4 TJ za týden) dosáhla o 16 % významně vyšších výsledků CMJ ($n = 20$; $44,21 \pm 4,61$ cm) v komparaci se sub-elitní skupinou hráčů U16 (hráči regionální soutěže s počtem 3 TJ za týden) ($n = 20$; $37,57 \pm 4,43$ cm), ale z hlediska komparace antropometrických charakteristik věku, TV a TH se skupiny významně nelišili (Trecroci et al., 2019). Stejně tvrzení, kdy elitní mladí hráči (U14) dosahovali o 10 % vyšší vertikální výskok než sub-elitní podporuje i studie Coelho E Silva et al. (2010). Studie Trecroci et al. (2019) a Król & Mynarski (2012) publikují vyšší výkon elitních hráčů v CMJ, a výsledky připisují úrovni vyšší svalové síly a koordinaci, jako i lepší schopnosti hráčů zvládnout přechod mezi excentrickou (fáze snížení) a koncentrickou fází (fáze zvýšení a odrazu). Uvedené informace mohou najít pozitivní teoretický transfer do praktického využití v rámci fotbalového tréninku a rozvoje rychlostních a agility předpokladů, kdy efektivní přechod z rychlé excentrické (decelerační) fáze, změny směru a následné (koncentrické) maximální akcelerace, jsou extrémně důležité schopnosti v utkání u každého fotbalového hráče. Trecroci et al. (2018) popisuje také signifikantně ($p < 0,001$) vyšší výšku CMJ u elitních

mladších U14 (n = 22) hráčů ve srovnání se sub-elitní skupinou U14 (n = 22). Stejnou věkovou skupinu U14 rozdělil na elitní (n = 52) a sub-elitní (n = 50) hráče Waldron & Murphy (2013). Elitní skupina dosahovala lepších ($p < 0,001$) výsledků nejenom v generovaném vertikálním výkonu u CMJ ($2816,2 \pm 414,7$ W vs. $2759,5 \pm 382,5$ W), ale i při pohledu na další parametry jako celková horizontální dráha pohybu v utkání ($115,7 \pm 6,6$ m.min⁻¹ vs. $105,4 \pm 7,7$ m.min⁻¹), držení míče a v čase akcelerace na 10 m ($1,9 \pm 0,1$ s vs. $2,3 \pm 0,2$ s). Autoři Waldron & Murphy (2013) zmiňují, že zjištěné informace z utkání a diagnostiky umožňují důležitost pochopení faktorů, které jsou základem talentů mezi mladými elitními hráči fotbalu.

Dlouhodobý řízený fotbalový trénink vede k výraznému zvýšení síly ve svalectech, které se nacházejí v oblasti kolenního kloubu (Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos, & Vagenas, 2011). Ve fotbale je dostatečná úroveň svalové síly čtyřhlavého stehenního svalu velice důležitá, při provádění sprintů, skoků, kopů a přihrávek, zatímco svalová skupina hamstringů působí hlavně jako stabilizátory kolenního kloubu při změnách rychlosti a směru (Ruas, Minozzo, Pinto M., Brown, Pinto R., 2015; Webber, Da Silva, Radaelli, Paiva, Pinto, 2010;). Lehance, Binet, Bury a Croisier (2009) sledovali zvýšení svalové síly extenzorů (quadriceps) a flexorů (hamstringů) kolenního kloubu v koncentrickém provedení u fotbalistů ačkoli svalové přírůstky byly různé. Jednou z možností, které ovlivňují velikost silového přírůstku mohou být maturace či výkonnostní úroveň sportovců. Öberg, Möller, Gillquist a Ekstrand (1986) ve své studii porovnával izokinetickou svalovou sílu mezi hráči různé výkonnostní úrovně (mezinárodní vs ne-mezinárodní) a prokázal významně vyšší hodnoty u hráčů, kteří působí na mezinárodní úrovni. Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard a Maffulli (2001) pozoroval u hráčů vyšší výkonnostní úrovně významně vyšší hodnoty síly flexorů kolena v porovnání s hráči působícími na nižším výkonnostním levelu. Uvedené závěry naznačují, že vyšší síla flexorů a extenzorů hráčům poskytuje výhodu přizpůsobit se zvyšujícím se požadavkům na herní výkon spolu s narůstající výkonnostní úrovní. Tsiokanos, Paschalis a Valasotiris (2016) zjistil vyšší absolutní hodnoty produkce svalové síly KE u řeckých hráčů nejvyšší fotbalové ligy v porovnání s elitními dorosteneckými hráči nejvyšší soutěže v ČR (Malý, 2021). Taktéž Malý et al. (2014) prokázal vliv výkonnostní úrovně na sílu flexorů kolena, a navíc sledoval rozdíly při všech testovaných rychlostech jak u dominantní, tak u nedominantní končetiny. Podle Wallace & Nortona (2014) je použití nepreferované dolní končetiny charakteristickým rysem elitních fotbalistů. Na druhé straně někteří autoři popisovaný trend nepotvrdili a nenašli rozdíly mezi hráči různých výkonnostních úrovní (Cotte & Chatard, 2011). Bohužel výsledky nalezených studií nejsou konzistentní, jelikož některé

prezentují výsledné hodnoty svalové síly v absolutních hodnotách (Herdy, Galvao, Silva, Ramos, Simao, Pedrinelliet al., 2018; Silva, Detanico, Pupo, & Freitas, 2015), aby naopak další výzkumy prezentovaly hodnoty relativní, vzhledem k tělesné hmotnosti hráčů (Sliwowski, Grygorowicz, Hojszyk, & Jadczyk, 2017; Tsiokanos et al., 2016). Lee, Mok, Chan, Yung & Chan (2018) rovněž zkoumali předsezónní izokinetické silové asymetrie u 169 profesionálních fotbalových hráčů a zjistili, že hráči s výrazně nižším poměrem síly bilaterálních hamstringů (H: H) a nižším unilaterálním poměrem hamstringu a quadricepsu (H: Q) měli během sezony 5,6krát vyšší riziko zranění kolenního kloubu. U mladých hráčů fotbalu nebyly nalezeny významné korelace asymetrií KE (Lehnert, Urban, Herbert, Procházka, & Psotta, 2011), aby uvedené výsledky potvrdila studie zaměřená na profesionální hráče fotbalu (Daneshjoo, Rahnama, Mokhtar, & Yusof, 2013). Studie Bonetti, Floriano, dos Santos, Segalla, Biondo a Tadiello (2017) popisuje signifikantní silové imbalance KF u mladých hráčů fotbalu (U17). Celkem 28 ze 41 (68 %) elitních a subelitních hráčů zaznamenalo vyšší bilaterální asymetrie KF a KE (>10 %) při komparaci dominantní a nedominantní dolní končetiny (Rahnama, Lees, & Bambaecichi, 2005). DeLang, Rouissi, Bragazzi, Chamari a Salamh (2019) připisuje preferenci jedné z dolních končetin lateralitě a „obounohosti“ hráčů fotbalu, kdy může být považována i za kritérium úspěšnosti. „obounozi“ hráči schopni hrát vyrovnaně pravou i levou dolní končetinou dosahují jednoznačně vyšších finančních kontraktů v porovnání s ostatními profesionálními hráči, kteří nejsou schopni hrát vyrovnaně oběma dolními končetinami (Bryson, Frick, & Simmons, 2013).

2.5.4 Akcelerační rychlost

Rychlost je geneticky determinovaná a její úroveň s přibývajícím věkem klesá. Odborná literatura uvádí názor, že rychlost není měřitelná, stejně tak ani síla a vytrvalost. Měřitelné jsou pouze jejich projevy (Bosco, Tihanyit, & Viru, 1996). Malý & Dovalil (2016) popisují rychlost jako komplexní pohybovou schopnost, protože se v rámci rychlosti projevují i další pohybové schopnosti jako síla, vytrvalost a koordinace.

Elitní fotbalisté se v rámci své sportovní specializace neobejdou bez nadprůměrných výsledků v rámci pohybového předpokladu akcelerace na krátké vzdálenosti (Reilly et al., 2000; Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005). Výzkum Chamari et al. (2004) popisuje výkony v testech sprintu, agility a vertikálním výskoku jako velmi asociované dynamické činnosti. Při těchto činnostech převládá stejné energetické krytí, jako vyžadují i rychlou

a vysokou produkci svalové síly. Počet sprintů v utkání je determinující složkou výkonu ve fotbalovém utkání. V rámci celkové překonané vzdálenosti ve sprintu a počtu sprintu se vyskytují určité rozdíly v závislosti herních funkcí. Nejčastěji sprintujícími hráči v utkání jsou krajní obránci a záložníci (cca 31 sprintů v utkání (Rampini et. al., 2007)). Silnějším prediktorem pro výkon v lineární rychlosti sprintu na 10 a 20 m je CMJ-FA v porovnání s testy CMJ a SQJ (Nikolaidis, Ruano, de Oliveira, Portes, Freiwald, Lepretre et al., 2016). Podle výzkumu Cometti et al. (2001) jsou profesionální hráči fotbalu rychlejší při testování akcelerace na 10 m v komparaci s hráči amatérské úrovně, což potvrzuje i Mujika, Santisteban, Impellizzeri, a Castagna (2009). Pro testování rychlostních schopností nalézáme doporučení provádět terénní testování, jelikož je více specifické a tím zvyšuje platnost výsledků (Svensson & Drust, 2005).

Loturco et al. (2020c) potvrzuje výše uvedená zjištění ve svém výzkumu elitních hráčů (U20) přímou spojitost ($p < 0.05$) mezi akcelerací na 5 m, výkonem ve vertikálním výskoku (CMJ, SQJ), a rychlejším provedení 17 m lineárního sprintu po oblouku (en. Curve sprint test). Kdy studie zdůrazňuje schopnost dosahování vyšších rychlostí za kratší čas jako kritickou pro elitní hráče fotbalu. Sporis et al. (2009) zkoumal elitní hráče nejvyšší chorvatské fotbalové soutěže, kdy rozdělili hráče na jednotlivé herní funkce s průměrnými výsledky akcelerace na 5 m (1,44 s), a akcelerace na 10 m (2,27 s). Nutné je zdůraznit, že v uvedeném výzkumu se jako nejlepší čas započítával průměr ze tří pokusů. Dragijsky (2020) uvádí rychlejší průměrné časy v porovnání s výše uvedeným výzkumem hráčů EPL. Výsledné časy akcelerace na 5 m u hráčů nejvyšší ligové soutěže $1,11 \pm 0,1$ s, a hráčů mládežnické reprezentace ČR $1,08 \pm 0,06$ s. Při testování akcelerace na 5 m (start na zvukový signál) zaznamenali profesionální hráči v Belgii (Boone et al. 2012) v závislosti rozdělení herních funkcí následující průměrné časy: nejrychlejší časy zaznamenali útočníci ($1,43 \pm 0,04$ s), následují krajní hráči ($1,45 \pm 0,04$ s), střední záložníci ($1,46 \pm 0,06$ s) a střední obránci ($1,48 \pm 0,06$ s).

Hráči nejvyšší ligové soutěže v ČR dosáhli při testování akcelerace na 10 m pomalejších časů ($1,86 \pm 0,09$ s) v porovnání s mládežnickými reprezentanty ČR ($1,83 \pm 0,08$ s), kdy rozdíl činí 1,64 %. Nejrychlejší časy (1,68 a 1,61 s) testování akcelerace na 10 m dosáhli útočníků mládežnické reprezentace a záložník nejvyšší ligové soutěže ČR (Dragijsky, 2020). Komparací mezi elitními a sub-elitními hráči se zabývala i studie Trecroci et al. (2019), který zjistil rychlejší časy u elitních hráčů ($1,89 \pm 0,08$ s) v porovnání se sub-elitními ($1,91 \pm 0,10$ s). Výzkum Weber & Strüder (2011) uvádí signifikantní rozdíly při komparaci elitních hráčů nejvyšší německé fotbalové soutěže (1. Bundesliga), s mládežnickými a amatérskými hráči při

testování akcelerace na 10 m. Průměrné časy hráčů 1. Bundesligy ($1,67 \pm 0,08$ s), mládežnických hráčů ($2,00 \pm 0,06$ s) a hráčů amatérské úrovně ($1,76 \pm 0,09$ s).

Dragijsky (2020) nenachází při rozdělení hráčů na jednotlivé herní funkce rozdílné výsledky u výkonnostní skupiny hráčů nejvyšší ligové soutěže při provádění letného sprintu na 20 m. Nejlepších časů při rozdělení herních funkcí dosáhli krajní záložníci mládežnické reprezentace ČR ($2,29 \pm 0,07$ s) a z hráčů nejvyšší ligové soutěže krajní obránci ($2,31 \pm 0,10$ s). Pomalejší časy lineárního sprintu na 20 m evidujeme u hráčů výzkumu Weber & Strüder (2011). Avšak v uvedené studii hráči absolvovali běžecký test bez náběhové zóny (z pozice polovysokého startu), kdy se nejednalo o test maximální běžecké rychlosti. Hráči elitní úrovně zaznamenali lepší časy ($2,94 \pm 0,10$ s) v porovnání s hráči mládežnické ($3,51 \pm 0,10$ s) a amatérské úrovně ($3,04 \pm 0,13$ s). Při testování sprintu na 30 m u profesionálních hráčů fotbalu v Turecku nebyly mezi jednotlivými herními funkcemi zjištěny žádné signifikantní rozdíly (Taskin, 2008).

Určité rozpory ve výsledcích jednotlivých studií mohou být způsobeny věkovými rozdíly, zejména pak rozdíly mezi elitními, sub-elitními a amatérskými hráči se však pravděpodobně projevují již v rané adolescenci (Gonaus & Müller, 2012) a také v pozdějších fázích vývoje (Vaeyens et al., 2006) (Tabulka 6, 7 a 8).

Tabulka 6. Rešerše výsledků testu lineární akcelerační rychlosti na 5 m z výkonostního hlediska.

5 m lineární akcelerační rychlost (s)							
Reference	Věk (výkonostní úroveň)	Obránce		Záložník		ST	Poznámka
		FB	CB	WM	CM		
Boone et al., (2012)	25,40±4,90 (elitní)	1,45±0,04	1,48±0,06	1,46±0,06	1,46± 0,06	1,43 ± 0,04	Byl využit start na zvukový signál
Deprez et al., (2015)	17,60±0,60 (vyšší výkonostní úroveň)	1,07±0,07	X	1,08±0,07	X	1,06 ± 0,05	Mládežnická akademie profesionálního týmu z Belgie
Deprez et al., (2015)	15,80±0,60 (vyšší výkonostní úroveň)	1,10±0,06	X	1,11±0,07	X	1,10 ± 0,06	Mládežnická akademie profesionálního týmu z Belgie
Sporis et al., (2009)	28,30±5,90 (elitní)	1,43±0,50	X	1,47±0,60	X	1,39 ± 0,40	Profesionální tým nejvyšší Chorvatské soutěže

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník).

Tabulka 7. Rešerše výsledků testu lineární akcelerační rychlosti na 10 m z výkonostního hlediska.

10 m lineární akcelerační rychlost (s)							
Reference	Věk (výkonostní úroveň)	Obránce		Záložník		ST	Poznámka
		FB	CB	WM	CM		
Coelho et al., (2007)	23,76 ± 2,94 (elitní)	1,67 ± 0,15	1,67 ± 0,28	1,62 ± 0,30	X	1,66±0,35	Profesionální hráči z Brazílie a Japonska
Haugen et al., (2020)	23,00 ± 4,00 (elitní)	2,02 ± 0,06	X	2,03 ± 0,05	X	1,99±0,06	Norská nejvyšší fotbalová soutěž
Sporis et al., (2009)	28,30 ± 5,90 (elitní)	2,14 ± 0,70	X	2,23 ± 0,50	X	2,03±0,90	Profesionální hráči nejvyšší Chorvatské fotbalové soutěže

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník).

Tabulka 8. Rešerše výsledků test maximální běžecké rychlosti na 20 m z výkonnostního hlediska.

20 m maximální běžecká rychlost (s)							
Reference	Věk (výkonnostní úroveň)	Obránce		Záložník		ST	Poznámka
		FB	CB	WM	CM		
Coelho et al., (2007)	23,76 ± 2,94 (elitní)	2,31 ± 0,60	2,3±0,44	2,37±0,33	X	2,35±0,45	Profesionální hráči z Brazílie a Japonska
Sporis et al., (2009)	28,30 ± 5,90 (elitní)	3,36±0,60	X	3,43±0,80	X	3,28±0,70	profesionální hráči nejvyšší Chorvatské fotbalové soutěže

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník).

2.5.5 Rychlost se změnou směru

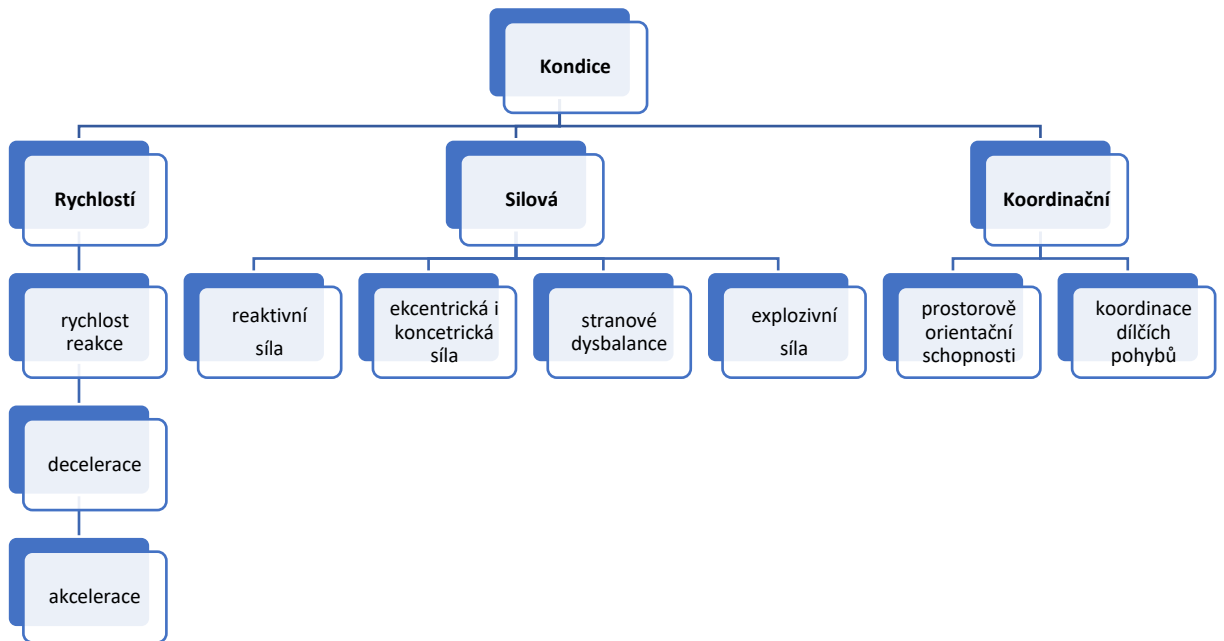
Schopnost rychlé změny směru (agility) popisuje Dawes (2019) jako komplex pohybových schopností, v které se projevují jak kondiční, tak i kognitivní komponenty. V rámci kondiční komponenty agility zmiňuje rychlost změny směru (en. Change of Direction; COD), kde se projevují technika pohybu, lineární rychlost, silové předpoklady dolních končetin a antropometrické charakteristiky hráče. Projevují se také faktory kognitivní spojené s rychlostí rozhodování (vizuální percepce, anticipace, znalost situace a rozpoznávání pohybových vzorců). Příkladem může být záložník, který vede rychlým tempem míč směrem na branku soupeře a musí se v momentu rozhodnout, zda přihraje, vystřelí nebo bude pokračovat ve vedení míče. Jedná se o základní příklad, jak musí hráči na elitní úrovni rychle reagovat v rámci herních situací pro jejich úspěšné zvládnutí.

Young (2006) nám představuje komplexní náhled na agility. Zmiňuje několik faktorů, které rozdělil na dvě složky:

- a) Rychlost změny směru pohybu (COD).
- b) Vnímání a rozhodování.

V rámci výše dvou popsaných složek evidujeme i další podsložky. Agilita se skládá ze dvou hlavních komponent: percepční a technicko-kondiční. V rámci technicko-taktické

komponenty evidujeme rychlost, sílu, výbušnou a reaktivní sílu, komplexní rychlost spolu s antropometrickými faktory sportovce. Uložené pohybové vzorce neboli kognitivní mapy, vizuální detekce, schopnost anticipace a faktory rozhodování řadíme do percepční složky (Serpell, Young, & Ford, 2011). Jebavý et al. (2017) uvádí všechny kondiční složky zastoupené v agility na Obrázku 4.



Obrázek 4. Kondiční složka zastoupená v agility (Jebavý et al., 2017).

V literatuře často objevujeme zaměňování nebo spojování termínů agilita a COD. Reakční schopnost v nepředvídatelném prostředí, tak bychom mohli označit agilitu. Schopnost změnit směr v rychlosti je pouhou pohybovou schopností a provádí se v předem plánovaném prostředí. Na základě těchto fakt si můžeme dovést tvrdit, že kognitivní funkce během většiny agility testů neexistují a testy zaměřené na agilitu (T-test, pro-agility) skutečně neměří agilitu, ale spíše schopnost COD. Sheppard a Young (2006), stejně tak Serpell et al. (2011), tyto dvě schopnosti oddělují.

„Agilita je rychlý pohyb celého těla, se změnou rychlosti nebo směru pohybu v reakci na podnět“, na takové definici se shodují Young (2006) a Serpell et al. (2011)

Definice těchto dvou autorů respektuje kognitivní procesy vizuálního rozpoznávání podnětů a rozhodovacích procesů, které se objevují v agility činnostech napříč sporty.

V sportovní hře fotbal se může jednat například o situaci obcházení protihráče, kdy jsme nuceni reagovat na jeho pohyb. V průběhu COD testů naopak proband již s předstihem ví, které pohyby bude muset pro úspěšné absolvování pohybového úkolu realizovat.

„CODS testy jsou pohyby celého těla se změnou rychlosti nebo směru pohybu, které jsou předem plánované.“ (Sheppard & Young, 2006)

V rámci kondičního tréninku nalézáme doporučení zařazovat pomůcky typu švihadla, koordinační žebříky nebo kužely. Cílem by mělo být co nejrychlejší zapojení dolních končetin, s důrazem na správnou techniku, koordinaci ruka-noha, udržení správné polohy těla. Vždy dbáme na různorodost, variabilitu a kvalitní technické provedení cvičení (Cook, 2015). Některé testy agility silně korelují s rychlostními schopnostmi Illinois agility run, a některé další korelují s Agility 505 testem (Draper, 1985). Vztahová rozdílnost je založena na typu testu, který je vybrán. Kondiční trenér by si vždy měl uvědomit jaký typ agility chce zkoumat a vybrat ten nejvhodnější test pro fotbal. Little a Williams (2005) doporučují při testování agility použít i lineární běžecký test maximální rychlosti. Ve fotbale často nalézáme testování agility různorodými formami cvičení „drilů“, kde hráč prokazuje svoji schopnost rychle změnit směr. Ebben (1998) popisuje agility a reaktivní změny směru jako klíčové schopnosti hráče fotbalu. Proto je bezpodmínečně nutné je testovat a tréninkem progresivně rozvíjet.

Malý et al. (2014) uvádí ve svém výzkumu test 505 agility (Obrázek 5, 6, 7), který podle své struktury provedení klade přirozeně vysoké nároky na svalovou sílu dolních končetin a tím pádem kvalitní a rychlou změnu směru, se schopností rychlé decelerace a akcelerace pohybu (Kunzmann, 2017).

Loturco et al. (2019) nachází u elitních dospělých hráčů ($n = 49$, věk = $24,3 \pm 4,2$ let) přímé spojitosti ($ES = 0,77-2,39$) mezi rychlejším provedením COD testů, maximální akcelerací do 5 m a výkonem ve vertikálním výskoku. Studie připomíná, že dosahovat vyšší rychlost za kratší čas v různých směrech je kritickou schopností pro elitní hráče fotbalu a efektivní výkon v utkání. Kadlubowski, Keiner, Hartmann, Wirth a Frick (2019) se snažil vyhodnotit nezávislost a generalizovat vztahy mezi různými druhy COD testů a mladými elitními hráči fotbalu nejvyšší německé Bundesligy ($n = 27$, věk = $18,5 \pm 4,5$ let), jelikož se v praxi využívá více typů COD testů. Studie komparovala testy jako „triangle test, square test, 505 agility test, Gewandtheitslauf, T agility test, Illinois agility test“ a zjistila variaci výkonu od 10 % do 55 %, což znamená, že každý ze zkoumaných testů pravděpodobně reflektoval jiný aspekt COD schopností. Uvedené zjištění potvrzuje i studie Malý et al. (2014). V testu Agility

505 test (A505) hráči (včetně náběhu a doběhnutí) běží celkem 20 m, kde uprostřed dráhy provádí jenom jednu otočku o 180° (individuální provedení na pravou a levou stranu). V ostatních testech se setkáváme s větším počtem otočení (od $n = 2-9$) v různém rozsahu pohybu (60°, 90° až 180°), s různou délkou dráhy (10 až 36,6 m) a průměrnou délkou trvání (2,9 s až 18 s) (Kadlubowski et al., 2019). Identifikací COD parametrů mezi různou soutěžní úrovní (elitní a sub-elitní) mladých fotbalistů U14 ($n = 98$, věk = $13,61 \pm 1,04$ let) a dvěma typy COD testů (modifikovaným Illinois agility test a standardním Illinois agility test) se věnovala studie Hachana, Chaabene, Ben Rajeb, Khelifa, Aouadi, Chamari et al. (2014), kdy bylo zjištěno, že elitní hráči dosahovali lepších výsledků ($p = 0,005$; $d_z = 1,01$, velký efekt) v rámci modifikovaného testu, ale nevýznamný rozdíl byl zaznamenán u standardního provedení ($p = 0,14$; $d_z = 0,51$, malý efekt). Z výsledků lze konstatovat, že fotbalová a z hlediska pohybu hráče více pro fotbal specifická modifikace Illinois agility testu (redukce vzdálenosti z původních 9,2 m na 5 m) vedla k významné diverzifikaci výkonu mezi elitními a sub-elitními hráči. Abdullah, Maliki, Musa, Kosni, Juahir a Mohamed (2017) při testování 505 agility testu analyzoval 26 testovacích parametrů u 84 mladých elitních hráčů fotbalu (věk = $15,48 \pm 1,47$ let) a 100 sub-elitních hráčů (věk = $14,88 \pm 1,68$ let) a zjistil, že výkon v A505 testu patří mezi jeden ze sedmi nepostradatelných parametrů elitního fotbalisty. Z hlediska věkových skupin, nedávná studie Andrašić, Gušić, Stanković, Mačak, Bradić, Sporis et al. (2021) komparovala rychlostní, reakční a agility schopnosti celkem 75 mladých (U15, U17 a U19) elitních hráčů fotbalu (čas strávený celkovým tréninkem za týden 487 ± 130 min/týden). Studie zdůraznila malé množství nalezených studií, které se zabývají komparací agility a reakčních schopností mezi různými věkovými skupinami. Mezi vybranými věkovými skupinami neuviedla žádné významné rozdíly v rychlosti akcelerace na 5 m, ale objevila významný rozdíl ($p < 0,01$) mezi nejstarší skupinou U19 a mladšími skupinami U17 a U15 v jednom z testů agility (en. The reactive agility test; RAT; Chaouachi, Chtara, Hammami, Chtara, Turki, & Castagna, 2014). Mimo maximální akcelerace a změny směru tento specifický test obsahoval také faktor rozhodování a reakce prostřednictvím světelné signalizace, který v závěru způsobil zajímavý poznatek o možnosti identifikace talentu a výkonu za pomoci modifikace a více specifického testování. Může se jednat o signifikantní faktor, který rozlišuje akcelerované jedince vzhledem k věku nebo soutěžní úrovni. Trecroci et al. (2019) využil test RAT ke komparaci elitních ($n = 20$) a sub-elitních ($n = 20$) mladých hráčů skupiny U16, a potvrdil podobně lepší (mezi skupinový korelační koeficient = 0,87, 95 %) výsledků elitní skupiny (elitní hráči dosáhli v průměrných časech $2,49 \pm 0,12$ s a sub-elitní hráči $2,58 \pm 0,10$ s). Výsledky studie doporučují agility test RAT jako metodu pro rozlišování talentů

a nadprůměrných výsledků u hráčů v skupině U16. Kaplan, Erkmén a Taskin (2009) komparoval výkon v agility testu 10x5 (en. Shuttle run test; SRT) v poměrně větší skupině dospělých hráčů (věk = $23,25 \pm 3,6$ let) národní soutěže (n = 108) a skupině hráčů regionální soutěže (n = 79). Výsledky prokázaly jednoznačně lepší ($p < 0,05$) výsledky skupiny hráčů národní soutěže (10x5 SRT skóre $179,75 \pm 7,17$ vs. $185,05 \pm 10,16$). Schottert et al. (2011) ve své rozsáhlé práci sledoval vývoj výkonu elitních a sub-elitních mladých hráčů fotbalu z hlediska rychlostních a agility schopností, kdy v závěru práce uvedl jednoznačné tvrzení, že agility schopnosti a další testy agility v kombinaci s vedením míče jsou silné rozlišovací faktory pro možné rozlišení mezi elitními a sub-elitními mladými fotbalisty. Níže uvádíme průběh testu 505 agility v praxi přímo z námi prováděného testování.



Obrázek 5. Nákres průběhu testu 505 – náběhová rychlost (Červenka, 2019).



Obrázek 6. Nákres průběhu testu 505 – otáčka (Červenka, 2019).



Obrázek 7. Nákres průběhu testu 505 – rozběhová rychlost (Červenka, 2019).

2.5.6 Vytrvalost

Mayer a Mayer (2004) vysvětlují pojem vytrvalost ve vztahu k fotbalovému utkání jako fyziologickou schopnost organismu (nervosvalového a kardiorespiračního systému) odolávat únavě při déletrvajícím zatížení, udržovat potřebnou intenzitu, jako i schopnost co nejrychlejšího zotavení po předešlém zatížení. Vysoká úroveň vytrvalostních schopností se

projevuje vysokým objemem práce v aerobním metabolickém režimu, kdy jsme schopni udržet potřebnou intenzitu po delší dobu, při nesnížené účinnosti s následným rychlým zotavením (Vaidová, 2010). Výše popsané informace jsou podmínky pro absolvování kvalitního a intenzivního tréninku. Z biochemického hlediska je pro vytrvalost klíčová zásoba glykogenu a možnost rychlé mobilizace oxidativního metabolismu, kdy celkově nižší vzrůst s nižším procentem tělesného tuku podmiňují vytrvalost morfologicky (Havlíčková, 1999). Vytrvalost také autoři rozdělují podle nároků na délku zatížení (Haare, 1979). V rámci dělení také používáme nároky kladené na hrazení lokomoce z energetických zdrojů (Hollmann & Strüder, 2009). V teorii tréninku vytrvalosti (Kučera & Truksa, 2000) nalézáme dělení na dlouhodobou (11–a více minut), střednědobou (2–11 minut), krátkodobou (20 s – 2 minut) a rychlostní (do 20 s). V odborné literatuře nalézáme doporučení pro aplikaci intervalového tréninku jako prostředku zvýšení úrovně vytrvalostních schopností. Cacek, Grasgruber, Lajkeš a Michálek (2007) popisuje intervalový trénink jako vysoce variabilní s celou řadou proměnných.

Jak podle uvedené charakteristiky můžeme usoudit, fotbal je charakteristický intermitentním zatížením, krátkodobých činností vykonávaných maximální až submaximální intenzitou, kde se objevuje střídavě aktivní odpočinek. Psotta (2006) doporučuje zařazovat intermitentní typ tréninku formou specifických cvičení v rámci kondičního i herního tréninku jako intenzivní část jednotky, která má pozitivní vliv na pohybovou výkonnost v utkání. Intermitentní zatížení nalezneme u všech základních tělesných kapacit.

Jedním z nejpoužívanějších konceptů testování aerobní a anaerobní připravenosti hráčů fotbalu je vytrvalostní „Yo-Yo intermitentní test“ navržený podle Bangsbo a Mohr (2012). Rozeznáváme tři varianty Yo-Yo intermitentního testu: úroveň 1 (YYIR1), úroveň 2 (YYIR2) a submaximální test. YYIR1 se zaměřuje na schopnost jednotlivce opakovaně vykonávat vysoce intenzivní aerobní práci. YYIR2 zkoumá schopnost provádět intenzivní přerušované cvičení anaerobního charakteru v kombinaci s aerobním zatížením. Submaximální intermitentní test byl vyvinut jako metoda sledování výkonu během soutěžního období (např. v sezóně), fáze rekondice po zranění, kdy lze lehce sledovat aktuální kondiční úroveň jedince. Testy YYIR jsou jednoduchou metodou pro zkoumání schopnosti sportovce provádět opakovaná intenzivní cvičení s minimální dobou odpočinku (Bangsbo & Mohr, 2012). YYIR1 je určen pro mladé nebo rekreační sportovce, kteří mají nižší aerobní kapacitu – testování začíná na rychlosti 10 km.h⁻¹. YYIR2 je naopak určen pro elitní a profesionální sportovce s vyšší kondiční úrovní – testování začíná rychlostí 13 km.h⁻¹. Jediným rozdílem mezi těmito dvěma testy je tedy rychlost, kterou jsou prováděny.

Výhodou Yo-Yo testu je jeho snadná proveditelnost, bez většího materiálního zatížení, avšak měl by být prováděn ve standardizovaných podmínkách (stále stejný povrch), tak aby byl test reliabilní. Validita Yo-Yo testu byl zjištěna Krustup et al. (2003) ve studii dánských elitních fotbalových hráčů, bez zjištěných rozdílů mezi výkonnosti během dvou testování prováděných s týdenním rozestupem (1867 ± 72 m vs. 1880 ± 89 m). Zajímavostí může být signifikantní korelace mezi výsledky v YYIR a počtem vysoko-intenzivních činností během utkání. Autoři taktéž našli signifikantní zlepšení 25 % v porovnání testu před startem sezony oproti začátku přípravného období. Na konci testu se blíží tepová frekvence maximum, a koncentrace laktátu v krvi je taktéž na zvýšených hodnotách. Zatížení v rámci YYIR simuluje alespoň částečně zatížení v rámci utkání, a dodává nám více validní informace o úrovni aerobní kondice hráčů. Úroveň aerobních předpokladů hráčů fotbalu různých výkonnostních úrovní uvádíme přehledně v Tabulce 9 a 10.

Střední korelaci nachází Alonso, Silva, Paulucio, Pompeu, Bezerra, Lima et al. (2017) mezi vzdáleností překonanou ve střední, vysoké intenzitě během utkání a výsledky v YYIR2. Stejně tak střední korelaci mezi sprintem na 10, 30 m a vzdáleností ve střední, vysoké intenzitě během utkání elitních mládežnických fotbalistů.

Tabulka 9. Rešerše vytrvalostního testu YYIR1 z výkonnostního hlediska.

YYIR1 (m)							
Reference	Věk (výkonnostní úroveň)	Obránce		Záložník		ST	Poznámka
		FB	CB	WM	CM		
Deprez (et al., 2015)	17,6±0,6 (vyšší výkonnostní úroveň)	2353±391	X	2332±458	X	2316±540	Mládežnická akademie profesionálního fotbalového klubu z Belgie
Mohr a Krustup (2014)	25,8±4,1 (elitní)	1841±385	1628±367	2012±447	1913 ± 418	1865±336	Faerské ostrovy nejvyšší soutěž dospělých (semi-profesionální hráči)

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník), YYIR1 (YoYo intermitentní test urovně 1).

Tabulka 10. Rešerše vytrvalostního testu YYIR2 z výkonnostního hlediska.

YYIR2 (m)							
Reference	Věk (výkonnostní úroveň)	Obránce		Záložník		ST	Poznámka
		FB	CB	WM	CM		
Bradley et al., (2011)	Seniorský hráči z Velké Británie (elitní)	2107±438	2000±247	2302±02	2223±394	1786±306	Yo–Yo intermitentní vytrvalostní test úroveň 2 (začátek na rychlosti 11,5 km·h ⁻¹)
Bradley et al., (2011)	Seniorský hráči z Dánska (elitní)	X	2897±311	X	3155±200	2191±386	Yo–Yo intermitentní vytrvalostní test úroveň 2 (začátek na rychlosti 11,5 km·h ⁻¹)

Fyziologickým parametrem důležitým pro optimální výkon v utkání je podle Casajus (2001) aerobní výkon reprezentovaný VO₂max. Stølen et al. (2005) u elitních hráčů fotbalu zaznamenal rozmezí hodnot 55,0–70,0 ml·min·kg⁻¹. Semjon et al. (2016) nenachází rozdílné hodnoty VO₂max při komparaci elitních dospělých hráčů nejvyšší soutěže v ČR v závislosti herních funkcí (58,0–60,2 ml·min·kg⁻¹). Magalhães Sales et al. (2014) uvádí o 6,0 ml·min·kg⁻¹ vyšší hodnoty VO₂max u profesionálních elitních hráčů nejvyšší fotbalové ligy ve Spojených Arabských Emirátech. Limitací komparace podobných studií je metodická nekonzistentnost, což je velká nesrovnalost při zjišťování úrovně VO₂max na mezinárodní úrovni. Například Magalhães Sales et al. (2014) získal hodnoty nepřímo na základě výpočtu rovnice. Reilly et al. (2000) doporučují pro konkurenceschopnost hráčů na elitní úrovni hodnoty VO₂max větší než 60 ml·min·kg⁻¹. Pro komplexní přehled o kondiční připravenosti hráče by měly být hodnoty VO₂max analyzovány spolu s dalšími parametry pohybových předpokladů (rychlost, síla, agility, RSA) (Stølen et al., 2005).

2.6 Charakteristika a rozdíly vybraných parametrů z hlediska ontogeneze

2.6.1 Morfologie

Grasgruber a Cacek (2008) popisuje jako významnou roli sportovního úspěchu tělesné rozměry (tělesná výška, tělesná hmotnost a somatotyp). Fajfer (2009) ale uvedené charakteristiky nepovažuje za limitující faktory výkonu ve fotbale. Pro herní funkci brankář

a střední obránce však uvedené tvrzení nelze aplikovat, jelikož pro brankáře a obránce je často vyšší TV žádoucí. Žádné signifikantní rozdíly při testování TV a TH herních funkcí (obránce, záložník a útočník) nebyly zjištěny ve studii Sutton et al. (2009). Hráči s vyšší TV mají výhodu při hlavičkových soubojích. Jsou často využíváni pro ofenzivní i defenzivní standartní situace jako hráči, kteří jsou schopni vstřelit branku, nebo naopak zabránit inkasování od soupeřových protihráčů. Hráči s nižší TV naopak dokážou využít pohybové činnosti, kde může být nižší těžiště výhodou (například při osobních soubojích 1 vs. 1, obcházení soupeře s míčem či bez míče). Proto jsou často individuální antropometrické charakteristiky hráče využívány pro specifické herní funkce (Gil et al., 2007, Sporis et al., 2009). Zajímavé zjištění publikují Wong et al. (2009), s korelací mezi TV hráčů fotbalu a výkonem při testování sprintu na 30 m ($r = -0,54$; $p < 0,001$) a výškou výskoku ($r = 0,36$; $p < 0,01$) u elitních hráčů věkové skupiny U14. Při testování elitních mladých (U15–U18) hráčů ve Španělsku byla zjištěna nižší TV než 180 cm, ale hráči neměli dokončený proces maturace. Naopak u elitních mládežnických hráčů v České republice byla naměřena TV < 180 cm (Malý, 2021).

Antropometrické údaje hráčů věkového rozpětí 14 – 19 let nacházíme ve studii Gil, Gil, Ruiz, Irazusta, a Irazusta (2010). Hráči věkového rozpětí 14 – 15 let měli signifikantně nižší TV i TH v porovnání se staršími skupinami, mezi kterými již od 16ti let nebyl významný rozdíl. Uvedený výzkum uvádí průměrnou TH elitních fotbalistů 75–80 kg. Průměrná tělesná hmotnost $71,2 \pm 5,9$ kg byla zjištěna u mladých záložníků (U18) výzkumu Milsom et al. (2015), který uvádí jako herní funkci s nejvyšší TH brankáře. Uvedené zjištění potvrzují výzkumy Iglesias-Gutiérrez et al. (2012) i Silvestre, West, Maresh a Kraemer (2006).

Sutton et al. (2009) v jedné z nejlepších klubových soutěží na Světě (EPL) na základě analýzy tělesného tuku uvádí u dospělých hráčů fotbalu průměrné hodnoty FM ($10,6 \pm 2,1$ %). Nedávná studie Dragijsky (2020) u mládežnických reprezentantů ČR nachází průměrné hodnoty FM $11,8 \pm 2,37$ %. Nejnižší průměrné hodnoty FM ($10,95 \pm 1,31$ %) nachází Gil et al. (2007) ve své studii mladých hráčů ($n = 141$, věk = $17,3 \pm 2,6$ let) u útočníků.

Testování TS můžeme realizovat za pomoci celé řady diagnostických postupů. Každá z následujících metod měření má svá pozitiva i negativa, ale také limity při využití u elitních hráčů fotbalu. Pro zjišťování a hodnocení TS se nám v současné době nabízí využít například: bioimpedanční metody, hydrodensitometrie, kaliperace, pletysmografie anebo rentgenologické metody (DEXA) (Malá, Malý, Zahálka, & Bunc, 2014; Malá, Zahálka, & Malý, 2018).

2.6.2 Posturální stabilita

Fotbalové utkání i trénink vyžadují unipedální postavení při relativně širokém spektru specifických technických činností jako je střelba, přihrávka, odrazy, dopady, rychlé změny směru a další (Jadczyk et al., 2019). Paillard et al. (2006) uvádí, že stabilita oporové (stojné) nohy je pro přesnou střelbu rozhodující faktor. Dalším důvodem parametrů stability je zdravotně preventivní hledisko, kde například Söderman, Alfredson, Pietilä a Werner (2000) zkoumali posturální stabilitu u hráčů fotbalu s cílem zaznamenat snížení rizika traumatických poranění dolních končetin Hiemstra a Fowler (2001) zdůrazňují souvislosti posturální stability se změnami neuromuskulární kontroly dolních končetin a stability kloubu z důvodu únavy a častých zranění ve fotbalových utkáních.

Důkazy o důležitosti využití stability v elitním fotbale jsou neoddiskutovatelné. Bohužel dle našich informací existuje limitně malé množství studií zaměřených na komparaci úrovně stability u různých věkových skupin.

Již Paillard et al. (2006) ve své výzkumu porovnává výsledky posturální stability s otevřenýma ($t = 51,2$ s) a zavřenýma ($t = 25,6$ s) očima na jedné dolní končetině mezi dospělými fotbalovými hráči národní ($n = 15$) a regionální ($n = 15$) výkonnostní úrovně. Celková dráha centra rozložení tlaku (en. centre of foot pressure; COP) prokázala jednoznačně lepší ($p < 0,01$) průměrné výsledky u hráčů národní soutěže. Hráči národní soutěže dosáhli v testu s otevřenými očima průměrné hodnoty 301 ± 108 mm v komparaci s 491 ± 253 mm hráčů regionální soutěže. Při testování stoje se zavřenými očima dosáhli hráči národní soutěže průměrných hodnot 1969 ± 752 mm a hráči regionální soutěže až 3812 ± 2977 mm.

Vztahy mezi soutěžní úrovní věkových skupin U16–U17 a dynamickou posturální stabilitou (čas dynamické stabilizace po dopadu) se zabývala studie Pau et al. (2019), která prokázala významně ($p < 0,001$) lepší čas dynamické stabilizace u hráčů národní vs. regionální soutěže ($t = 0,887$ s vs. $1,158$ s). Jako kritickou výše uvedený autor popisuje unilaterální schopnost rychle a efektivně stabilizovat po dopadu dolní končetinu. V předešlé studii Pau et al. (2015) uvádí dynamickou posturální stabilitu po unilaterálním dopadu jako vyšší ($p < 0,001$) u profesionálních hráčů fotbalu ($n = 20$, věk = 18–34 let, $t = 0,767$ s) v komparaci s mladšími hráči ($n = 31$, věk = 14–16 let, $t = 1,188$ s). Unilaterální test stoje na dominantní (DDK) a nedominantní (NDK) dolní končetině neprokázal signifikantní rozdíl mezi sledovanými končetinami ve výzkumu Malá et al. (2017). Naopak signifikantní rozdíl ($p < 0,01$) byl zjištěn při komparaci skupin dospělých a mládežnických hráčů věkové skupiny U16 stoje na DDK a NDK dolní končetině. Dospělá skupina hráčů zaznamenala lepších průměrných časů v porovnání s mládežnickou skupinou U16 (DDK: $1324,86 \pm 261,63$ mm vs. $1580,55 \pm 322,20$

mm). Při testování 30 s trvajících bilaterální stability věkových skupin U21 a U16 byly zjištěny nevýznamné rozdíly ve výzkumu Malá et al. (2017). Již významné rozdíly ($p < 0,01$) byly poté nalezeny mezi dospělými hráči a věkovými skupinami U21 a U16 při stoje s otevřenými i zavřenými očmi. Byla hodnocena celková dráha středu tlaku. Hodnoty stability při testu s otevřenými očmi byly následující (dospělý = $208,96 \pm 26,72$ mm, U21 = $238,35 \pm 26,56$ mm, U16 = $248,60 \pm 29,09$ mm).

Posturální stabilitou a analýzou statické (otevřené a zavřené oči) a dynamické (dominantní a nedominantní dolní končetina) úrovně u elitních věkových skupin U21 a U19 se zabýval Jadczyk et al. (2019). Autoři formulují v závěrech studie zjištění o významně lepší ($p < 0,01$) posturální stabilitě hráčů elitní výkonnostní úrovně v porovnání s hráči věkové skupiny U21 a U19. Autoři vysokou úroveň posturální stability spojují s nižším rizikem zranění a efektivnějším výkonem během pohybových činností v utkání. Malá et al. (2017) ve své studii zdůrazňuje vysokou úroveň posturální stability jako kritickou při absolvování rychlých změn směru pohybu, při kterých dochází k narušení rovnováhy v důsledku externích i interních faktorů.

Pravidelná diagnostika statické i dynamické posturální stability je klíčová i z hlediska úrovně vytrvalostních předpokladů mladých hráčů. Brito et al. (2012) u věkové skupiny U19 poukazuje na významné zhoršení ($p < 0,05$) stability dominantní a nedominantní dolní končetiny po absolvování fotbalového utkání. Hráče, kteří dokážou udržet úroveň posturální stability i při zvýšené únavě můžou efektivně minimalizovat riziko zranění a udržet vyšší výkon v průběhu celých 90 minut trvání utkání.

2.6.3 Svalová síla dolních končetin (explozivní a izokinetická síla)

Fotbal klade vysoké nároky na hráčovu úroveň dynamiku s nevyhnutelně vysokými požadavky na úroveň explozivní síly dolních končetin (Arnason et al., 2004), který zjistil, že výkon při testování vertikálního výskoku souvisel s úspěšností sezony.

Komplexní a obsahově bohatý systematický přehled od Slimani & Nikolaidis (2017) se zaměřil na komparaci antropometrických a pohybových předpokladů mezi skupinami fotbalistů různého věku, hráčských funkcí a soutěžní úrovně. Analýza ukázala, že charakteristika somatotypu, procento tělesné tukové hmoty, VO_{2max} , RSA, rychlost běhu, síla a svalový výkon dolních končetin jsou statisticky nejsilnějšími indikátory a diskriminátory mezi mužskými hráči

různých výkonnostních úrovní, ale také mezi specifickými hráčskými funkcemi a hlavně věkem. Z hlediska výkonnostní úrovně, u elitních hráčů nejvíce upozorňují na indikátory vertikálního výskoku, $VO_2\text{max}$, svalové síly, rychlosti běhu na 10 a 30 m, agility schopnostmi, a hlavně nižším procentem tělesného tuku. Z hlediska věku potvrzují nárůst fyzického výkonu se zvyšujícím se věkem (Slimani & Nikolaidis, 2017). Ferreira et al. (2018) považuje svalovou sílu za esenciální komponentu elitního hráče fotbalu, kdy ve své studii zařadil komparaci parametrů vertikálního výskoku CMJ a asymetrií mezi různými skupinami výkonnostní úrovně a věku. Analýza celkem 151 hráčů ve třech věkových skupinách (U15, U17 a U21) zjistila významný rozdíl ($p < 0,01$) ve výšce výskoku CMJ mezi hráči první a druhé divize v rámci všech věkových skupin (např. U21: $43,19 \pm 10,14$ cm vs. $36,93 \pm 3,72$ cm). Starší hráči dosahovali taktéž vyššího výskoku v CMJ v rámci svých výkonnostních skupin v porovnání s mladšími hráči. Dva druhy vertikálního výskoku (SQJ a CMJ) mezi skupinami U15 ($n = 24$) a U17 ($n = 20$) sledoval Pérez-Contreras et al. (2021), aby hráče rozdělil podle hráčských funkcí. Skupina U17 dosahovala významně ($p < 0,05$) vyšší SJ ($36,9 \pm 4,0$ cm vs. $33,8 \pm 5,0$ cm), ale u CMJ se statistická významnost, navzdory lepšímu výkonu U17, neprojevila ($38,6 \pm 4,9$ cm vs. $36,8 \pm 5,0$ cm). Důležitost evaluace determinantů pohybového výkonu a komparace výsledků mezi věkovými skupinami uvádí Pérez-Contreras et al. (2021), zejména z důvodu přehledu referenčních hodnot pro každou z věkových a výkonnostních skupin, možnosti komparace a hledání talentů mezi mladými hráči. Poměrně velký vzorek mladých hráčů ($n = 362$, věk = $14,86 \pm 3,18$ let) analyzoval Romero-Caballero et al. (2021) z hlediska výkonu CMJ. Studie rozdělila skupiny podle pohlaví (muži vs. ženy), věku (dospělý, U19, U16 a U14), hráčských funkcí a výkonnostní úrovně (národní liga, regionální liga a lokální liga). Studie potvrdila, že hráči U19 nejvyšší úrovně dosahovali významně ($p < 0,05$) lepších výsledků výšky vertikálního výskoku v testu CMJ v porovnání s hráči U19 lokální soutěže ($38,78 \pm 4,51$ cm vs. $28,14 \pm 4,69$ cm). Stejný rozdíl ($p < 0,05$) byl nalezen u hráčů věkových skupin U16 a U14 mezi regionálními a lokálními hráči. Faktor věku a pohlaví prokázal významně vyšší ($p < 0,05$) výsledky u mužů a starších hráčů (dospělý muži > muži U19 > muži U16 > muži U14 dospělé ženy > ženy U19). Romero-Caballero et al. (2021) uvedeným zjištěním upozorňují na nutnost individualizace hodnocení výkonu v CMJ z hlediska pohlaví a věku, kdy lze na základě těchto referencí následně indikovat nadprůměrný nebo podprůměrný výkon a talent.

U dospělých hráčů ($n = 95$) různé výkonnostní úrovně (elitní, sub-elitní a amatérská) byl nalezen mezi výkonem ve vertikálním výskoku významný rozdíl už ve studii Cometti et al.

(2001). Elitní hráči dosahovali signifikantně vyšší výkon ($p < 0,01$) v testech CMJ a SQJ v komparaci se Sub-elitní skupinou (CMJ: $41,56 \pm 4,18$ cm vs. $39,71 \pm 5,17$ cm; SQJ: $38,48 \pm 3,80$ cm vs. $33,86 \pm 7,47$ cm), ale již ne v komparaci s Amatérskou skupinou (která dosahovala vyššího průměrného výskok než Sub-elitní skupina). Rozdíl vertikálního výskoku mezi různou výkonnostní úrovní u dospělých hráčů se zabýval Tereso et al. (2021), kdy zjistil významný rozdíl ($p < 0,01$) výkonu v CMJ mezi elitními ($n = 21$), sub-elitními ($n = 30$) a dospělými hráči ($37,74 \pm 5,55$ cm vs. $32,66 \pm 7,89$ cm). Tereso et al. (2021) evidentní rozdíly větší síly a výkonu u elitních hráčů vysvětluje vyššími nároky soutěže a tréninkového procesu u hráčů vyšší výkonnostní úrovně, ale také větší konkurencí v těchto soutěžích, která nutí hráče zlepšovat se a být lépe kondičně připraven.

Za významný faktor považujeme silovou vyváženost stejných svalových skupin dolních končetin. Kdy pomocí projevů silových schopností a výkonnosti v testu na izokinetickém dynamometru Cybex (Pincivero, Lephart, & Karunakara, 1997) porovnáváme silové předpoklady flexe a extenze kolenního kloubu, tím pádem i silovou připravenost přední a zadní strany stehen, kde by rozdíl ve výkonu neměl být vyšší než 10 %. V praxi potom existuje riziko zranění předních zkřížených vazů či menisků. V mládežnickém fotbalu se proto snažíme naučit děti techniku posilovacích cvičení, abychom od 14. roku mohli začít s cíleným silovým rozvojem (Kurz, 2003).

Systematicky vedený silový trénink fotbalisty by se měl skládat z rozvoje explozivní síly dolních končetin, krátkých opakujících se intervalů vysoké intenzity (projevy akcelerace při sprintu, změny směru pohybu nebo souboje o míč). Nadprůměrná úroveň silových schopností dolních končetin může podporovat předpoklad pro úspěšnost hráče v těchto mikro situacích a především snižovat riziko zranění (Malý, 2021) Více podařených herních situací všech 11 hráčů zvyšuje pravděpodobnost úspěšného výkonu celého družstva v utkání. Z uvedeného důvodu se od hráčů (v posledním desetiletí) standardně vyžaduje optimální úroveň izokinetické síly dolních končetin. Při posuzování úrovně izokinetické síly extenzorů a flexorů kolena je možnost vyjádření v absolutních (N.m) nebo relativních hodnotách ($N.m.kg^{-1}$). Optimální úroveň hodnot pro KF a KE popisuje Malý et al. (2021), kdy uvádí u úhlové rychlosti ($60^\circ.s^{-1}$) relativní hodnoty 2,67 – 2,98 $N.m.kg^{-1}$ pro KE a 1,59–1,75 $N.m.kg^{-1}$ pro KF u mladých elitních fotbalistů kategorie U16–U21.

Tři uvedené svaly mají za úkol podporovat lokomoci pohybu v utkání v explozivních mikro situacích. Síla vyvinutá při extenzi kolene a flexi v kyčelním kloubu při kopu do míče ovlivňuje jeho následnou rychlost letu (Psotta, 2006). Svalstvo quadricepsu bylo identifikováno

jako hlavní svalová skupina produkce síly při sprintu. Young (2006) identifikoval svalovou skupinu quadricepsů spolu s hýžďovými svaly jako dvě hlavní svalové skupiny zodpovědné za akceleraci a produkci maximální rychlosti při sprintu.

Kurz (2003) zdůrazňuje učení techniky posilování dolních končetin již okolo 14. roku, tak aby v následujícím období hráči měli základní techniky osvojené a plynule mohli navazovat speciálními cvičeními zaměřenými na cílený a plánovaný silový rozvoj, který by měl být i prevencí zranění např. předních zkřížených vazů či menisků, což právě izokinetický test za pomoci výsledných poměrů může odhalit.

V literatuře nacházíme další desítky možností a metod pro diagnostiku neboli testování silových schopností. Ebben (1998) popisuje testování pomocí dřepu a bench pressu pro určení síly dolních, respektive horních končetin. Testová hmotnost je často určena procentuálním poměrem k tělesné hmotnosti (např. maximální výkon v bench pressu přepočten na relativní sílu vzhledem k hmotnosti hráče). Během testování se lze zaměřit tedy na různé aspekty silových schopností, například na zjištění maximální síly, vytrvalostní síly, popřípadě na další parametry jako impuls nebo moment síly (Zahálka, Malý, Malá, Teplan, Gryc, Vaidova et al., 2013). Hmotnost zatížení je často brána jako procenta z tělesné hmotnosti. V případě maximální síly bereme pouze nejvyšší překonanou hmotnost. Ve fotbale volíme často silové testy s 1 – 6 opakováními (Ebben, 1998).

V elitním sportu a diagnostice se setkáváme taky s izokinetickými metodami testování. Jednou z výhod izokinetického testování je přesnost v nastavení předem vybrané konstantní rychlosti pohybu a adaptovaném odporu zatížení pro konkrétní rozsah pohybu (Iossifidou & Baltzopoulos, 1998). Testování je taktéž relativně sensitivní při detekci změn svalové síly během rehabilitačních a rekondičních programů (Baltzopoulos & Brodie, 1989). Izokinetické zařízení nám dovoluje zkoumat funkci svalu v různých úhlových rychlostech a kloubních pozicích. Takový proces je velmi flexibilní, ale nastavení zařízení může ztížit inter-individuální porovnání (Helgerud, Hoff, & Wisloff, 2002). Proto je nutné mít určité filtry při korekci a eliminaci chyb (Drouin, Valovich-mcLeod, Shultz, Gansneder, & Perrin, 2004). Několik studií (Croisier, Ganteaume, Binet, Genty, & Ferret, 2008; Dauty, Menu, Fouasson-Chailloux, Ferréol, & Dubois, 2016; Lee et al., 2018; Liporaci, Saad, Grossi, & Riberto, 2019; Malý, Ford, Sugimoto, Ižovská, Bujnovsky, Hank et al., 2021) doporučuje ověřit a identifikovat izokinetickou svalovou sílu v předsezónním testování z důvodu identifikace hráčů s rizikem následného zranění. Hodnocení maximální hodnoty silového momentu (en. Peak Torque; PT)

je jednou z nejčastěji používaných metod hodnocení svalové síly dolních končetin ve fotbale (Houweling, Head, & Hamzeh, 2009; Rahnama et al., 2005).

Identifikace hodnot svalové síly sportovců podle věku a pohlaví umožňuje porovnání hodnot jednotlivce s jeho vrstevníky. Díky normativním hodnotám lze lépe porozumět rozdílům v oblasti sportu a pohlaví (Risberg, Steffen, Nilstad, Myklebust, Kristianslund Moltubakk et al., 2018). Mota, S., Brito, Passos, Marques, Mota, J., Seabra et al. (2010) sledoval variabilitu izokinetické svalové síly dolních končetin (H:Q) a minerální denzity kostí u mládežnických fotbalistů různých věkových skupin (U15, U17 a U19). Výsledky studie prokázaly zvyšování svalové síly a denzity kostí s rostoucím věkem probandů, což naznačuje, že faktory, jako je maturace a dlouhodobě řízený fotbalový trénink, mají pozitivní vliv na úroveň silových schopností. Na druhé straně Andrade, Junqueira, Andre Barbosa De Lira, Vancini, Seffrin, Nikolaidis et al. (2021) ve svém výzkumu našel významné rozdíly svalové síly extenzorů kolena mezi věkovými skupinami U13 vs U15, ačkoli nenašel žádné rozdíly mezi U15 vs U18 u ženských fotbalových hráček. Jednou z možností jsou rozdílné fyziologické charakteristiky mezi pohlavími a dřívější zranění u dívek. Fousekis, Tsepis a Vagenas (2010) tvrdí, že existuje mírná souvislost mezi profesionálním tréninkovým věkem a složeným profilem svalové síly kolenního a hlezenního kloubu. Svalová síla se zvýšila u sportovců při tréninkovém věku (5–7 let) do středního tréninkového věku (8–10 let) a poté se stabilizovala. Proto hráči s tréninkovým věkem (8–10 let) zaznamenali ve všech měřeních mírně vyšší hodnoty v porovnání s hráči s tréninkovým věkem (více jak 11 let) s výjimkou excentrických měření kolenní flexe, které se s věkem lineárně zvýšily. Svalová síla sportovce je důležitou součástí funkční kapacity a významně přispívá k biomechanice a pohybovým výkonům dolních končetin (Kim, Lee, J. H., Ahn, Park, & Lee, D. H., 2016). Většina fotbalistů upřednostňuje nebo je nucena používat jednu konkrétní dolní končetinu při kopu do míče. Fousekis et al. (2010) uvádí, že fotbalová dovednost kopu do míče je jednoznačně jednostranná a vyžaduje asymetrické motorické vzory, které vedou k rozvoji asymetrických přizpůsobení muskuloskeletální funkce dolních končetin. Uvedené stranové preference jsou možnou příčinou asymetrií pružnosti a síly dolních končetin mezi dvěma končetinami nebo mezi nepoměrem síly svalů agonistů a antagonistů. Zwolski, Schmitt, Quatman-Yates, Thomas, Hewett a Paterno (2015) doporučují izokinetické testování jako nejlepší nástroj pro kvantifikaci asymetrie točivého momentu v dolní končetině. Početné výzkumy uvádějí (Malý et al., 2021; Risberg et al., 2018; Vargas, Motta, Peres, Vancini, Andre Barbosa De Lira, & Andrade, 2020), že hodnoty, které se liší o 10 % až 15 %, se obvykle považují za ukazatele významné asymetrie a jsou spojovány s vyšším rizikem zranění z důvodu

nerovnováhy manifestace bilaterální svalové síly. Dauty et al. (2016) zjistili, že kombinace testování předsezónních asymetrií izokinetické síly pomocí dvoustranných, ipsilaterálních a smíšených poměrů by statisticky mohla detekovat až 79% všech svalových poranění. Liporaci et al. (2019) prezentovali že bilaterální deficit (> 10 %) mezi extenzory kolen zvyšuje poškození pohybového aparátu až 16krát a poranění vazů/menisku až 28krát. Bylo také zjištěno, že BA u elitních fotbalistů negativně ovlivňovala specifické dovednosti (např. přesnost kopu) (Malý et al., 2018). Vargas et al. (2020) v mládežnickém fotbale žen prezentuje zvýšené BA > 10 % extenzorů kolen pouze ve skupině U13 ve srovnání se staršími skupinami (U15 a U17). Fousekis a kol. (2010) zase sledoval vliv profesionálního tréninkového věku na úroveň BA, a uvádí skutečnost, že hráči s delší tréninkovou zkušeností vykazovali výrazně nižší BA ve srovnání s hráči s kratším věkem profesionálního tréninku. Jednou z možností je snížená schopnost vyrovnat se s již existujícími asymetriemi v důsledku neúplného zrání kinetických a neuromuskulárních vzorců. Naopak Malý et al. (2021) nepotvrdili významný vliv věku na úroveň BA, přestože ve starších skupinách (U19 a U21) představovaly vyšší průměrné hodnoty BA v extenzorech kolen a flexorech ve srovnání s mladšími skupinami (U16 a U17). Vargas et al. (2020) upozorňuje na důležitost izokinetické diagnostiky nejen z hlediska unilaterální a bilaterální komparace, ale také z hlediska evaluace úrovně síly jako takové. Jednou z několika možností evaluace síly kolenních flexorů je cvik „*Nordic hamstring*“ na Obrázku 8 (Opar et al., 2013), při kterém dochází k excentrické svalové kontrakci. Je často využíván i jako samotné cvičení pro stimulaci excentrické svalové práce, tak důležité například pro efektivnější deceleraci na hřišti. Fundamentálně nízká úroveň silových schopností dolních končetin vzhledem k věku patří do základních faktorů, které mohou zvyšovat riziko zranění (Croiser et al., 2008).



Obrázek 8. Provedení cviku „*Nordic hamstring*“.

2.6.4 Akcelerační rychlost

Zajímavé poznatky přináší studie Deprez et al. (2015), který uvádí rychlejší průměrné časy při akceleraci na 5 m ve věkové skupině U15 v porovnání s profesionálními hráči EPL. Útočníci věkové skupině U15 zaznamenali průměrný čas při akceleraci na 5 m = 1,15 s. Maximální rychlost dosáhl hráč fotbalu průměrně na vzdálenosti 8,73 metrů, kdy se průměrné časy mládežnických reprezentantů (U16) pohybovaly okolo 1,82 s. Na polovině úseku (5 m) se časy pohybovaly v rozmezí 0,99 – 1,22 s (Bláža, 2014).

Pokud se zaměříme na zkoumání našemu výzkumu blízké věkové skupiny U17, nacházíme výzkum Lehance (2009), který u profesionálních hráčů fotbalu sice nachází rychlejší průměrné časy v porovnání se skupinou U17, ale rozdíly nebyly signifikantní. Taktéž nachází rozdílné výkony při komparaci věkové skupiny U21 a profesionálních hráčů, ale i mezi U21 a U17.

Studie Waldron & Murphy (2013) popisuje rozdíly v akceleraci na 10 m u hráčů věkové skupiny U14 různých výkonnostních úrovní (elitní a sub-elitní). Kdy elitní hráči dosahovali lepších časů v porovnání se sub-elitními hráči. Podobně závěry uvádí Cometti et al. (2001), kdy elitní hráči dosahovali lepší úrovně akcelerační rychlosti (akcelerace na 10 m) v porovnání s hráči sub-elitními a amatérskými hráči. Výsledek není v souladu s literaturou, která se zaměřila na věkové skupiny U14, U15 a U16 (Le Gall et al., 2010). Statisticky významně lepší časy při akceleraci na 10 m nacházíme ve studii zaměřené na mládežnické reprezentanty Řecka, kteří mají lepší výkonnost v porovnání se sub-elitními a rekreačními hráči fotbalu (Gissis et al., 2006). Trecroci et al. (2020), podobně jako Loturco et al. (2020), zjistil u nejmladší skupiny U15 nejhorší průměrné výsledky akcelerace na 10 m a nejlepší dosahovala skupina U18, která se významně lišila ($p < 0,01$) od U15 ($1,75 \pm 0,06$ s vs. $1,83 \pm 0,08$ s). Karahan (2016) uvádí při testování věkových skupin jasnou souvislost mezi věkem a výkonností při akceleraci na 10 a 20 m, jelikož hráči věkové skupiny U19 dosahují lepších průměrných časů v porovnání se skupinami U17 a U15. Výsledky jsou v souladu se studií Slimani et al., (2017), kteří popisují rychlejší časy při akceleraci na 10 a sprintu na 20 m u věkové skupiny U18 v porovnání se skupinami U16 a U14, ale i rychlejší časy skupiny U16 oproti U14. V následující části (Tabulky 11, 12 a 13) uvádíme rešerši výsledků rychlostních předpokladů z hlediska ontogeneze.

Tabulka 11. Rešerše výsledků testu akcelerační rychlost na 5 m z hlediska ontogeneze.

5 m lineární akcelerační rychlost (s)							
Reference	Věk (výkonnostní úroveň)	Obránce		Záložník		ST	Poznámka
		FB	CB	WM	CM		
Bajramovic et al., (2013)	U18 (juniorská soutěž)	1,10±0,70	1,12±0,60	1,09±0,70	X	1,08 ± 0,50	Sarajevo
Bujnovsky et al., (2019)	15,7 ± 0,5 (elitní)	1,13±0,06	1,10±0,05	1,13±0,07	1,13±0,08	1,16±0,06	Nejvyšší soutěž v ČR
Rebello et al., (2013)	U19 (elitní)	1,03±0,03	1,06±0,07	1,06±0,06	X	1,06 ± 0,06	Elitní hráči

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník).

Tabulka 12. Rešerše výsledků testu sprint na 10 m z hlediska ontogeneze.

10 m lineární akcelerační rychlost (s)							
Reference	Věk (výkonnostní úroveň)	Obránce		Záložník		ST	Poznámka
		FB	CB	WM	CM		
Arslanoğlu et al., (2013)	17,90 ± 0,3 (amatérská)	1,75 ± 0,14	X	1,80 ± 0,23	X	1,77 ± 0,20	probandi startovali ze vzdálenosti 1 m za startovními fotobuňkami
Bajramovic et al., (2013)	U18 (juniorská soutěž)	1,86 ± 0,90	1,88±0,80	1,87 ± 0,90	X	1,82 ± 0,10	Sarajevo
Pivovarnicek et al., (2014)	U21 (elitní)	2,25 ± 0,05	X	2,19 ± 0,09	X	2,17 ± 0,10	FiTRONIC, Bratislava, Slovensko
Sporis et al., (2011)	15,19 ± 0,32 (elitní)	1,80 ± 0,07	X	1,78 ± 0,08	X	1,76 ± 0,10	Srbský národní tým věková skupina U16
Wong et al., (2009)	U14 (nejvyšší výkonnostní úroveň)	2,09 ± 0,23	X	2,05 ± 0,14	X	2,07 ± 0,15	vybrán byl nejlepší pokus na 30 m sprint, a s ním spojený čas sprintu na 10 m

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník).

Tabulka 13. Rešerše výsledků test maximální běžecká rychlost na 20 m z hlediska ontogeneze.

20 m maximální běžecká rychlost (s)							
Reference	Věk (výkonnostní úroveň)	Obránce		Záložník		ST	Poznámka
		FB	CB	WM	CM		
Bajramovic et al., (2013)	U18 (juniorská soutěž)	3,19±0,14	3,19±0,15	3,18±0,14	X	3,10±0,12	Sarajevo
Sporis et al., (2011)	15,19±0,32 (elitní)	2,55±0,11	X	2,52±0,12	X	2,48±0,15	Srbský národní tým věková skupina U16

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník).

2.6.5 Rychlost se změnou směru pohybu

Jedním z velmi charakteristických pohybů hráče fotbalu jsou také maximální akcelerace, decelerace a následné re-akcelerace v různých směrech. Změna směru pohybu (en. change of direction; COD) je obzvlášť důležitý faktor, který je limitujícím pro samotný výkon ve fotbalovém utkání, zejména z důvodu progresivního zrychlování tempa hry a počtu pohybových aktivit ve vysoké intenzitě (Kadlubowski et al., 2019). Faude et al. (2012) kombinaci maximálního zrychlení, lineárního sprintu a následného vertikálního výskoku, rotace a rapidní změny směru pohybu přiřazuje k nejvíce frekventovaným pohybovým akcím předcházejícím gólovým situacím. Lotruco et al. (2019) zdůrazňuje u fotbalových hráčů nutnost vysoké úrovně rychlostních schopností a změny směru pohybu, jelikož k nim dochází v rozhodujících okamžicích (osobní souboje o míč, rychlé přechody z ofenzivních do defenzivních situací a naopak, příležitosti ke střelbě na bránu apod.). Vzdálenost, při které hráč musí vyvinout maximální akceleraci/deceleraci, a ne jednu změnu směru pohybu, dosahuje většinou ≤ 5 m, a z tohoto důvodu je mnoho testů pro evaluaci COD parametrů navrženo se vzdálenostmi 5 m (Bush et al., 2015b).

Věk hráčů a schopnosti COD pravděpodobně hrají velkou roli ve vývoji elitního fotbalisty, jelikož výkon ve sprintu a maximální akcelerace s motorickým učením jsou klíčové komponenty v senzitivních obdobích sportovní mládeže (Trecroci et al., 2020). Faktor věku a agility schopností pomocí modifikovaného 505 agility testu a „Y-sprint“ testu analyzoval Dugdale et al. (2020). Studie evaluovala mladé elitní hráče ($n = 86$) fotbalu nejvyšší skotské soutěže (věk = $13,6 \pm 2,0$ let, od 10,6 do 17,3 let) a v závěru studie uvádí konstatování, že v takto nízkém věku probandů neposkytovaly testy 505 agility testu dostatečně silnou výpovědní hodnotu v rozlišení nejmladších a nejstarších hráčů ve věkové skupině U14, ale testy „Y-sprint“

zaznamenaly významný negativní vztah ($p < 0,01$) mezi věkem a výkonem v testu. Podobné zjištění popisuje také Negra et al. (2017), kdy relativně nízký věk (od U8–U14) neovlivnil reliabilitu COD testu Illinois agility test, ale prokázal významné rozdíly ($p > 0,05$) mezi skupinami věku, kdy nejhorších průměrných časů dosahovala nejmladší skupina U8 (20,27 s) a hráči U14 naopak nejlepších průměrných časů (17,88 s). Poměrně nová studie Loturca, Jeffreyse, Abada, Kobala, Zanettiho, Pereira et al. (2020b) analyzuje věkové skupiny U15 ($n = 38$), U17 ($n = 53$), U20 ($n = 42$) a dospělých ($n = 49$) a vztahy mezi COD schopností a rychlostí. Výsledky ukazují poměrně vyrovnané výsledky COD schopnosti ve skupinách U15, U17 a U20 ale výrazněji horší u dospělých hráčů. Překvapivé jsou výsledky deficitu COD (poměr mezi časem zaznamenaným na stejné vzdálenosti s/bez změny směru), které ukázaly vzájemný pozitivní vztah s narůstajícím věkem. Zajímavý výsledek přinesl fakt, že lineární rychlost v testech sprintu na 10 a 20 m se s vyšším věkem zlepšoval, ale akcelerace na vzdálenost 5 m se naopak s věkem zhoršovala (nejlepší výsledky dosahovala skupina U15). Výsledky charakteristiky COD studie Loturco et al. (2020) je nutné na základě předchozí rešerše vztahovat ke konkrétnímu zvolenému testu „Zigzag COD test“. Trecroci et al. (2020) analyzoval rychlost lineárního sprintu na 10 m a pro hodnocení COD použil 505 agility test. Výsledky komparoval mezi mladými hráči fotbalu ($n = 68$) rozdělenými na čtyři věkové skupiny (U15, U16, U17 a U18). Podobně jako Malý et al. (2014), rozlišoval výsledky pro otočení na dominantní a nedominantní stranu a evaluoval tzv. index asymetrie. Nejvyšší míru asymetrie u COD ($p < 0,01$) dosahovala skupina U16, ale analýza, přes vyšší hodnoty COD času u nedominantní končetiny neukázala významný rozdíl mezi preferovanou dominantní a nedominantní stranou. Skupina U18 dosahovala obecně lepších ($p < 0,01$) výsledků COD v komparaci s nejmladší skupinou U15 ($2,23 \pm 0,07$ s vs. $2,33 \pm 0,10$ s). Dellal a Wong (2013) potvrzuje faktor věku jako závislý na výkonu v COD, kdy skupina U15 a U17 dosahovala v testech agility významně horších ($p < 0,05$) výsledků v porovnání se staršími hráči skupin U19 a Pro2 (dospělý hráči). Musíme opět upozornit, že každá ze studií využívala pro hodnocení COD schopností jiné, někdy až modifikované testovací protokoly. Ukazuje se, že u nejmladších věkových skupin převládá schopnost maximální akcelerace na krátkou vzdálenost (do 5 m), která s narůstajícím věkem přirozeně klesá, ale naopak s věkem se zvyšuje obecná síla, která od vzdálenosti 5 m hráčům pomáhá k produkci propulzních sil a setrvání v akceleraci. Je nám známo, že COD je závislá na více motorických faktorech (nejenom na samotné akceleraci), ale i na deceleraci a samotném motorickém učení otočení a reakce, které musí být tréninkem a samotným trenérem dostatečně zdůrazněné a předané správným stylem směrem k hráčům

v procesu vývoje elitního sportovce (Abdullah et al., 2017; Loturco et al., 2018; Kaplan et al., 2009).

2.6.6 Vytrvalostní schopnosti

Vytrvalostní schopnosti ovlivňují v rámci fotbalového tréninku rozvoj ostatních pohybových schopností, stejně tak rozvoj herních dovedností (Psotta, 2006). V případě, že dosahuje hráč vysoké úrovně vytrvalostních schopností, je schopen bez výrazných poklesů intenzity udržet střídavý pohybový výkon po celou dobu trvání utkání. S tím souvisí udržení procesů vnímání a rozhodování během herních situací, především pak je schopen celých 90 minut předvádět kvalitní technické provedení individuálních herních činností jednotlivce.

Chuman a Hoskikawy et al. (2011) prováděla testování YYIR1 a YYIR2 u fotbalistů věkové skupiny U13 a U17. Věková skupina U17 dosáhla lepších výsledků v YYIR a YYIR2 v komparaci s věkovou skupinou U13 (2365 a 843 m vs. 1963 a 550 m). Wong et al. (2011) se zaměřil při testování Yo-Yo intermitentního vytrvalostního testu (YYIE) u mladých fotbalových hráčů skupiny U14 na zjišťování úrovně aerobní kapacity $VO_2\max$. Autor nachází korelaci mezi výsledky YYIE a $VO_2\max$ ($r = 0,63$). Bylo zjištěno, že hráči s nejlepším výkonem v YYIE dosahují také značně vyšších hodnot $VO_2\max$. V kontrastu s výše uvedenými závěry je studie Rebelo et al. (2014), který při analýze externího a interního zatížení během utkání (TDC, Z6 distance = $>25,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, HR_{AVG}) nenachází žádnou korelaci ($r = -0,13-0,25$; $p < 0,05$) s vyššími hodnotami $VO_2\max$. Vyšší hodnoty $VO_2\max$ umožňují podle Jones et al. (2013) efektivnější zotavení z opakovaných vysoce-intenzivních běžeckých úseků. Žádná signifikantní korelace nebyla nalezena mezi výkonem v YYIR2 a hodnotou $VO_2\max$ u profesionálních elitních fotbalistů (Ingebrigtsen et al., 2012).

Úspěšností na základě ontogeneze se v domácích podmínkách zabýval Teplan, Malý, Hráský, Zahálka, Kaplan, Malá et al. (2012), který ve věkové skupině U17 zjistil průměrnou hodnotu $VO_2\max$ u fotbalových hráčů prvního týmu tabulky ($52,7 \pm 3 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$) nejvyšší dorostenecké soutěže, v komparaci s posledním týmem tabulky ($48,9 \pm 3 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$). Apor (1988) při analýze $VO_2\max$ u mládežnických reprezentantů Maďarska věkových skupin U18 a U21 uvádí průměrné hodnoty 73,9 vs. 64,3 $\text{ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$. Naopak u profesionálních dospělých hráčů fotbalu nejvyšší dánské soutěže byla zjištěna průměrná hodnota $VO_2\max$ 60,4 $\text{ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Bangsbo, 1994). Různé hodnoty $VO_2\max$ lze nalézt i při rozdělení hráčů na jednotlivé herní funkce. Ve výzkumech Bangsbo (2014) a Strøyer et al. (2004) elitních

dospělých a mládežnických hráčů (U14) nacházíme vyšší hodnoty $VO_2\max$ u záložníků a útočníků v komparaci s obránci (65 vs. 58 $\text{ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$). Bujnovsky (2019) při pohybové intervenci malých (SSG), středních (MSG) velkých (LSG) forem fotbalu mládežnických fotbalistů věkových skupin U16 a U17 dospěl ke zlepšení parametru $VO_2\max$. V pre-testech dosahovali hráči výsledků v rozmezí od $54,5 \pm 2,13$ do $55,99 \pm 3,4$ $\text{ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$, aby autor při post-testu zjistil signifikantní zlepšení u skupin U16 a U17 až na průměrnou hodnotu $59,9 \pm 4,25$ $\text{ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$. Reilly et al. (2000) v uvedené věkové skupiny elitních hráčů uvádí průměrné hodnoty 55 – 59 $\text{ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$. Stolen et al. (2005) tvrdí, že mládežniční hráči dosahují obecně nižších hodnot $VO_2\max$ v porovnání s hráči dospělými (< 60 $\text{ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$). Mezi dospělými hráči fotbalu nacházíme širší rozpětí průměrných hodnot $VO_2\max$ 50 – 70 $\text{ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Clemente, 2016).



Obrázek 9. Testování YYIR1 elitních mládežnických hráčů.

Tabulka 14. Rešerše vytrvalostního testu YYIR1 z hlediska ontogeneze.

YYIR1 (m)							
Reference	Věk (výkonnostní úroveň)	Obránce		Záložník		ST	Poznámka
		FB	CB	WM	CM		
Markovic (2011)	U13–U19	1375±505	1213±407	1504±492	1539± 672	1472±526	chorvatská nejvyšší fotbalová soutěž
Myftiu (2019)	15,8 ±0,4	1263±134	X	1351±291	X	1230±322	Juniorská nejvyšší soutěž Severní Makedonie
Rago et al., (2017)	U19	1587±121	1587±121	1435±217	1435±217	1457±160	Elitní U-19 fotbalový hráči
Wong et al., (2009)	U14	1932±740	X	2283±780	X	1971±935	Yo-Yo intermitentní vytrvalostní běh (počáteční rychlost 8 km.h ⁻¹)

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník), YYIR1 (Yo-Yo intermitentní zotavovací test úrovně 1).

Tabulka 15. Rešerše vytrvalostního testu YYIR2 z hlediska ontogeneze.

YYIR2 (m)							
Reference	Věk (výkonnostní úroveň)	Obránce		Záložník		ST	Poznámka
		FB	CB	WM	CM		
Bradley et al., (2011)	UK U19	2200 ± 313	2143 ± 203	2520 ± 546	2638 ± 331	2176 ± 444	Yo–Yo intermitentní vytrvalostní test úroveň 2 (začátek na rychlosti 11,5 km.h ⁻¹)
Rebelo et al., (2013)	U19	1433 ± 546	1354 ± 331	1464 ± 392	X	1328 ± 415	Yo–Yo intermitentní vytrvalostní test úroveň 2 (začátek na rychlosti 11,5 km.h ⁻¹)

Legenda: FB (krajní obránce), CB (střední obránce), WM (krajní záložník), CM (střední záložník), ST (útočník), YYIR2 (Yo-Yo intermitentní zotavovací test úrovně 2).

2.7 Shrnutí dosavadních poznatků

V posledních letech evidujeme nesmírný nárůst složitosti a prediktivní síly KPI, kdy několik autorů zdůrazňuje přímou souvislost mezi KPI a výkonem hráčů v utkání (Kempe et al., 2016; Perl & Memmert, 2017; Yang et al., 2018). Avšak stále evidujeme mezery při přenosu

a využití znalostí do praxe (Mackenzie & Cushion, 2013). Stále často trenéři vybírají KPI pouze na základě své trenérské filozofie a instinktu, více než na základě vědecké literatury (Wright et al., 2012). Dalším vysvětlením může být, že trenéři upřednostňují kvalitativní metody, jako jsou subjektivní zprávy o průzkumu (např. Video analýza), před kvantitativními přístupy (Nelson a Groom, 2012). Na rozdíl od výše uvedených skutečností došlo v posledních letech k exponenciálnímu nárůstu lidského kapitálu investovaného do výzkumu a analytiky fotbalu (Goes et al., 2020; Rein & Memmert, 2016). Taková informace naznačuje vyšší ocenění a implementaci KPI do tréninkového procesu fotbalových hráčů. V literatuře však nenacházíme studii, která by se snažila zacelit mezeru při propojení výzkumu a praxe s cílem implementace KPI, které používají fotbalisté elitní úrovně každý den v tréninkovém procesu.

Analýza výkonu, reliability testu a vztahu k výkonnostním a věkovým spinám nám poskytuje informace, o vhodnosti konkrétní test modifikovat pro jednotlivé výkonnostní a věkové skupiny, s cílem především určit normy výkonu. Na základě norem a průměrů testovaných skupin jsme schopni následně evaluovat jedince s nadprůměrnými a podprůměrnými výsledky.

Na základě dosavadního přehledu literatury a zjištěných poznatků se tedy ptáme na výzkumnou otázku. Vyskytují se mezi úspěšnými a méně úspěšnými mladými hráči do 21 let signifikantně ($p < 0,05$) odlišné rozdíly v parametrech (determinantech) pohybového výkonu zjištěných pomocí laboratorní a terénní diagnostiky? Dále nás bude zajímat, do jaké míry se liší tyto jednotlivé parametry napříč jednotlivými věkovými skupinami do 21 let.

3. Cíl, hypotézy a úkoly výzkumu

3.1 Cíl výzkumu

Primárním cílem projektu je evaluace a komparace výsledků vybraných pohybových determinantů mezi třemi výkonnostními a pěti věkovými skupinami mladých hráčů fotbalu do 21 let. **Sekundárním cílem** projektu je identifikace klíčových indikátorů fyzické připravenosti mladých hráčů fotbalu různé výkonnosti se zaměřením objektivizovat a determinovat předpoklady spojené s dosažením nejvyšší sportovní úrovně.

3.2 Hypotézy výzkumu

H1: Hráči nejvyšší výkonnostní úrovně (Elitní) dosahují signifikantně ($p < 0,05$) vyšší rychlost běžecké akcelerace na vzdálenost 5, 10 a 20 m v komparaci s hráči nižší výkonnostní úrovně (Sub-elitní a Amatéri).

H2: Hráči s nejnižší výkonnostní úrovní (Amatéri) dosahují signifikantně ($p < 0,05$) horší výsledky ve vytrvalostních parametrech terénní (YYIR1 a YYIR2) a laboratorní diagnostiky (VO_2max) v komparaci s hráči nejvyšší výkonnostní úrovně (Elitní).

H3: Hráči výkonnostní úrovně (Elitní) dosahují signifikantně ($p < 0,05$) vyšších hodnot parametrů svalové síly kolenních flexorů a extenzorů, spolu s menšími ($p < 0,05$) svalovými asymetriemi poměru H:Q, H:H a Q:Q v komparaci s nižšími výkonnostními skupinami (Sub-elitní a Amatéri).

H4: Věkově chronologicky starší hráči (U19 a U21) dosahují signifikantně ($p < 0,05$) lepších výsledků ve vytrvalostních parametrech laboratorní diagnostiky (VO_2max) a parametrech maximální izokinetické síly v komparaci s mladšími hráči (U16 a U17).

3.3 Úkoly výzkumu

- a) Výběr a stanovení hlavního tématu disertační práce, který je možné objektivně vyhodnotit v rámci výzkumného zaměření Laboratoře sportovní motoriky.
- b) Hledání a výběr odpovídající odborné literatury pro zpracování a řešení daného tématu diagnostiky fyzické připravenosti v elitním fotbale.
- c) Stanovení vědecké otázky disertační práce.
- d) Stanovení cílů a hypotéz disertační práce.
- e) Sběr dat laboratorní a terénní diagnostiky v periodě 2017–2021.
- f) Výběr zkoumaného souboru pro realizaci cílů disertační práce.
- g) Výběr parametrů laboratorní a terénní diagnostiky pro evaluaci a komparaci v rámci zkoumaného souboru.
- h) Rafinace a tabelizace výzkumných údajů.
- i) Aplikace statistických postupů pro zpracování dat.
- j) Evaluace a komparace zjištěných výsledků.
- k) Identifikace a determinace klíčových indikátorů fyzické připravenosti spojených s předpokladem dosažení vysoké výkonnosti.
- l) Formulace výsledků a závěrů disertační práce.

4. Metodika výzkumu

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Základní soubor tvořilo celkem 897 hráčů ve věku od 15 do 21 let, kteří prošli laboratorním a terénním testováním v předešlé periodě (2017–2021). Po rafinaci kritérií a randomizaci bylo do této studie zahrnuto 157 elitních fotbalistů, kdy bylo podmínkou minimálně 2 roky trvající sledování (hráč absolvoval min. dvě kompletní terénní a laboratorní testování).

Hráči byli primárně rozděleni do jednotlivých věkových skupin:

1. skupina – **U21** (n = 33).
2. skupina – **U19** (n = 32).
3. skupina – **U18** (n = 44).
4. skupina – **U17** (n = 23).
5. skupina – **U16** (n = 25).

Sekundárně byli hráči rozděleni podle výkonnostní úrovně do třech skupin:

1. **Elitní skupina** (n = 60) – hráč ligového týmu s minimálně 15 starty v nejvyšší soutěži, popřípadě starty za národní tým (nejvyšší výkonnostní úroveň).
2. **Sub-elitní skupina** (n = 52) – hráč týmu hrající druhou nejvyšší domácí soutěž (člen základní sestavy s minimálně 15 starty v druhé nejvyšší soutěži).
3. **Amatérská skupina** (n = 45) – jiný (nejnižší výkonnostní úroveň, 3. nejvyšší soutěž a níže).

V naší studii definujeme úspěšného hráče jako jedince, který dosáhl profesionální úrovně (minimálně 15 startů v utkání) nejvyšší soutěže v České republice mezi roky 2017–2021, popřípadě hrál v jedné z nejvyšších evropských soutěží (1. a 2. liga, Liga mistrů, Evropská liga). Všichni hráči, kteří nastoupili minimálně v jednom mezinárodním utkání mezi sezonami 2017/2018–2020/21, byli zařazeni do výběru podle oficiální internetové stránky *www.transfermarkt.de* (aktualizace červenec 2021). Pro zachování konzistence a validity

testování jsme soupisky národních týmů věkových skupin U16–U21, stejně tak A týmu, stáhli z internetové stránky *www.fotbal.cz* (v potaz jsme brali datum narození, relativní věk, počet startů za národní tým dané věkové skupiny).

4.2 Organizace výzkumu

Vždy jednou ročně probíhalo laboratorní testování a jednou ročně terénní testování, vždy v rámci příslušné věkové skupiny (U16, U17, U18, U19 a U21). Laboratorní testování jsme prováděli v Laboratoři sportovní motoriky (LSM) pomocí vybraných testů, které charakterizujeme níže v kapitole s názvem „Laboratorní testování“. Terénní testování absolvovali hráči vždy ve sportovním centru mládeže dané fotbalové organizace. Všechna terénní i laboratorní testování byla provedena pod dohledem pracovníků z LSM, ve stejnou denní dobu (dopoledne v 10.00, nebo odpoledne v 15.00). Terénní testování pro dodržení stejných podmínek jsme prováděli na povrchu s umělou trávou vždy na začátku letního přípravného období. Terénní testování mělo minimální povolenou teplotu 10 °C z důvodu objektivizace naměřených dat. Laboratorní testování probíhalo vždy na úvod zimní přípravy (první týden zimního přípravného období, kdy se hráči scházeli po pauze mezi podzimní a jarní částí sezony). Hráče jsme začali sledovat na podzim roku 2017 a projekt sledování pokračoval až do července roku 2021. Abychom mohli realizovat testování, měli jsme souhlas Etické komise UK FTVS (příloha č. 1) v souladu s Helsinskou deklarací. Pro testování hráčů mladších 18 let jsme sbírali podepsaný informovaný souhlas zákonného zástupce.

4.3 Metody získávání výzkumných údajů

Využili jsme dvě základní formy testování:

1. **laboratorní testování,**
2. **terénní testování.**

Laboratorní testování se vyznačuje méně specifickými podmínkami samotného pohybu a výrazně kontrolovanými podmínkami samotného testování. Relativně stabilní podmínky testovaného prostřední a metod by nám měly nabízet vyšší reliabilitu sběru dat, ale většinou je limitní pro testování pouze jednoho subjektu v rámci jedné metodiky. Využívají se

technologie a metody, které jsou v přirozených podmínkách terénu složitě proveditelné a mnohokrát ekonomicky náročné.

Terénní testování nám na druhou stranu přináší více přirozené podmínky pro specifický pohyb a možnost využití velkých prostorů pro volnější pohyb a náběr dat více subjektů ve stejný čas. Proměnlivost vnějších podmínek počasí, povrchu a světla nám mohou značně ovlivnit opakovatelnost a přesnost testování.

4.3.1 Laboratorní testy

Protokol laboratorní diagnostiky obsahoval celkem 5 stanovišť se standardní návazností jednotlivých metodik. Testování probíhalo v následujícím pořadí:

1. Diagnostika antropometrie a tělesného složení.
2. Diagnostika posturální stability.
3. Diagnostika izokinetické svalové síly dolních končetin.
4. Diagnostika vertikálních výskoků.
5. Diagnostika aerobní vytrvalosti.

4.3.1.1 Hodnocení základní antropometrie a tělesného složení

Analýze antropometrie a tělesného složení předcházely zápis základních údajů o probandovi do elektronické databáze, do které byly zaznamenány výsledky jednotlivých metodik. Probandi (a realizační tým) byli vždy před protokolem laboratorní diagnostiky kontaktováni v dostatečném předstihu, aby 24 hodin před měřením nevykonávali náročnou vysoce intenzivní fyzickou aktivitu a v den měření se dostavili optimálně hydratovaní a lehce nasnídaní. V rámci hodnocení základní antropometrie byla evaluována tělesná výška pomocí stadiometru Seca 220 (SECA220, Vogel & Halke, Hamburg, Německo). Proband byl instruován, aby se bez obuvi postavil zády a těsně k stadiometru stojem spojným a mohl být proveden záznam jeho tělesné výšky vzhledem k stupnici v cm. Následně byli probandi instruováni, aby si pomocí laboratorních dezinfekčních prostředků očistili dlaně a plosky nohou pro odstranění nežádoucí vrstvy potu, aby signál bioimpedance mohl dosáhnout optimální funkcionality. Pro analýzu v pozorovaných skupinách jsme využili bioelektrickou bioimpedanční analýzu (Tanita, MC980, Tanita Corp., Tokyo, Japan) (Obrázek 10). Sledována

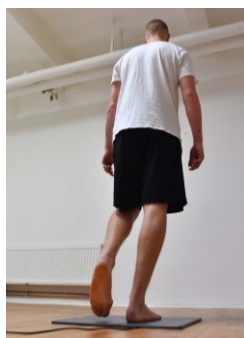
byla celková tělesná hmotnost, absolutní hodnota aktivní tělesné hmoty (en. fat free mass; FFM), segmentální rozložení svalové hmoty a procentuální zastoupení tuku (en. fat mass; FM) (Malá et al., 2014). Bioelektrická impedance je platnou a standardizovanou metodou pro odhad zastoupení vody v končetinách nebo objemu svalů a může být použita k posouzení segmentové distribuce svalů, a tedy morfologické asymetrie (Karelis et al., 2013).



Obrázek 10. Hodnocení tělesného složení bioelektrickou bioimpedanční analýzou (Tanita, MC980).

4.3.1.2 Testování posturální stability

Metodika hodnocení posturální stability byla realizována podle Kapteyn et al. (1983) a Zahálka et al. (2014). Probandi byli instruováni, aby na tlakové plošině zaujali vzpřímenou pozici stoje spojného, s pažemi volně podél těla, přičemž nesmělo docházet ke kontaktu chodidel nebo kolen. Následně bylo věnováno 10 sekund ke stabilizaci postoje a také instrukci pro zaměření pohledu probanda přímo a rovně vpřed na statický černý bod (nálepka v individuální výšce úrovně očí pro každého probanda) s průměrem 3,5 cm, který byl vzdálený na stěně ve vzdálenosti 2 m. Zařadili jsme testy v pořadí bilaterální úzký stoj s otevřenými očima (US-OO), a stejně tak bez zrakové kontroly (US-ZO), které byly prováděny celkem 30 s. Dále probandi postoupili test unilaterální „flamingo“ stoj na pravé a levé dolní končetině (FL-P a FL-L), který byl prováděn 1 minutu pro každou končetinu (Obrázek 11). Na začátku měření každého protokolu byla probandovi slovně sdělena instrukce „připravíme se na měření“ a „měříme teď“. Na konci měřeného protokolu byla sdělena probandovi instrukce „konec měření“. Následně byl proband instruován pro změnu pozice. Pro vyhodnocení jednotlivých testů posturální stability jsme použili parametr celkové dráhy v milimetrech (en. Total Traveled Way; TTW) centra tlakového působení (en. Centre of Pressure; COP).



Obrázek 11. Hodnocení posturální stability.

4.3.1.3 Izokinetický profil svalové síly extenzorů a flexorů kolena

Pro testování silových schopností dolních končetin byl využit izokinetický dynamometr (Cybex NORM®, Humac, CA, USA) (Obrázek 12). Před každým protokolem byla vykonána standardizovaná rozcvička, která obsahovala: 5 min na bicyklovém ergometru na úrovni $1,5 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$, dynamické protažení dolních končetin v délce trvání 3 min, 2 série 10 opakování dřepu s vlastní hmotností, 2 série 8 výpadů vpřed s vlastní hmotností a 2 série 10 opakování mostů s vlastní hmotností na nestabilní pomůcce (BOSU). Doba odpočinku byla mezi všemi sériemi 30 sekund. Následně byli probandovi za pomoci odborného personálu individuálně nastaveny pozice křesla, délky otočného ramena izokinetického dynamometru vzhledem k fixaci distální části otočného ramena v oblasti kotníku, a také rozsahu pohybu (90° flexe v kolením kloubu) vzhledem k antropometrickým charakteristikám. Osa otáčení ramena elektromagnetického motoru dynamometru byla vedena laterálním epikondylem femuru. Proband byl na křesle fixován popruhem kolem stehna testované dolní končetiny a popruhy pro minimalizování pohybu trupu. Pro hodnocení indikátorů svalové síly jsme testovali moment svalové síly extenzorů a flexorů kolena při koncentrické svalové kontrakci ve třech úhlových rychlostech pohybu (60° , 180° a $300^\circ\cdot\text{s}^{-1}$) na dominantní a nedominantní končetině (Malý et al., 2016). Standardní protokol obsahoval vždy 5 submaximálních opakování v úhlové rychlosti $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$. Následně byl proveden test dvou opakování kolenní flexe a extenze v úhlové rychlosti $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ s dobou odpočinku 1 minuta po vykonání testu. Druhý test obsahoval dvě opakování flexe a extenze v úhlové rychlosti $180^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ s dobou odpočinku 30 sekund. Třetí test obsahoval dvě opakování flexe a extenze v úhlové rychlosti $300^\circ\cdot\text{s}^{-1}$. Primárně si subjekt dobrovolně zvolil, kterou dolní končetinou začne testovací proces. Následně byl celý protokol proveden pro druhou končetinu. Ve výsledkové části jsme zaznamenávali výkony v absolutních

hodnotách momentu svalové síly (Nm) v rámci vrcholu dosaženého točivého momentu (en. Peak Torque; PT) v nejšíim dosaženém pokusu. Testovali jsme také bilaterální silové asymetrie mezi dominantní a nedominantní končetinou (H:H, Q:Q) a unilaterální silové asymetrie mezi hamstringy a quadricepsy (H:Q poměr). Dominance dolní končetiny byla určena na základě preference při kopu do míče.



Obrázek 12. Hodnocení svalového profilu extenzorů a flexorů kolene.

4.3.1.4 Testování explozivní síly dolních končetin

Vertikální výskok prováděný v laboratorních podmínkách je jedním z funkčních testů určujících úroveň explozivní síly. Používá se zejména pro měření výkonu dolních končetin. Pro měření explozivní síly dolních končetin byly využity celkem tři typy vertikálních výskoků: výskok z podřepu (squat jump – SQJ), výskok bez pomoci horních končetin (countermovement jump – CMJ) (Obrázek 13) a výskok s pomocí horních končetin (countermovement jump with free arms – CMJ-FA) (Zahálka et al., 2016). Pro evaluaci inverzní dynamiky a bilaterálního silového působení dolních končetin vůči podložce byly využity silové desky značky KISTLER (Kistler Instrument AG, Švýcarsko) s frekvencí záznamu 1000 Hz a dobou snímání 4 sekundy. Pro hodnocení výšky vertikálního výskoku byl použit standardizovaný přístroj OptoJump Next (OptojumpNext, Microgate, Bolzano, Italy). Primárně před testováním výskoku byla provedena kalibrace měřících silových desek vzhledem k tělesné hmotnosti probanda. Proband byl instruován k nástupu na desky a k setrvání v statické pozici do pokynu pro vykonání maximálního vertikálního výskoku. Standardní protokol obsahoval vždy 3 maximální pokusy pro každý typ výskoku. Prvním typem výskoku byl CMJ-FA, druhým v pořadí byl výskok CMJ a třetím typem výskoku byl SQJ. Proband měl vždy k dispozici dobu odpočinku minimálně 10 s mezi jednotlivými skoky. V naší práci byl v rámci probandů a skupin hodnocen nejlepší výkon vzhledem k maximální dosažené výšce (cm) pro každý typ výskoku.



Obrázek 13. Testování explozivní síly dolních končetin.

4.3.1.5 Hodnocení aerobních předpokladů pomocí funkčního zátěžového testu na běžecím ergometru

Pro posouzení úrovně aerobní kapacity organismu byl vybrán laboratorní typ testu, skládající se ze submaximální a maximální části (Hollman, 1985).

Kardiorespirační-funkční-parametry byly stanovovány pomocí otevřeného systému diagnostickým zařízením Cortex Metalyzer 3B (Cortex Biophysik, Leipzig, Germany), varianta breath-by-breath, s modulem pro měření srdeční frekvence (Obrázek 14). Procento O_2 bylo měřeno pomocí paramagnetického čidla, koncentrace CO_2 ve vydechaném vzduchu infračerveným analyzátozem, plicní ventilace turbínkou (Haugen et al., 2013). Jako výstupní funkční parametr jsme vybrali hodnotu maximální spotřeby kyslíku VO_{2max} ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$).

Funkční zátěžový test začínal sub-maximálním rozcvičením a pokračoval až do maximálního (test do vyčerpání) zatížení. Rozcvičení se skládalo z běhu 2 minuty na rychlosti $11 km \cdot h^{-1}$, následovaly 2 minuty na rychlosti $13 km \cdot h^{-1}$ do ustálení tepové frekvence. Následně měli probandi 2 minuty odpočinek před vlastním započítáním běžecího testu. Test začínal na rychlosti $13 km \cdot h^{-1}$ se sklonem 5 % a každou minutu se rychlost zvyšovala o $1 km \cdot h^{-1}$ až do maximálního vyčerpání probanda. Během testu byla každému probandovi monitorována srdeční frekvence za pomoci hrudního pásu Polar® H7 Bluetooth 4.0 (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Výsledky byly zapisovány do elektronického systému

MS Excel každých 20 sekund a počítal se poslední zaznamenaný čas před vyčerpáním probanda.



Obrázek 14. Funkční zátěžový test na běžeckém ergometru.

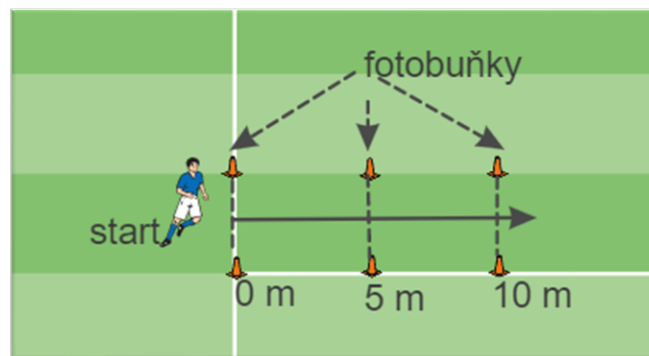
4.3.2 Terénní testování

Probandi absolvovali terénní testy zaměřené na zjišťování úrovně akcelerační rychlosti, maximální rychlosti, rychlé změny směru a vytrvalosti přesně v uvedeném pořadí. Na každý z testů měli probandi kromě vytrvalostního testu celkem 2 pokusy, kdy znovu kromě vytrvalostního testu začínali na vlastní uvážení. Pro analýzu se počítal vždy pouze nejlepší dosažený čas. Testování předcházelo standartní rozcvičení v délce trvání 15 minut vedené jedním z přítomných trenérů a skládalo se z: jogging (4 min), statický strečink (2 min), dynamický strečink (2 min), základní atletické běžecké cvičení (3 min) a 4x30 m běh stupňovanou rychlostí (4 min).

4.3.2.1 Akcelerační běžecká rychlost

Pro hodnocení běžecké akcelerační rychlosti jsme zvolili test akcelerace na 5 a 10 m (Obrázek 15), který posuzuje úroveň akcelerační rychlosti, kdy proband startuje z polovysokého startu na vlastní uvážení, bez startovního signálu. Čas měření zaznamenávaly fotobuňky (Brower Timing System, Salt Lake City, USA) na začátku a na konci běžeckého

úseku s přesností na 0,01 s. Proband byl před vlastním započítáním testu v označené vzdálenosti 30 cm od prvního páru fotobuněk pro minimalizaci předčasného spuštění měření. Snahou probanda bylo dosáhnout maximální rychlosti na konci měřeného úseku. Hráčům byl k analýze přidělen pouze rychlejší z dvou pokusů. Mezi dvěma pokusy měl proband 5 minut odpočinek a čas na přípravu před druhým pokusem. Uvedené testy jsou standardizované a používané pro zjišťování akcelerační běžecké rychlosti fotbalových hráčů (Cometti et al., 2001; Little & Williams, 2005; Sporis et al., 2009).



Obrázek 15. Schéma testování akcelerace na 5 a 10 m.

4.3.2.2 Test maximální běžecké rychlosti

Obrázek 16 uvádí nákres sprintu na 20 m letmo zjišťující předpoklad maximální běžecké rychlosti (Little & Williams, 2005; Malý et al., 2014b). Proband startoval z polovysokého startu na vlastní uvážení, bez startovního signálu s náběhovým územím 20 metrů. Časy měření byly zaznamenány fotobuněkami (Brower Timing System, Salt Lake City, USA) na začátku a na konci běžeckého úseku (20 m) s přesností na 0,01 s. Probandům byl k analýze přidělen pouze rychlejší z dvou pokusů. Mezi jednotlivými pokusy měl proband vždy 5 minut odpočinek

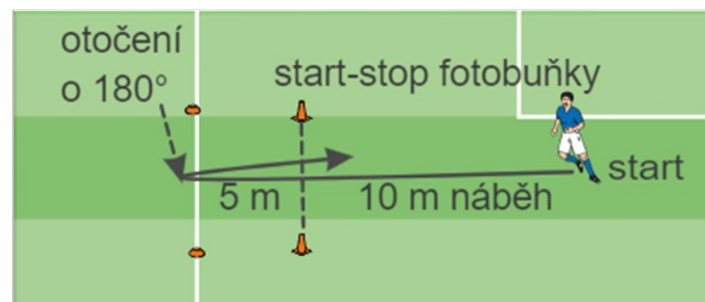
a čas na přípravu před druhým pokusem. Reliabilita uvedeného testu u dospělých hráčů byla $ICC = 0,93$ (Mirkov et al., 2008).



Obrázek 16. Schéma testování maximální běžecké rychlosti na 20 metrů letmo.

4.3.2.3 Hodnocení agility – jednorázová rychlost změny směru

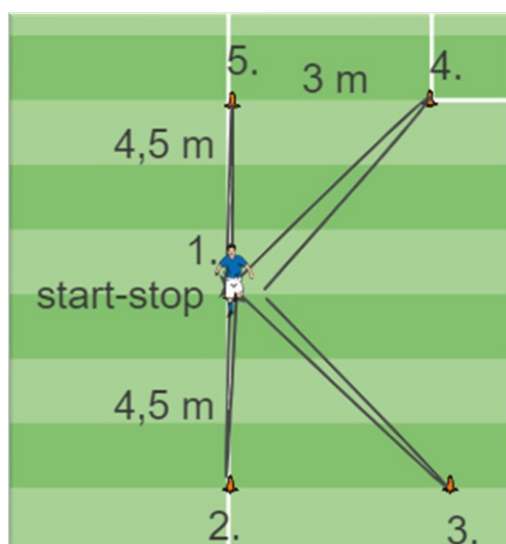
Pro hodnocení rychlosti změny směru jsme vybrali agility 505 test, kterým jsme zjistili úroveň schopnosti akcelerace a decelerace běžeckého pohybu na 5 m úseku po náběhu 10 m (Draper & Lancaster, 1985; Ellis et al., 2000) (Obrázek 17). Probandi znovu startovali na vlastní uvážení. Hráč absolvoval 4 pokusy s pauzou 2 minuty mezi každým z opakování. Začínalo se dvěma pokusy s otočením za levou dolní končetinou (A505L – Agility 505 test levá dolní končetina). Následně byly provedeny další dva pokusy s otočením za pravou dolní končetinou (A505P – Agility 505 test pravá dolní končetina). U všech běhů byl kladen důraz na celé chodidlo obou dolních končetin dokračující za vyznačenou čáru, která byla hraničním značením testové dráhy a prostoru za kterým musel proband vykonat změnu směru pohybu o 180° . Pokud se tak nestalo, a proband neměl kontakt oběma chodidly za vyznačený prostor, pokus byl neplatný. Časy měření byly zaznamenány fotobuňkami (Brower Timing System, Salt Lake City, USA). Časy byly zapisovány s přesností na 0,01 s. Reliabilita uvedeného testu byla stanovena u mladých elitních portugalských hráčů $ICC = 0,90$ (Alves et al., 2010).



Obrázek 17. Schéma agility 505 testu.

4.3.2.4 Hodnocení agility – opakovaná rychlost změny směru

Dalším testem zjišťujícím úroveň agility a změny směru byl tzv. K-test, kdy probandí běželi k položeným kuželům ve výšce 30 cm, které byly rozmístěny ve tvaru písmene K (Obrázek 18). Každý z probandů měl v rámci provedení testu dva pokusy, abychom ten nejlepší započítali do našeho měření. Bujnovský, Malý, Ford, Sugimoto, Kunzmann, Hank et al. (2019b) popsali K-test jako vhodný pro testování mladých atletů a úroveň jejich agility schopností. Proband zahájil test z polovysokého startu dotykem kužele číslo 1, aby postupně běžel vzestupně k číslům 2, 3, 4 a 5. Vždy po každém dotyku kužele se proband vracel k číslu 1, kterého se taktéž musel vždy dotknout. Pokud se nedotknul, pokus byl brán za neplatný. Výsledný čas byl měřen za pomoci elektronického zařízení (stopky) spojeného s elektronickým čidlem na vrcholu každého z kuželů.



Obrázek 18. Schéma agility testu K-test.

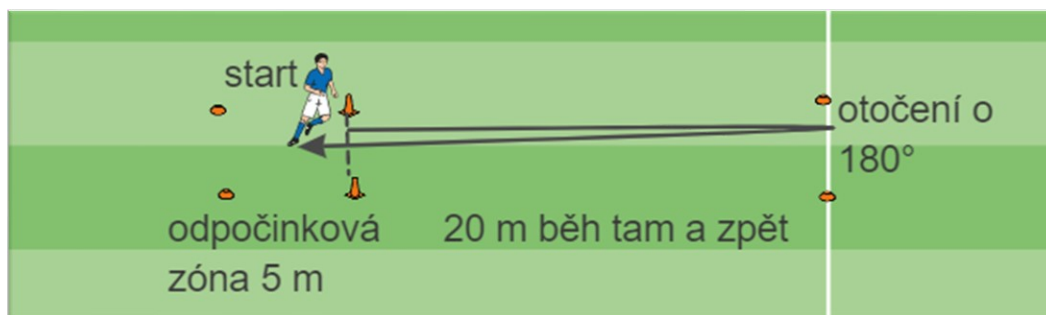
4.3.2.5 Hodnocení aerobní a anaerobní běžecké vytrvalosti

Hodnocení aerobní, resp. anaerobní běžecké vytrvalosti, proběhlo pomocí Yo-Yo intermitentního zotavovacího testu úrovně 1 (YYIR1) pro hodnocení aerobních předpokladů, resp. Yo-Yo intermitentního testu úrovně 2 (YYIR2) pro hodnocení anaerobních předpokladů (Obrázek 19).

YYIR 1 a 2 probíhal na předem připraveném 20 m dlouhém úseku, kdy proband běžel tam a zpět ze startovní čáry, vždy po akustickém upozornění přehrávaném z CD přehrávače a připravené audio nahrávky s přesně standardizovanými intervaly mezi jednotlivými

zrychleními (Bangsbo & Mohr, 2012; Krusturp et al., 2003). Každý akustický signál znamenal jiné povely (připravit se, start, běh zpět, konec úseku). Na všechny povely proband reagoval zastavením, započítáním či zastavením činnosti běhu.

Test jsme prováděli na 2 m široké a 20 m dlouhé běžecké dráze, kterou měl každý proband připravenou pouze pro sebe (dráha vyznačena kužely). Poslední kužel se nacházel 5 m za startovní čarou, která označovala zotavovací území pro částečné vydýchání a chůzi po předešlém úseku. Pokud se probandovi nepodařilo dvakrát za sebou doběhnout v předem oznámeném akustickém intervalu, byl z běhu vyřazen a dále v měření nepokračoval. YYIR1 a YYIR2 se od sebe liší specifícností pro věkové skupiny (Ingebrigtsen, 2012).



Obrázek 19. Schéma průběhu vytrvalostního testu YYIR1 a 2.

4.4 Metody zpracování výzkumných údajů

Pro deskriptivní statistické zpracování dat byly použity aritmetický průměr a směrodatná odchylka, resp. standardní chybu průměru (míra variability). Pro ověření předpokladu distribuce (normality) dat byl použit Shapiro-Wilkův test. Pro komparaci průměrných hodnot věkových a výkonnostních skupin (faktor 1 – věk, faktor 2 – výkon) byla použita dvou faktorová analýza rozptylu (Two-way ANOVA) s minimální hladinou statistické významnosti 95 %. Následná komparace průměrů skupin byla provedena pomocí post-hoc analýzy (Tukey test). Pearsonův korelační koeficient byl použit pro výpočet síly lineární závislosti mezi parametry a podle Zhou (2003) rozdělen na pozitivní nebo negativní hodnoty následujícím způsobem: 0 – žádná závislost; 0,2 slabá závislost; 0,5 střední závislost; 0,8 silná závislost; 1 absolutní závislost. Pro grafické znázornění výsledků jsme použili metodu krabicových grafů, resp. box-plotů. Komparace výkonnostních skupin byla provedena i na základě výpočtu standardizovaného skóre (T-bodů). Diagnostikovaná data byla zpracována v softwaru Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA) ve statistickém programu RStudio® (RStudio, Boston, MA, USA).

5. Výsledky výzkumu

5.1 Analýza sledovaných parametrů pohybového výkonu z hlediska z hlediska úspěšnosti

5.1.1 Laboratorní diagnostika tělesného složení

Z hlediska rozdělení hráčů do výkonnostních skupin statistická analýza neprokázala významné rozdíly ($p < 0,05$) mezi žádným z parametrů tělesného složení v Tabulce 16. Přesto hráči nejvyšší úrovně Elitní dosahovali vyšší tělesnou výšku o 2 % než Sub-elitní a Amatéři ($180,19 \pm 7,55$ cm vs. $178,76 \pm 5,49$ cm vs. $179,19 \pm 5,99$ cm), ale také vyšší celkovou tělesnou hmotnost ($72,18 \pm 7,74$ kg vs. $71,09 \pm 6,35$ kg vs. $70,71 \pm 6,33$ kg).

Tabulka 16. Statistická analýza tělesného složení v závislosti výkonnostních skupin.

Skupina	n	Věk (roky)		Tělesná výška (cm)		Tělesná hmotnost (kg)		Tuková hmota (%)		Tukuprostá hmota (kg)	
		avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
Elitní	60	17,65	1,62	180,18	7,55	72,18	7,74	10,06	3,12	63,49	10,36
Sub-elitní	52	17,87	1,53	178,76	5,49	71,09	6,35	9,13	3,11	63,51	8,63
Amatéři	45	17,72	1,59	179,19	5,99	70,71	6,33	9,03	3,01	64,28	5,32

Legenda: std – směrodatná odchylka.

5.1.2 Terénní diagnostika rychlostních a vytrvalostních schopností

Při analýze rychlostních a agility parametrů jsme mezi výkonnostními skupinami nezaznamenali signifikantní rozdíly. Jedním z nejzajímavějších zjištění našeho výzkumu jsou výsledky YYIR1 a YYIR2 při komparaci jednotlivých výkonnostních skupin. Post hoc analýza zjistila signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi všemi skupinami Elitní, Sub-elitní a Amatéři, jelikož hráči Elitní dosáhli o 11 % vyššího výkonu v YYIR1 a o 7 % vyššího výkonu v YYIR2 v porovnání se skupinami nižší výkonnosti (Tabulka 17).

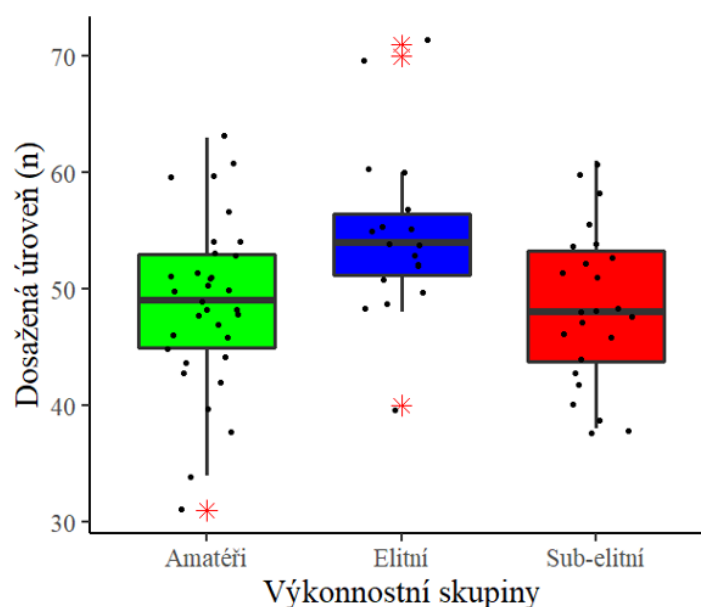
Tabulka 17. Statistická analýza výsledků terénní diagnostiky v závislosti výkonnostních skupin.

Skupina	5 m (s)		10 m (s)		20 m (s)		A505L (s)		A505P (s)		K test (s)		YYIR1 (n)		YYIR2 (n)	
	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
Elitní	1,07	0,07	1,82	0,10	2,37	0,11	2,46	0,10	2,45	0,08	10,69	0,37	54,78	7,31	23,89	3,55
Sub-elitní	1,07	0,06	1,83	0,08	2,36	0,10	2,51	0,10	2,48	0,11	10,80	0,54	48,44	6,58	20,70	3,87
Amatéři	1,10	0,06	1,85	0,07	2,40	0,10	2,51	0,12	2,50	0,09	10,63	1,25	48,79 ‡	7,23	22,18 •	4,91

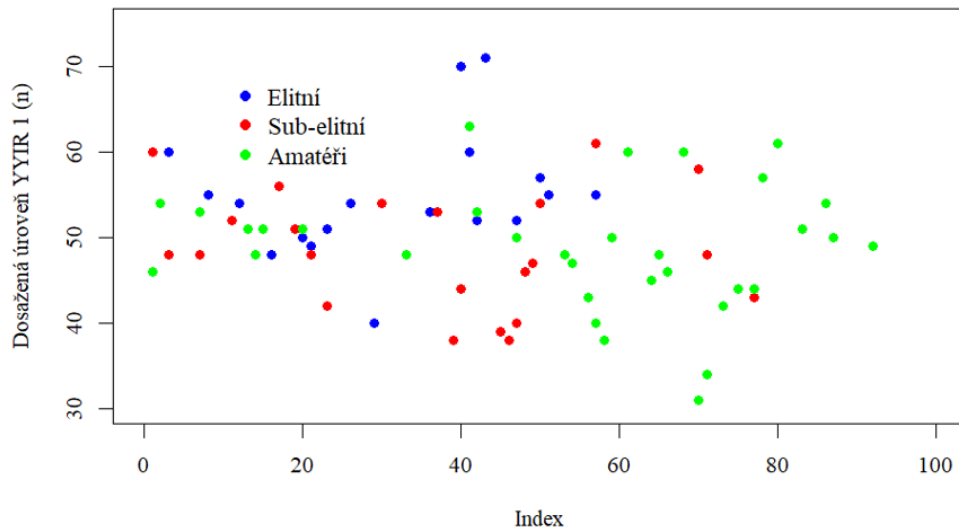
Legenda: 5 m – akcelerace na 5 m; 10 m – akcelerace na 10 m; 20 m – maximální běžecká rychlost na 20 m (letmo); A505L – test 505 s otočením na levou dolní končetinu; A505P – test 505 s otočením na pravou dolní končetinu; YYIR1 – Yo-Yo intermitentní zotavovací test první úrovně (level 1); YYIR2 – Yo-Yo intermitentní zotavovací test druhé úrovně (level 2); std – směrodatná odchylka.

‡ - signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi skupinou Elitní a Sub-elitní a Amatéři;

• - signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi skupinou Elitní a Sub-elitní; U17.

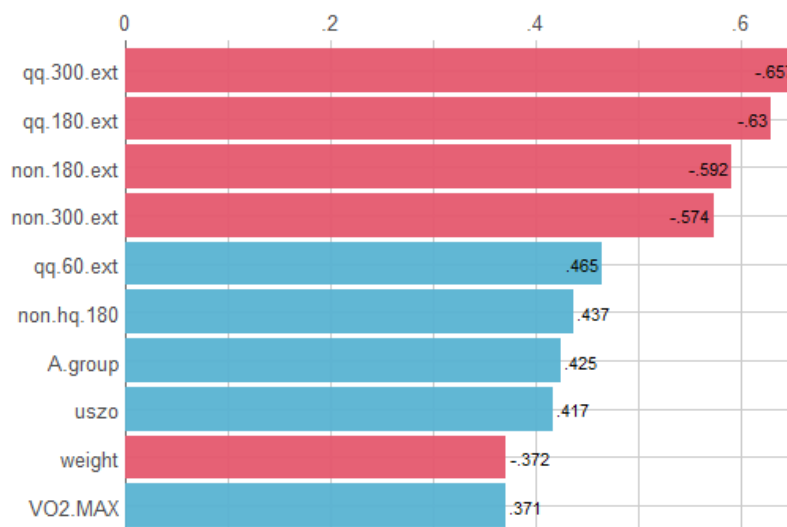


Obrázek 20. Komparace výsledků testu YYIR1 v závislosti výkonnostních skupin.



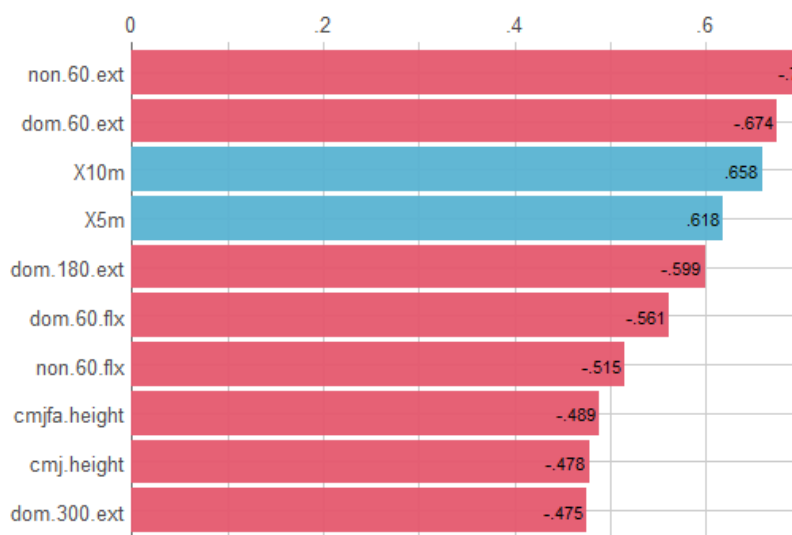
Obrázek 21. Rozptyl výkonů hráčů v testu YYIR1 v závislosti výkonnostních skupin.

Obrázek 22 obsahuje výběr nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků v testu YYIR1 pro Elitní skupinu. Středně silnou negativní korelační závislost $-0,65$ a $-0,63$ jsme zjistili mezi výkonem v testu YYIR 1 a poměrem izokinetické síly Q:Q v úhlové rychlosti 300 a $180^{\circ} \cdot s^{-1}$. Byla zjištěna střední negativní závislost $-0,59$ a $-0,57$ mezi výkonem YYIR 1 a parametrem maximální izokinetické síly extenze na nedominantní končetině v úhlové rychlosti 180 a $300^{\circ} \cdot s^{-1}$.



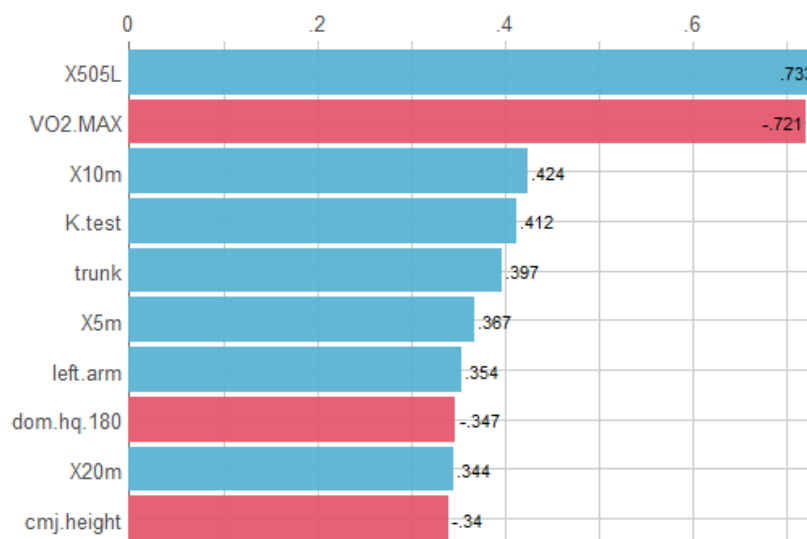
Obrázek 22. Výběr 10 nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků testu YYIR1 v Elitní skupině.

Obrázek 23 uvádí nejvýznamnější korelační závislosti výsledku maximální běžecké rychlosti v testu sprint na 20 m letmo Elitní skupiny hráčů. Středně silnou negativní korelační závislost -0,7 a -0,67 jsme zjistili mezi výkonem při sprintu na 20 m letmo a izokinetickou silou extenze nedominantní a dominantní dolní končetiny v rychlosti 60°.s⁻¹. Středně silná korelační závislost 0,66 a 0,62 byla zjištěna mezi výkonem v testu sprint na 20 m letmo a akcelerací na 5 a 10 m.

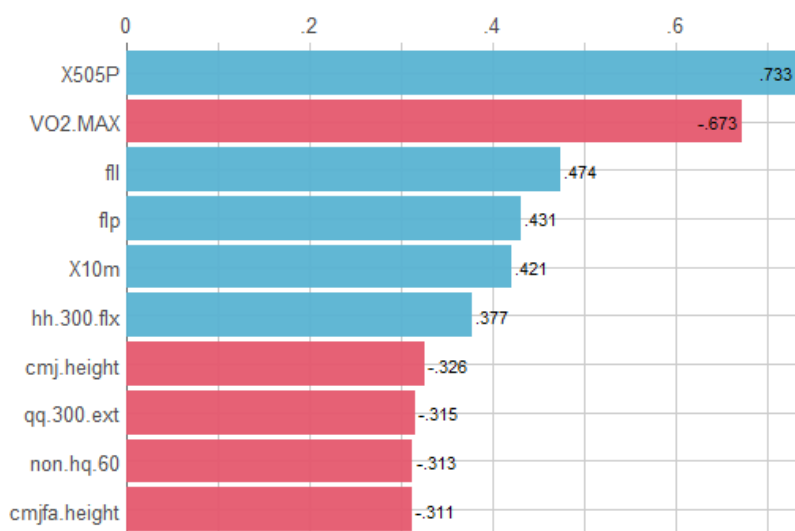


Obrázek 23. Výběr 10 nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků testu sprint na 20 m letmo v Elitní skupině.

Obrázek 24 a 25 obsahuje výběr nejvýznamnějších korelačních závislostí parametrů 505P a 505L pro Elitní skupinu. Středně silnou pozitivní korelační závislost 0,73 jsme zjistili mezi výkonem v testu 505P a výsledkem v testu 505L. Následně jsme zjistili středně silnou negativní závislost -0,72 mezi výkonem 505P a parametrem VO₂max (podobného výsledku -0,67 dosáhl výsledek 505L vs. VO₂max).



Obrázek 24. Výběr 10 nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků testu A505P v Elitní skupině.



Obrázek 25. Výběr 10 nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků testu A505L v Elitní skupině.

5.1.3 Laboratorní diagnostika posturální stability

Při analýze výsledků posturální stability faktor výkonnostní skupiny prokázal signifikantní rozdíly ($p < 0,001$) mezi výkonnostní skupinou Amatéri, Elitní a Sub-elitní. Velmi zajímavým zjištěním je o 26 % lepší úroveň stability při stožení na pravé dolní končetině (FLP) u výkonnostní skupiny Amatérští hráči, v porovnání s výkonnostně lepší skupinou Sub-elitní ($964,25 \pm 352,36$ mm vs. $1212,47 \pm 420,03$ mm). Předpokládaná vyšší úroveň posturální stability u elitních hráčů nebyla potvrzena. Naopak amatérští hráči dosáhli o 25 % lepší úrovně

stability při FLP v porovnání s elitními hráči ($964,25 \pm 352,36$ mm vs. $1200,71 \pm 383,84$ mm). Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) byl nalezen také mezi skupinou Amatéri a Sub-elitní, kdy výkonnostní skupina Amatérských hráčů dosáhla během testu FLL o 23 % horší úrovně stability při komparaci se skupinou sub-elitních hráčů ($1059,99 \pm 409,53$ mm vs. $1305,55 \pm 504,84$ mm). Pokud se podíváme na individuální porovnání hráčů při stoji FLP (Obrázek 26), zjišťujeme nejlepší úroveň stability u hráčů výkonnostní skupiny Elitní a Amatéri, kteří dosáhli hodnot ($1200,71 \pm 383,84$ mm a $964,25 \pm 353,36$ mm). Při testování stoje na levé dolní končetině dosáhli nejlepší úrovně stability znovu hráči z výkonnostní skupiny Elitní a Amatéri s hodnotami ($1221,57 \pm 392,38$ mm a $1059,99 \pm 409,53$ mm).

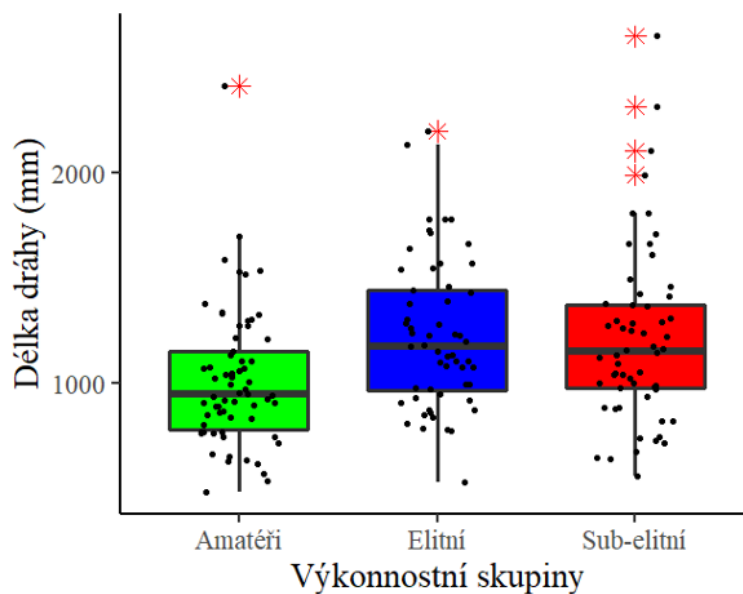
Tabulka 18. Statistická analýza výsledků diagnostiky posturální stability v závislosti výkonnostních skupin.

Skupina	USOO (mm)		USZO (mm)		FLP (mm)		FLL (mm)	
	avg	std	avg	std	avg	Std	avg	std
Elitní	124,03	33,55	149,80	50,92	1200,71	383,84	1221,57	392,38
Sub-elitní	115,83	36,55	142,76	53,22	1212,47	420,03	1305,55	504,84
Amatéri	107,05	34,34	132,91	55,05	964,25 *	352,36	1059,99 †	409,53

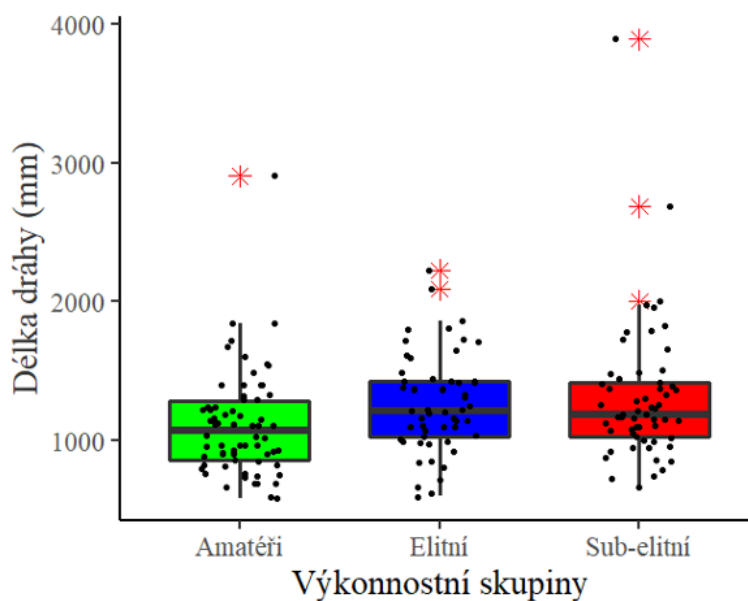
Legenda: USOO – úzký stoj s otevřenými očima (test posturální stability); USZO – úzký stoj se zavřenými očima (test posturální stability); FLP – flamingo pravá (stoj na pravé dolní končetině, test posturální stability); FLL – flamingo levá (stoj na levé dolní končetině, test posturální stability); std – směrodatná odchylka.

* - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou Amatéri a Elitní a Sub-elitní;

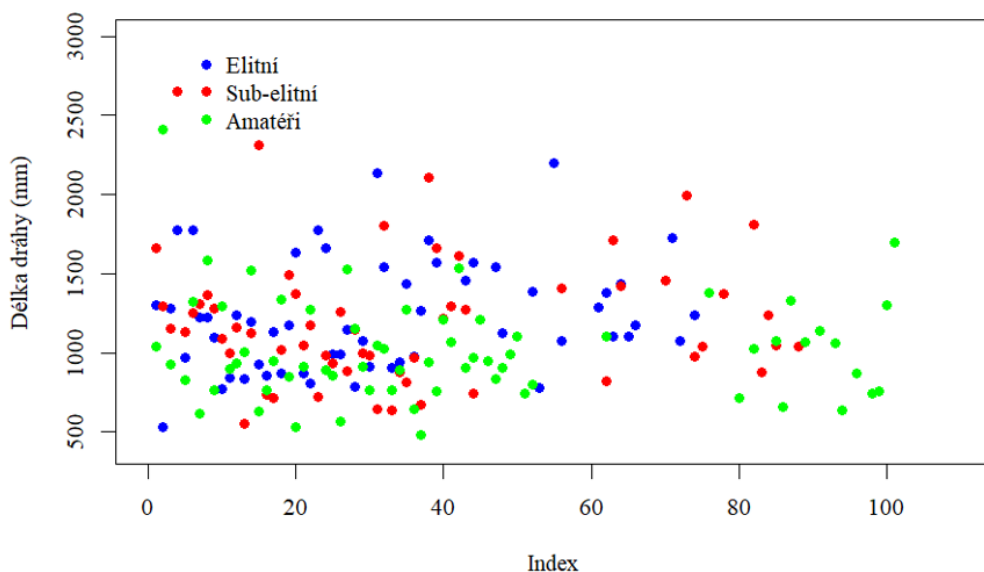
† - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou Amatéri a Sub-elitní.



Obrázek 26. Komparace výsledků celkové dosažené dráhy COP (Centrum tlakového působení) v mm (en. Total Traveled Way, TTW) v testu posturální stability FLP v závislosti výkonnostních skupin.



Obrázek 27. Komparace výsledků celkové dosažené dráhy COP (Centrum tlakového působení) v mm (en. Total Traveled Way, TTW) v testu posturální stability FLL v závislosti výkonnostních skupin.



Obrázek 28. Rozptyl výkonů hráčů v testu FLP (mm) v závislosti výkonnostních skupin.

5.1.4 Laboratorní diagnostika explozivní síly dolních končetin

Hlavní faktor výkonnostní skupiny neprokázal signifikantní efekt vzhledem k úrovni výkonu v testu vertikálního výskoku (Tabulka 19). Všechny výkonnostní skupiny dosahují velmi podobných hodnot v rámci tří pozorovaných typů vertikálního výskoku (CMJ-FA, CMJ a SQJ). Nejlepší průměrné výsledky u všech 3 typů výskoků jsme zaznamenali u výkonnostní skupiny Amatérských hráčů.

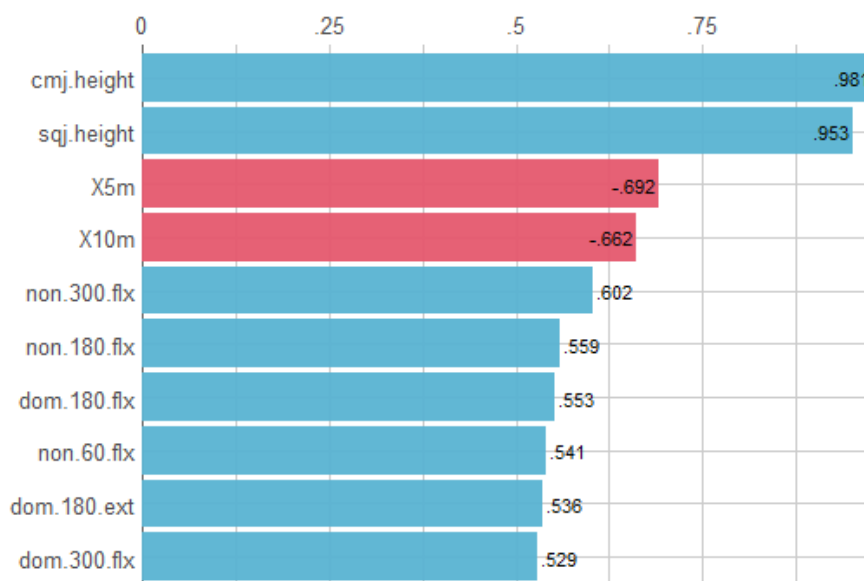
Tabulka 19. Statistická analýza diagnostiky vertikálního výskoku v závislosti výkonnostních skupin.

Skupina	CMJ-FA (cm)		CMJ (cm)		SQJ (cm)	
	avg	std	avg	std	avg	std
Elitní	43,65	6,43	37,95	5,77	35,73	5,81
Sub-elitní	44,12	5,04	37,89	4,58	35,57	4,06
Amatéri	44,23	4,43	38,56	4,49	35,81	4,50

Legenda: CMJ-FA – countermovement jump with arm-swing (vertikální výskok se švihem paží); CMJ – countermovement jump (vertikální výskok bez švihu paží); SQJ – squat jump (vertikální výskok z podřepu); std – směrodatná odchylka.

Obrázek 29 obsahuje výběr nejvýznamnějších korelačních závislostí parametru CMJ-FA pro Elitní skupinu. Silnou pozitivní korelační závislost 0,98 a 0,95 jsme zjistili mezi vertikálním výskokem se švihem paží (CMJ-FA), výskokem bez švihu paží (CMJ) a výskokem z podřepu

(SQJ). Následně jsme analyzovali středně silnou negativní závislost $-0,69$ mezi CMJ-FA a časem sprintu na 5 m, a podobně $-0,66$ u sprintu na 10 m.



Obrázek 29. Výběr 10 nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků testu CMJ-FA v Elitní skupině.

5.1.5 Laboratorní diagnostika izokinetické síly dolních končetin

Statistická a deskriptivní analýza diagnostiky izokinetické dynamometrie dominantní dolní končetiny mezi jednotlivými výkonnostními skupinami prokázala signifikantní rozdíl (Tabulka 20). U skupiny amatérských hráčů (Amatéri) byli v testu extenze kolenního kloubu při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ zjištěny nejvyšší hodnoty ($209,92 \pm 30,62$ N.m). V rámci skupiny elitních hráčů (Elitní) jsme našli nejvyšší hodnoty ($129,28 \pm 34,28$ N.m) svalové síly flexe kolenního kloubu při úhlové rychlosti pohybu $60^{\circ} \cdot s^{-1}$. Signifikantní rozdíl ($p < 0,01$) jsme našli mezi výkonnostní skupinou Elitní a Sub-elitní při měření flexe dominantní dolní končetiny (úhlová rychlost $180^{\circ} \cdot s^{-1}$), kdy výkonnostní skupina Elitní dosáhla o 15 % lepších výsledků v komparaci se skupinou Sub-elitní ($99,05 \pm 24,67$ N.m vs. $86,50 \pm 20,70$ N.m). Statistická analýza prokázala signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) také při flexi kolena dominantní dolní končetiny (úhlová rychlost $300^{\circ} \cdot s^{-1}$) mezi Elitní a Sub-elitní skupinou. Elitní hráči dosáhli o 15 % lepších výsledků v komparaci se skupinou sub-elitních hráčů ($76,03 \pm 20,43$ N.m vs. $66,00 \pm 17,97$ N.m). Obrázky (30, 31 a 32) znázorňují nejlepší výkony při flexi kolenního kloubu dominantní končetiny (úhlová rychlost 180 a $300^{\circ} \cdot s^{-1}$). Nejlepší výkon zaznamenal hráč Elitní skupiny, kdy při úhlové rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ dokázal vyvinout sílu 156 N.m. Při úhlové rychlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ nacházíme nejlepší individuální silový výkon u hráče z Elitní skupiny (119 N.m).

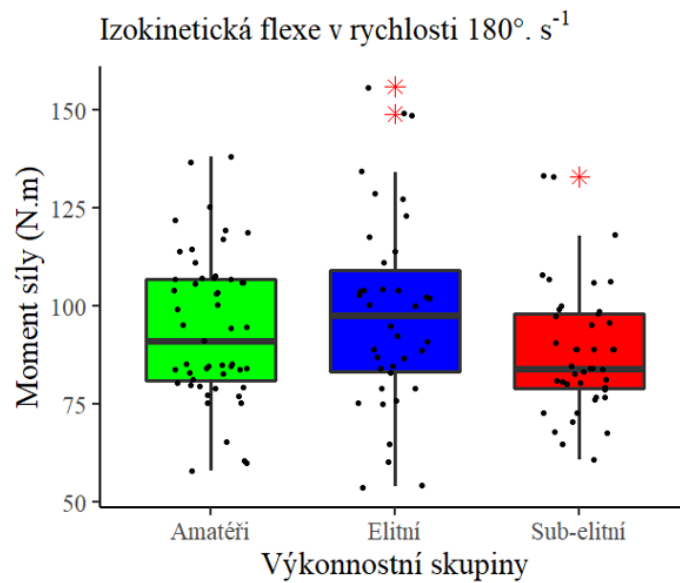
Tabulka 20. Statistická analýza diagnostiky izokinetické svalové síly dominantní dolní končetiny v závislosti výkonnostních skupin.

Úhlová rychlost	Extenzory kolena						Flexory kolena					
	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (N.m)		$180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (N.m)		$300^{\circ} \cdot s^{-1}$ (N.m)		$60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (N.m)		$180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (N.m)		$300^{\circ} \cdot s^{-1}$ (N.m)	
Skupina	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
Elitní	207,73	42,29	153,00	32,78	114,83	23,74	129,28	34,28	99,05 *	24,67	76,03 †	20,43
Sub-elitní	197,89	42,35	144,70	32,36	107,49	24,60	118,00	28,70	86,50	20,70	66,00	17,97
Amatéri	209,92	30,62	151,70	26,42	112,26	18,69	124,17	21,80	94,15	18,70	70,68	14,24

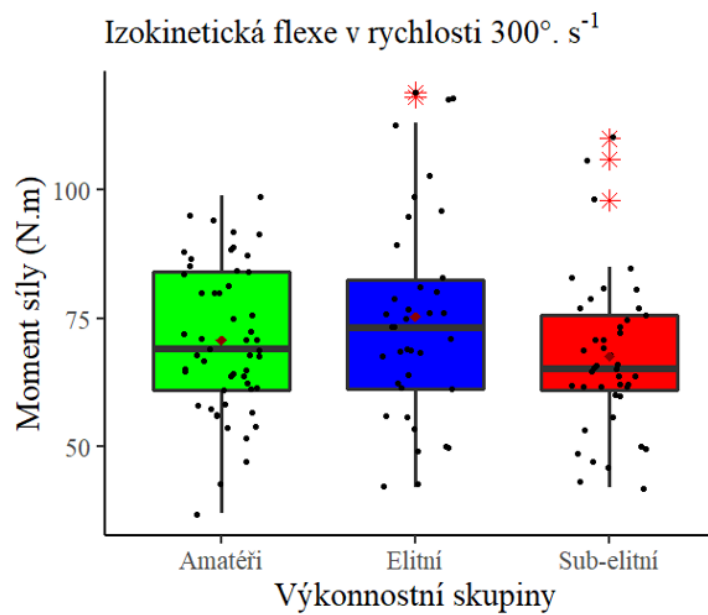
Legenda: std – směrodatná odchylka.

* - signifikantní rozdíl ($p < 0,01$) mezi skupinou Elitní a Sub-elitní;

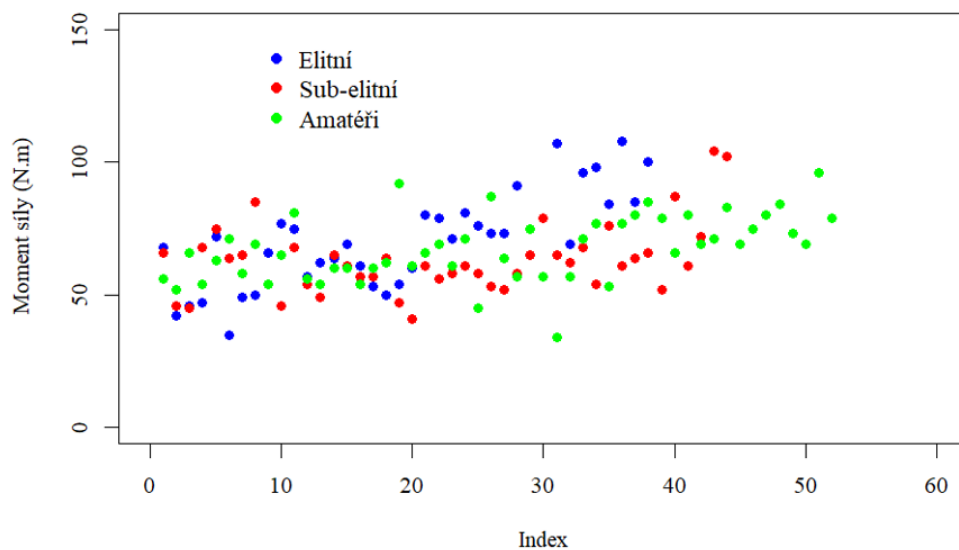
† - signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi skupinou Elitní a Sub-elitní.



Obrázek 30. Komparace izokinetické svalové síly flexe v kolenním kloubu v rychlosti $180^\circ \cdot s^{-1}$ pro dominantní končetinu v závislosti výkonnostních skupin.



Obrázek 31. Komparace izokinetické svalové síly flexe v kolenním kloubu v rychlosti $300^\circ \cdot s^{-1}$ pro dominantní končetinu v závislosti výkonnostních skupin.



Obrázek 32. Rozptyl hráčů v parametru izokinetická svalová síla flexe dominantní končetiny v rychlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ v závislosti výkonnostních skupin.

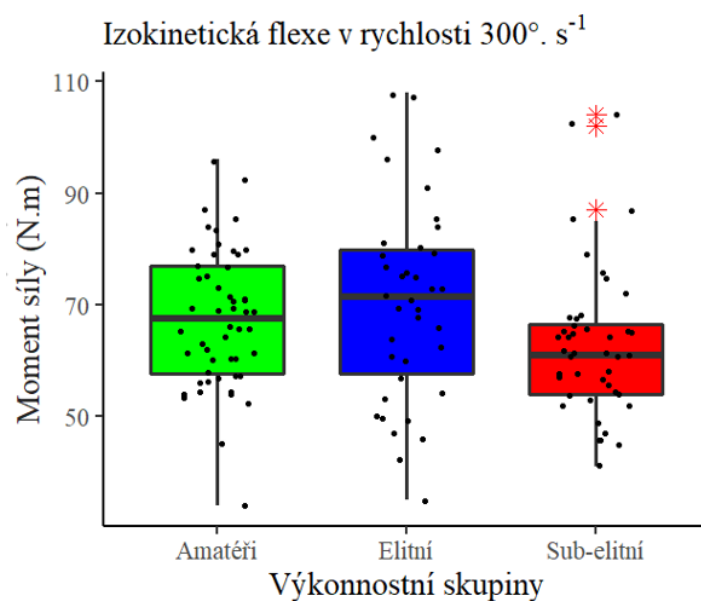
Analýza výsledků diagnostiky izokinetické dynamometrie nedominantní dolní končetiny mezi jednotlivými výkonnostními skupinami prokázala signifikantní rozdíl (Tabulka 21). Nejlepší průměrné výkony při extenzi kolenního kloubu při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ jsme zjistili u Elitních hráčů ($213,70 \pm 44,56$ N.m). Hodnocení svalové síly při flexi kolenního kloubu prokázalo nejlepší průměrné výkony při nejnižší úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ u skupiny Elitních hráčů ($127,73 \pm 32,30$ N.m). Signifikantní rozdíl svalové síly ($p < 0,05$) byl nalezen při komparaci hodnocení síly kolenních flexorů nedominantní dolní končetiny ($300^{\circ} \cdot s^{-1}$) dvou výkonnostních skupin (Elitní vs. Sub-elitní). Skupina Elitní dosáhla o 14 % vyšší úroveň svalové síly flexorů kolena v komparaci se skupinou Sub-elitní ($71,50 \pm 18,01$ N.m vs. $63,00 \pm 13,35$ N.m). Na Obrázku 33 můžeme sledovat nejlepší výkon 108 N.m elitního hráče při hodnocení svalové síly flexorů kolene u nedominantní končetiny ($300^{\circ} \cdot s^{-1}$). U skupiny Elitní evidujeme taktéž největší rozpětí dosažených výkonů právě při nejvyšší úhlové rychlosti ($300^{\circ} \cdot s^{-1}$).

Tabulka 21. Statistická analýza diagnostiky izokinetické svalové síly nedominantní dolní končetiny v závislosti výkonnostních skupin.

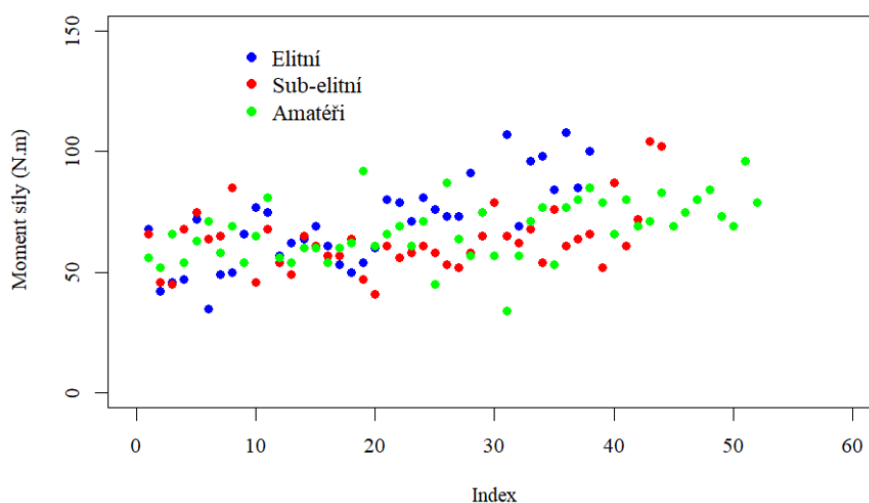
Úhlová rychlost	Extenzory kolena						Flexory kolena					
	60°.s ⁻¹ (N.m)		180°.s ⁻¹ (N.m)		300°.s ⁻¹ (N.m)		60°.s ⁻¹ (N.m)		180°.s ⁻¹ (N.m)		300°.s ⁻¹ (N.m)	
	průměr	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
Elitní	213,70	44,56	157,85	33,77	117,10	24,92	127,73	32,30	94,30	22,48	71,50 *	18,01
Sub-elitní	210,48	34,27	150,16	24,01	112,52	19,14	117,86	22,74	86,73	14,79	63,00	13,35
Amatéri	211,87	28,03	154,31	24,40	113,69	22,79	123,31	20,50	91,69	17,12	66,17	15,46

Legenda: std – směrodatná odchylka.

* - signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi skupinou Elitní a Sub-elitní.



Obrázek 33. Komparace izokinetické svalové síly flexe v kolenním kloubu v rychlosti 300.s⁻¹ pro nedominantní končetinu v závislosti výkonnostních skupin.



Obrázek 34. Rozptyl hráčů v parametru izokinetická svalová síla flexe nedominantní končetiny v rychlosti 300°.s⁻¹ v závislosti výkonnostních skupin.

Hlavní faktor výkonnostní skupiny neprokázal signifikantní efekt vzhledem k výkonu při diagnostice poměru izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů na dominantní a nedominantní končetině (Tabulka 22). Nejlepší průměrné výkony poměru H:Q, při extenzi a flexi kolenního kloubu ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$) na dominantní končetině byly zjištěny u výkonnostní skupiny Amatérští hráči ($59,43 \pm 8,88$ %). U nedominantní končetiny byly nejlepší průměrné výkony poměru H:Q při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ dosaženy u výkonnostní skupiny Elitních hráčů s poměrem $59,96 \pm 9,49$ %.

Tabulka 22. Statistická analýza poměru izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů na dominantní a nedominantní končetině mezi výkonnostními skupinami.

Úhlová rychlost	Poměr H:Q na dominantní dolní končetině (%)						Poměr H:Q na nedominantní dolní končetině (%)					
	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$		$180^{\circ} \cdot s^{-1}$		$300^{\circ} \cdot s^{-1}$		$60^{\circ} \cdot s^{-1}$		$180^{\circ} \cdot s^{-1}$		$300^{\circ} \cdot s^{-1}$	
Skupina	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
Elitní	62,07	9,63	64,82	7,80	65,92	9,09	59,96	9,49	58,79	13,04	61,12	8,82
Sub-elitní	59,26	8,16	59,94	7,73	61,01	9,00	56,37	8,58	58,43	9,75	56,38	10,40
Amatéri	59,43	8,88	62,95	13,76	63,65	12,91	58,51	8,35	60,08	11,79	58,57	9,48

Legenda: Poměr H:Q – poměr mezi zadním a předním stehenním svalem; std – směrodatná odchylka.

Hlavní faktor výkonnostní skupiny neprokázal signifikantní efekt vzhledem k poměru izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů mezi jednotlivými věkovými skupinami (Tabulka 23). Nejlepších průměrných hodnot bilaterálního deficitu Q:Q při testovací rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ dosáhli v našem výzkumu hráči výkonnostní skupiny Sub-elitní ($8,15 \pm 6,35$ %). Nejlepší bilaterální deficit H:H při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ byl zjištěn u nejnižší výkonnostní skupiny Amatéri ($7,54 \pm 8,01$ %).

Tabulka 23. Statistická analýza bilaterálního deficitu izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů v závislosti výkonnostních skupin.

Úhlová rychlost	Bilaterální deficit Q:Q (%)						Bilaterální deficit H:H (%)					
	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$		$180^{\circ} \cdot s^{-1}$		$300^{\circ} \cdot s^{-1}$		$60^{\circ} \cdot s^{-1}$		$180^{\circ} \cdot s^{-1}$		$300^{\circ} \cdot s^{-1}$	
Skupina	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
Elitní	9,09	8,13	8,49	5,19	8,15	5,51	10,95	8,01	9,54	5,92	8,97	7,91
Sub-elitní	8,15	6,35	7,48	6,53	8,07	6,86	8,02	5,13	6,61	5,60	11,35	8,82
Amatéri	9,22	9,56	8,53	8,10	9,53	15,77	7,54	8,01	7,02	6,29	11,35	15,20

Legenda: Poměr Q:Q – poměr mezi pravým a levým předním stehenním svalem; Poměr H:H – poměr mezi pravým a levým zadním stehenním svalem; std – směrodatná odchylka.

5.1.6 Laboratorní diagnostika maximální spotřeby kyslíku VO_{2max}

Hlavní faktor výkonnostní skupiny neprokázal signifikantní efekt vzhledem k úrovni maximální spotřeby kyslíku VO_{2max} . Všechny výkonnostní skupiny dosahují srovnatelných průměrných hodnot VO_{2max} 59-60 $ml \cdot min \cdot kg^{-1}$ (Tabulka 24).

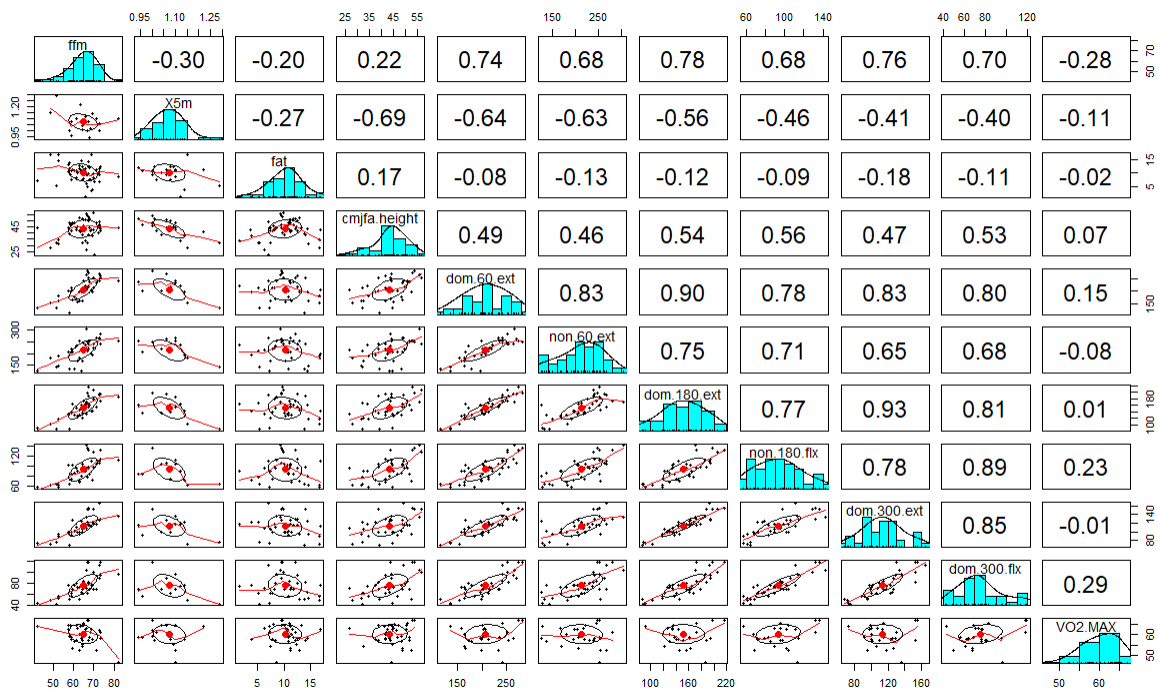
Tabulka 24. Komparace výsledků diagnostiky maximální spotřeby kyslíku VO_{2max} v závislosti výkonnostních skupin.

Skupina	VO_{2max} ($ml \cdot min \cdot kg^{-1}$)	
	avg	std
Elitní	60,22	4,63
Sub-elitní	60,38	3,48
Amatéri	59,38	4,70

Legenda: std – směrodatná odchylka.

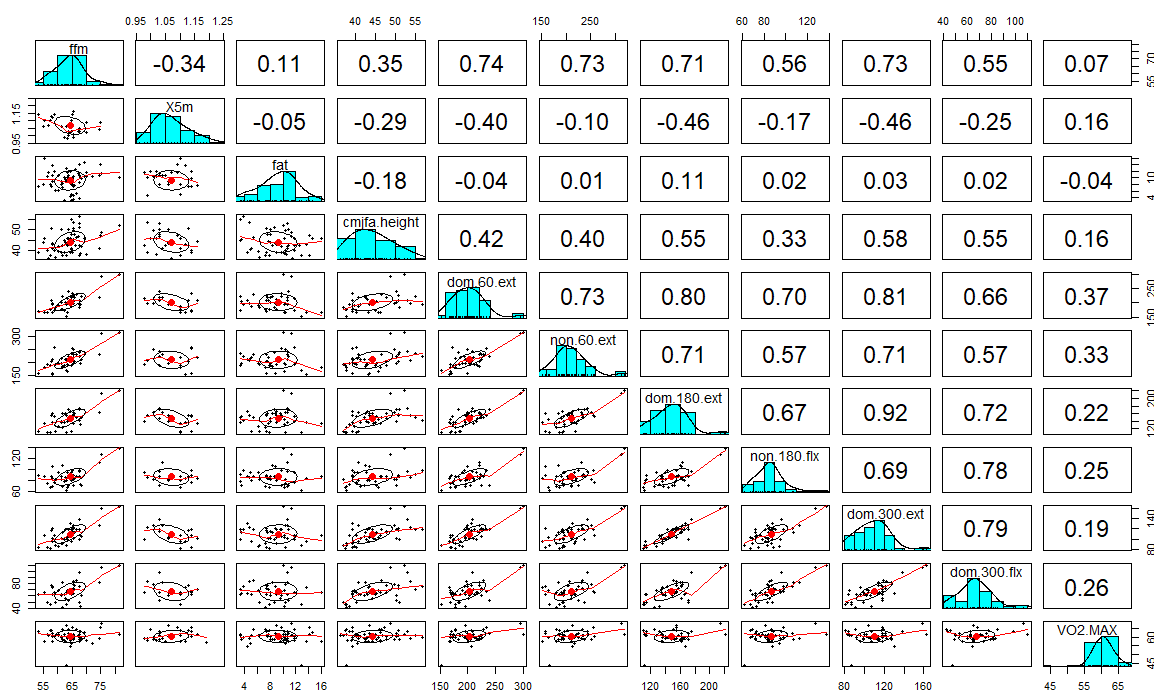
5.2 Míra asociace mezi sledovanými indikátory pohybových předpokladů

Vybrané korelační závislosti v skupině Elitní jsou znázorněné na Obrázku 35. Nejsilnější závislost dosahovaly parametry izokinetického testování svalové síly dolních končetin, zejména dvojice parametrů extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ vs. extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ (0,93). Velmi silnou závislost jsme našli také mezi dvojicí parametrů extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ vs. extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ (0,90). Silná závislost byla nalezena i při analýze flexe nedominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ vs. flexe dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ (0,89). Silná závislost byla nalezena také při analýze parametru FFM vs. extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ N.m (0,78). Střední hodnota negativní korelace byla nalezena mezi testem akcelerace na 5 m vs. explozivní síla dolních končetin (CMJ-FA) (- 0,69).



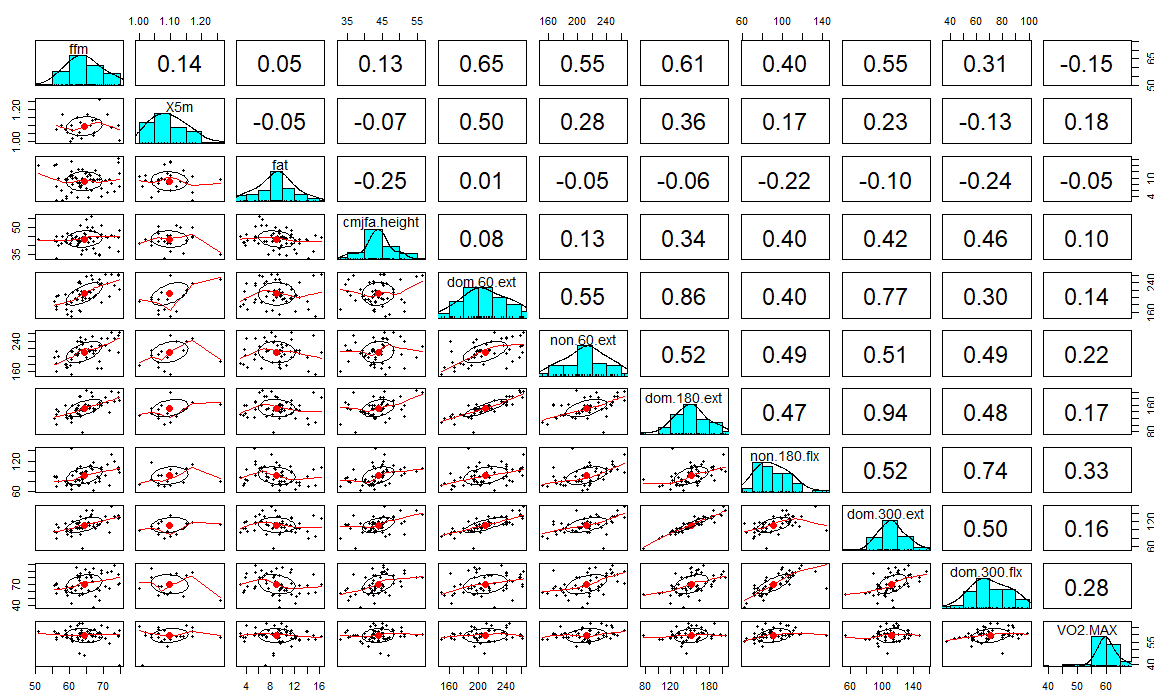
Obrázek 35. Korelační matice mezi vybranými parametry v Elitní skupině.

Vybrané korelační závislosti v skupině Sub-elitní jsou znázorněny na Obrázku 36. Znovu jsme našli nejsilnější korelace mezi parametry výkonu svalové síly při izokinetickém testování síly dolních končetin, zejména dvojice parametrů extenze dominantní dolní končetiny při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ vs. extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ (0,92). Velmi silnou závislost jsme našli mezi dvojicí výkonů svalové síly extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ vs. svalová síla extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ (0,81). Silná závislost byla nalezena mezi svalovou silou extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ vs. svalová síla extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ (0,80). Silná hodnota korelace byla nalezena také při analýze parametru FFM vs. svalová síla kolenních extenzorů dominantní končetiny při úhlové rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ (0,74). Naopak pouze střední hodnota korelace byla nalezena mezi parametry explozivní síly dolních končetin CMJ-FA vs. síla extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ (0,58).



Obrázek 36. Korelační matice mezi vybranými parametry v Sub-elitní skupině.

Vybrané korelační závislosti ve skupině Amatéri jsou znázorněné na Obrázku 37. Nejsilnější korelační závislosti stejně jako u dvou předchozích věkových skupin dosahovaly parametry výkonu svalové síly izokinetického testování síly dolních končetin, zejména dvojice extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ vs. síla extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (0,94). Velmi silná závislost byla prokázána také mezi dvojicí parametrů svalová síla extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ vs. svalová síla extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (0,86). Silná závislost byla nalezena i při analýze svalové síly extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ vs. svalové síly extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (0,77). Středně silná hodnota korelace byla nalezena při analýze parametru FFM vs. svalová síla extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (0,65). Střední hodnota korelace byla nalezena mezi parametry akcelerace na 5 m vs. svalová síla extenze dominantní dolní končetiny při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (0,50).



Obrázek 37. Korelační matice mezi vybranými parametry v skupině Amatéri.

5.3 Analýza sledovaných parametrů pohybového výkonu z hlediska ontogeneze hráčů

5.3.1 Antropometrie a tělesné složení

Hlavní faktor věku prokázal signifikantní efekt vzhledem k tělesné hmotnosti ($p < 0,001$) (Tabulka 25). Post hoc test prokázal signifikantně vyšší ($p < 0,001$) výsledky tělesné hmotnosti ve věkové skupině U21 v komparaci se skupinami U16 a U17 a taky vyšší ($p < 0,001$) tělesnou hmotnost ve skupině U19 v komparaci se skupinami U16 a U17 (Obrázek 38). Skupina U21 dosáhla o 9 % vyšší tělesné hmotnosti než skupina U16 ($73,68 \pm 5,63$ kg vs. $67,26 \pm 6,45$ kg). Skupina U21 dosahovala o 16 % vyšší procento tělesného tuku v komparaci se skupinou U17. Statistická analýza neprokázala signifikantní rozdíl mezi sledovanými věkovými skupinami ($p > 0,05$).

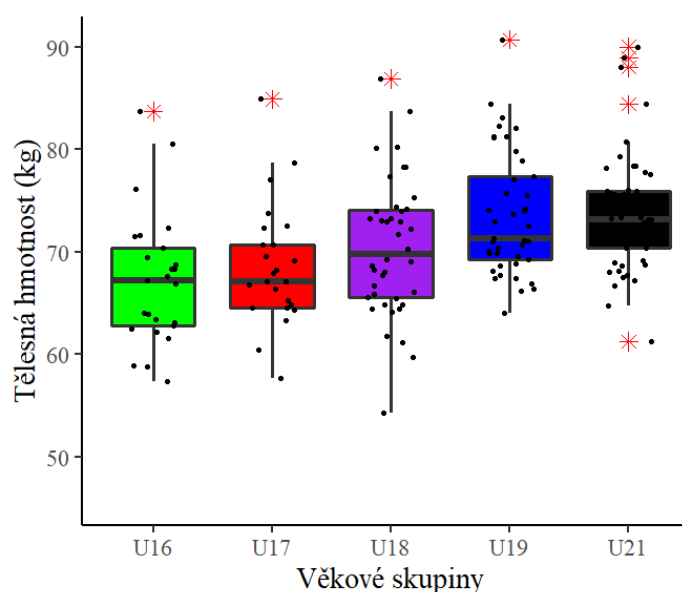
Tabulka 25. Statistická analýza tělesného složení v závislosti ontogeneze.

Skupina	n	Věk (roky)		Tělesná výška (cm)		Tělesná hmotnost (kg)		Tuková hmota (%)		Tukuprostá hmota (kg)	
		avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
U16	25	15,52	0,47	179,04	5,93	67,26	6,45	9,74	3,87	60,73	6,66
U17	23	16,59	0,45	178,82	7,46	67,78	7,57	8,13	3,05	62,16	6,32
U18	44	17,52	0,31	178,43	7,18	70,44	6,71	9,29	3,39	63,77	5,49
U19	32	18,02	0,84	180,25	6,25	73,48 †	5,93	9,57	2,76	64,59	10,19
U21	33	19,96	0,89	179,72	5,43	73,68 *	5,63	9,64	2,65	65,49	9,15

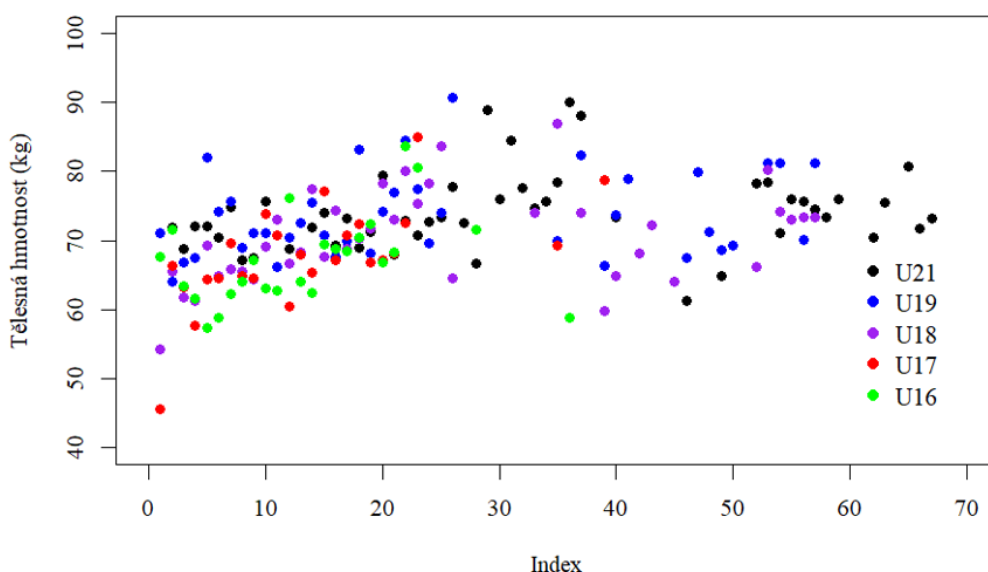
Legenda: std – směrodatná odchylka.

* - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou U21 a U16, U17;

† - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou U19 a U16, U17.



Obrázek 38. Komparace tělesné hmotnosti v závislosti ontogeneze.



Obrázek 39. Rozptyl hodnot tělesné hmotnosti v závislosti ontogeneze.

5.3.2 Hodnocení rychlostních a vytrvalostních schopností

Hlavní faktor věku prokázal signifikantní efekt ($p < 0,001$) vzhledem k výkonu při sprintu na 20 m letmo (Tabulka 26). Signifikantně lepší ($p < 0,05$) výsledky jsme zjistili u skupiny U18 při komparaci se skupinou U16. Skupina U18 dosáhla o 3 % lepších výsledků v porovnání se skupinou U16 ($2,37 \pm 0,10$ s vs. $2,44 \pm 0,10$ s). Lepší výsledky ($p < 0,001$) v testu sprintu na 20 m byly zaznamenány u skupiny U21 při komparaci s U16 (Obrázek 40). Hráči věkové skupiny U21 byli o 4 % rychlejší v porovnání se skupinou U16 ($2,34 \pm 0,09$ s vs. $2,44 \pm 0,10$ s). Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) a horší výsledky jsme zjistili při testu A505L u skupiny U18 v porovnání s U17. Mladší věková skupina (U17) zaznamenala o 4,5 % lepší časy v porovnání se skupinou U18 ($2,42 \pm 0,09$ s vs. $2,53 \pm 0,10$ s).

Tabulka 26. Statistická analýza výsledků terénní diagnostiky v závislosti ontogeneze.

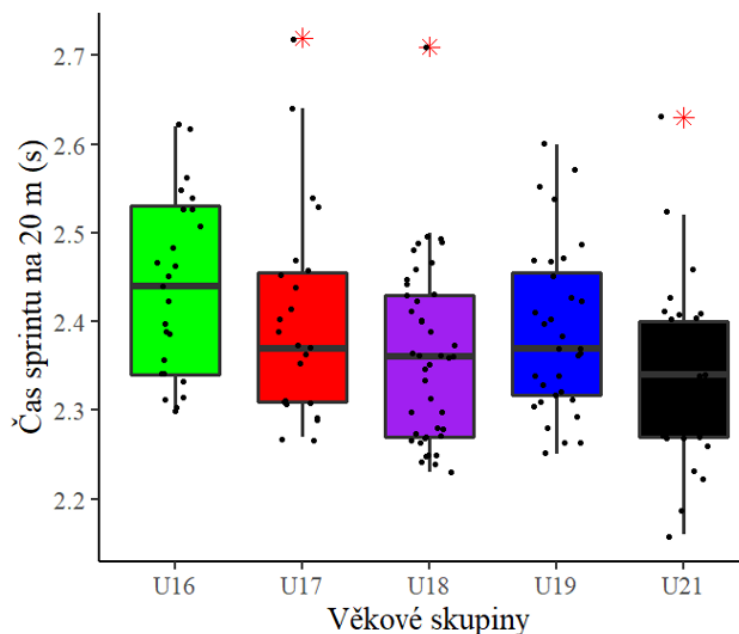
Skupina	5 m (s)		10 m (s)		20 m (s)		A505L (s)		A505P (s)		K test (s)		YYIR1 (n)		YYIR2 (n)	
	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
U16	1,11	0,06	1,88	0,07	2,44	0,10	2,52	0,11	2,49	0,08	11,01	0,61	48,52	9,04	27,00	2,56
U17	1,09	0,05	1,84	0,08	2,40	0,12	2,42	0,09	2,44	0,09	10,85	0,45	53,08	9,84	19,33	2,78
U18	1,08	0,07	1,82	0,09	2,37 *	0,10	2,53 ‡	0,10	2,50	0,09	10,75	0,31	52,25	4,57	20,61	3,03
U19	1,07	0,07	1,83	0,09	2,39	0,09	2,48	0,10	2,47	0,09	10,44	1,68	47,21	5,43	22,40	5,52
U21	1,07	0,05	1,83	0,06	2,34 †	0,09	2,50	0,12	2,48	0,11	10,58	0,38			23,48	4,38

Legenda: 5m – akcelerace na 5 m; 10m – akcelerace na 10 m; 20m – maximální běžecká rychlost na 20 m (letmo); A505L – test 505 s otočením na levou dolní končetinu; A505P – test 505 s otočením na pravou dolní končetinu, YYIR1 – Yo-Yo intermitentní zotavovací test první úrovně (level 1); YYIR2 – Yo-Yo intermitentní zotavovací test druhé úrovně (level 2); std – směrodatná odchylka.

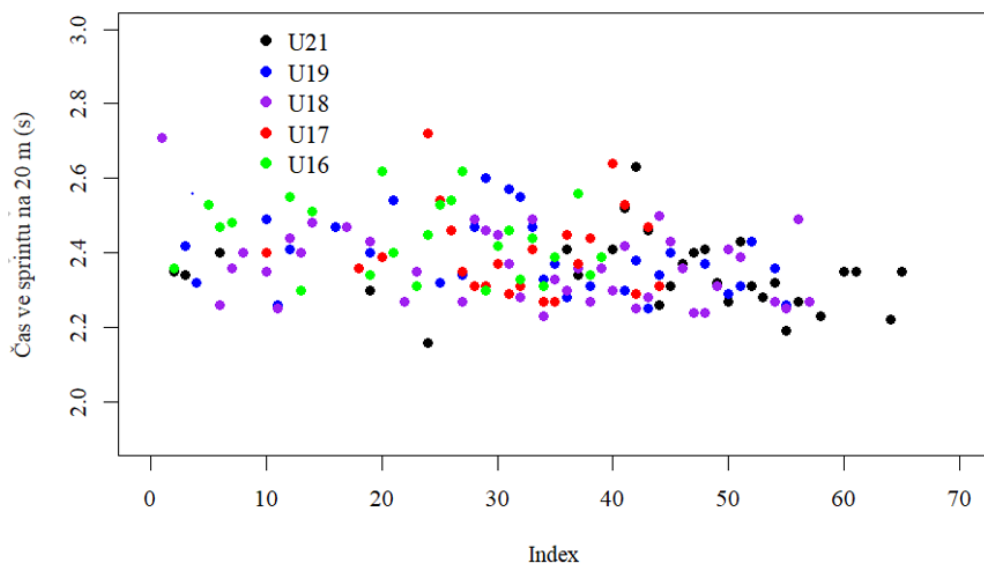
* - signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi skupinou U18 a U16

† - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou U21 a U16

‡ - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou U18 a U17



Obrázek 40. Komparace výsledků v testu maximální běžecké rychlosti na 20 m (letmo) v závislosti ontogeneze.



Obrázek 41. Rozptyl hodnot dosažených při sprintu na 20 m (letmo) v závislosti ontogeneze.

5.3.3 Hodnocení posturální stability

Hlavní faktor věku neprokázal signifikantní efekt vzhledem k výkonu úrovně posturální stability (Tabulka 27).

Tabulka 27. Statistická analýza výsledků diagnostiky posturální stability v závislosti ontogeneze.

Skupina	USOO (mm)		USZO (mm)		FLP (mm)		FLL (mm)	
	Avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
U16	132,33	41,45	157,83	51,30	1246,21	300,87	1262,92	271,39
U17	108,44	23,41	133,93	35,78	1092,19	309,62	1158,19	321,98
U18	112,53	39,86	146,72	77,17	1099,99	440,40	1138,56	481,59
U19	114,54	30,20	135,88	40,42	1126,29	360,24	1205,12	362,37
U21	113,05	36,68	137,98	50,07	1077,01	478,13	1195,52	593,09

Legenda: USOO – úzký stoj s otevřenými očima; USZO – úzký stoj se zavřenými očima; FLP – flamingo pravá (stoj na pravé dolní končetině); FLL – flamingo levá (stoj na levé dolní končetině); std – směrodatná odchylka.

5.3.4 Hodnocení explozivní síly dolních končetin

Hlavní faktor věku prokázal signifikantní efekt vzhledem k výkonu při diagnostice vertikálního výskoku (Tabulka 28). Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) jsme našli mezi věkovou skupinou U21 a U16, kdy starší věková skupina (U21) zaznamenala o 14 % lepší výkon při provedení CMJ-FA ($45,38 \pm 4,74$ cm vs. $39,69 \pm 5,01$ cm). Signifikantní vliv ($p < 0,05$) věku

jsme zjistili i při hodnocení výkonů v testu CMJ-FA mezi věkovými skupinami U19, U16 a U17, kdy věková skupina U19 zaznamenala o 16 % lepších výsledků než U16 a o 9 % lepších výsledků v porovnání s U17 ($45,95 \pm 4,98$ cm vs. $39,69 \pm 5,01$ cm vs. $42,21 \pm 4,78$ cm). Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) se projevil i při komparaci výkonu mezi U18 a U16, kdy starší hráči (U18) dosáhli o 12 % lepších výsledků v porovnání s U16 ($44,32 \pm 4,61$ cm vs. $39,69 \pm 5,01$ cm). Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) jsme zjistili při hodnocení vertikálního výskoku v testu CMJ mezi skupinami U21, U16 a U17. Věková skupina U21 dosáhla o 18 % lepšího výkonu v porovnání se skupinou U16 ($40,27 \pm 4,81$ cm vs. $34,06 \pm 4,52$ cm), a také o 13 % lepšího výkonu než věková skupina U17 ($40,27 \pm 4,81$ cm vs. $35,78 \pm 4,20$ cm).

Signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) byl zjištěn při analýze výsledků výšky vertikálního výskoku v testu CMJ mezi skupinou U19 a U16, U17. Skupina U19 dosáhla o 16 % vyšší vertikální výšky výskoku v komparaci se skupinou U16 ($39,50 \pm 4,41$ cm vs. $34,06 \pm 4,52$ cm), a o 10 % lepších výsledků než věková skupina U17 ($39,50 \pm 4,41$ cm vs. $35,78 \pm 4,20$ cm). Obrázky 42, 43 a 44 ukazují individuální rozdíly výšky vertikálního výskoku při hodnocení jednotlivých věkových skupin. Zajímavostí jsou dva shodně nejlepší výkony v rámci věkových skupin U21 a U19 při provedení CMJ-FA (56,7 cm). Nejvyšší výskok při provedení CMJ jsme zaznamenali ve věkové skupině U21 (51,8 cm). V U21 se nachází také nejlepší výkon při provedení SQJ (51,3 cm).

Tabulka 28. Statistická analýza diagnostiky vertikálního výskoku v závislosti ontogeneze.

Skupina	CMJ-FA (cm)		CMJ (cm)		SQJ (cm)	
	avg	std	avg	std	avg	std
U16	39,69	5,01	34,06	4,52	31,71	3,90
U17	42,21	4,78	35,78	4,20	32,98	3,27
U18	44,32 ‡	4,61	38,19 ‡	3,93	35,95 ‡	3,96
U19	45,95 †	4,98	39,50 †	4,41	36,96 †	4,40
U21	45,38 *	4,74	40,27 •	4,81	37,75 •	4,78

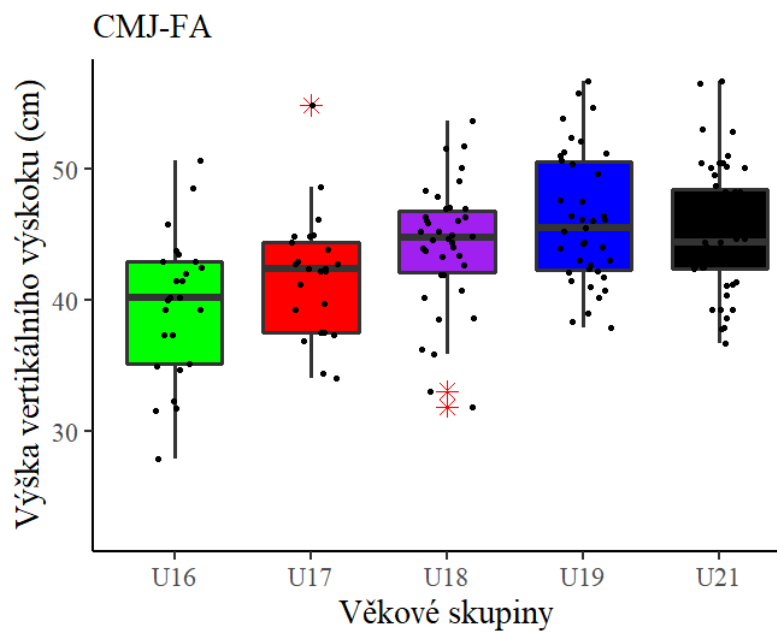
Legenda: CMJ-FA – countermovement jump with arm-swing (vertikální výskok se švihem paží); CMJ – countermovement jump (vertikální výskok bez švihů paží); SQJ – squat jump (vertikální výskok z podřepu); std – směrodatná odchylka.

* - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou U21 a U16;

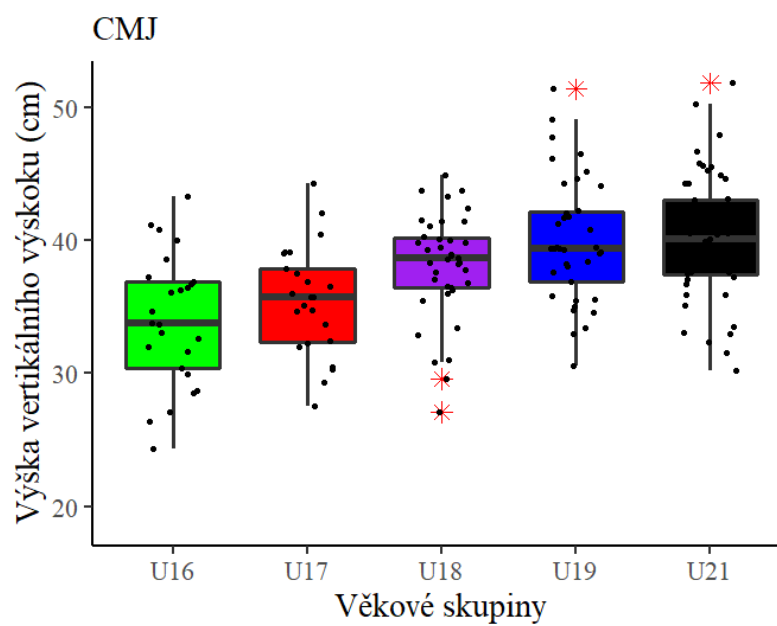
† - signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi skupinou U19 a U16, U17;

‡ - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou U18 a U16;

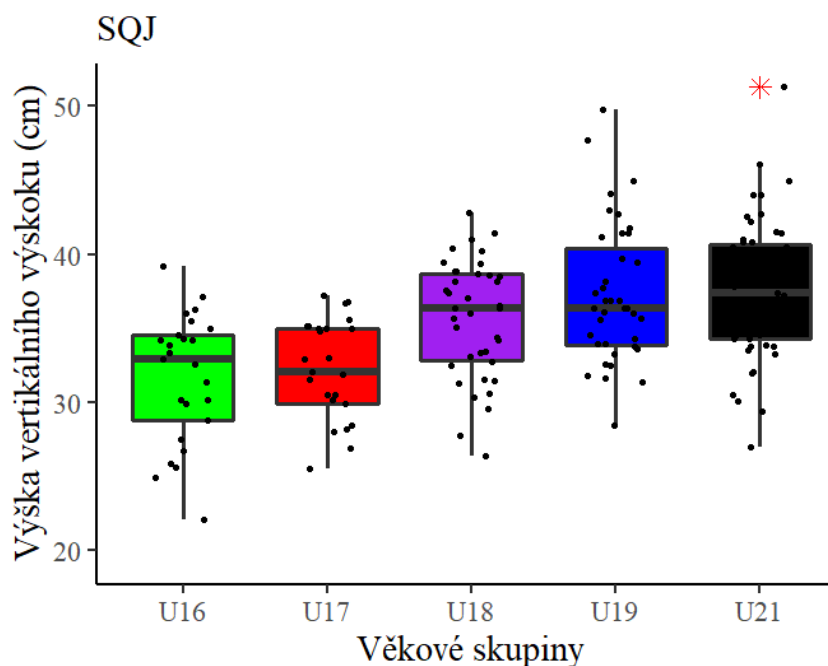
• - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou U21 a U16, U17.



Obrázek 42. Komparace dosažené výšky výskoku v testu CMJ-FA v závislosti ontogeneze.



Obrázek 43. Komparace dosažené výšky výskoku v testu CMJ v závislosti ontogeneze.



Obrázek 44. Komparace dosažené výšky výskoku v testu SQJ v závislosti ontogeneze.

5.3.5 Izokinetická svalová síla dolních končetin

Statistická analýza a deskriptivní analýza diagnostiky izokinetické dynamometrie dominantní dolní končetiny mezi jednotlivými věkovými skupinami neprokázala signifikantní rozdíly v úrovni svalové síly extenzorů a flexorů kolena (Tabulka 29). Nejlepší průměrné výkony svalové síly při extenzi kolenního kloubu v úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ jsme zjistili u věkové skupiny U19 ($210,70 \pm 34,89$ N.m). U svalové skupiny flexorů kolena jsme zjistili nejlepší výkony při nejnižší úhlové rychlosti ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$) znovu u věkové skupině U19 ($132,44 \pm 26,15$ N.m). Obrázek 45 a 46 uvádí nejlepší výkony hodnocení svalové síly při provedení kolenní extenze nedominantní dolní končetiny při rychlostech 180° a $300^{\circ} \cdot s^{-1}$. Nejlepší výkon při rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ jsme zaznamenali ve věkové kategorii U17 (226 N.m). Při rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ evidujeme nejlepší výkon při extenzi nedominantní dolní končetiny ve věkové skupině U19 (164 N.m).

Tabulka 29. Statistická analýza diagnostiky izokinetické svalové síly dominantní dolní končetiny v závislosti ontogeneze.

Skupina	Extenzory kolena						Flexory kolena					
	Úhlová rychlost						Úhlová rychlost					
	60°.s ⁻¹ (N.m)		180°.s ⁻¹ (N.m)		300°.s ⁻¹ (N.m)		60°.s ⁻¹ (N.m)		180°.s ⁻¹ (N.m)		300°.s ⁻¹ (N.m)	
	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
U16	194,17	34,70	138,65	26,47	103,23	18,21	111,13	15,94	83,13	14,57	63,83	12,82
U17	206,88	33,01	147,28	30,54	108,40	22,00	124,36	22,07	93,64	18,54	71,32	15,51
U18	201,28	34,21	145,28	26,77	110,36	20,18	122,92	32,53	94,72	22,62	74,08	18,07
U19	210,70	34,89	153,11	24,90	114,11	19,17	132,44	26,15	99,70	21,52	74,41	18,86
U21	210,35	47,71	159,19	36,05	117,41	26,65	125,14	34,32	93,11	25,26	69,70	20,11

Legenda: std – směrodatná odchylka.

Statistická analýza diagnostiky izokinetické dynamometrie extenze nedominantní dolní končetiny mezi jednotlivými věkovými skupinami prokázala signifikantní ($p < 0,01$) rozdíl mezi skupinou U21 a U16 při úhlové rychlosti 180°.s⁻¹ (Tabulka 30). Skupina U21 dosáhla o 18 % lepších výsledků v porovnání se skupinou U16 (164,59 ± 24,22 N.m vs. 139,83 ± 24,74 N.m). U extenze kolenního kloubu při úhlové rychlosti 300°.s⁻¹ věková skupina U21 dosáhla o 18 % lepších výsledků v porovnání se skupinou U16 (123,49 ± 18,40 N.m vs. 104,91 ± 16,81 N.m). Signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) byl zjištěn mezi skupinou U21 a U18. Skupina U21 dosáhla o 15 % lepších výsledků při komparaci se skupinou U18 (123,49 ± 18,40 N.m vs. 107,24 ± 29,74 N.m) při testování svalové síly extenzorů kolena (úhlová rychlost 300°.s⁻¹).

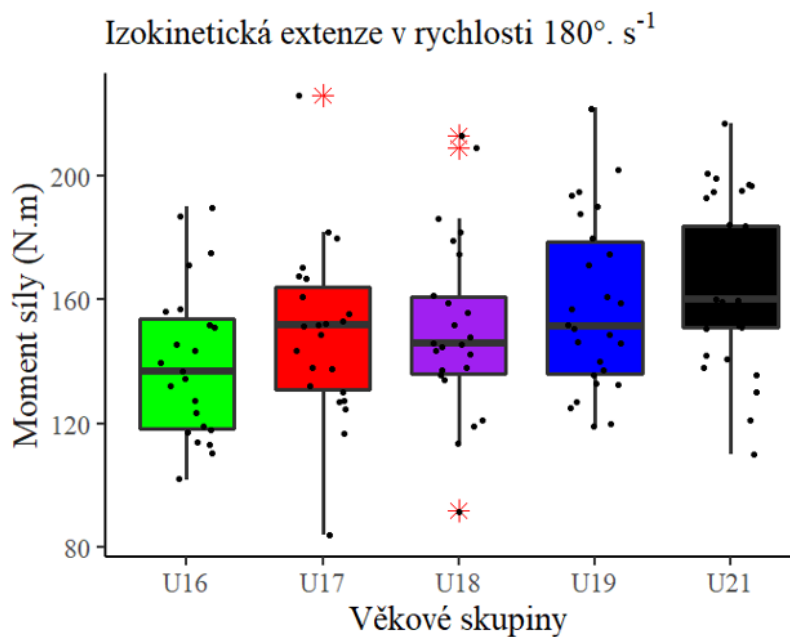
Tabulka 30. Statistická analýza izokinetické svalové síly nedominantní dolní končetiny v závislosti ontogeneze.

Skupina	Extenzory kolena						Flexory kolena					
	Úhlová rychlost						Úhlová rychlost					
	60°.s ⁻¹ (N.m)		180°.s ⁻¹ (N.m)		300°.s ⁻¹ (N.m)		60°.s ⁻¹ (N.m)		180°.s ⁻¹ (N.m)		300°.s ⁻¹ (N.m)	
	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
U16	196,43	34,82	139,83	24,74	104,91	16,81	112,13	20,11	82,00	16,35	61,00	13,97
U17	217,20	35,10	150,12	27,19	110,60	19,99	122,32	24,89	91,60	15,65	68,04	15,34
U18	211,28	36,04	149,92	28,98	107,24†	29,74	122,56	28,25	90,12	16,12	64,20	19,68
U19	218,23	37,23	159,15	26,93	119,96	20,14	132,69	26,18	97,35	22,81	70,96	16,16
U21	214,11	32,80	164,59*	24,22	123,49*	18,40	123,14	24,26	91,78	17,78	68,08	13,73

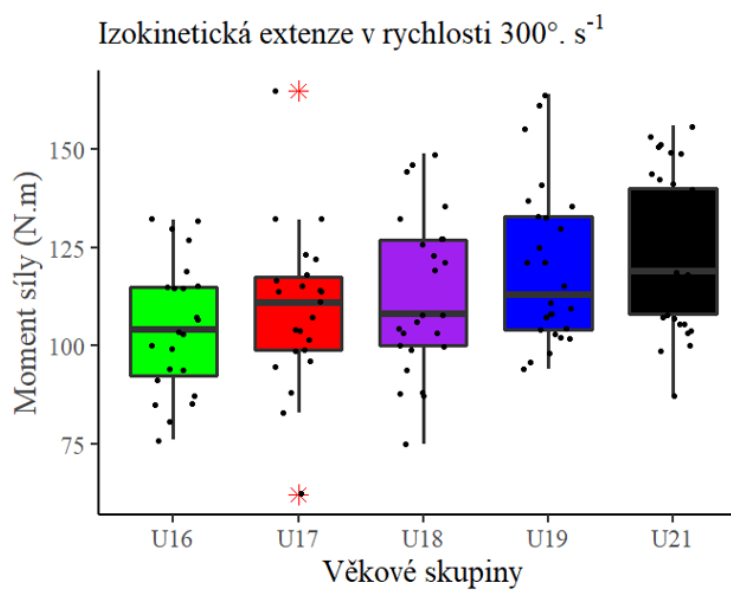
Legenda: std – směrodatná odchylka.

* - signifikantní rozdíl ($p < 0,01$) mezi skupinou U21 a U16;

† - signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi skupinou U21 a U18.



Obrázek 45. Komparace izokinetické svalové síly extenze v kolenním kloubu v rychlosti $180^\circ \cdot s^{-1}$ v závislosti ontogeneze.



Obrázek 46. Komparace izokinetické svalové síly extenze v kolenním kloubu v rychlosti $300^\circ \cdot s^{-1}$ v závislosti ontogeneze.

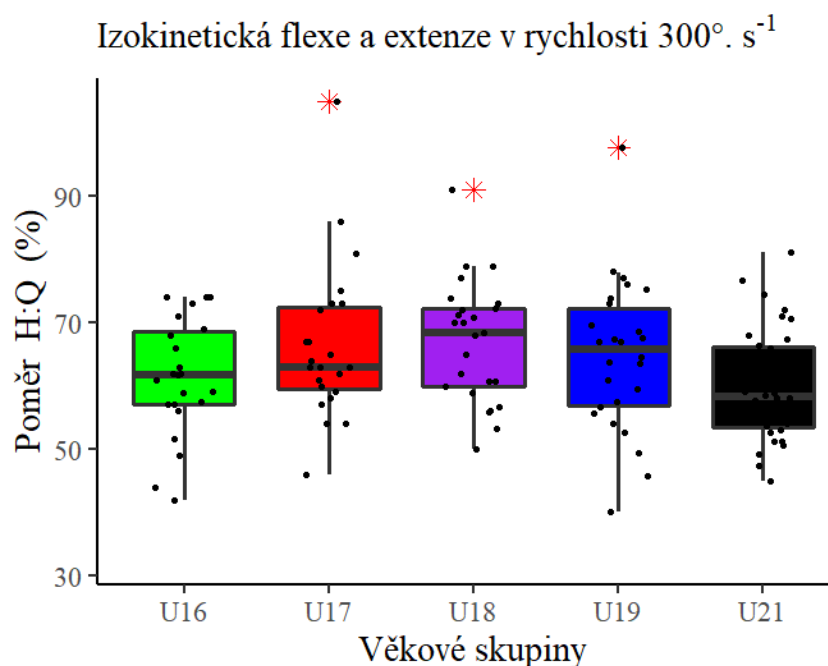
Statistická analýza poměru izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů (poměr H:Q) na dominantní a nedominantní končetině mezi jednotlivými skupinami věku (Tabulka 31) prokázala signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi věkovou skupinou U21 a U18. Starší hráči (U21) dosáhli při kolenní extenzi a flexi (úhlová rychlost $300^{\circ} \cdot s^{-1}$) o 11 % lepších výsledků poměru H:Q na dominantní dolní končetině v porovnání s věkovou skupinou U18 ($59,41 \pm 9,79$ % vs. $66,99 \pm 9,60$ %). Obrázek 47 znázorňuje procentuální poměr izokinetické síly kolenních flexorů a extenzorů v úhlové rychlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ dominantní končetiny u jednotlivých věkových skupin.

Tabulka 31. Statistická analýza poměru izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů na dominantní a nedominantní končetině v závislosti ontogeneze.

	Poměr H:Q na dominantní končetině (%)						Poměr H:Q na nedominantní končetině (%)					
	Úhlová rychlost						Úhlová rychlost					
	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$		$180^{\circ} \cdot s^{-1}$		$300^{\circ} \cdot s^{-1}$		$60^{\circ} \cdot s^{-1}$		$180^{\circ} \cdot s^{-1}$		$300^{\circ} \cdot s^{-1}$	
Skupina	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
U16	57,19	9,37	60,49	8,18	61,35	9,17	57,81	9,99	59,37	10,60	58,51	11,97
U17	60,28	6,78	64,64	11,22	66,52	11,83	56,52	7,02	61,56	7,23	61,68	10,38
U18	60,60	9,23	65,46	10,59	66,99	9,60	57,86	6,89	60,74	7,03	59,82	7,97
U19	63,27	10,66	65,30	13,56	64,71	11,95	61,27	9,16	59,68	19,63	59,26	8,96
U21	59,41	8,02	58,40	7,62	59,41*	9,79	57,82	9,95	56,01	8,74	55,35	8,78

Legenda: std – směrodatná odchylka.

* - signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi skupinou U21 a U18.



Obrázek 47. Komparace poměru izokinetické svalové síly flexe a extenze v kolenním kloubu v úhlové rychlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ mezi zadními a předními svalovými skupinami dominantní končetiny (Poměr H:Q) v závislosti ontogeneze.

Hlavní faktor věku neprokázal signifikantní efekt vzhledem k poměru izokinetické svalové síly předních (Q:Q) a zadních stehenních svalů (H:H) mezi jednotlivými věkovými skupinami (Tabulka 32). Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) byl nalezen pouze u poměru H:H při úhlové rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ mezi věkovou skupinou U18 a U17. Věková skupina U17 dosáhla o 51 % nižší bilaterální rozdíl svalové síly flexorů kolena ve srovnání se skupinou U18 ($5,28 \pm 4,70$ % vs. $10,69 \pm 8,07$ %). Nejnižší bilaterální rozdíly svalové síly extenzorů kolena (Q:Q) při testovací rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ dosáhli hráči věkové skupiny U18 ($6,67 \pm 5,10$ %). Nejlepší průměrné hodnoty poměru H:H při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ dosáhli hráči věkové skupiny U17 ($6,84 \pm 4,54$ %).

Tabulka 32. Statistická analýza bilaterálního deficitu izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů v závislosti ontogeneze.

Skupina	Bilaterální deficit Q:Q (%)						Bilaterální deficit H:H (%)					
	Úhlová rychlost						Úhlová rychlost					
	60°.s ⁻¹		180°.s ⁻¹		300°.s ⁻¹		60°.s ⁻¹		180°.s ⁻¹		300°.s ⁻¹	
	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std	avg	std
U16	7,61	6,99	9,42	6,99	7,68	5,19	8,80	7,84	8,15	6,37	10,13	8,72
U17	7,00	5,38	8,08	8,17	6,72	8,62	6,84	4,54	5,28	4,70	9,12	10,10
U18	6,67	5,10	7,27	6,11	9,92	19,56	10,51	9,65	10,69 *	8,07	16,24	19,69
U19	11,61	11,53	7,91	8,33	10,92	11,39	7,13	6,70	7,56	4,74	10,59	8,04
U21	10,41	8,81	8,29	4,93	8,13	4,79	9,81	6,94	6,88	5,26	8,18	6,64

Legenda: Poměr Q:Q – bilaterální deficit mezi pravým a levým předním stehenním svalem; Poměr H:H – bilaterální deficit mezi pravým a levým zadním stehenním svalem; std – směrodatná odchylka.

* - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou U18 a U17.

5.3.6 Analýza a komparace maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max})

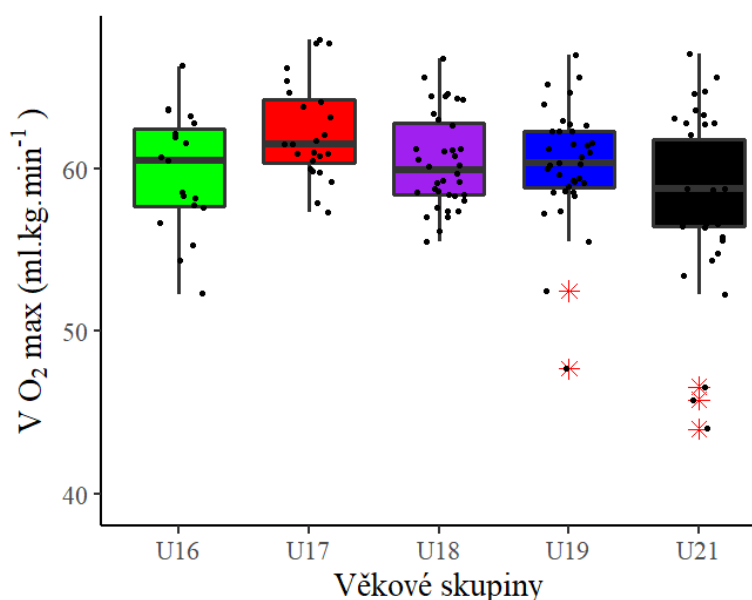
Statistická analýza diagnostiky aerobní kapacity mezi jednotlivými věkovými skupinami nezjistila faktor věku jako signifikantní efekt vzhledem k dosaženým hodnotám VO_{2max} ($ml \cdot min \cdot kg^{-1}$) (Tabulka 33). Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) byl nalezen pouze mezi věkovou skupinou U21 a U17. Věková skupina U17 dosáhla překvapivě o 7 % lepších hodnot maximální aerobní kapacity v porovnání se starší věkovou skupinou U21 ($62,32 \pm 3,03$ $ml \cdot min \cdot kg^{-1}$ vs. $58,01 \pm 5,75$ $ml \cdot min \cdot kg^{-1}$). Maximální dosaženou hodnotu VO_{2max} $67,9$ $ml \cdot min \cdot kg^{-1}$ byla zjištěna u hráče věkové skupiny U17.

Tabulka 33. Komparace výsledků diagnostiky maximální spotřeby kyslíku VO_{2max} v závislosti ontogeneze.

Skupina	VO_{2max} ($ml \cdot min \cdot kg^{-1}$)	
	avg	std
U16	59,76	3,63
U17	62,32	3,03
U18	60,39	2,91
U19	60,28	3,57
U21	58,01 *	5,75

Legenda: std – směrodatná odchylka.

* - signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi skupinou U21 a U17.



Obrázek 48. Komparace hodnot maximální spotřeby kyslíku VO_{2max} ($ml \cdot min \cdot kg^{-1}$) v závislosti ontogeneze.

5.4 Hodnocení výkonnosti na základě T-bodů

Tabulka 34 popisuje hodnocení výkonnosti v jednotlivých testech na základě T-bodů, které znázorňují intra a interindividuální rozdíly při pohledu na určený model – normu (Horčic, 2004; Kovářová, 2010). Hovoříme o tzv. transformaci normované veličiny (McCallovo kritérium). Průměr celé skupiny odpovídá 50 T-bodům, a jedna směrodatná odchylka 10 T-bodům. Pásmo 45-55 T-bodů značí jednu oblast normy, kdy maximální hodnota dosahuje 70 T-bodů (vynikající úroveň), a minimální hodnota se nachází na úrovni 30 T-bodů (nedostatečná úroveň).

Tabulka 34. Standardy pro hodnocení úrovně vybraných parametrů Kovářová & Kovář (2011).

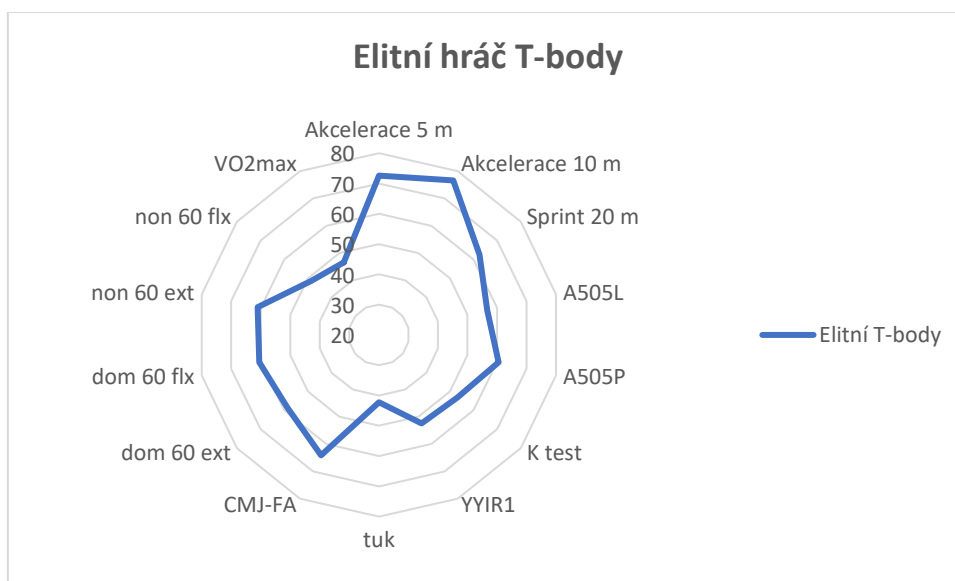
Standardy pro hodnocení úrovně vybraných parametrů	
Úroveň parametru	T-body
Nedostatečná	30
Vysoce podprůměrná	35
Podprůměrná	40
Mírně podprůměrná	45
Průměrná	50
Mírně nadprůměrná	55
Nadprůměrná	60
Vysoce nadprůměrná	65
Vynikající	70

Pro hodnocení jsme vybrali tři hráče z celkem 157 otestovaných fotbalistů, kteří dosáhli v roce 2021 na tři různé výkonnostní úrovně (Elitní, Sub-elitní a Amatérskou). S určitým časovým odstupem budeme retrospektivně hodnotit jejich dosaženou výkonnost. V Tabulce 35 popisujeme dosažené výsledky 3 vybraných fotbalistů v jednotlivých testech a hodnoty převedené na T-body.

Tabulka 35. Dosažené výsledky tří hráčů fotbalu (1 Elitní, 2 Sub-elitní, 3 Amatér) v jednotlivých testech převedené na T-body.

Hráč	Elitní		Sub-elitní		Amatér	
	Výsledek	T-body	Výsledek	T-body	Výsledek	T-body
Akcelerace 5 m	0,94 s	73	0,99 s	65	1,17 s	36
Akcelerace 10 m	1,62 s	77	1,73 s	63	1,93 s	38
Sprint 20 m	2,25 s	63	2,47 s	41	2,35 s	53
A505L	2,42 s	57	2,58 s	42	2,58 s	42
A505P	2,38 s	61	2,47 s	51	2,59 s	39
K test	10,63 s	53	10,21 s	62	10,76 s	51
YYIR1	52 úseků	52	54 úseků	55	50 úseků	50
tuk	11,80%	42	4,70%	66	5,50%	63
CMJ-FA	51,8 cm	64	53,7 cm	67	44,9 cm	52
dom 60 ext	236 N.m	59	198 N.m	47	239 N.m	59
dom 60 flx	152 N.m	60	117 N.m	47	160 N.m	64
non 60 ext	251 N.m	61	206 N.m	48	248 N.m	60
non 60 flx	119 N.m	49	106 N.m	43	168 N.m	68
VO₂max	58,5 ml·min·kg ⁻¹	47	59,3 ml·min·kg ⁻¹	48	64,5 ml·min·kg ⁻¹	61
Součet		816		747		735

Legenda: Sprint 20m – maximální běžecká rychlost na 20 m (letmo); A505L – test 505 s otočením na levou dolní končetinu; A505P – test 505 s otočením na pravou dolní končetinu; YYIR1 – Yo-Yo intermitentní zotavovací test první úrovně (level 1); tuk – průměrná hodnota tělesného tuku; CMJ-FA – countermovement jump with arm-swing (vertikální výskok se švihem paží); dom 60 ext – izokinetická síla extenze kolenního kloubu dominantní končetiny v rychlosti 60°.s⁻¹; dom 60 flx – izokinetická síla flexe kolenního kloubu dominantní končetiny v rychlosti 60°.s⁻¹; non 60 ext – izokinetická síla extenze kolenního kloubu nedominantní končetiny v rychlosti 60°.s⁻¹; non 60 flx – izokinetická síla flexe kolenního kloubu dominantní končetiny v rychlosti 60°.s⁻¹; VO₂max – maximální spotřeba kyslíku.

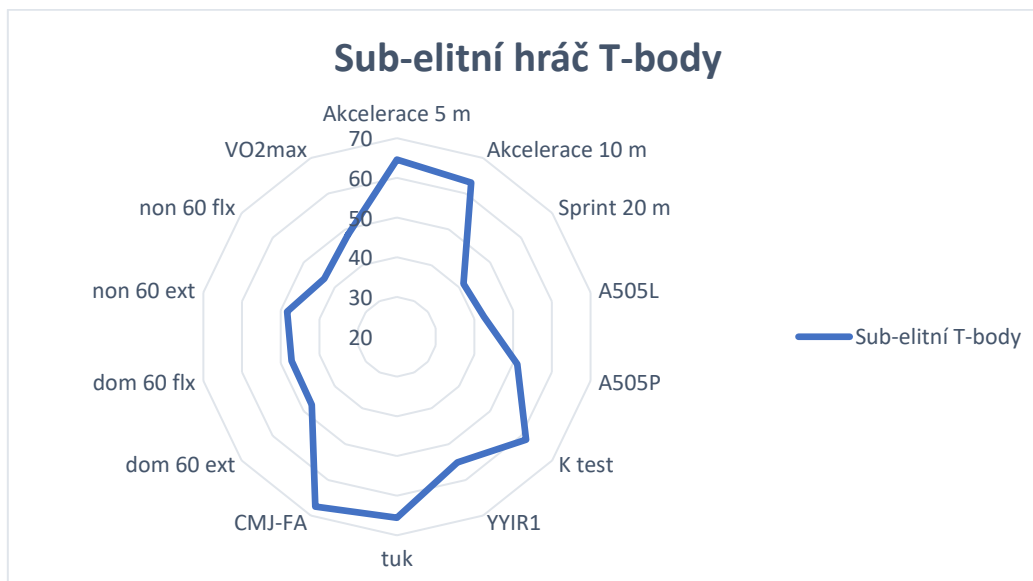


Obrázek 49. Výsledky v jednotlivých testech Elitního hráče fotbalu zaznamenané pomocí T-bodů v paprskovém grafu.

Hráč Elitní úrovně (Obrázek 49) zaznamenal ve všech čtrnácti testech celkem 816 T-bodů. Analýza ukázala následující přednosti, které se ukazují jako klíčové pro výkon ve fotbale. Rychlostní předpoklady v testu akcelerace na 5 a 10 m byly na vynikající úrovni (73-77 T-bodů), což je jistou výhodou pro běžecký výkon v utkání. Uvedený předpoklad je klíčový zejména pro herní funkci střední záložník, na které sledovaný hráč pravidelně nastupuje. Analýza výsledků také prokázala určité slabiny: mírně podprůměrná hodnota tělesného tuku (42 T-bodů) a průměrná hodnota VO_{2max} (47 T-bodů), která by v rámci herní funkce střední záložník měla být jistě vyšší pro lepší schopnost opakovat vysoko-intenzivní běhy v průběhu celého utkání, kdy nižší hodnotu VO_{2max} považujeme za určitý handicap. Naše zjištění částečně potvrzuje pouze průměrná hodnota překonaných úseků v průběhu YYIR1 (52 T-bodů), což je jednoznačná informace o průměrné úrovni vytrvalostních předpokladů.

Retrospektivní hodnocení: Hodnocený hráč (ročník narození 2000) dosáhl v průběhu sportovní kariéry elitní výkonnostní úrovně nejvyšší soutěže dospělých v ČR (20 startů v oficiálním ligovém utkání). Hráč herní funkce střední záložník zatím sbírá postupně jednotlivé starty v základní sestavě, nebo nastupuje v průběhu utkání jako střídající hráč. V průběhu krátké kariéry profesionálního hráče fotbalu odehrál i část utkání Evropské ligy (druhá nejvyšší soutěž na mezinárodní evropské úrovni). Do další kariéry doporučujeme stále zdokonalovat úroveň rychlostních předpokladů a zaměřit se zejména na rozvoj vytrvalostních

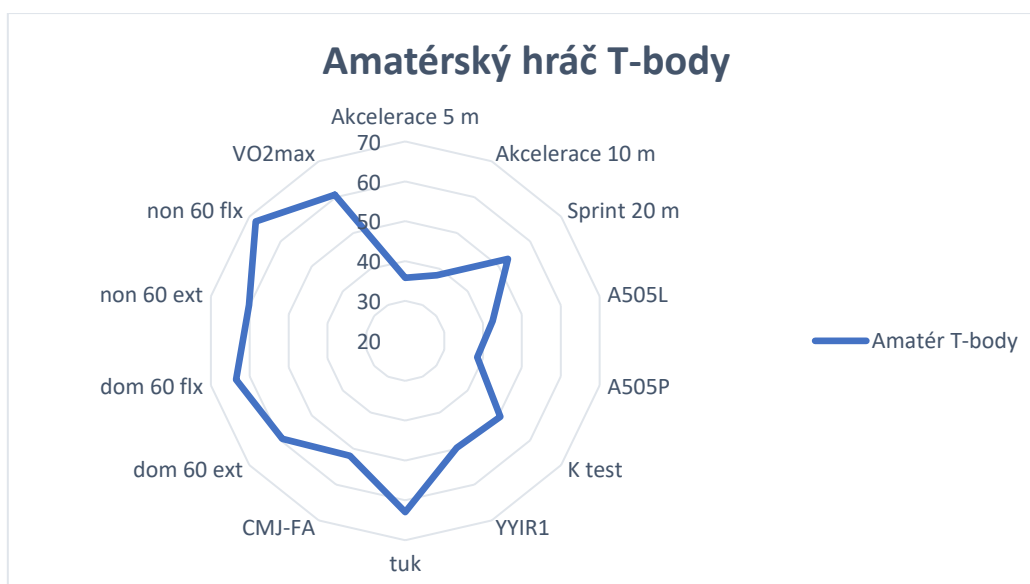
předpokladů. Lze předpokládat zlepšení výkonnostní úrovně a vyšší počet startů v nejvyšší české soutěži.



Obrázek 50. Výsledky v jednotlivých testech Sub-elitního hráče fotbalu zaznamenané pomocí T-bodů v paprskovém grafu.

Hráč Sub-elitní úrovně (Obrázek 50) dosáhl ve všech čtrnácti testech celkového skóre 747 T-bodů. Silné stránky hráče sledujeme při analýze výsledků zejména u vysoce nadprůměrné úrovně explozivní síly dolních končetin CMJ-FA (67 T-bodů) a hodnoty tělesného tuku (66 T-bodů), kdy úroveň explozivní síly hraje důležitou roli při obranných i útočných vzdušných soubojích rozdílných herních funkcí (brankář, obránce, záložník i útočník). Jako nadprůměrný se ukazuje i parametr rychlostních předpokladů při testování akcelerace na 5 a 10 m (63–65 T-bodů). Analýza výsledků ukazuje i na slabší stránky pozorovaného hráče. Můžeme poukázat zejména na podprůměrnou úroveň maximální běžecké rychlosti sprintu na 20 m letmo (41 T-bodů) a nevyváženost výkonů při provedení 505 agility testu s otočením za pravou (51 T-bodů) a levou dolní končetinou (42 T-bodů), kdy se výsledky jeví jako podprůměrné (A505L) a průměrné (A505P). S určitým výkonnostním rozdílem při provádění agility testu může souviset i podprůměrná až průměrná síla dolních končetin při hodnocení izokinetické svalové síly KF a KE (43–47 T-bodů). Stejně jako v případě hodnocení Elitního hráče pozorujeme mírně podprůměrnou úroveň VO₂max (48 T-bodů), která se nepotvrdila při terénním testování na základě výsledků YYIR1 (55 T-bodů), což je důležitá informace při hodnocení vytrvalostních předpokladů herní funkce střední záložník, na které i popisovaný Sub-elitní hráč nejčastěji nastupuje.

Retrospektivní hodnocení: V průběhu aktuální sportovní kariéry hodnocený hráč dosáhl na Sub-elitní výkonnostní úroveň 2. nejvyšší soutěže dospělých v ČR (24 startů). Postupně se stal stabilním členem základní sestavy na herní funkci střední záložník. Doporučením do další kariéry a tréninku je určitě zařazení systematického silového rozvoje dolních končetin, pro lepší schopnost akcelerace a decelerace, jako i zařazení rozvoje rychlostních a vytrvalostních předpokladů. U uvedeného hráče ročníku narození 2001 lze do budoucna předpokládat výkonnostní posun do Elitní výkonnostní skupiny, jelikož výsledky se výrazně neliší právě při komparaci s Elitní výkonnostní skupinou. Nutností je poznamenat, že při posledním hodnocení výkonnostní úrovně již hráč zaznamenal 5 startů v české nejvyšší soutěži, ale naše kritérium pro Elitní úroveň je nastavené na min. 15 startů v nejvyšší soutěži dospělých.

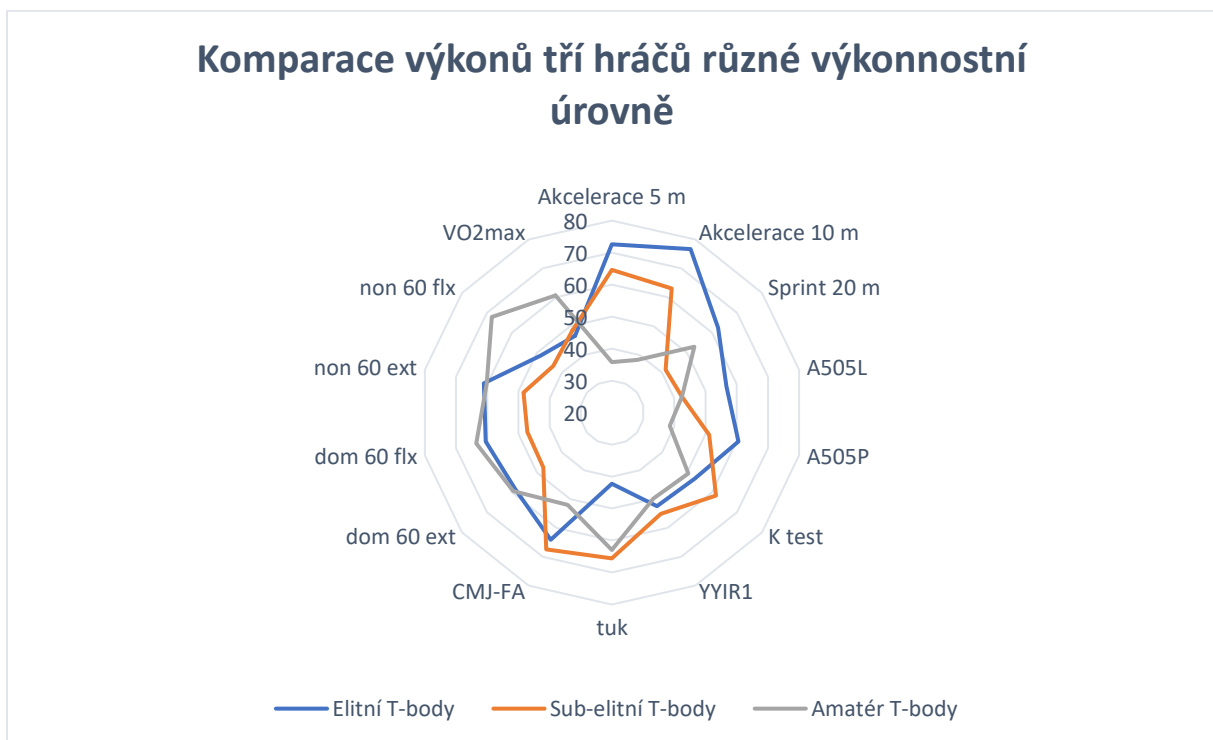


Obrázek 51. Výsledky v jednotlivých testech Amatérského hráče fotbalu zaznamenané pomocí T-bodů v paprskovém grafu.

Hráč Amatérské úrovně (Obrázek 51) zaznamenal ve všech čtrnácti testech celkového skóre 735 T-bodů. Analýza výsledků prokázala silné stránky zejména při izokinetickém testování silových předpokladů KF a KE dominantní a nedominantní dolní končetiny s mírně nadprůměrnými až vysoce nadprůměrnými výsledky (59-68 T-bodů), a také v rámci úrovně vytrvalostních předpokladů parametru VO₂max s nadprůměrnou hodnotou (61 T-bodů), což se nepotvrdilo při analýze výsledků YYIR1 a průměrném počtu překonaných úseků (50 T-bodů). Silnou stránkou analyzovaného hráče je i parametr tělesného složení (procento tělesného tuku) s nadprůměrnou hodnotou (63 T-bodů). Nedostatky nacházíme při analýze

rychlostních předpokladů výsledků akcelerace na 5 a 10 m s vysoce podprůměrnými výsledky (36-38 T-bodů), jako i vysoce podprůměrné až podprůměrné úrovně agility předpokladů A505L a A505R (39-42 T-bodů). Analýza dalších terénních testů vykazuje pouze průměrnou výkonnostní úroveň (maximální běžecká rychlost na 20 m, K-test, YYIR1).

Retrospektivní hodnocení: Hodnocený hráč Amatérské úrovně (ročník narození 2001) v průběhu sportovní kariéry dosáhl aktuálně na 5 startů v 2. nejvyšší soutěži dospělých, což ho řadí právě do 3. výkonnostní skupiny našeho výzkumu. Jedná se o hráče nastupujícího nejčastěji na herní funkci krajní obránce, kde je úroveň rychlostních a vytrvalostních předpokladů klíčovým parametrem pro prosazení se na elitní úrovni. Proto doporučujeme zaměření se hráče v tréninku právě na rozvoj rychlostních, agility a vytrvalostních předpokladů, jelikož existuje předpoklad budoucího progresu kariéry uvedeného hráče na vyšší výkonnostní úroveň (Sub-elitní, Elitní).



Obrázek 52. Komparace výkonů dosažených v jednotlivých testech u tří hráčů fotbalu (Elitní, Sub-elitní a Amatérský hráč) pomocí T-bodů v paprskovém grafu.

Obrázek 52 nám v jednotlivých sledovaných parametrech dává přehled o některých shodných znacích hráčů tří různých výkonnostních úrovní (Elitní, Sub-elitní a Amatérský hráč). V určitých testových parametrech lze naopak sledovat určité rozdíly ve výkonnosti mladých hráčů fotbalu. Využití paprskových grafů se nám osvědčilo při práci jak se svěřenci, tak trenéry především pro jejich přehlednost, jednoznačné zobrazení slabých a silných stránek při longitudinální komparaci a objektivizaci výsledků. Významnou výhodou pozorujeme v možnosti převést dosažené výsledky na standardy pro transparentní komparaci jednotlivých testových parametrů. Uvedeným procesem se dostává pracovníkům ve vědě i praxi efektivního nástroje pro komplexní hodnocení výkonnosti vlastních svěřenců.

6. Diskuse

6.1 Komparace výkonu vzhledem k výkonnostním skupinám

V rámci evaluace klíčových indikátorů pohybového výkonu ve fotbale jsme zjistili, že hráči elitní výkonnosti dosahovali významně lepší výsledky v parametrech izokinetického testování síly kolenních flexorů a extenzorů ve vyšších úhlových rychlostech. Stejně tak elitní hráči dosáhli lepších výsledků v anaerobně-aerobní vytrvalosti (YYIR1 a YYIR2) v porovnání s hráči nižší výkonnostní úrovně. Z hlediska ontogeneze zaznamenali starší hráči významně odlišných výsledků zejména v parametru rychlostního předpokladu maximální běžecké rychlosti na 20 m letmo, kromě přirozeně očekávaných rozdílů v parametrech antropometrie.

Elitní fotbal neustále zvyšuje nároky na výsledek a výkonnost sportovců. S tím souvisí a logicky narůstá i poptávka pro podporu využití sportovních věd a vědeckého poznání a následné propojení (integrace) vědeckých poznatků spolu s fotbalovým tréninkem. Poslední vývoj naznačuje, že i herní modely ve fotbale byly propracovanější v souladu s herní strategií a vztahem mezi hráčskou úrovní kondičních předpokladů. Samozřejmostí se dnes stal monitoring a datová analytika interního a externího zatížení hráčů v tréninku i utkání. Spolu s uvedenou problematikou souvisí i včasná identifikace a objektivizace výkonnostního hlediska u elitních mládežnických fotbalistů pro lepší predikci budoucí výkonnosti hráčů.

Schroepf a Lames (2018) uvádí 4 kritéria, o která by se měla opírat identifikace talentů: aktuální výkonnostní úroveň, schopnost výkonnostního progresu, konzistentnost výkonu a schopnost zlepšování se, jako i tolerance vůči psychickému a fyzickému stresu. Nejběžnější metodou identifikace je v současné době posouzení aktuální úrovně výkonu, než pohled na perspektivu hráčů z hlediska horizontu několika let. Při identifikaci elitních mládežnických hráčů fotbalu je třeba brát v ohledu fakt, kdy hráči, kteří byli fyzicky vyspělejší a výkonnostně lepší právě jenom kvůli fyzickým předpokladům, se ve starších věkových skupinách již neobjevují (Bunc, 2004; Paseka, 2018; Žatkuliak, 2011).

Komparaci antropometrických údajů dává k dispozici několik studií. Výhodu vyšší tělesné výšky hráčů můžeme nalézt například v osobních hlavičkových soubojích. Naopak hráči nižšího tělesného vzrůstu se umí lépe prosadit v soubojích 1 vs.1 při obcházení soupeře. V rámci pohybu na hřišti umí pravděpodobně efektivněji pracovat s těžištěm těla, a proto jsou většinou hráčovo typologicky odlišné antropometrické charakteristiky využívány pro určité herní funkce (Gil et al., 2007). Iglesias-Gutiérrez et al. (2012) publikují u elitních španělských

hráčů první ligy (věk = 18 ± 2 roky) průměrnou TV krajních obránců ($175,5 \pm 5,0$ cm) a středních záložníků ($179,6 \pm 5,2$ cm). V našem výzkumu elitní hráči dosáhli TV $180,2 \pm 7,6$ cm a sub-elitní hráči $178,8 \pm 5,5$ cm. Amatérští hráči dosáhli $179,2 \pm 6,0$ cm. V tomto výsledku nacházíme shodu s výzkumem Dragijsky (2020), který rozdělil hráče na ligové a mládežnické reprezentanty ČR. Průměrná TV hráčů nejvyšší ligové soutěže byla $179,0 \pm 6,6$ cm a u hráčů mládežnické reprezentace ČR $180,0 \pm 7,4$ cm. Autor mezi skupinami nezjistil signifikantní rozdíly. Několik studií (Arnasson et al., 2004; Milsom, Naughton, O'Boyle, Iqbal, Morgans, Drust et al., 2015; Sporis et al., 2009) uvádí, že elitní dospělí brankáři jsou nejvyššími ze všech herních funkcí (TV = $185 \pm 3,5$ cm).

Sporis et al. (2009) u elitních hráčů fotbalu uvádí tělesnou hmotnost (TH) v rámci rozdělení herních funkcí na obránce ($74,50 \pm 5,60$ kg), záložníky ($64,40 \pm 3,20$ kg) a útočníky ($78,40 \pm 5,20$ kg). Jednotlivé herní funkce v moderním pojetí fotbalu vyžadují různě vysoké běžecké nároky při rozdělení na krajní a střední obránce, krajní a střední záložníky a útočníky (Gil et al., 2007). Pokud se zaměříme na komparaci TH herní funkce brankář s hráči v poli, můžeme sledovat určité rozdíly ve prospěch vyšší TH brankářů (Iglesias-Gutiérrez et al., 2012; Silvestre et al., 2006). Uvedené tvrzení potvrzuje ve svém výzkumu zaměřeném na dospělé a mládežnické hráče skupiny U18 Milsom et al. (2015). Průměrná TH elitních hráčů nejvyšší ligové soutěže v ČR byla $70,6 \pm 8,3$ kg (Dragijsky, 2020). Náš výzkum u elitních hráčů první ligy (Elitní) zjistil vyšší průměrnou TH $72,2 \pm 7,7$ kg, o 2,3 % vyšší TH než ve výzkumu Dragijsky (2020). Sub-elitní hráči zaznamenali průměrnou TH $71,1 \pm 6,4$ kg a nejnižší hodnotu TH ($70,7 \pm 6,3$ kg) jsme zaznamenali u Amatérských hráčů.

V případě tělesného tuku můžeme námi zjištěné výsledky komparovat s hráči anglické Premier League (EPL). U dospělých hráčů uvádí Sutton et al. (2009) průměrné hodnoty tělesného tuku (FM) $10,6 \pm 2,1$ %. Reilly (1996) při nadbytečném množství tělesného tuku dokonce pojednává o tzv. „mrtvé hmotě“, která se podílí na snižování výkonu pohybových činností, kdy sportovec překonává gravitaci. Tvrzení dokládá studie Gil et al. (2005) na sníženém výkonu při testování explozivní síly dolních končetin, kdy hráči s vyšším procentem FM dosahovali významně horších ($p < 0,05$) výsledků. Negativní závislost nacházíme také vzhledem k výkonu při běžecké akceleraci (5 a 10 m), testu agility a vytrvalosti.

Dragijsky (2020) u hráčů nejvyšší ligové soutěže v ČR uvádí mírně vyšší hodnoty FM ($12,3 \pm 1,47$ %), ve srovnání s hráči první ligy naší práce ($10,1 \pm 3,1$ %). Nižší hodnoty FM ($9,13 \pm 3,1$ %) jsme zaznamenali také u sub-elitních hráčů druhé ligy. Nepředpokládaným výsledkem byla nejnižší průměrná hodnota FM ($9,0 \pm 3,0$ %) u amatérských hráčů. Vyšší

zastoupení FM nacházíme u elitních dospělých hráčů v italské nejvyšší soutěži (Série A), kde autoři Nuñez, Munguia-Izquierdo, Petri a Suarez-Arrones (2019) během testování na zařízení DEXA uvádí průměrnou hodnotu tělesného tuku $13,6 \pm 1,8$ %. Sporis et al. (2009) uvádějí taktéž signifikantně vyšší zastoupení FM ($12,2 \pm 0,7$ %) u dospělých obránců při komparaci s herními funkcemi záložník ($8,4 \pm 2,9$ %) a útočníky ($10,2 \pm 2,1$ %). Brankáři stejně jako při hodnocení TH a TV dosahovali signifikantně vyšších hodnot FM ($14,2 \pm 1,9$ %) v porovnání s ostatními herními funkcemi. Popisovaný fakt potvrzuje studie Boone et al. (2012) zaměřená na elitní belgické hráče, kde brankáři zaznamenali FM ($15,5 \pm 4,1$ %). U ostatních herních funkcí nacházíme hodnoty v rozmezí 10–11 % FM bez signifikantní rozdílů. Ostojic (2003) u profesionálních hráčů fotbalu popisuje signifikantně nižší hodnoty FM na konci sezóny v komparaci se začátkem přípravného období, prostředkem sezóny, druhou částí přípravného období a startem nové sezóny ($9,6 \pm 2,5$ % vs. $11,5 \pm 2,1$ %, $10,2 \pm 2,9$ %, $12,6 \pm 3,3$ % a $10,9 \pm 2,4$ %).

Z hlediska komparace výsledků explozivní síly dolních končetin při vertikálním výskoku a úspěšností hráčů nacházíme mnoho studií, ale bez konzistentních závěrů. Studie (Arnason et al., 2004; Ferreira et al., 2018; Rebelo, Brito, Maia, Coelho-e-Silva, Figueiredo, Bangsboet al., 2013 a Trecroci et al., 2018) popsaly významný rozdíl při výsledcích testů explozivní síly a úspěšností týmu. Naopak evidujeme rovněž několik další studií, které uvedené zjištění vyvrací (Castagna & Castellini, 2013; Cometti et al., 2001; Los Arcos, Martinez-Santos, & Castillo, 2020). Naše studie při analýze výsledků výkonnostních skupin Elitní, Sub-elitní a Amatéři nezjistily signifikantní rozdíly v parametrech výšky vertikálního výskoku, ale uvědomujeme si absenci parametrů, jako je impuls síly pro dominantní a nedominantní dolní končetinu, nebo také parametru z hlediska relativní síly. Dragijsky (2020) při testování explozivní síly dolních končetin zjistil horší výkonnost elitních ligových hráčů v porovnání s mládežnickými reprezentanty ČR. Dospělí hráči nejvyšší ligové úrovně zaznamenali následující výkony v měřených testech: CMJ-FA = $44,2 \pm 3,28$ cm; CMJ = $39,5 \pm 3,43$ cm; SQJ = $35,6 \pm 3,46$ cm. Malý (2021) nachází při testování CMJ-FA konzistentní výsledky u všech porovnávaných skupin ($48 \pm 3,1$ cm), kdy na základě literární rešerše uvádí jako nejčastěji používaný test explozivní síly dolních končetin elitních hráčů fotbalu CMJ. Průměrné hodnoty elitních hráčů uvádí v rozmezí 40,5–42,7 cm. Výsledky testování elitních hráčů fotbalu nejvyšší soutěže v ČR jsou nižší v porovnání s hráči nejvyšší chorvatské ligy, a proto Malý (2021) doporučuje na základě uvedeného zjištění vytvořit a implementovat programy na rozvoj explozivní síly dolních končetin mladých hráčů fotbalu s následným transferem do dospělých

kategorií. Autor popisuje nutnost zavedení jak programu krátkodobého, tak dlouhodobého charakteru pro nárůst úrovně kondičních předpokladů a následné výkonnosti hráčů.

Otázkou vztahu úspěšnosti týmu a úrovně explozivní síly DK se věnoval i Wisloff et al. (1998). Nejistil signifikantní rozdíly mezi prvním a posledním týmem norské nejvyšší fotbalové soutěže při komparaci vertikálního výskoku. Uvedené tvrzení není v souladu se studií Gauffin, Ekstrand, Arnesson a Tropp (1989), kteří testovali vertikální výskok prvních dvou týmů francouzské nejvyšší soutěže, aby výsledky porovnali s týmy ze spodních pozic tabulky, kdy prokázali korelaci mezi postavením v tabulce a výškou vertikálního výskoku (vyšší vertikální výskok hráčů = lepší výsledné postavení v tabulce). Podobně Hansen et al. (1999) prezentuje vyšší vertikální výskok u elitních hráčů v komparaci s hráči nižší výkonnostní úrovně. Výsledky nám nabízí informaci o pravděpodobném vyšším procentu zastoupení silového tréninku v rámci tréninkového procesu elitních profesionálních hráčů fotbalu, kdy role systematicky vedeného tréninku rozvoje silových schopností dává předpoklady pro lepší výkony při vertikálním výskoku. Náš výzkum může být poté ovlivněn personálně-materiálním zabezpečením jednotlivých testovaných celků, kdy možnosti každé z akademií a klubů se často velmi liší právě kvalitou zabezpečení tréninkového procesu.

Silový trénink a silová připravenost hráčů jsou v elitním fotbale důležitou součástí tréninkového procesu s ohledem na rozvoj rychlosti, ale i v oblasti prevence kloubních a svalových zranění (Little & Williams, 2005). Systematický silový trénink je předpokladem pro rozvoj pohybového výkonu, kdy při správné aplikaci tréninku s ohledem na objem a intenzitu zatížení dokáže právě tak i minimalizovat riziko zranění (Philippaerts, Vaeyens, Janssens, Van Renterghem, Matthys, Craen et al., 2006, Lloyd & Oliver, 2019). Owen (2016) uvádí dva jednoznačné benefity aplikace systematické silové přípravy v rámci fotbalové specializace (prevence zranění a udržování či rozvoj svalové síly). Rychlé změny směru, sprintové náběhy, osobní souboje a explozivní výskoky jsou pouze malý výčet činností hráče v utkání, které musí absolvovat (Verheijen, 2016). Často při uvedených činnostech vznikají poranění dolních končetin, na které jsou kladeny obrovské fyzické nároky (Owen, 2016). Pokud má hráč ambice dlouhodobě podávat elitní výkony, je pro něho nezbytně nutné být zdravý (prevence zranění) a udržovat svoji svalovou sílu (silový trénink) na dostatečné úrovni pro absolvování vysokého počtu utkání v průběhu sezóny (několika po sobě následujících sezón v dlouhodobém horizontu perspektivy elitního hráče fotbalu). Domníváme se, že významnou rolí pro dlouhodobý úspěch v elitním mládežnickém a později i dospělém fotbale je dostatečná úroveň silových schopností kolenních extenzorů (KE) a flexorů (KF). V literatuře nacházíme

zjištění, kdy elitní hráči fotbalu v mládežnických kategoriích dokážou vyvinout vyšší úroveň maximální izometrické a dynamické kontrakce dolních končetin (DK) v porovnání s hráči nižší, popřípadě amatérské výkonnostní úrovně (Gissis et al., 2006). Malý (2021) u elitních hráčů fotbalu v ČR zaznamenal nižší produkci svalové síly KE v porovnání s řeckými hráči nejvyšší fotbalové ligy (Tsiokanos et al., 2016). Nutnost dlouhodobého systematické silového tréninku zaměřeného na rozvoj síly DK spolu s nutnou herní praxí v utkáních zmiňuje Philippaerts et al. (2006), protože uvedeným způsobem lze zlepšit neuromuskulární vlastnosti sportovců a lze tak pozitivně ovlivnit poměr bilaterálních asymetrií (BA).

Ižovská, Mikic, Dragijsky, Zahálka, Bujnovsky a Hank (2019) u dospělých hráčů fotbalu popisují průměrné asymetrie mezi dominantní a nedominantní svalovou skupinou zadní strany stehů (H:H; $9,52 \pm 9,55$ %), kdy jsou vyšší v porovnání s poměrem dominantní a nedominantní strany svalové skupiny přední strany stehů (Q:Q; $7,84 \pm 6,31$ %) stejné skupiny probandů. Dále upozorňuje, že 65,5 % zraněných hráčů ve sledované sezóně dosahovalo bilaterální asymetrií nad 10 %. Tourny-Chollet, Leroy, Léger a Beuret-Blanquart (2000) dospěli ve své studii k závěru o výrazně silnějších KF dominantní končetiny v porovnání s nedominantní končetinou. Taktéž další autoři popisují u velké části testovaných hráčů více než 10 % asymetrie v rámci různých úhlových rychlostí u kterých byl měřen svalový výkon flexorů kolena (Daneshjoo et al., 2013; Rahnama et al., 2005). Brito et al. (2010) při testování svalové síly KF u sub-elitních hráčů fotbalu poukazuje na rozdílnou úroveň síly u nedominantní končetiny s vyššími hodnotami v porovnání s končetinou dominantní. Při analýze výsledků bilaterální asymetrie (Q:Q, H:H) z hlediska kritéria „výkonnostních skupin“ jsme nezjistili signifikantní rozdíly. Uvedené výsledky korespondují s výzkumem Daneshjoo et al. (2013), který podobně publikuje nevýznamné rozdíly u mladých profesionálních hráčů (věk: $18,9 \pm 1,4$ let). Naopak, signifikantní rozdíly při sledování silových dysbalancí kolenních flexorů ($60^\circ \cdot s^{-1}$) nachází studie Bonetti (2017). V parametru svalové síly KF mládežnických hráčů fotbalu (U17) uvádí autor silnější KF nedominantní končetiny a slabší sílu KF dominantní končetiny. V uvedené studii nebyly prokázány rozdíly mezi herními funkcemi (obránce, záložník a útočník).

Hlavní faktor výkonnostní skupiny neprokázal signifikantní efekt vzhledem k silovému výkonu při diagnostice unilaterálního poměru izokinetické svalové síly H:Q (%) na dominantní a nedominantní končetině. Nejlepší průměrné výkony poměru H:Q na dominantní končetině sledujeme u skupiny Amatéri ($59,43 \pm 8,88$ %). Nejlepší průměrné výkony poměru H:Q nedominantní končetiny při úhlové rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$ byly zjištěné u skupiny Elitní s poměrem

59,96 ± 9,49 %. Fousekis et al. (2011) sledoval riziko zranění v rámci předsezonního izokinetického měření svalových asymetrií KF a KE, kde dospěl k závěru, že hráči s vyššími asymetriemi svalové skupiny hamstringů jsou více rizikovou skupinou při poranění kolene či hamstringů. Přední zkřížený vaz (en. Anterior cruciate ligament; ACL) a hamstringy jsou více náchylné na zranění v porovnání s kolenními extenzory. Jedná se zejména o situaci, kdy jsou hamstringy zapojené při zrychlení, sprintech, akceleracích a deceleracích. Zejména nízký silový poměr mezi KE a KF zvyšuje tlak na stabilizační funkci ACL během aktivit jako jsou právě změny směru (Croisier et al., 2008; Myer, Ford, Foss, Liu, Nick, & Hewett, 2009). Ižovská et al. (2019) u dospělých elitních hráčů fotbalu nachází vysoké procento hráčů (65,9 %) s dysbalancemi KE mezi dominantní a nedominantní končetinou, stejně tak i s vyšším procentem (67,9 %) hráčů, kteří měli svalovou nerovnováhu mezi KF. Uvedený faktor jsme již pojmenovali jako rizikový při poranění ACL. Ižovská et al. (2019) dále doporučuje zaměřit další výzkum na úroveň flexibility hráčů spojenou s možným rizikem poranění hamstringů. Silové asymetrie a flexibilita daných svalových skupin, kloubních spojení a končetin může dokonce vést k diskoordinaci pohybů (Danesjhoo et al., 2013).

Některé ze studií (Croisier et al., 2005; Lee et al., 2011; Liporaci et al., 2018) doporučují zařazovat izokinetické testování na začátku přípravného období pro identifikaci rizik svalových zranění hamstringů. Knapik, Bauman, Jones, Harris a Vaughan (1991) poukazují na hráče s BA vyšší než 15 % jako na hráče s vyšší frekvencí poranění dolních končetin. Liporaci et al. (2019) popisuje BA kolenních extenzorů vyšší než 10 % jako faktor pro 16x vyšší riziko poranění kolenních vazů, a až 28x vyšší riziko poranění menisků. Dauty (2016) dodává, že předsezonní testování kolenních extenzorů a flexorů zaměřené na bilaterální, ipsilaterální poměry dokáže detekovat až 79 % všech poranění hamstringů. U sub-elitních fotbalistů (věk 23,4 ± 3,8 roků) Rahnama et al. (2015) uvádí taktéž signifikantní bilaterální asymetrie KF a KE dominantní a nedominantní DK. Vysvětlení pravděpodobných asymetrií svalové síly KF a KE mohou souviset i s preferencí končetiny při kopu do míče. Flexe kolene nedominantní končetiny plní při kopu do míče stabilizační funkci kotníku, kolena a kyčle, kdy stejně tak reaguje na pohyb dominantní dolní končetiny a v průběhu popisovaného pohybu drží hmotnost celého těla. Z hlediska biomechanického provedení a fyziologického účinku opakovaného neuromuskulárního stimulu představuje opakovaný kop do míče podnět, který může ovlivňovat rozvoj síly KF nedominantní dolní končetiny. U většiny profesionálních hráčů, kteří při hře využívají střelbu a dlouhé přihrávky bez rozdíly na pravou a levou končetinu, dochází i k silovému rozvoji také KF dominantní končetiny (Rahnama et al., 2005).

Öberg et al. (1986) uvádí u hráčů švédského národního týmu a švédské nejvyšší soutěže vyšší hodnoty svalové síly KF a KE při rychlých a pomalých úhlových rychlostech v porovnání s hráči z klubů čtvrté nejvyšší soutěže. Mezi nejvyšší soutěží a čtvrtou ligou je poměrně velký výkonnostní rozdíl, a uvedené výsledky můžeme pravděpodobně připsat jak většímu tréninkovému a soutěžnímu objemu, tak určitě i formě a počtu kondiční a silové přípravy dolních končetin. Togari, Ohashi a Ohgushi (1988) zaznamenali podobná zjištění mezi japonskými elitními hráči (národní tým a J-league) a univerzitními hráči. Signifikantní rozdíly ($p < 0,05$) mezi elitními a amatérskými hráči fotbalu nachází také Cometti et al. (2001). Elitní hráči fotbalu zaznamenali během testování úhlových rychlostí $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ a $240^{\circ} \cdot s^{-1}$ vyšší úroveň svalové síly KF v porovnání s amatérskými hráči. V tomto výzkumu jsme částečně dospěli k opačným závěrům. Nejlepší průměrné výkony svalové síly KE při rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ byly zjištěny u skupiny Amatéri ($209,92 \pm 30,62$ N.m). Velmi podobné výsledky ($209,58 \pm 31,07$ N.m) našim amatérským hráčům nacházíme u obránců věkové kategorie U18–20 ve studii Silva et al. (2015). Naopak lepší výsledky svalové síly KE nacházíme ($254–312$ N.m) ve studii elitních řeckých hráčů (věk: 25,8–28,3 let) fotbalu (Tsiokanos et al., 2016). Rozdílné výsledky je možné vysvětlit na základě delší kariéry elitního hráče fotbalu, spolu s tím pravděpodobně i delší zkušeností a praxí se silovým tréninkem zaměřeným na rozvoj svalové síly dolních končetin. Nejlepší průměrné výkony svalové síly KF v našem výzkumu při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ byly zjištěny u skupiny Elitní $129,28 \pm 34,28$ N.m. Studie Wik, Mc Auliffe a Read (2019) uvádí jednoznačně vyšší úroveň svalové síly KF u všech herních funkcí ($150,8 – 168,1$ N.m) hráčů nejvyšší soutěže v Kataru. V rámci naší studie byl signifikantní rozdíl ($p < 0,01$) prokázán také mezi skupinami Elitní a Sub-elitní u parametru svalové síly KF (dominantní končetina) při úhlové rychlosti ($180^{\circ} \cdot s^{-1}$). Skupina Elitní zaznamenala o 15 % lepších výsledků v komparaci se skupinou Sub-elitní ($99,05 \pm 24,67$ N.m vs. $86,50 \pm 20,70$ N.m). Naši elitní hráči dosáhli horších výsledků v porovnání se studií Silva et al. (2015), který uvádí u elitních útočníků (U18–U20) průměrnou hodnotu svalové síly KE $126,58 \pm 27,34$ N.m. Obránci stejného výzkumu zaznamenali vyšší průměrné hodnoty svalové síly KE $147,85 \pm 22,15$ N.m, a nejnižší hodnoty evidujeme u herní funkce záložník ($118,7 \pm 41,5$ N.m). Vyšší svalová síla zjištěná u brazilských hráčů může být způsobená užším věkovým rozpětím uvedené studie zaměřené na věkové skupiny U18–U20. My jsme naopak analyzovali věkové skupiny U16–U21 a u mladších hráčů jsme zjistili nižší úroveň svalové síly. Signifikantní rozdíl v této práci ($p < 0,05$) byl prokázán také u svalové síly KF dominantní končetiny ($300^{\circ} \cdot s^{-1}$) mezi skupinou Elitní a Sub-elitní ($76,03 \pm 20,43$ N.m vs. $66,00 \pm 17,97$ N.m). Nejlepší, ale ne signifikantně rozdílné výkony svalové síly KE a KF nedominantní končetiny při

rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$, pozorujeme znovu u výkonnostní skupiny Elitní ($213,70 \pm 44,56$ N.m a $127,73 \pm 32,30$ N.m). Signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) na nedominantní končetině, ale nacházíme při komparaci KF ($300^\circ \cdot s^{-1}$) výkonnostních skupin Elitní a Sub-elitní ($71,50 \pm 18,01$ N.m vs. $63,00 \pm 13,35$ N.m). Malý, Zahálka a Malá (2011) testovali dvě skupiny profesionálních fotbalistů nejvyšší ligy v České republice, které rozdělili podle výsledného postavení v tabulce. První skupina byla složena z hráčů, kteří se umístili na druhém místě v celkové tabulce ($n = 22$). Druhý tým sestával z hráčů, jejichž tým byl třetí od konce tabulky ($n = 18$). Výsledky studie neprokázaly žádné významné rozdíly mezi testovanými skupinami v úrovni KE a KF ($p > 0,05$). Malý et al. (2011) zkoumal také poměr H:Q, který může naznačovat zvýšenou predispozici ke zranění. Taková predispozice byla nalezena u čtyř hráčů výzkumu. Svensson a Drust (2007) popisují zlepšený výkon v kopu do míče v důsledku silového programu zaměřeného na rozvoj svalové síly dolních končetin s následným transferem do specifických akcí v utkání. Již dříve bylo zmíněno, že limitem nekorespondujících výsledků se zahraniční literaturou může být menší sledovaná kohorta a také nevyváženost počtu týmů, které pravidelně využívají, nebo nevyžívají diagnostické metody, nebo pravidelný organizovaný silový a kompenzační trénink (jak u dospělých, tak hlavně u mládežnických družstev). Z výše uvedených výsledků nám plyne jednoznačný závěr do praxe, kde je třeba v průběhu dlouhodobé sportovní kariéry aplikovat systematický a periodizovaný silový trénink zaměřený na rozvoj síly a optimalizaci unilaterálních a bilaterálních silových asymetrií KF a KE, doplněný i o další preventivní programy, které mají za cíl minimalizovat riziko zranění. V případě, že chceme získat komplexní silový profil hráče potřebný pro hodnocení dominantní a nedominantní dolní končetiny, je nutné zařadit testování ve všech třech úhlových rychlostech (nižší, střední a vysoká úhlová rychlost).

Pro náš výzkum je právě tak charakteristické i testování akcelerační rychlosti, kterou Kraaijenhof (2017) popisuje jako časový interval, kdy každý krok je rychlejší v porovnání s krokem předchozím a trvá většinou v rozmezí 5–7 s. Hovoříme o intervalech zatížení v desetinách sekund, kdy například Dufour (2009) popisuje 0,1 s vzdálenost 56 cm, které často rozhoduje o úspěšnosti a neúspěšnosti akce (hráč získá nebo ztratí míč, zakončí nebo nezakončí na branku atd.). Velmi zřídka se v utkání můžeme setkat s jednorázovou akcelerací, často se jedná o krátké opakované úseky, kde se promítá i schopnost změny směru, agility. Haugen et al. (2013) zjistil, že fotbalový reprezentanti Norska a hráči nejvyšší norské soutěže dosahovali z hlediska akcelerační a maximální rychlosti vyšší výkonnosti ($p < 0,05$) než hráči 2. divize (rozdíl 1,0–1,4 %), 3.–5. divize (rozdíl 3,0–3,8 %), juniorské reprezentace (rozdíl 1,7–2,2 %)

a juniorských hráčů (rozdíl 2,8–3,7 %). Jelikož se jednalo o dlouhodobý výzkum z roků 1995–2010 ($n = 939$, věk = $22,1 \pm 4,3$ roků), autoři zjistili, že hráči z období 2006–2010 byli oproti hráčům z let 1995–1999 a 2000–2005 rychlejší při sprintu na 20 m o 1–2 % a byli schopni dosáhnout dříve maximální rychlost.

Analýzu úrovně rychlostních předpokladů uvádí Sporis et al. (2009) ve svém výzkumu 270 dospělých elitních hráčů nejvyšší chorvatské fotbalové ligy (věk 28,3 let). Soubor se skládal z celkem 80 obránců, stejného počtu záložníků a útočníků, který doplnilo 30 brankářů. Výzkum uvádí průměrné hodnoty akcelerace na 5 m (1,44 s), a na 10 m (2,27 s). Náš testový soubor dosáhnul lepších výsledků v porovnání s elitními dospělými hráči chorvatské nejvyšší soutěže. Elitní ligový hráči našeho souboru zaznamenávají průměrné časy akcelerace na 5 m ($1,07 \pm 0,07$ s). Sub-elitní hráči druhé ligy poté dosahovali při akceleraci na 5 m průměrných časů ($1,07 \pm 0,06$ s). Hráči amatérské úrovně při akceleraci na 5 m zaznamenali nejpomalejší průměrné časy ($1,09 \pm 0,05$ s). Nejrychlejší čas při akceleraci na 5 m jsme zaznamenali u elitního ligového hráče (0,94 s). Komparace rychlostních předpokladů mezi studii je problematická, protože evidujeme mnoho rozdílů (forma rozcvičení, testovací povrch, časové období, kdy testování probíhalo atd.). Dalším z možných faktorů ovlivňujících rozdílné výsledky v porovnání s naší studií může být ve studii Sporis et al. (2009) výrazně vyšší počet elitních probandů ($n = 270$).

Vigne, Gaudino, Rogowski, Alloatti a Hautier (2010) (2010) uvádí v italské Sérii A 75,8 % běhů ve vysoké intenzitě (více než $19 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) realizovaných ve vzdálenosti do 9 m, a jelikož je vzdálenost akcelerace na 10 m velmi často publikovaná a standardizovaná pro zjišťování úrovně rychlostních schopností (Cometti et al., 2001; Duthie, Pyne, Ross, Livingstone, & Hooper, 2006; Gissis et al., 2006; Stølen et al., 2005), je i pro naše testování jednou z důležitých metodik. Dragijsky (2020) zjistil při testování akcelerace na 10 m u hráčů nejvyšší ligové soutěže průměrný čas $1,86 \pm 0,09$ s. Nejrychlejší čas byl naměřen střednímu záložníkovi nejvyšší ligové soutěže 1,61 s. Ve studii elitních a subelitních hráčů Trecroci et al. (2019) nacházíme následující výsledky akcelerace na 10 m: elitní hráči: $1,89 \pm 0,08$ s, sub-elitní hráči: $1,91 \pm 0,1$ s. Elitní ligový hráči našeho souboru zaznamenávají průměrné časy akcelerace na 10 m ($1,82 \pm 0,09$ s), Sub-elitní hráči druhé ligy ($1,82 \pm 0,07$ s), kdy evidujeme rychlejší časy s výše uvedenými výzkumy. Naši hráči amatérské úrovně zaznamenali mírně pomalejší časy $1,85 \pm 0,07$ s. Nejrychlejší čas evidujeme u elitního ligového hráče (1,62 s).

Vysoká úroveň akcelerace na krátké vzdálenosti byla pojmenována jako kondiční předpoklad elitních fotbalistů (Reilly et al., 2000; Stølen et al., 2005). Cometti et al. (2001)

uvádějí lepší výkon akcelerační rychlosti ve prospěch profesionálních hráčů v komparaci se sub-elitními a amatérskými hráči fotbalu. Jaké zjistil Cometti rozdíly? Jsou stejné nebo jiné jako námi zjištěné rozdíly? Stejně závěry jako Cometti et al. (2001) popisuje také Mujika et al. (2009), který uvádí o 13,6 % rychlejší časy sprintu na 15 m elitní dospělé mužské kategorie v porovnání s elitními dospělými ženami ($p < 0,001$). Weber a Strüder (2011) publikují signifikantní rozdíly mezi elitními hráči nejvyšší německé fotbalové soutěže (1. Bundesliga), mládežnickými hráči a amatéry při testování akcelerace na 10 m: hráči 1. Bundesligy ($1,67 \pm 0,08$ s), mládežnickí hráči ($2,00 \pm 0,06$ s) a amatéři ($1,76 \pm 0,09$ s).

Little a Williams (2006) se zaměřili na testování maximální běžecké rychlosti u profesionálních hráčů fotbalu. Během testování se snažili zjistit efekt různých rozcvičení na výsledky v testu sprint 20 m letmo. Dynamický ($2,37 \pm 0,13$ s) a statický ($2,37 \pm 0,12$ s) strečink během rozcvičení prokázal signifikantní vliv na rychlejší výsledné časy v porovnání s protokolem bez strečinku ($2,41 \pm 0,13$ s). Při analýze výsledků maximální běžecké rychlosti na 20 m letmo jsme nezaznamenali statisticky významné rozdíly: Elitní hráči ($2,37 \pm 0,10$ s), Sub-elitní hráči ($2,36 \pm 0,09$ s) a hráči Amatérské úrovně ($2,4 \pm 0,1$ s.). Výsledky Elitní a Sub-elitní skupiny lze tedy komparovat s výzkumem Little a Williams (2006). Navzdory předpokladu, že rychlostní a explozivní silové schopnosti se ve větší míře projeví u Elitní skupiny, musíme konstatovat, že menší vybraný počet hráčů pravděpodobně nedostatečně přesně odhalil všechny očekávané rozdíly, zejména u rychlostních schopností. Další faktory mohou být například rozdílné přístupy v periodizaci tréninkových mikrocyklů, kdy nebylo v našich kompetencích kontrolovat předešlé tréninkové jednotky testovaných týmů. Ve finálních výsledcích se mohl projevit i externí faktor počasí, kdy i určitý protivítr určitě nebyl pozitivním faktorem pro rychlé běžecké časy. Externím faktorem (viz Studie Little a Williams (2006)) mohla být i forma rozcvičení. Interním faktorem (pozitivní x negativní) ovlivňujícím výsledné časy mohla být i motivace hráčů pro dosažení nejrychlejších možných časů, popřípadě nesledování únavy hráčů. Nejrychlejší čas při sprintu na 20 m letmo jsme zaznamenali u sub-elitního hráče druhé ligy (2,16 s). Dragijsky (2020) při rozdělení na jednotlivé herní funkce nachází velmi podobné výsledky u hráčů nejvyšší ligové úrovně v ČR (střední obránci: $2,40 \pm 0,13$ s, krajní obránci: $2,31 \pm 0,1$ s, (krajní záložníci: $2,45 \pm 0,12$ s, střední záložníci: $2,38 \pm 0,13$ s, útočníci: $2,44 \pm 0,13$ s). Minimální rozdíly mezi herními funkcemi ligových hráčů a výkonností při sprintu na 20 m letmo je možné hledat v minimální individualizaci rozvoje rychlostních schopností během tréninkovém procesu ligových týmů. Statisticky významné rozdíly uvádí Dragijsky (2020) při výkonu maximální rychlosti sprintu

20 m u sledovaných skupin rozdíl v průměrném čase 3 % mezi hráči nejvyšší ligové soutěže a hráči reprezentace ČR. Weber a Strüder (2011) u vzdálenosti 20 m lineární sprint bundesligových hráčů elitní úrovně uvádějí průměrné časy $2,94 \pm 0,10$ s. Elitní hráči jsou tak významně rychlejší v porovnání s hráči amatérských ($3,04 \pm 0,13$ s) a mládežnických celků ($3,51 \pm 0,10$ s). Výsledky dosahují signifikantních rozdílů. Nutností je poznamenat, že sprint na 20 m byl v uvedené studii prováděn z pevné pozice polovysokého startu bez předešlého náběhu, který jednoznačně hráčům ubírá náběhovou rychlost v porovnání s letným startem. Naopak Cometti et al. (2001) mezi elitními, sub-elitními a amatérskými hráči fotbalu nezjistil významný rozdíl v maximální rychlosti (sprint na 30 m).

V rámci schopnosti agility (rychlá změna směru) se projevuje i proces učení anticipovat následující pohyb. Jedná se o esenciální schopnost pro výkon ve fotbalovém utkání elitní úrovně (Pearson, 2001). Rychlá změna směru je charakteristická jak akcelerační (zrychlení), tak decelerační (zpomalení) fázi pohybu. Například Barnes et al. (2014) v rámci monitoringu externího zatížení hráčů EPL (2006–2013) prezentuje 35% nárůst vzdálenosti překonané ve sprintu a 50% nárůst vysoko-intenzivních akcí. Až 90 % z těchto akcí má trvání do 5 s. Andrzejewski, Chmura, Pluta, Strzelczyk a Kasprzak (2013) hovoří o akceleracích, deceleracích, anticipaci, rozhodovacích procesech a rychlých změnách směru. Hovoříme o středních záložnicích při ideálním výběru místa v průběhu celého utkání, krajních záložnicích při klamavých pohybech, útočnicích při snaze odpoutat se od obránce. Na základě uvedených zjištění se domníváme, že rychlé změny směru se stávají čím dál tím více kritickým bodem pohybového výkonu u elitních hráčů fotbalu (Kaplan et al., 2009; Zouhal, Abderrahman, Dupont, Truptin, Le Bris, Le Postec et al., 2019).

Hráči ve výzkumu Dragijsky (2020) nejvyšší ligové soutěže zaznamenali v testu Agility 505 v otočení na stranu dominantní dolní končetiny průměrné hodnoty $2,52 \pm 0,13$ s. Musíme poznamenat, že tato práce Dragijský (2020) kategorizovala test Agility 505 v rámci laterality na „dominantní“ a „nedominantní“ stranu (A505D a A505N). Autor se snažil poukázat na vztahy mezi úrovní agility schopností a dominantní (nedominantní) dolní končetinou. V naší práci jsme dodrželi standardní postup kategorizace testu Agility 505 mezi pravou a levou stranou otáčení (A505P a A505L). Uznáváme, že pro budoucí vyhodnocení je vhodné tyto výsledky převést v rámci preferované dominantní dolní končetiny, aby byl minimalizován vliv preferované dolní končetiny na změnu směru pohybu. Většina hráčů (87 %) v naší práci označila pravou dolní končetinu jako dominantní. Elitní skupina dosáhla v rámci A505P lepších průměrných hodnot $2,45 \pm 0,08$ s, sub-elitní hráči $2,48 \pm 0,1$ s, dokonce i amatérští hráči

2,50 ± 0,08 s. Naši amatérští hráči zaznamenali velmi podobné časy v rámci pravé dolní končetiny v komparaci s hráči nejvyšší ligové soutěže výzkumu Dragijsky (2020), ale v rámci nedominantní dolní končetiny (A505N; 2,50 ± 0,12 s). Navzdory odlišnosti v charakteristice laterality testu Agility 505 musíme konstatovat, že komparované výsledky uvedených studií jsou velmi podobné a pohybují se v rámci ± 0,1 s. Elitní hráči dosáhli v A505L lepších průměrných hodnot 2,46 ± 0,1 s a jsou blízké hráčům mládežnické reprezentace (Dragijsky, 2020). Sub-elitní hráči dosáhli shodných průměrných hodnot 2,51 ± 0,10 s jako amatérští hráči 2,51 ± 0,12 s. Nejlepší výkon jsme zaznamenali u sub-elitního hráče druhé ligy (A505P = 2,22 s, A505L = 2,23 s). Určitým předpokladem při pomalejších dosahovaných časech v provedení A505 může být tělesná výška, která může částečně ovlivňovat rychlou změnu směru (z hlediska polohy těžiště těla).

Červenka (2019) popisuje významnou problematiku při provádění testu Agility 505, kde velká část hráčů často není schopna přeměnit decelerační fázi v následnou další rychlou fázi akcelerační. Jednoznačným faktem je asymetrie výsledných časů probandů při otáčení za pravým a levým ramenem. Autor se domnívá, že nerovnoměrné výsledky mohou souviset s lateralitou a vyhraněností jedinců na pravou stranu. Pravděpodobným důvodem nerovnoměrných výsledků může být vlastně samotné nerovnoměrné zatěžování dolních končetin ve fotbale. Autor Červenka (2019) hledá odpověď v jedno-oporové fázi odehrání míče, kdy často právě levá dolní končetina plní funkci stabilizační (případně odrazovou) a pravá dolní končetina plní funkci „manipulační“ (neboli švihovou). Možností pro zlepšení těchto vlastností a srovnání rozdílů mezi otáčením se za pravým a levým ramenem je zařazení systematického silového tréninku. Dříve zmiňované nerovnoměrné zatěžování dolních končetin v přirozeném pohybovém projevu fotbalisty je právě oblastí bádání mnoha studií, a to v rámci výskytu silových a morfologických dysbalancí a jejich vlivu na výkonnostní a zdravotní aspekty hráčů fotbalu (Ižovská et al., 2019; Malý et al., 2014).

Bilík (2016) při testování K-testu na začátku přípravného období u hráčů (n = 30) Moravskoslezské dorostenecké ligy uvádí průměrný čas 10,98 s. Na konci přípravného období dosáhli stejní testovaní hráči zlepšeného průměrného času 10,76 s, což jsou komparovatelné časy s našimi Sub-elitními hráči 10,80 ± 0,54 s. Nápravník (2017) v dorostenecké kategorii týmů SK Motorlet Praha a Bohemians Praha zjistil horší průměrný čas (11,07 ± 0,37). Elitní i amatérští hráči našeho výzkumu zaznamenali lepší průměrné časy (Elitní: 10,68 ± 0,36 s; Amatéři: 10,62 ± 1,25 s). Nejrychlejší čas při provedení K-testu jsme zaznamenali u sub-elitního hráče druhé ligy (9,93 s). Naše výsledky neprokázaly signifikantní rozdíly mezi

skupinami z hlediska sportovní výkonnosti. Rozdílné výsledky lze pravděpodobně vysvětlit na základě rozdílných výkonnostních soutěží. Naši probandi se rekrutovali z nejvyšších dorosteneckých soutěží v ČR, kdy naopak týmy výzkumu Nápravníka (2017) patří do druhé nejvyšší dorostenecké soutěže. Hošková (2014) zkoumala K-test u elitních hráček ($n = 20$; věk $22,9 \pm 4,4$ let) fotbalu nejvyšší fotbalové soutěže v ČR s pomalejší průměrným časem ($11,94$ s) v porovnání s výše uvedenými studii. Výsledné časy při provedení K-testu a dalších rychlostních testů mohou být určitým způsobem ovlivněny vzdáleností hráče od startovní fotobuňky (Duthie et al., 2006), pro standardizování tohoto efektu měli naši hráči vyznačenou pozici 30 cm od prvního páru fotobuněk. Můžeme polemizovat o vhodnosti využití K-testu pro zjišťování úrovně agility u hráčů fotbalu, kdy se podle našeho názoru jedná o méně specifický pohyb vzhledem k situaci, že se jedná o předem naprogramovaný pohybový úkol bez možnosti situačních změn (reaktivní agilita). Významné rozdíly v úrovni kondičních determinantů (maximální rychlost sprintu, úroveň změny směru pohybu, celková vzdálenost pohybu v utkání, četnost úseků běhu ve vysoké intenzitě) mezi profesionálními dospělými fotbalisty a hráči U21 uvádí Izzo, Varde'i, Raiola a Santinelli (2019). Částečně naráží na lepší taktické a technické dovednosti elitních dospělých hráčů v komparaci s mladšími věkovými skupinami, kdy právě zkušenější hráči lépe rozumí průběhu hry, a tím pádem dokážou lépe rozložit a využít vlastní energetické zdroje pro vysoko-intenzivní činnosti nutné pro úspěšné zvládnutí herních situací.

Verheijen (1998) uvádí zjištění, kdy hráči vyšší herní výkonnosti dosahují lepší způsobilosti opakovat krátké intervaly pohybové činnosti ve vysoké až maximální intenzitě (opakované sprinty). Jako klíčový faktor pro schopnost vykonávat opakované sprinty ve vysoké intenzitě nacházíme maximální spotřebu kyslíku VO_{2max} (Brown, Hughes, & Tong, 2007). Velmi využívanými testy pro fotbal zjišťujícími orientační hodnotu VO_{2max} jsou YYIR1 a YYIR2. Rychlostní vytrvalost pro výkon ve fotbalovém utkání je velmi důležitá, jelikož každý hráč schopný opakovat vysoko-intenzivní úseky během celých 90 minut je velmi cenným článkem jednotlivých týmů, zejména týmů praktikujících celoplošný fotbal s vysokým presinkem. Dragijsky (2020) při testování YYIR1 uvádí průměrnou hodnotu překonaných běžeckých úseků u hráčů nejvyšší ligové soutěže v ČR $55,70 \pm 6,43$ úseků. V rámci našeho výzkumu překonali Elitní hráči $54,7 \pm 7,31$ úseků, což jsou signifikantně lepší hodnoty v porovnání s našimi Sub-elitními hráči – $48,44 \pm 6,57$ úseků, a Amatérskými hráči – $48,78 \pm 7,23$ úseků. Výsledky dosahují horších hodnot při komparaci s o rok starším výzkumem Dragijsky (2020). Pro náš výzkum jsou zajímavé údaje zjištěné studií Krustup et al. (2003),

kteřá při testování YYIR1 v terénních podmínkách stanovuje hodnotu VO_{2max} (hodnota VO_{2max} vyšší než $60 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$ u vzdálenosti nad 2250 m). V domácích podmínkách nalézáme studii Teplan et al. (2012), který ve skupině U17 komparoval první tým tabulky s týmem na posledním místě, kdy našel rozdíly v hodnotách VO_{2max} $52,7 \pm 3 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$ (1. tým tabulky), zatímco poslední tým dosáhl průměrné úrovně $48,9 \pm 3 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$. Na studii dánských elitních hráčů autor potvrdil validitu testu spolu se signifikantní korelací vztahu ($r = 0,71$, $p < 0,05$) mezi výsledky YYIR a počtem HIR v utkání. Výsledky v YYIR je možné zlepšit i implementací herních modelů malých her (SSG). Změny v počtu překonaných úseků ($1113 \pm 251 \text{ m}$ až na $1606 \pm 281 \text{ m}$) byly zaznamenány během časové periody 6 měsíců (Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Abt, Chamari, Sassi et al., 2007b).

Styl hry, kdy je aplikován celoplošný fotbal s vysokým presinkem je možné praktikovat pouze při vhodném a efektivním intervenčním programu. Experiment s aplikací intervenčních programů prováděl Bujnovsky (2019), kdy aplikoval 2 různé programy velkých, středních a malých forem fotbalu s velmi efektivními výsledky ($ES = -1,32$), které u hráčů zvyšovali úroveň VO_{2max} v porovnání s kontrolní skupinou. Autor uvádí o 1 % vyšší zlepšení hodnot VO_{2max} v porovnání s intervenčním programem Verheijen (2000). Popisovanými skutečnostmi chceme zdůraznit současné fotbalově specifické metody rozvoje kondičních předpokladů, které zajistí efektivně a zejména herní formou ovlivňují úroveň VO_{2max} . Není tedy nutné trávit tréninkové jednotky na běžeckých tratích s cílem dosáhnout vzdálenosti za předem stanovený čas. Pro zotavení a návrat do homeostázy po tréninku je v rámci zvýšení efektivity superkompenzace a rozvoje fitness determinantů bezpodmínečně nutné zvážit nutriční aspekt, a také specifický způsob, úroveň a čas potřebný na regeneraci v rámci individuálních požadavků konkrétního jedince. Zatsiorsky a Kraemer (2006) hovoří o kritických determinantech a pilířích pro efektivní zotavení. Doslova se můžeme dočíst: „*Co neopakujeme, to zapomínáme.*“. Vystavení organismu opakovanému fyziologickému stresu vyvolává v těle reakce, s kterými přichází následně adaptační procesy (Hauswirth a Mujika, 2013). Bez adekvátního nastavení objemu a intenzity tréninku (angl. Load and intensity), spolu s časem potřebným pro regeneraci (angl. Recovery) a odpočinek, není možné dát organismu prostor pro adaptaci na zátěž a efektivní trénink. Superkompenzace je základem efektivního tréninku a jedná se o časový prostor, který nastává po vyčerpání fyzických, neuromuskulárních a psychických kapacit. Podmínkou je dostatek času pro odpočinek, dostatečná nutriční a nízká úroveň stresu (Hauswirth a Mujika, 2013; Zatsiorsky a Kraemer, 2006).

Aerobní a anaerobní kapacita hráče má velmi značný vliv na vzdálenost překonanou během utkání, kdy nacházíme velmi rozdílné hodnoty u elitních mezinárodních týmů i při porovnání stejných herní funkcí, což může vysvětlovat rozdílné vysoko-intenzivní vzdálenosti překonané během utkání. Stejná zjištění sledujeme i při testování YYIR1 a YYIR2. My jsme hodnotu $VO_2\max$ určovali na základě laboratorního zátěžového testu na běžeckém ergometru a dospěli jsme k hodnotám $60,21 \pm 4,63 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$ u hráčů nejvyšší ligové soutěže (Elitní), kdy hráči druhé nejvyšší soutěže (Sub-elitní) dosáhli stejných hodnot $60,38 \pm 3,48 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$, aby amatérští hráči zaznamenali taktéž velmi podobné průměrné hodnoty $VO_2\max$ $59,37 \pm 4,69 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$. Bangsbo (1994) potvrzuje naše zjištění, kdy nenachází rozdíly v hodnotách $VO_2\max$ na základě výkonnostní úrovně soutěže. V nejvyšší Dánské lize nenachází signifikantní rozdíly v úrovni $VO_2\max$ hráčů prvního týmu a hráčů záložního týmu ($60,4$ a $60,5 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$), což může poukazovat na fakt, že hodnoty okolo $60 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$ by měly být dostatečné pro výkon elitního fotbalisty. Naopak v nejvyšší Švédské soutěži měla průměrná maximální spotřeba kyslíku elitních fotbalistů hodnotu $57,0 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Nilsson & Cardinale, 2015), to je nižší hodnota, než byla zjištěna u elitních mužských týmů v mezinárodním srovnání (týmy z elitních ligových nebo národních týmů), kde pozorujeme hodnotu $61 \text{ ml}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Stølen et al., 2005). U profesionálních elitních hráčů nebyla nalezena žádná signifikantní korelace mezi výkonem v YYIR2 a hodnotou $VO_2\max$ ve výzkumu Ingebrigtsen et al. (2012). V rámci našeho výzkumu nacházíme rozdílné výkony při porovnání výkonnostních skupin (Elitní, Sub-elitní a Amatéri) a výsledky dosaženými při YYIR2. Velmi zajímavým výsledkem jsou téměř shodné hodnoty překonaných úseků u ligových a amatérských hráčů ($23,88 \pm 3,54$ úseků vs. $22,18 \pm 4,95$ úseků), kdy hráči druholigové úrovně dosáhli horších výsledků $20,70 \pm 3,87$ překonaných úseků. Výkonnostní skupina Elitní dosáhla o 7 % vyššího výkonu v YYIR2 v porovnání se skupinami nižší výkonnosti.

6.2 Komparace výkonu vzhledem k ontogenezi

Australská studie (Tribolet, Bennett, Watsford, & Franssen, 2018) zaměřená na vývoj a progres v procesu elitního mládežnického hráče U16 poukazuje na specificky vybrané jedince, kteří byli fyzicky vyzrálejší, byli vyšší tělesným vzrůstem (TV), měli vyšší tělesnou hmotnost (TH) a v ohledu na pohybové předpoklady byli rychlejší, rychleji měnili směr, byli explozivnější, a dokonce byli lepší v technických dovednostech, oproti hráčům, jež se do výběru nedostali. Výsledky jsou v souladu se studií „drop out“ v elitní fotbalové akademii

(Figueiredo et al., 2009). My se proto v následující části podíváme nejprve na antropometrické charakteristiky našeho výběru v komparaci s ostatními věkovými skupinami.

Wong et al. (2009) uvádí signifikantní korelaci mezi TV, sprintem na 30 m ($r = -0,54$; $p < 0,001$) a výškou výskoku ($r = 0,36$; $p < 0,01$) u fotbalových hráčů věkové skupiny U14. Maly (2021) ve své habilitační práci uvádí průměrnou TV elitních mládežnických hráčů 180 cm, kdy mezi herními funkcemi existují určité rozdíly. Nižší průměrná tělesná výška (TV < 180 cm) byla zjištěna u středních záložníků a krajních obránců. Mladí španělské hráči ($n = 243$, věk = 14,7 – 17,3 roků) zaznamenali TV nižší než 180 cm, ale je nutné uvést nedokončený proces maturace při komparaci s ostatními skupinami, což je určitým limitem zmíněné studie. TV není jistě kritériem úspěšnosti hráče, ale při selekci hráčů pro jednotlivé herní funkce může být rozhodujícím faktorem (Sporis et al., 2009).

Pokud hovoříme o jednotlivých nárocích na herní funkce z hlediska pohybového výkonu, nelze než uvést vysoké běžecké nároky kladené na herní pozice krajní obránce, střední záložník a krajní záložník. V rozdílných parametrech externího zatížení hráči překonávají vysokou celkovou překonanou vzdálenost, vysoko-intenzivní běhy, vzdálenosti ve sprintu, množství akceleračních a deceleračních úseků (Maly, 2021). Iglesias-Gutiérrez et al. (2012) a Silvestre et al. (2006) uvádějí vyšší TH brankářů v porovnání s ostatními herními funkcemi v rámci rozdílných věkových skupin (U16–U21). Uvedené tvrzení potvrzuje Milsom et al. (2015) ve svém výzkumu zaměřeném na dospělé a mládežnické hráče U18. Mládežnickí reprezentanti ČR (U18–U19) zaznamenali průměrnou TH $73,8 \pm 7,9$ kg (Dragijsky, 2020). Pokud se zaměříme na komparaci věkových skupin našeho výzkumného souboru, nacházíme nejvyšší průměrnou TH u věkové skupiny U21. Skupina U21 dosáhla o 9 % vyšší TH než skupina U16 ($73,68 \pm 5,63$ kg vs. $67,26 \pm 6,45$ kg) a o 8,7 % než věková skupina U17 ($73,68 \pm 5,63$ vs. $67,78 \pm 7,57$ kg), kdy se jednalo o signifikantní rozdíly ($p < 0,001$). Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) byl zjištěn také při hodnocení TH mezi věkovými skupinami U19, U16 a U17. Skupina U19 dosáhla o 9 % vyšší TH v porovnání s U16 a o 8 % vyšší TH v porovnání s U17.

Milanese et al. (2015) popisuje signifikantní korelaci mezi množstvím beztukové hmoty a výsledky testů svalové síly a výbušností. Dragijsky (2020) u mládežnických reprezentantů ČR (věkové skupiny U18 a U19) nachází průměrné hodnoty FM $11,8 \pm 2,37$ %, kdy Gil et al. (2007) publikuje výzkum zaměřený taktéž na mladé hráče ($n = 141$, věk = $17,3 \pm 2,6$ roků) s nižšími průměrnými hodnotami FM u útočníků ($10,95 \pm 1,31$ %). Při analýze dat našeho výzkumu a výsledků věkové skupiny U21 nacházíme o 16 % vyšší procento FM v komparaci

se skupinou U17, ale statistická analýza neprokázala signifikantní rozdíl ($p > 0,05$). Monitoring morfologických asymetrií a antropometrických změn u fotbalistů nám dává zcela jasnou finální informaci především z hlediska tréninkového procesu, jelikož nadbytečné množství tělesného tuku je nežádoucí pro vysokou pohybovou výkonnost, ale i z preventivního hlediska, abychom byli následně schopni cíleně eliminovat možná zdravotní rizika a kompenzovat je vhodně zvolenými prostředky.

Identifikace silných a slabých stránek lze i za pomoci testování explozivní síly dolních končetin. Lehance et al. (2009) uvádí vyšší vertikální výskok u profesionálních hráčů při komparaci s hráči věkové skupiny U17. Ve studii Arnason et al. (2004) nacházíme úzký vztah mezi výkonem ve vertikálním výskoku s úspěchem týmu poloprofesionálních hráčů fotbalu. Uvedené tvrzení nám potvrzuje domněnku jednoznačných vysokých nároků na úroveň explozivní síly dolních končetin u mladých elitních hráčů fotbalu. Naši testovaní hráči dosáhli následujících hodnot v testech explozivní síly dolních končetin (CMJ-FA, CMJ, SQJ): Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) jsme našli mezi věkovou skupinou U21 a U16 při provedení CMJ-FA ($45,38 \pm 4,74$ cm vs. $39,69 \pm 5,01$ cm). Signifikantní vliv ($p < 0,05$) věku se projevil i u věkových skupin U19, U16 a U17, kdy U19 zaznamenala lepší výsledky v porovnání s U16 a U17 ($45,95 \pm 4,98$ cm vs. $39,69 \pm 5,01$ cm vs. $42,21 \pm 4,78$ cm). Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) jsme zjistili také při hodnocení CMJ věkových skupin U21, U16 a U17 ($40,27 \pm 4,81$ cm vs. $34,06 \pm 4,52$ cm vs. $35,78 \pm 4,20$ cm). Při analýze vertikálního výskoku v testu CMJ byl zjištěn signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) také mezi skupinami U19, U16 a U17 ($39,50 \pm 4,41$ cm vs. $34,06 \pm 4,52$ cm vs. $35,78 \pm 4,20$ cm). Bakalář, Šimonek, Kanásova, Krčmářová a Krčmář (2020) popisují u fotbalistů věkové skupiny U16 nižší hodnoty ($33,37 \pm 3,37$ cm) dosažené při testování CMJ. Noon, James, Clarke, Akubat a Thake (2015) popisují u mladých hráčů (U17–U21) elitní fotbalové akademie v Anglii výrazně lepší výsledky CMJ v průběhu několika opakovaných testování: na začátku přípravného období (44 ± 6 cm), na konci přípravného období (42 ± 6 cm), na konci první části sezóny (44 ± 7 cm) a na konci druhé části sezóny (43 ± 6 cm). Na základě zjištěných rozdílů by bylo zajímavé porovnat proces silového a kondičního tréninku v elitní anglické fotbalové akademii a stejný proces v české fotbalové akademii s cílem rozvoje explozivní síly dolních končetin. Dragijsky (2020) při testování explozivní síly dolních končetin dospěl k závěru, kdy mládežnickí hráči (U18–U19) reprezentační úrovně dosahovali ve všech parametrech lepších výsledků v porovnání s hráči ligové úrovně (reprezentační hráči U18–U19: CMJ-FA = $46,2 \pm 4,3$ cm; CMJ = $40,5 \pm 4,42$ cm; SQJ = $37,6 \pm 4,6$ cm) a hráči ligové úrovně (CMJ-FA = $44,2 \pm 3,28$ cm; CMJ = $39,5 \pm 3,43$

cm; SQJ = $35,6 \pm 3,46$ cm), kdy výsledky mládežnických hráčů reprezentační úrovně dosahují signifikantně lepší úrovně. Pouze v rámci pozorování CMJ testování nezaznamenáváme statisticky významné rozdíly na hladině (5 %). Bakall'ár et al. (2020) u fotbalistů věkové skupiny U16 uvádí také nižší hodnoty dosažené při testování SQJ ($33,03 \pm 4,03$ cm).

Výkony při testování SQJ a CMJ porovnávali Castagna a Castellini (2013) u italských reprezentačních výběrů věkových skupin U17, U20 a U21, kdy mezi týmy popisují nevýznamné rozdíly ($p > 0,05$). Rebelo et al. (2013) u portugalských hráčů fotbalu (U19) zjistil signifikantní rozdíl výkonnosti vertikálního výskoku mezi elitními a neelitními hráči. Lepší výkonnost při testování CMJ ($48,8 \pm 3,6$ cm) prokázali i mladí (U19) španělští hráči, kteří se v budoucnu prosadili na úrovni 2. nejvyšší soutěže v porovnání s méně úspěšnými hráči ($44,9 \pm 4,2$ cm), jejichž kariéra nedosáhla takové výkonnostní úrovně.

V rámci izokinetického testování svalové síly dolních končetin Lehance et al. (2009) zjistil lepší výsledky absolutní svalové síly KF a KE v kategorii profesionálních hráčů fotbalu U21 v komparaci s hráči U17. Signifikantní rozdíly byly nalezeny při komparaci absolutní síly quadricepsu u úhlových rychlostí 60 a $240^\circ \cdot s^{-1}$ mezi profesionálními dospělými hráči a skupinou U17. Stejně tak tomu bylo mezi U21 a U17 při koncentrické kontrakci v úhlové rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$. Autoři nenalezli žádné signifikantní rozdíly mezi třemi observovanými skupinami během komparace svalové síly na izokinetickém dynamometru, při započítání indexu tělesné hmotnosti (en. body mass index; BMI). Kalata et al. (2021) našel vyšší bilaterální asymetrie KF u U15 v porovnání se starší U17 ($12,12 \pm 5,52$ % vs. $7,79 \pm 5,81$ %). Kalata, Maly, Hank, Michalek, Bujnovsky, Kunzmann et al. (2020) také popisují zvyšování síly KE a KF spolu s narůstajícím věkem probandů, kdy však v literatuře nenacházíme jednoznačnou shodu. Někteří autoři popisují jasný efekt maturace (Atkins, Bentley, Hurst, Sinclair, & Hesketh, 2016, Read, Oliver, Myer, De Ste Croix, & Lloyd, 2018), délky profesionálního tréninku a chronologického věku na úroveň BA (Fousekis et al., 2010, Vargas et al., 2020). Například Maly et al. (2021) nepotvrzuje signifikantní efekt věku na úroveň BA ve věkových skupinách U16–U21. Studie uvádí velmi podobné rozmezí BA (Q:Q = $7,97$ – $9,29$ %, H:H = $7,94$ – $11,47$ %) v porovnání s naší studií věkových skupin U16–U21 (Q:Q = $8,06$ – $9,53$ %, H:H = $8,96$ – $11,35$ %). Fousekis et al. (2010) výše popisované tvrzení potvrzuje, kdy hráči s delší herní zkušeností (> 10 let) zaznamenali nižší silové asymetrie v porovnání s hráči se střednědobou herní zkušeností (5–10 let). V našem výzkumu hlavní faktor věku neprokázal signifikantní efekt vzhledem k poměru Q:Q a H:H. Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) byl nalezen pouze u poměru H:H při úhlové rychlosti $180^\circ \cdot s^{-1}$ mezi věkovou skupinou U18 a U17

($5,28 \pm 4,70$ % vs. $10,69 \pm 8,07$ %). Analýza výsledků svalové síly mladých hráčů fotbalu na izokinetickém dynamometru neprokázala žádné významné korelace asymetrií KE (Lehnert, Urban, Procházka, & Psotta, 2011). Během statistické analýzy poměru izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů (poměr H:Q) na dominantní (DK) a nedominantní končetině (NK) mezi jednotlivými skupinami věku v rámci našeho výzkumu jsme prokázali signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi věkovou skupinou U21 a U18. Kategorie U21 dosáhla při kolenní extenzi a flexi na DK (úhlová rychlost $300^\circ \cdot s^{-1}$) lepších výsledků poměru H:Q v porovnání s hráči kategorie U18 ($66,99 \pm 9,60$ % vs. $59,41 \pm 9,79$ %). Testování svalové síly KF a KE u mladých hráčů fotbalu (U15–U17) při rozdělení na dominantní a nedominantní dolní končetinu neprokázalo signifikantní rozdíly BA (Kalata, 2021). Maly (2021) zjistil vyšší produkci svalové síly KE (vyjádřeno v absolutních hodnotách) při komparaci s mladými ($17,3 \pm 0,6$ roků) brazilskými hráči (Herdy et al., 2018). Svensson a Drust (2007) uvádí taky limity při měření svalové síly pomocí isokinetické dynamometrie. testování. Jedním z nich je izolovaná svalová skupina quadricepsu, která nekoresponduje pro fotbal více specifické testování pohybu v kolenním kloubu. Kvůli izolaci quadricepsu dochází k redukcí validity funkčního testování, jelikož pohyb prováděný na izokinetickém dynamometru během testování není totožný se žádným z pohybů dolních končetin během sportovních her (Cometti et al., 2001). Wislöff et al. (2004) doporučuje pro zjištění funkční síly ve fotbale zařazení testování s volnými váhami (olympijská činka apod.), kdy se jedná o vícekloubní pohyby více podobné právě pohybu v utkání. Zároveň však také klade důraz na bezpečnost testování, jelikož se jedná o testování s vyšším rizikem vzniku zranění.

Důležité je vždy si uvědomit věk testovaných probandů, kdy Malina et al. (2004) popisuje intra-individuální rozdíly mezi hráči stejné věkové skupiny na základě různého období růstu. Proto je nutné námi prováděné testování systematicky zařazovat do tréninkového procesu mládežnických fotbalistů a nastavit normativní data pro asymetrie napříč věkovými skupinami v závislosti na období růstu, jelikož jak jsme již výše popisovali, zvýšené bilaterální asymetrie doprovází jednoznačně riziko zranění (Alentorn-Geli, Alvarez-Diaz, Ramon, Marin, Steinbacher, Boffa et al., 2014). Bohužel jednou z komplikací při izokinetickém testování svalových asymetrií mladých elitních fotbalistů je bezpochyby pořizovací cena specializovaného zařízení. V případě, že kondiční trenéři zaznamenají bilaterální deficit KF a KE, přichází na řadu intervenční program s cílem co nejvíce zjištěný rozdíl mezi pravou a levou končetinou snížit.

Herdy et al. (2018) u brazilských hráčů fotbalu (U17) v rámci rozdělení herních funkcí (17,03 ± 0,6 let) uvádí nejlepší průměrné hodnoty absolutní svalové síly KE dominantní končetiny 207,7 ± 55,5 N.m. Náš výzkum a analýza výsledků izokinetické dynamometrie dominantní dolní končetiny mezi jednotlivými věkovými skupinami neprokázala signifikantní rozdíly. V rámci extenze a flexe kolenního kloubu při úhlové rychlosti 60°.s⁻¹ sledujeme nejlepší průměrné výkony u věkové skupiny U19 (extenzory kolena :210,70 ± 34,89 N.m, flexory kolena:132,44 ± 26,15 N.m). Ve studii Bona, Tourinho Filho, Izquierdo, Manuel a Pires Ferraz (2017) zaměřené na věkovou skupinu U17 nacházíme vyšší absolutní hodnoty svalové síly KF (143±10,9 N.m) u herní funkce brankář. Nejlepší výkon extenze nedominantní končetiny při úhlové rychlosti 180°.s⁻¹ sledujeme ve věkové skupině U17 (226 N.m). Silva et al. (2015) v kategorii U18–U20 uvádí u obránců průměrnou hodnotu svalové síly KE (209,58 ± 31,07 N.m), která je vyšší v porovnání s naší věkovou skupinou U21 (159,19 ± 36,05 N.m). Při extenzi nedominantní dolní končetiny mezi jednotlivými věkovými skupinami již statistická analýza prokázala signifikantní (p < 0,01) rozdíl mezi skupinou U21 s lepšími výsledky v porovnání s U16 při úhlové rychlosti 180°.s⁻¹ (164,59 ± 24,22 N.m vs. 139,83 ± 24,74 N.m). Věková skupina U21 dosáhla lepších výsledků svalové síly KE v porovnání s herními funkcemi krajní obránce, krajní a střední záložník ve výzkumu Mały (2021) Herní funkce brankář a střední obránce zaznamenaly vyšší hodnoty absolutní svalové síly KE. Při testování extenzorů kolena v úhlové rychlosti 300°.s⁻¹ skupina U21 zaznamenala lepší výsledky v porovnání se skupinou U16 (123,49 ± 18,40 N.m vs. 104,91 ± 16,81 N.m). Signifikantní rozdíl (p < 0,05) byl nalezen také mezi věkovou skupinou U21 a U18 (123,49 ± 18,40 N.m vs. 107,24 ± 29,74 N.m) při testování kolenní extenze (úhlová rychlost 300°.s⁻¹). Již zmiňovaná studie Bona et al. (2017) uvádí ve věkové kategorii U17 nejvyšší absolutní svalovou sílu KE (130,3 ± 8,2 N.m) znovu u herní funkce brankář. Z výsledků nám vyplývá větší produkce svalové síly při izokinetickém testování KE u starších věkových skupin.

Zrychlení (akcelerace) můžeme řadit mezi prvky, na základě jejichž hodnot lze rozlišovat mezi elitními a sub-elitními fotbalisty (Haugen, Tønnessen, Hisdal, & Seiler, 2014, Waldron, & Murphy, 2013). Proto hráči s vyšší úrovní rychlostních předpokladů dokážou více dominovat při vysoko-intenzivních činnostech typu akcelerace, rychlé změny směru (Trecroci, Milanović, Rossi, Broggi, Formenti, & Alberti, 2016), které jsou nutné pro dominanci při soubojích 1 vs. 1, při efektivním bránění, při obcházení soupeře s míčem i bez míče atd. Bláža (2014) uvádí maximální rychlosti hráčů dosažené průměrně na vzdálenosti 8,73 metrů, kdy se průměrné časy reprezentantů věkové skupiny U16 pohybovaly okolo 1,82 s. Na polovině úseku

(5 m) se časy pohybovaly v rozmezí 0,99–1,22 s. Můžeme polemizovat o skutečnosti, kdy hráči během uvedeného testování podvědomě snižovali rychlost před dosažením kuželů značících vzdálenost 10 m, a proto dosahovali maximální rychlosti dřívě, než by se dalo na základě poznatků očekávat (Myftiu, 2021). Podle autora Myftiu (2021) hráči dosahují své maximální rychlosti na vzdálenosti 20–30 m. Dragijsky (2020) zjistil průměrnou hodnotu času akcelerace na 5 m u hráčů nejvyšší ligové soutěže $1,11 \pm 0,1$ s. Průměrný čas hráčů mládežnické reprezentace ČR (U18–U19) byl $1,08 \pm 0,06$ s (rozdíl mezi výkony obou skupin činil 2,78 %). Nejlepší čas při analýze výsledků mládežnické reprezentace ČR sledujeme shodně u středního obránce a útočníka (0,96 s). Zajímavé výsledky uvádí testová baterie Deprez et al. (2015), kde autor uvádí rychlejší průměrné dosažené časy při akceleraci na 5 m ve věkové skupině U15 než u profesionálních hráčů chorvatské nejvyšší soutěže výzkumu (Sporis et al., 2009). V námi realizovaném testování akcelerace na 5 m jsme zaznamenali následující průměrné časy jednotlivých věkových skupin (U16 = $1,11 \pm 0,05$ s, U17 = $1,08 \pm 0,05$ s, U18 = $1,07 \pm 0,06$ s, U19 = $1,06 \pm 0,07$ s a U21 = $1,07 \pm 0,04$ s). Bakall'ár et al. (2020) uvádí u věkové skupiny U16 naší studie podobné hodnoty akcelerace na 5 m ($1,08 \pm 0,04$ s). Srovnání mládežnických hráčů nám dává nezodpovězené otázky k diskusi. Jednou z nezodpovězených otázek je nejednotný přístup k testování akcelerační rychlosti u fotbalistů, kdy někteří trenéři volí start přímo z úrovně fotobuněk zaznamenávajících jednotlivé časy, někteří autoři naopak volí start s určitým odstupem od startovní linie. Dalšími důvody může být nejednotný povrch pro vykonávání testu, výkonnostní úroveň hráčů, rozdílnost biologického věku, hráčská pozice, pořadí testů anebo konkrétní etapa ročního tréninkového cyklu.

Při testování akcelerace na 10 m zjistil Dragijsky (2020) u hráčů mládežnické reprezentace ČR ve věku 18 a 19 let průměrný čas $1,83 \pm 0,08$ s. Nejrychlejší čas byl naměřen útočníkovi mládežnické reprezentace 1,68 s. V našem výzkumu a testování akcelerace na 10 m jsme zaznamenali obdobné průměrné časy, které měly následující hodnoty: U16 = $1,87 \pm 0,07$ s, U17 = $1,84 \pm 0,07$ s, U18 = $1,82 \pm 0,08$ s, U19 = $1,82 \pm 0,09$ s a U21 = $1,82 \pm 0,06$ s. Pomalejší hodnoty akcelerace na 10 m ($1,85 \pm 0,05$ s) uvádí u mládežnických hráčů (U16) nejvyšší dorostenecké soutěže na Slovensku Bakall'ár et al. (2020). Elitní mládežniční hráči ze švýcarské fotbalové akademie věkové skupiny (U17) během 8týdenní intervence (plyometrický a agility trénink) zaznamenali průměrné časy akcelerace na 10 m $1,77 \pm 0,09$ s (Beato, Bianchi, Coratella, Merlini, & Drust, 2018). Pro budoucí výzkum v rámci tematiky našeho výzkumu doporučujeme implementovat evaluaci biologické maturity. Ta může mít vliv na pohyb z hlediska techniky (biomechanické hledisko), morfologie (délka končetin),

neuromuskulárního řízení pohybu (koordinace a synergie svalových skupin), a také v neposlední řadě kondice (silová, rychlostní a vytrvalostní úroveň) v některých fázích ontogeneze. Proto nemusí dosažené časy v testech akcelerace přesně vypovídat o potenciálu sledovaného hráče (Malina, 1994). Lehance et al. (2009) popisuje profesionální hráče v testu akcelerace na 10 m jako rychlejší v porovnání s věkovou skupinou U17, avšak rozdíly nejsou signifikantní. Rozdílné výkony nachází taktéž mezi profesionálními hráči a U21, dále mezi U21 a U17. Autor Lehance et al. (2009) také popisuje u elitních hráčů fotbalu korelaci mezi maximální silou dolních končetin, vertikálním výskokem a výkonem ve sprintu. Uvedené zjištění poukazuje na nutnost testování, ale zejména neustálého a systematického rozvoje rychlostních schopností i s blížícím se přechodem do dospělé kategorie, tak aby hráči byli schopni kondičně konkurovat starším a zkušenějším spoluhráčům nebo protihráčům. Pivovarnicek et al. (2014) u mládežnických reprezentantů Slovenska (U21) při testování akcelerace na 10 m v rámci rozdělení herních funkcí uvádí průměrnou hodnotu času $2,20 \pm 0,09$ s po startu na zvukový signál, kdy nejrychlejšího průměrného času dosahují útočníci $2,17 \pm 0,10$ s. Studie Waldron a Murphy (2013) popisuje akceleraci na 10 m jako diskriminační u hráčů věkové skupiny U14 různých výkonnostních úrovní. Elitní hráči uvedeného výzkumu dosahovali lepších časů v porovnání se sub-elitními hráči (elitní: $1,9 \pm 0,1$ vs. sub-elitní: $2,3 \pm 0,2$ s). Výsledek není v souladu s literaturou, která se zaměřila na věkové skupiny U14, U15 a U16 (Ade, Fitzpatrick, & Bradley, 2016; le Gall et al., 2010). Statisticky významně rychlejší časy při akceleraci na 10 m nacházíme ve studii zaměřené na mládežnické reprezentanty Řecka (U17), kteří mají lepší ($1,95 \pm 0,34$ s) výkonnost v porovnání se sub-elitními ($2,14 \pm 0,41$ s) a rekreačními hráči fotbalu ($2,21 \pm 0,45$) (Gissis et al., 2006). V uvedeném výzkumu testování akcelerace na 10 m začínali hráči ze stoje a reagovali na povel výzkumného pracovníka, který zabezpečoval testování. Naši hráči zahajovali akcelerační úsek dle vlastního uvážení, a proto se jeví komparace výsledků jednotlivých studií jako komplikovaný proces. Suchomel (2006) také zdůrazňuje při komparaci úrovně rychlostních předpokladů mládežnických fotbalistů stejné věkové skupiny problematiku biologického věku. Nutností je brát ohled na jedince, jejichž somatický a motorický vývoj je vzhledem ke kalendářnímu věku opožděný (retardovaný), průměrný, anebo se může jednat o jedince biologicky urychlené (akcelerované), tedy zralejší jedince. V podobných případech jsou biologicky akcelerovaní jedinci často zvýhodnění fyziologickými předpoklady a dosahují lepších výsledků. Následná identifikace talentované mládeže se stává daleko komplikovanější záležitostí.

Náš výzkum dospěl k závěru existujících rozdílů mezi věkovými skupinami při sledování maximální běžecké rychlosti na 20 m letmo. Signifikantně lepší ($p < 0,001$) výsledky při sprintu na 20 m jsme zjistili u skupiny U18 při komparaci se skupinou U16 ($2,37 \pm 0,10$ s vs. $2,44 \pm 0,10$ s). Lepší výsledky ($p < 0,001$) byly zaznamenány také u starší věkové skupiny U21 při komparaci s mladší skupinou U16 ($2,34 \pm 0,09$ s vs. $2,44 \pm 0,10$ s). Dragijsky (2020) prováděl stejné testování sprintu na 20 m letmo u reprezentačních hráčů věkové skupiny U18 a U19 a uvádí rozmezí dosažených výsledků od $2,29 \pm 0,07$ s do $2,39 \pm 0,13$ s. V rámci testování mladých elitních hráčů fotbalu by bylo zajímavé se zaměřit a porovnat časy akcelerace na 20 m vzhledem k délce končetin a tělesné výšce hráčů, jelikož právě délka a frekvence kroku ovlivňuje dosažené časy (Jebavý et al., 2017). Weber a Strüder (2011) uvádějí vysoko signifikantní rozdíly výkonnosti mezi sledovanými skupinami a jejich průměrnými časy u testu lineární sprint na 30 m. Bundesligový hráči: $4,12 \pm 0,14$ s, amatérští hráči: $4,30 \pm 0,18$ s, mládežnickí hráči (U14): $4,98 \pm 0,19$ s. Dalen et al. (2016) uvádí zjištění, kdy 7–10 % akcelerací a 5–7 % decelerací tvoří část celkového zatížení hráče fotbalu na všech herních funkcích během utkání. Výrazným rysem pohybového výkonu ve fotbale je tedy změna směru. V utkání se objevuje 90–100 změn směru o 90° až 180° . V odborné literatuře někdy nacházíme pojem agility. Pod pojmem agility si představme pohyb charakteristický okamžitou akcelerací, decelerací a následnou další akcelerací po předcházející změně směru (Dalen et al., 2016; Varley, & Aughey, 2013). My jsme pro testování úrovně agility využili A505 a K-test.

Bakallár et al. (2020) zaznamenal u hráčů věkové skupiny U16 nejvyšší dorostenecké soutěže na Slovensku při testování A505D průměrné časy ($2,35 \pm 0,11$ s) a A505N ($2,36 \pm 0,13$ s). Naopak velmi rychlé průměrné časy ($2,17 \pm 0,06$ s) A505 nacházíme u věkových skupin U17–U23 hráčů fotbalové akademie v Německu (Kadlubowski et al., 2019). Jednalo se o náhodný výběr hráčů, kdy věkové skupiny U17 a U19 patřily k elitním dorosteneckým hráčům 1. Bundesligy. Při analýze výsledků A505L jsme zjistili nižší hodnoty v komparaci s výše uvedenou studií. Signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) byl nalezen mezi mladší věkovou skupinou U17, která zaznamenala o 4,5 % lepší časy, a starší kategorii U18 ($2,42 \pm 0,09$ s vs. $2,53 \pm 0,10$ s). V rámci 505 agility test nacházíme studii McKenna (2010), která uvádí rychlejší časy při obratu jak pro dominantní, tak nedominantní dolní končetinu (A505D, $2,33 \pm 0,05$ s) a (A505N, $2,36 \pm 0,04$ s) ve skupině 17letých fotbalistů. Bláža (2014) naměřil shodné průměrné časy 2,48 s při otočení na pravou i levou dolní končetinou. U mládežnických reprezentantů ČR (U18 – U19) při analýze výsledků A505D byla zjištěna průměrná hodnota $2,46 \pm 0,12$ s (Dragijsky, 2020) Mládežnickí reprezentanti dosáhli o 2,44 % rychlejší časů v porovnání

s ligovými hráči. Výsledné časy A505N hráčů mládežnické reprezentace ČR poté dosahují průměru $2,44 \pm 0,09$ s. Elitní hráči dosahovali lepších výsledků jak v rychlé změně směru, tak při slalomu s míčem a bez míče, kdy byli srovnáváni s hráči sub-elitními. Červenka (2019) navrhuje začít s určitou silovou přípravou již v žákovském období využitím průpravných cvičení komplexních olympijských cviků například s dřevěnou tyčí, aby bylo možné v juniorském a adolescentním věku zařadit i cvičení s odporem břemen. Následně by měl být jedinec připravený po silové stránce na rozvoj rychlostní složky, agility, a silový aparát adaptovaný na náročné změny směru 100% úsilím. Studie Dos' Santos, McBurnie, Thomas, Comfort a Jones (2020) popisují důležitost zaměřit se v tréninku na rozvoj techniky otáčení se o 180°, během které je kladen důraz na tzv. trojitou extenzi (kotník, koleno, kyčel) spolu se schopností snížení těžiště těla, následnou celkovou rotací těla a efektivní schopnost znovu akcelarovat.

Izzo et al. (2019) uvádí domněnku, kdy hráči mladších věkových skupin v porovnání se staršími nedosahují takových technických a taktických dovedností, což způsobuje časté přerušování hry, a proto nedochází k souvislým herním situacím, které umožňují vysoko-intenzivní pohybové činnosti. Gregson, Drust, Atkinson a Salvo (2010) popisuje fyzický profil hráče fotbalu jako vysoce variabilní v pohledu na vysoko-intenzivní běžecké úseky. Izzo et al. (2019) doplňuje toto zjištění o variabilitu i v rámci jednotlivých herních funkcí. Předchozí studie (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2007; Rampinini et al., 2007) uvádí méně vysoko-intenzivních činností středních obránců v porovnání s ostatními herními funkcemi, kdy krajní obránci a záložníci absolvují signifikantně více sprintových náběhů (Di Salvo et al., 2009). Efektivnější zotavení z opakovaných vysoce-intenzivních běžeckých úseků nám umožní vyšší hodnota VO_{2max} (Jones et al., 2013). Naopak Rebelo et al. (2014) nenachází žádnou korelaci ($r = 0,13-0,25$; $p < 0,05$) mezi VO_{2max} a parametry externího zatížení během utkání (TDC, vzdálenost Z6, HR_{AVG}). Alonso et al. (2017) nachází silnou korelaci v rámci rychlosti dosažené při sprintu na 30 m a výkonem v YYIR2 ($r = 0,873$), rychlostí při sprintu na 10 m a YYIR2 ($r = 0,828$) a doporučuje implementaci YYIR2 pro monitoring výkonnosti elitních mládežnických fotbalistů a jejich tréninkového procesu.

Dragijsky (2020) při komparaci mládežnických reprezentantů ČR (U18–U19) s elitními ligovými hráči v YYIR1 zjistil o 10,88 % lepší výsledky ve prospěch mladých reprezentantů ($62,5 \pm 5,53$ úseků). I mezi mladými hráči reprezentačních výběrů ČR nachází autor statisticky signifikantní rozdíly při analýze herních funkcí a výkonnosti v YYIR1. Bláza (2014) při testování YYIR1 uvádí u reprezentačních hráčů (U16) průměrné hodnoty $44,2 \pm 9,59$ úseků

a nejlepší výkon 2520 m (63 úseků). V našem výzkumu nacházíme maximální výkon pro U16 dokonce 70 úseků (2800 m). Věková skupina U17 a U16 dosahuje velmi podobných průměrných výsledků ($53,08 \pm 9,84$ vs. $48,52 \pm 9,04$ úseků) a dokonce lepších výsledků v porovnání se staršími skupinami U18–U19. Bayrakdaroglu, Ari, Özkamçı a Can (2020) u profesionálních hráčů fotbalu (U21) popisuje částečně srovnatelné rozmezí hodnot (od 2425 ± 440 m do 1960 ± 313 m) překonané vzdálenosti v YYIR1. Noon et al. (2015) popisuje u anglických mladých hráčů (U17–U21) výrazně lepší výsledky v YYIR1 v průběhu 3 opakovaných testování: na začátku přípravného období (2203 ± 334 m), na konci první části sezóny (2537 ± 235 m) a na konci druhé části sezóny (3150 ± 269 m). Deprez, Coutts, Lenoir, Fransen, Pion, Philippaerts et al. (2014) popisují vliv několika faktorů (tréninkový efekt, únava a rozpis utkání) na výsledky v YYIR1. Jednoznačným faktorem při YYIR1 je motivace, kdy jsou mladí hráči (11–17 let) motivováni pro dosažení maximálních možných výkonů, které podle autora Deprez et al. (2014) neovlivňuje proces maturace. Roeshar et al. (2010) naopak při testování vytrvalostních schopností za využití Intervalového člunkového běhu (en. Interval Shuttle Run Test; ISRT) u mladých talentovaných hráčů (14–18 let) fotbalu popisuje následující skutečnost. Hráči, kteří se stali profesionály, zaznamenali v testu ISRT ve věkovém období 14–18 let rychlejší progres výkonnosti (ze 68 na 109 překonaných úseků) v porovnání s hráči nižší výkonnostní úrovně (ze 73 na 93 překonaných úseků). Proto autor doporučuje v průběhu sportovního tréninku a ontogeneze sledovat faktory maturace a výkonnostního růstu z důvodu přesnějšího hodnocení individuálních rozdílů.

Z výsledků YYIR1 a YYIR2 lze orientačně vypočítat hodnotu VO_{2max} (Bangsbo, 2014). Michailidis, Chavlis, Mitrotasios, Ispirlidis, Vardakis, Margonis et al. (2020) také zjišťoval u elitních hráčů kategorie U17 orientační hodnotu VO_{2max} za pomoci YYIR1 ($50,8 \pm 2,7$ ml·min·kg⁻¹), která se lišila ($t = -7,652$, $p < 0,001$) od hodnot zjištěných na běžeckém ergometru ($58,9 \pm 5,3$ ml·min·kg⁻¹), kdy na uvedeném příkladu chceme poukázat na nutnost využití kombinace laboratorního i terénního testování, pro co nejpřesnější predikci pohybové výkonnosti hráčů fotbalu. Výhodou YYIR1 v komparaci s laboratorními testy je možnost testovat více hráčů v jeden okamžik, podobně jako vypadá model pohybové struktury hráčů v utkání. Určitou nevýhodou může být velká závislost na klimatických podmínkách (Psotta, 2006). Data Maďarských reprezentačních hráčů U18 ukazují hodnoty VO_{2max} v porovnání s juniorským celkem U21 ($73,9$ vs. $64,3$ ml·min·kg⁻¹) (Apor, 1988; Helgerud et al., 2001). Průměrné výsledky této studie a nejlepší věkové skupiny U17 ($62,32 \pm 3,03$ ml·min·kg⁻¹) dosahují nižších hodnot VO_{2max} v porovnání s výše uvedenými věkovými kategoriemi U21

a U18. V literatuře nacházíme variabilitu VO_2max v závislosti na stylu hry mužstva, herních funkcích jednotlivých hráčů apod. Bangsbo (2014) a Strøyer et al. (2004) popisují vyšší hodnoty VO_2max v závislosti na herní funkci u elitních dospělých a mládežnických hráčů na konci puberty (14 let), kdy záložníci a útočníci dosahují o 12 % vyšších hodnot než obránci (65 vs. $58 \text{ ml} \cdot \text{min} \cdot \text{kg}^{-1}$). Tonnessen et al. (2013) u fotbalistů (věk = 22 ± 4 let, tělesná hmotnost = 76 ± 8 kg, tělesná výška = 181 ± 6 cm) zjišťoval hodnotu VO_2max v periodě let 1989 až 2012. Nebyly zjištěny žádné rozdíly v úrovni maximální spotřeby kyslíku mezi juniorskými hráči, ale ani mezi hráči 1. a 2. divize. Sledovaní hráči testovaní v letech 2006–2012 měli ve skutečnosti o 3,2 % nižší hodnoty VO_2max než hráči testovaní v letech 2000 až 2006 ($p = 0,001$). Zjištění je překvapující, když například Bush et al. (2015) popisuje zvyšující se nároky na externí zatížení hráčů fotbalu v letech 2006–2013.

Platts (2012) ve své studii fotbalových akademií zjistil, že 99 % mladých hráčů, kteří prošli akademií, v budoucnu nedosáhnou na profesionální smlouvu. Novotný (2011) se věnuje uplatnění fotbalových reprezentantů U19 v profesionálním fotbalu. Mezi sezonami 2002/2003–2007/2008 české nejvyšší soutěže 31 hráčů ze 100 nepřipsalo v ligovém utkání své první sezony mezi dospělými ani minutu na hřišti. Věková skupina U19 je brána jako vyspělá s mnoha již potencionálními elitními hráči.

V rámci identifikace, objektivizace, determinace a komparace jednotlivých výkonnostních kritérií mladých elitních fotbalistů uvádí MacDonald et al. (2019) vliv malých měst na ideální rozvoj atletických talentů v americkém fotbale. Určitý psychosociální faktor, kde efekt místa narození hraje roli v pozdějším uplatnění mladých sportovců, se již delší dobu diskutuje, stejně jako o důsledcích pro rozvoj odborných sportovních znalostí (Jeništa, 2013).

Hráči s dlouhou reprezentační kariérou v mládežnických kategoriích německých národních týmů mají podle Schroepf a Lames (2018) výraznější šanci v pozdějších letech dosáhnout kariéry profesionálního hráče fotbalu. Existuje několik důvodů, proč hráči nejsou schopni dosáhnout kariéry elitního profesionálního hráče a bylo by jistě velmi zajímavé je sledovat i v rámci našeho budoucího výzkumu. Jedním z parametrů, proč hráči nejsou schopni dosáhnout v pozdějších letech na dráhu profesionálního hráče, jsou zranění. Schroepf a Lames (2018) u hráčů procházejících fotbalovými akademiemi uvádějí také jednoznačnou výhodu později narozených hráčů oproti hráčům fyzicky vyzrálejšími, kdy hráči menšího věku, aby vyrovnali své fyzické a kondiční nedostatky oproti hráčům fyzicky vyzrálejšími, jsou nuceni zlepšovat své technické dovednosti. Tyto dovednosti dostanou často na nadstandartní úroveň, aby v pozdějším věku hráče fyzicky vyzrálejší dohnali i v oblasti kondičních předpokladů.

V případě, že jsou hráči nahrazeni jinými, by identifikace talentů měla vzít v potaz nejenom aktuální výkonnost, ale i potenciaální výkonnost mládežnických hráčů. Autoři dávají důraz i na snížení fluktuace hráčů mezi jednotlivými věkovými skupinami, kdy shledávají jako velmi nevhodné situace, kdy hráč například úvod sezony začíná v U17, aby sezonu zakončoval klidně i v U21. I takové situace často nastávají. Otázkou je, zda z nich daný hráč může mít nějaké benefity. Je potřeba zmínit vysokou individualizaci celého tréninkového procesu a přerazování hráčů do vyšších kategorií.

V rámci determinace výkonu a rozdílů mezi výkonnostními skupinami jsme využili hodnocení na základě T-bodů. Vybrali jsme celkem tři různé hráče z celkem 157 otestovaných fotbalistů. S určitým časovým odstupem jsme hodnotili jejich dosaženou výkonnostní úroveň v roce 2021 (Elitní, Sub-elitní a Amatérská). Elitní hráč dosáhl nejvyšší hodnoty 816 T-bodů, sub-elitní hráč dosáhl nižší hodnoty 747 T-bodů, a amatérský hráč nejnižší hodnoty 735 T-bodů. Mezi hráči jsme našli několik shodných znaků, například hodnoty hráčů dosažené během testování YYIR1 (Elitní: 52 úseků, Sub-elitní: 54 úseků, Amatérský: 50 úseků), které popisují úroveň vytrvalostních předpokladů. Velmi podobná je i hodnota VO_2max mezi hráčem Elitním a Sub-elitním ($58,5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ vs. $59,3 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$). Během analýzy výsledků rychlostních a agility předpokladů (akcelerace na 5 a 10 m, sprint na 20 m letmo a A505 test) již dosahuje Elitní hráč lepších výsledků v komparaci s hráči Sub-elitní a Amatérské výkonnostní úrovně.

Využití T-bodů pro hodnocení hráčů různých výkonnostních úrovní a zařazení paprskových grafů může být benefitem pro zobrazení silných a slabých stránek jednotlivých hráčů, zejména hovoříme-li o longitudiálním sledování s cílem objektivizace výsledků. T-body považujeme ve vědecké praxi za efektivní nástroj pro komplexní hodnocení výkonnosti hráčů různých výkonnostních úrovní, jelikož dosažené výsledky můžeme převést transparentně na jednotlivé standarty.

Připomeňme si Pavla Nedvěda, Petra Čecha, Patrika Bergera a další, v současné době Patrika Schicka, Tomáše Součka nebo Pavla Kadeřábka, kteří dlouhodobě dokazují držet krok s tempem elitního světového fotbalu. Snahou současných a budoucích reprezentantů bude napodobit úspěchy A týmu na ME v Anglii 1996 (2. místo) nebo Portugalsku 2004 (semifinále), jako i úspěchy na ME U21 (rok 2000 2. místo, aby v roce 2002 celý šampionát vyhrála ve Švýcarsku) (Votík, 2003). Nadějně mládežnické výběry nacházíme v roce 2007 a věkové skupině U20 v Kanadě, kde podlehla až ve finále vítězná Argentině (v sestavě nastoupili Sergio Agüero, Sergio Romero, Ángel di María nebo Éver Banega). V roce 2011 hráči U19

zaznamenali 2. místo na evropském šampionátu v Rumunsku (fifa.com). Často je možné zaslechnout názory na ztrátu kvality fotbalové mládeže vychovávané v České republice, ale věřím, že odložené EURO 2020 dospělé kategorie, stejně tak EURO U21 v roce 2021, nás vyvede z omylu, a mládežníci nás potěší skvělým umístěním, aby ukázali, že i v ČR jsme schopni vychovávat technicky zdatné, pohybově nadané fotbalisty schopné vyhrávat ta největší fotbalová utkání (fotbal.cz).

Při komparaci výsledků laboratorního i terénního testování výkonnostních i věkových skupin jsme našli několik signifikantních rozdílů. Jelikož práce určitým způsobem navazuje na disertační práci kolegy Mgr. Michala Dragijského Ph.D., dovoluujeme si tvrdit, že stále nenacházíme ideál pro identifikaci talentované mládeže ve fotbale. Zakončení celého výzkumu bylo velmi náročné z hlediska sběru a analýzy dat, stejně tak jako bylo náročné i z hlediska zajištění množství potřebných probandů.

6.3 Limity výzkumu

Za hlavní limit studie považujeme počet probandů, který i přes velké množství bude pro následnou větší přesnost hodnocení nutné rozšířit. Vzhledem k statistickému zpracování dat doporučujeme v dalším výzkumu využít také hodnocení věcné významnosti mimo obecné evaluace statisticky významné rozdílnosti průměrů skupin. Dále doporučujeme delší časové období pro sběr dat s častější frekvencí terénního a laboratorního testování s následným rozdělením hráčů na hráčské funkce s cílem implementace prognostického – longitudinálního sledování vývoje výsledků každého z hráčů s následnou komparací retrospektivních dat. Jedním z dalších limitů studie je počet vybraných parametrů, který by bylo možné doplnit o například analýzu tělesného složení z hlediska segmentální analýzy, maximální sílu jednoho opakování při dřepu (en. 1 Repetition Maximum; 1RM) při dřepu, impuls síly při odrazu nebo zařazení nových metodik jako například síla adduktorů a abduktorů, měřená na zařízení Force-Frame (Force-Frame; Vald Performance Pty Ltd, Newstead, Australia), tolik důležitá při prevenci fotbalově specifických zranění. Pro budoucí zpracování výsledků doporučujeme determinovat výsledky testu Agility 505 v rámci otáčení podle preferované dolní končetiny než strany otáčení (dominantní/nedominantní vs. pravá/levá). Limitem naší studie bylo také nesledování únavy hráčů během testování, stejně tak i fakt, kdy velká část hráčů z mladších věkových skupin neměla během testování dokončený proces maturace. To mohla být určitá nevýhoda v komparaci s ostatními věkovými skupinami. Do budoucna by bylo jistě vhodné

proces maturace sledovat. Pokud pojednáváme o longitudinálním sledování elitních mládežnických hráčů, bude vhodné implementovat například dotazník věnující se výskytu a četnosti zranění.

7. Závěry výzkumu

Výsledky této disertační práce zjistily signifikantní rozdíly ve vybraných parametrech laboratorní a terénní diagnostiky fyzické výkonnosti mezi třemi výkonnostními skupinami a pěti věkovými skupinami z hlediska ontogeneze. U Elitní skupiny hráčů jsme identifikovali významně lepší výkon v parametrech svalové síly při izokinetickém testování KF (úhlová rychlost 180 a 300°·s⁻¹) 99,05 ± 24,67 N.m a 76,03 ± 20,43 N.m (dominantní končetina) a 94,30 ± 22,48 N.m a 71,50 ± 18,01 N.m (nedominantní končetina). Stejně tak jsme v této výkonnostní skupině zaznamenali nejlepší výsledky vytrvalostních předpokladů při testování YYIR1 a YYIR2 (54,78 ± 7,31 a 23,89 ± 3,55 úseků). Z odborné literatury jsou nám známé hodnoty o celkové průměrné překonané vzdálenosti, vzdálenosti ve sprintu, vzdálenosti ve vysokých intenzitách a dalších externích parametrech z oficiálních utkání elitních hráčů fotbalu. Aby hráč mohl úspěšně absolvovat utkání nejvyšší výkonnostní úrovně s určitými fyzickými parametry pro utkání nezbytnými, je nutné dosahovat určité hodnoty VO₂max. U našich Elitních hráčů nacházíme průměrnou hodnotu VO₂max 60,22 ± 4,63 ml·min·kg⁻¹. Z výkonnostního hlediska můžeme konstatovat, že hráči, kteří ve své kariéře dosáhli nejvyšší hráčské úrovně, byli nadprůměrně výkonní z hlediska vytrvalostních předpokladů (výsledky YYIR1) i z hlediska síly a rychlosti svalové síly kolenních flexorů, kdy je síla KF jedním z klíčových faktorů při akceleracích a deceleracích v průběhu celého utkání. Zajímavostí je, že uvedené rozdíly nebyly potvrzeny během testování A505, které je charakteristický maximálním možným úsilím při právě zmiňovaných akceleračních a deceleračních činnostech. Při analýze výsledků z hlediska ontogeneze jsme u nejstarší skupiny U21 zaznamenali, mimo antropometrických odlišností, významně rychlejší časy při letném sprintu na 20 m (2,34 ± 0,09 s) v porovnání s mladšími věkovými skupinami. Informace tohoto výzkumu mohou poskytovat referenční hodnoty při komparaci výsledků laboratorní a terénní diagnostiky sportující mládeže a hráčů fotbalu s cílem zvýšení efektivity identifikace nadprůměrně výkonných jedinců s potenciálem dosáhnout nejvyšší výkonnostní úrovně. Elitní skupina dosahovala nejlepších výsledků z deskriptivního statistického hlediska i u dalších parametrů diagnostiky, ale zjištěné výsledky neprokázaly signifikantní odlišnosti. Proto pro zvýšení výpovědní hodnoty generalizace výsledků, predikce potencionální výkonnosti a identifikace akcelerovaného talentu doporučujeme rozšířit analyzovanou kohortu.

Při počátečních pracích na disertační práci jsme si stanovili celkem 4 základní hypotézy.

- V **hypotéze 1** jsme předpokládali, že hráči nejvyšší výkonnostní úrovně (Elitní) dosáhnou signifikantně lepších ($p < 0,05$) výsledků v rychlostních (akcelerace na 5, 10 a sprint 20 m letmo) a agility (agility 505 test, K-test) předpokladech ve srovnání s hráči nižší výkonnostní úrovně Sub-elitní a Amatéri. Během testování rychlostních a agility schopností jsme u námi sledované kohorty nezjistili signifikantní rozdíly mezi výkonnostními skupinami, a proto **hypotézu číslo 1 zamítáme**.
- U **hypotézy 2** jsme předpokládali, že hráči nejnižší výkonnostní úrovně (Amatéri) dosahují signifikantně ($p < 0,05$) horších výsledků ve vytrvalostních parametrech terénní (YYIR1 a 2) a laboratorní diagnostiky ($VO_2\max$) v komparaci s hráči nejvyšší výkonnostní úrovně (Elitní). Jedním z vůbec nejzajímavějších zjištění našeho výzkumu je komparace výsledků výkonnostních skupin vytrvalostních terénních testů YYIR1 a YYIR2. Post hoc analýza zjistila signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) mezi třemi skupinami: Elitní, Sub-elitní a Amatéri. Hráči nejvyšší výkonnostní úrovně Elitní dosáhli lepších výsledků v YYIR1 a YYIR2 při komparaci se skupinami nižší výkonnosti (Elitní a Sub-elitní). Taktéž jsme předpokládali lepší výsledky vyšší výkonnostní skupiny Elitní při laboratorní diagnostice maximální aerobní kapacity $VO_2\max$ ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) v porovnání s nižšími výkonnostními úrovněmi. Zde se signifikantní rozdíly neprojeví, a proto **hypotézu číslo 2 zamítáme**.
- U **hypotézy 3** jsme formulovali předpoklad, že hráči vyšší výkonnostní úrovně (Elitní) budou dosahovat signifikantně ($p < 0,05$) vyšších hodnot parametrů svalové síly kolenních flexorů a extenzorů, spolu s menšími ($p < 0,05$) svalovými asymetriemi poměru H:H, Q:Q, H:Q ve srovnání s hráči nižší výkonnostní úrovně (Sub-elitní a Amatéri). Elitní skupina dosáhla signifikantně lepších výsledků svalové síly KF v komparaci se skupinou Sub-elitní, ale již ne v komparaci se skupinou Amatéri. Velmi důležitým parametrem je poměr H:Q dominantní a nedominantní končetiny, kde nebyl prokázán signifikantní efekt výkonnostní skupiny vzhledem k výkonu svalových skupin předních a zadních stehenních svalů. Také při statistické analýze poměru H:H a Q:Q jsme signifikantní rozdíly nezjistili. Proto **hypotézu číslo 3 zamítáme**.

- U **hypotézy 4** jsme předpokládali skutečnost, že chronologicky starší hráči věkové skupiny U19 a U21 dosahují signifikantně ($p < 0,05$) lepších výsledků ve vytrvalostních parametrech laboratorní diagnostiky ($VO_2\max$) a parametrech maximální izokinetické síly v komparaci s mladšími hráči U16 a U17. Analýza výsledků vytrvalostního parametru $VO_2\max$ mezi jednotlivými věkovými skupinami neprokázala signifikantní efekt vzhledem k dosaženým hodnotám $VO_2\max$ ($\text{ml} \cdot \text{min} \cdot \text{kg}^{-1}$) a věku probandů. Pokud se zaměříme na analýzu výsledků maximální izokinetické síly, nenacházíme signifikantní rozdíly mezi věkovými skupinami při pohledu na výkony dominantní dolní končetiny. Naopak při analýze výsledků nedominantní dolní končetiny již nacházíme signifikantně lepší výsledky u starší věkové skupiny U21 v porovnání s mladšími skupinami. **Hypotézu číslo 4 zamítáme.**

Současným trendem v 5 elitních fotbalových zahraničních ligách (Anglie, Francie, Itálie, Německo a Španělsko) je velký počet mladých hráčů v základních sestavách, ať už vychovaných v domácích akademiích, popřípadě mladých hráčů koupených z cizích krajin. V české nejvyšší soutěži neprodukuje takové množství mladých hráčů, jaké by bylo potřeba pro srovnání s podobně velkými fotbalovými krajinami (Belgie, Holandsko, Chorvatsko, Portugalsko nebo Srbsko), kdy právě země Beneluxu, balkánské země nebo Portugalsko jsou sice počtem obyvatel srovnatelné, nebo dokonce menší v porovnání s ČR, ale dokážou vychovat daleko více elitních hráčů, kteří se stávají v poslední dekádě oporami těch nejlepších klubů v nejlepších evropských soutěžích.

Námi zjištěné výsledky mohou být aplikovány v tréninkovém procesu elitní mládeže při rozvoji a diagnostice rychlostních, silových, ale i vytrvalostních předpokladů. Zjištění naší disertační práce nám dávají k dispozici otázku, proč nedosáhli hráči s přibývajícím věkem a blížícím se přechodem do dospělé kategorie zvyšování svojí úrovně maximální spotřeby kyslíku ($VO_2\max$)? Referenční hodnoty lze komparovat z hlediska výkonnosti a ontogeneze a identifikovat nadprůměrné/podprůměrné stránky hráče a následně optimalizovat a individualizovat tréninkové jednotky pro rozvoj specifických činností (předpokladů, dovedností). Často se můžeme dočíst o problematice vrcholné výkonnosti sportovců v rámci rychlostních schopností okolo 21. roku života, což by se díky našemu výzkumu částečně potvrdilo, i když nemáme změřené starší sportovce. Každopádně se nám částečně potvrdil vzrůstající trend hráčů zrychlovat v průběhu přechodu ze skupiny U16 do U21, což je velmi důležitým zjištěním pro možný přechod do dospělé elitní skupiny. Kondiční složka v tréninkovém procesu elitních mládežnických hráčů fotbalu si z uvedených skutečností

zaslouží neustálou pozornost. Stejně tak mohou být výsledky aplikované při sestavování preventivních silových programů elitní mládeže s cílem minimalizovat počet kloubních a svalových poranění, popřípadě při komparaci kondičních předpokladů jednotlivých hráčů na specifických herních funkcích.

Tvorba disertační práce splnila naše očekávání, a to jak při psaní teoretické i praktické části práce, tak i při nabírání dat terénního a laboratorního testování, kdy jsem se dozvěděl mnoho nových a užitečných poznatků, které jistě zúročím v akademickém či trenérském prostředí. Velmi oceňuji přístup vedoucího práce, jako i hlavního konzultanta za pomoci kolegů a přátel z Laboratoře sportovní motoriky UK FTVS, ale i trenérů jednotlivých sledovaných týmů, bez kterých by výše uvedená disertační práce nikdy nevznikla.

Financování projektu

Celá disertační práce byla financována v rámci projektu PROGRES P38, GAČR 19-12150S a GAUK 78418.

8. Reference

1. Aalberg, R. R., & Sæther, S. A. (2016). The Talent Development Environment in a Norwegian top-level football club. *Sport Science Review*, 25.
2. Abbott, W., Brickley, G., & Smeeton, N. J. (2018). Physical demands of playing position within English Premier League academy soccer.
3. Abdullah, M. R., Maliki, A. B. H. M., Musa, R. M., Kosni, N. A., Juahir, H., & Mohamed, S. B. (2017). Identification and comparative analysis of essential performance indicators in two levels of soccer expertise. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 7(1), 305-314.
4. Ade, J., Fitzpatrick, J., & Bradley, P. S. (2016). High-intensity efforts in elite soccer matches and associated movement patterns, technical skills and tactical actions. Information for positionspecific training drills. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2205-2214.
5. Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training load and player monitoring in high-level football: current practice and perceptions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 587-593.
6. Al Haddad, H., Simpson, B. M., Buchheit, M., Di Salvo, V., & Mendez-Villanueva, A. (2015). Peak match speed and maximal sprinting speed in young soccer players: effect of age and playing position. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(7), 888-896.
7. Alentorn-Geli, E., Alvarez-Diaz, P., Ramon, S., Marin, M., Steinbacher, G., Boffa, J. J., . . . Cugat, R. (2015). Assessment of neuromuscular risk factors for anterior cruciate ligament injury through tensiomyography in male soccer players. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 23(9), 2508-2513.
8. Al'Hazzaa, H. M., Almuzaini, K. S., Al-Refae, S. A., & Sulaiman, M. A. (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(1), 54.
9. Alonso, L., Silva, L., Paulucio, D., Pompeu, F., Bezerra, L., Lima, V., ... & Nunes, R. (2017). Field Tests vs. Post Game GPS Data in Young Soccer Player Team. *Journal of Exercise Physiology Online*, 20(1).
10. Altavilla, G., RIELA, L., Di Tore, A. P., & Raiola, G. (2017). The physical effort required from professional football players in different playing positions. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(3), 2007-2012.

11. Alves, J. M. V. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 936-941.
12. Andersson, H., Ekblom, B., & Krstrup, P. (2008). Elite football on artificial turf versus natural grass: movement patterns, technical standards, and player impressions. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 113-122.
13. Andrade, M. S., Junqueira, M. S., Andre Barbosa De Lira, C., Vancini, R. L., Seffrin, A., Nikolaidis, P. T., ... & Knechtle, B. (2021). Age-related differences in torque in angle-specific and peak torque hamstring to quadriceps ratios in female soccer players from 11 to 18 years old: A Cross-sectional study. *Research in Sports Medicine*, 29(1), 77-89.
14. Andrašić, S., Gušić, M., Stanković, M., Mačak, D., Bradić, A., Sporiš, G., & Trajković, N. (2021). Speed, Change of Direction Speed and Reactive Agility in Adolescent Soccer Players: Age Related Differences. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5883.
15. Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., & Konarski, J. M. (2015). Sprinting activities and distance covered by top level Europa League soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 39-50.
16. Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Strzelczyk, R., & Kasprzak, A. (2013). Analysis of sprinting activities of professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2134-2140.
17. Apor, P. (1988). Successful formulae for fitness training. *Reilly T, editores*.
18. Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(2), 278-285.
19. Arslanoğlu, E., Sever, O., Arslanoğlu, C., Şenel, Ö., & Yaman, M. (2013). The comparison of acceleration and sprint features of soccer players according to their positions. *Tojras*, 2(3), 39-42.
20. Atkins, S. J., Bentley, I., Hurst, H. T., Sinclair, J. K., & Hesketh, C. (2016). The presence of bilateral imbalance of the lower limbs in elite youth soccer players of different ages. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(4), 1007-1013.
21. Bajramović, I., Manić, G., Alić, H., & Jelešković, E. (2013). Differences in explosive strength sprinting for football players classified according to different positions in the field. *VOLUME 15–ISSUE 2–DECEMBER, 2013*, 15.

22. Bakallár, I., Šimonek, J., Kanásová, J., Krčárová, B., & Krčmár, M. (2020). Multiple athletic performances, maturation, and Functional Movement Screen total and individual scores across different age categories in young soccer players. *Journal of Exercise Rehabilitation, 16*(5), 432.
23. Baker, J., Schorer, J., & Wattie, N. (2018). Compromising talent: Issues in identifying and selecting talent in sport. *Quest, 70*(1), 48-63.
24. Baldari, C., Di Luigi, L., Emerenziani, G. P., Gallotta, M. C., Sgrò, P., & Guidetti, L. (2009). Is explosive performance influenced by androgen concentrations in young male soccer players? *British Journal of Sports Medicine, 43*(3), 191-194.
25. Baltzopoulos, V., & Brodie, D. A. (1989). Isokinetic dynamometry. *Sports Medicine, 8*(2), 101-116.
26. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum, 619*, 1-155.
27. Bangsbo, J. (2014). Physiological demands of football. *Sports Science Exchange, 27*(125), 1-6.
28. Bangsbo, J., & Mohr, M. (2012). Fitness Testing in Football: fitness training in Soccer II. *BangsboSport*.
29. Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences, 24*(07), 665-674.
30. Barbero-Alvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Alvarez, V., & Castagna, C. (2010). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport, 13*(2), 232-235. doi: 10.1016/j.jsams.2009.02.005
31. Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine, 35*(13), 1095-1100.
32. Barros, R. M. L., Misuta, M. S., Menezes, R. P., Figueroa, P. J., Moura, F. A., Cunha, S. A., . . . Leite, N. J. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine, 6*(2), 233-242.
33. Bate, R., & Jeffreys, I. (2014). *Soccer speed*. Human kinetics.
34. Bayrakdaroğlu, S., Arı, E., Özkamçı, H., & Can, I. (2020). The examination of Yo-Yo intermittent recovery test performance of young soccer players at different playing positions. *Physical education of students, 24*(4), 235-241.

35. Beato, M., Bianchi, M., Coratella, G., Merlini, M., & Drust, B. (2018). Effects of plyometric and directional training on speed and jump performance in elite youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(2), 289-296.
36. Bedřich, L. (2006). *Fotbal: rituální hra moderní doby*. Masarykova univerzita.
37. Bekris, E., Mylonis, L., Gioldasis, A., Gissis, I., & Kombodieta, N. (2016). Aerobic and anaerobic capacity of professional soccer players in annual macrocycle. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(2), 527.
38. Bilík, B. T. Efekty tréninkové intervence u hráčů fotbalu na změnu výkonu v kondičních testech. Diplomová práce (magisterská).
39. Bisanz, G., & Gerisch, G. (2013). *Fußball: Kondition-Technik-Taktik-Coaching*. Meyer & Meyer.
40. Bláža, L. (2014). Vybrané parametry kondiční připravenosti mladých elitních hráčů fotbalu. Diplomová práce (magisterská).
41. Bloom, B. (1985). *Developing talent in young people*. BoD–Books on Demand.
42. Bona, C. C., Tourinho Filho, H., Izquierdo, M., Manuel, R., & PIRES FERRAZ, M. (2017). Peak torque and muscle balance in the knees of young U-15 and U-17 soccer athletes playing various tactical positions. *Journal of Sports Medicine And Physical Fitness*, 57(7-8), 923-9.
43. Bonetti, L. V., Floriano, L. L., dos Santos, T. A., Segalla, F. M., Biondo, S., & Tadiello, G. S. (2017). Isokinetic performance of knee extensors and flexors in adolescent male soccer athletes. *Sport Sciences for Health*, 13(2), 315-321.
44. Boone, J., Vaeyens, R., Steyaert, A., Bossche, L. V., & Bourgois, J. (2012). Physical fitness of elite Belgian soccer players by player position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2051-2057.
45. Bosco, C., Tihanyit, J., & Viru, A. (1996). Relationships between field fitness test and basal serum testosterone and cortisol levels in soccer players. *Clinical Physiology*, 16(3), 317-322.
46. Bradley, P. S., Carling, C., Diaz, A. G., Hood, P., Barnes, C., Ade, J.,... & Mohr, M. (2013). Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Human Movement Science*, 32(4), 808-821.
47. Bradley, P. S., Mohr, M., Bendiksen, M., Randers, M. B., Flindt, M., Barnes, C., ... & Krstrup, P. (2011). Sub-maximal and maximal Yo–Yo intermittent endurance test level 2: heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. *European Journal of Applied Physiology*, 111(6), 969-978.

48. Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). Highintensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168.
49. Brito, J., Figueiredo, P., Fernandes, L., Seabra, A., Soares, J. M., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2010). Isokinetic strength effects of FIFA's "The 11+" injury prevention training programme. *Isokinetics and Exercise Science*, 18(4), 211-215.
50. Brito, J., Fontes, I., Ribeiro, F., Raposo, A., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2012). Postural stability decreases in elite young soccer players after a competitive soccer match. *Physical Therapy in Sport*, 13(3), 175-179.
51. Brown, P. I., Hughes, M. G., & Tong, R. J. (2007). Relationship between $\dot{V}O_2^{\max}$ and repeated sprint ability using non-motorised treadmill ergometry. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(2), 186.
52. Bryson, A., Frick, B., & Simmons, R. (2013). The returns to scarce talent: Footedness and player remuneration in European soccer. *Journal of Sports Economics*, 14(6), 606-628.
53. Buchheit, M., Allen, A., Poon, T. K., Modonutti, M., Gregson, W., & Di Salvo, V. (2014). Integrating different tracking systems in football: multiple camera semi-automatic system, local position measurement and GPS technologies. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1844-1857.
54. Bujnovský, D. (2019). Efekt základního mezocyklu na změny herní kondice s progresivním charakterem zatížení u hráčů mládežnického fotbalu.
55. Bujnovsky, D., Maly, T., Ford, K. R., Sugimoto, D., Kunzmann, E., Hank, M., & Zahalka, F. (2019). Physical fitness characteristics of high-level youth football players: influence of playing position. *Sports*, 7(2), 46.
56. Bunc, V. (2004). Současné pohledy na identifikaci sportovního talentu (na příkladu biatlonu a fotbalu). In *Sborník mezinárodní konference „Identifikace pohybových talentů“* (pp. 19-24).
57. Bush, M. D., Archer, D. T., Hogg, R., & Bradley, P. S. (2015). Factors influencing physical and technical variability in the English Premier League. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(7), 865-872.
58. Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human Movement Science*, 39, 1-11.

59. Buttifant, D., Graham, K., & Cross, K. (1999). Agility and speed measurement in soccer players are two different performance parameters. In *Fourth World Congress of Science and Football* (p. 57).
60. Buzek, M. (2007). *Trenér fotbalu" A" UEFA licence:(učební texty pro vzdělávání fotbalových trenérů)*.
61. Cacek, J., & Grasgruber, P. (2008). *Sportovní geny. Computer press*.
62. Cacek, J., Grasgruber, P., Lajkeb, P., & Michálek, J. (2007). Trénink vytrvalosti v atletice/1. *Atletika 9/2007*.
63. Cacek, P. J., & Pýchová, B. E. Porovnání BMI a somatotypu u vybraných věkových kategorií fotbalistů FC Zbrojovka Brno.
64. Carling, C., Wright, C., Nelson, L. J., & Bradley, P. S. (2014). Comment on ‘Performance analysis in football: A critical review and implications for future research’. *Journal of Sports Sciences*, 32(1), 2-7.
65. Casajús, J. A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(4), 463-469.
66. Casamichana, D., Castellano, J., Diaz, A. G., Gabbett, T. J., & Martin-Garcia, A. (2019). The most demanding passages of play in football competition: a comparison between halves. *Biology of Sport*, 36(3), 233.
67. Castagna, C., & Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1156-1161.
68. Castillo-Rodríguez, A., Cano-Cáceres, F. J., Figueiredo, A., & Fernández-García, J. C. (2020). Train like you compete? Physical and physiological responses on semi-professional soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 756.
69. Centeno-Prada, R. A., Lopez, C., & Naranjo-Orellana, J. (2015). Jump percentile: a proposal for evaluation of high level sportsmen. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(5), 464-470.
70. Clemente, F. M. (2016). *Small-sided and conditioned games in soccer training: the science and practical applications: Springer*
71. Coelho E Silva, M. C., Figueiredo, A. J., Simoes, F., Seabra, A., Natal, A., Vaeyens, R., & Malina, R. M. (2010). Discrimination of u-14 soccer players by level and position. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 790-796.

72. Coelho, D. B., Braga, M. L., Campos, P. A. F., Condessa, L. A., Mortimer, L. D. Á. C. F., Soares, D. D., & Garcia, E. S. (2007, December). Performance of Soccer Players of Different Playing Positions and Nacionalities in A 30-Meter Sprint Test. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
73. Coelho, D. B., Mortimer, L. Á., Condessa, L. A., Morandi, R. F., Oliveira, B. M., Marins, J. C. B., ... & Garcia, E. S. (2011). Intensity of real competitive soccer matches and differences among player positions. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 13(5), 341-347.
74. Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(01), 45-51.
75. Cook, M. (2015). *Soccer Training: Games, Drills and Fitness Practices*. Bloomsbury Publishing.
76. Cotte, T., & Chatard, J. C. (2011). Isokinetic strength and sprint times in English premier league football players. *Biology of Sport*, 28(2), 89.
77. Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135.
78. Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469-1475.
79. Currie, W. (2018). *Performance profiling of elite youth football players: the effects of age on performance* (Doctoral dissertation, University of Glasgow).
80. Červenka, D. (2019). Rychlostní charakteristiky hráčů fotbalu.
81. Dalen, T., Jørgen, I., Gertjan, E., Havard, H. G., & Ulrik, W. (2016). Player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 351-359.
82. Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 36, 45-53.
83. Dargatz, T. (2008). *Fußball-Konditionstraining: Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer und Beweglichkeit*. Stiebner Verlag GmbH.

84. Dauty, M., Menu, P., Fouasson-Chailloux, A., Ferréol, S., & Dubois, C. (2016). Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 6(1), 116.
85. Dawes, J. (Ed.). (2019). *Developing agility and quickness*. Human Kinetics Publishers.
86. DeLang, M. D., Rouissi, M., Bragazzi, N. L., Chamari, K., & Salamh, P. A. (2019). Soccer footedness and between-limbs muscle strength: systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(5), 551-562.
87. Dellal, A., & Wong, D. P. (2013). Repeated sprint and change-of-direction abilities in soccer players: effects of age group. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2504-2508.
88. Dellal, A., Chamari, K., Wong, D. P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., . . . Carling, C. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51-59.
89. Deprez, D., Coutts, A. J., Lenoir, M., Fransen, J., Pion, J., Philippaerts, R., & Vaeyens, R. (2014). Reliability and validity of the Yo-Yo intermittent recovery test level 1 in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32(10), 903-910.
90. Deprez, D., Fransen, J., Boone, J., Lenoir, M., Philippaerts, R., & Vaeyens, R. (2015). Characteristics of high-level youth soccer players: variation by playing position. *Journal of Sports Sciences*, 33(3), 243-254.
91. Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1489-1494.
92. Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227.
93. Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205-212.
94. Djaoui, L., Chamari, K., Owen, A. L., & Dellal, A. (2017). Maximal sprinting speed of elite soccer players during training and matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1509-1517.
95. Dobrý, L., & Semiginovský, B. (1988). *Sportovní hry. Výkon a trénink*. Praha: Olympia.

96. Dos' Santos, T., McBurnie, A., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2020). Biomechanical determinants of the modified and traditional 505 change of direction speed test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(5), 1285-1296.
97. Dovalil, J. a kol. (2005) Výkon a trénink ve sportu. 2. vyd. *Praha: Olympia*.
98. Dragijský, M. (2020). Komparácia fyziologických a motorických determinantov mladých elitných hráčov futbalu s cieľom ich predikcie do reprezentačného výberu ČR.
99. Dragijsky, M., Maly, T., Zahalka, F., Kunzmann, E., & Hank, M. (2017). Seasonal variation of agility, speed and endurance performance in young elite soccer players. *Sports*, 5(1), 12.
100. Drápela, M. (2012). Marketing fotbalových klubů ČFL (Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií).
101. Draper, J. A. (1985). The 505 test: A test for agility in horizontal plane. *Australian Journal of Science Medicine in Sport*, 17(1), 15-18.
102. Drouin, J. M., Valovich-mcLeod, T. C., Shultz, S. J., Gansneder, B. M., & Perrin, D. H. (2004). Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *European Journal of Applied Physiology*, 91(1), 22-29.
103. Dufour, M. (2009). *Les qualités physiques: la vitesse. L'athlète et le guépard*. Ed. Volodalen.
104. Dugdale, J. H., Sanders, D., & Hunter, A. M. (2020). Reliability of change of direction and agility assessments in youth soccer players. *Sports*, 8(4), 51.
105. Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisløff, U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752-1758.
106. Duthie, G. M., Pyne, D. B., Ross, A. A., Livingstone, S. G., & Hooper, S. L. (2006). The reliability of ten-meter sprint time using different starting techniques. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 251.
107. Ebben, W. P. (1998). A review of football fitness testing and evaluation. *Strength & Conditioning Journal*, 20(1), 42-49.
108. Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3(1), 50-60.
109. Ellis, L., Gatin, P., Lawrence, S., Savage, B., Buckeridge, A., Stapff, D., ... & Gore, C. (2000). Physiological tests for elite athletes. *Australian Sports Commission*.
110. Fajfer, Z. (2009). Trenér fotbalu mládeže (16-19 let): I. díl. 2009. 239 s. Olympia ve spolupráci s Českomoravským fotbalovým svazem.

111. Faude, O., Roth, R., Di Giovine, D., Zahner, L., & Donath, L. (2013). Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomised-controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1460-1467.
112. Ferreira, J. C., Araujo, S. R. S., Pimenta, E. M., Menzel, H. J. K., Medeiros, F. B., Andrade, A. G. P. D., ... & Chagas, M. H. (2018). Impact of competitive level and age on the strength and asymmetry of young soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 24, 357-360.
113. Figueiredo, A. J., Gonçalves, C. E., Coelho e Silva, M. J., & Malina, R. M. (2009). Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. *Journal of Sports Sciences*, 27(9), 883-891.
114. Foster, C. A. R. L. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1164-1168.
115. Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 364-373.
116. Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2011). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British Journal of Sports Medicine*, 45(9), 709-714.
117. Fransen, J., Bennett, K. J., Woods, C. T., French-Collier, N., Deprez, D., Vaeyens, R., & Lenoir, M. (2017). Modelling age-related changes in motor competence and physical fitness in high-level youth soccer players: implications for talent identification and development. *Science and Medicine in Football*, 1(3), 203-208
118. Frencken, W. G., Lemmink, K. A., & Delleman, N. J. (2010). Soccer-specific accuracy and validity of the local position measurement (LPM) system. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(6), 641-645.
119. Gamble, P. (2009). *Strength and conditioning for team sports: sport-specific physical preparation for high performance*. Routledge.
120. Gauffin, H., Ekstrand, J., Arnesson, L., & Tropp, H. (1989). Vertical jump performance in soccer players: a comparative study of two training programmes. *Journal of Human Movement Studies*, 16(5), 215-224.
121. Gil S.M., Gil J., Ruiz F., Irazusta A., Irazusta J. (2007). Physiological and Anthropometric Characteristics of Young Soccer Players According to Their Playing

- Position: Relevance for the Selection Process. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 438-445.
122. Gil S.M., Gil J., Ruiz F., Irazusta A., Irazusta J. (2010). Anthropometrical Characteristics and Somatotype of Young Soccer Players and Their Comparison with the General Population. *Biology of Sport*, 27, 17-24.
123. Gil, S., Gil, J., Irazusta, A., Ruiz, F., & Irazusta, J. (2005). Relationship between anthropometric and physiological parameters in young soccer players of different ages Proceedings of the *10th Annual Congress of the European College of Sport Science* (pp. 284). Belgrade, Serbia.
124. Gissis, I., Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V. I., Sotiropoulos, A., Komsis, G., & Manolopoulos, E. (2006). Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Research in Sports Medicine*, 14(3), 205-214.
125. Goes F., Meerhoff L., Bueno M., Rodrigues D., Moura F., Brink M., Elferink-Gemser M., Knobbe A., Cunha S., Torres R. (2020) Unlocking the potential of big data to support tactical performance analysis in professional soccer: A systematic review. *European Journal of Sport Science* 1-16.
126. Gonaus, C., & Müller, E. (2012). Using physiological data to predict future career progression in 14-to 17-year-old Austrian soccer academy players. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1673-1682.
127. Gonaus, C., Birklbauer, J., Lindinger, S. J., Stöggl, T. L., & Müller, E. (2019). Changes over a decade in anthropometry and fitness of elite Austrian youth soccer players. *Frontiers in Physiology*, 10, 333.
128. Gould, S. J. (1977). Ontogeny and phylogeny. Belknap, Harvard.
129. Gregson, W., Drust, B., Atkinson, G., & Salvo, V. D. (2010). Match-to-match variability of high-speed activities in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(4), 237-242.
130. Groom, R., Cushion, C., & Nelson, L. (2011). The delivery of video-based performance analysis by England youth soccer coaches: towards a grounded theory. *Journal of Applied Sport Psychology*, 23(1), 16-32.
131. Grosser, M., & Zintl, F. (1994). Training der konditionellen Fähigkeiten. Hofmann-Verlag.
132. Hachana, Y., Chaabene, H., Ben Rajeb, G., Khelifa, R., Aouadi, R., Chamari, K., & Gabbett, T. J. (2014). Validity and reliability of new agility test among elite and subelite under 14-soccer players. *PloS one*, 9(4), e95773.

133. Halasová, N. (2013). Monitorování školní pohybové aktivity a aktivního životního stylu u žáků SŠ v Plzni.
134. Hansen, L., Bangsbo, J., Twisk, J., & Klausen, K. (1999). Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. *Journal of Applied Physiology*, 87(3), 1141-1147.
135. Harre, D. (1979). Trainingslehre. (8. Aufl.). Berlin: Sportverlag.
136. Haugen, T. A. (2018). Soccer seasonal variations in sprint mechanical properties and vertical jump performance. *Kinesiology*, 50(1), 102-108.
137. Haugen, T. A., Breitschädel, F., & Seiler, S. (2020). Sprint mechanical properties in soccer players according to playing standard, position, age and sex. *Journal of Sports Sciences*, 38(9), 1070-1076.
138. Haugen, T. A., Tønnessen, E. & Seiler, S. (2013). Anaerobic Performance Testing of Professional Soccer Players 1995-2010. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(2), 148-156.
139. Haugen, T. A., Tønnessen, E., Hisdal, J., & Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. *International journal of sports physiology and performance*, 9(3), 432- 441.
140. Hausswirth, C., & Mujika, I. (2013). Recovery for performance in sport: *Human Kinetics*.
141. Havlíčková, L. (1999). Fyziologie tělesné zátěže I.: Obecná část. Karolinum.
142. Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1925-1931.
143. Helgerud, J., Hoff, J., & Wisloff, U. (2002). Gender differences in strength and endurance of elite soccer players. *Science and Football IV*, 382.
144. Herdy, C. V., Galvao, P., Silva, G. C. E., Ramos, S., Simao, R., Pedrinelli, A., Paschalis, V. (2018). Knee flexion and extension strength in young Brazilian soccer players: The effect of age and position. *Human Movement*, 19(3), 23-29.
145. Herold, M., Kempe, M., Bauer, P., & Meyer, T. (2021). Attacking Key Performance Indicators in Soccer: Current Practice and Perceptions from the Elite to Youth Academy Level. *Journal of Sports Science & Medicine*, 20(1), 158.
146. Hiemstra, L. A., Lo, I. K., & Fowler, P. J. (2001). Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(10), 598-605.

147. Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players. *Sports Medicine*, 34(3), 165-180.
148. Hoffman, J. (2014). Physiological aspects of sport training and performance. *Human Kinetics*.
149. Hohmann, A., & Carl, K. (2002). Zum Stand der sportwissenschaftlichen Talentforschung.
150. Hollmann, W. (1985). Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to 1966. *International Journal of Sports Medicine*, 6(03), 109-116.
151. Hollmann, W., & Strüder, H. K. (2009). *Sportmedizin: Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin; mit 91 Tabellen*. Schattauer Verlag.
152. Horčic, J. (2004). Řízení a objektivizace tréninkového procesu ve vytrvalostních vícebojích.
153. Hošková, L. (2014). Vybrané parametry kondičního profilu u hráčků fotbalu.
154. Houweling, T.A., Head, A., Hamzeh, M.A. (2009) Validity of isokinetic testing for previous hamstring injury detection in soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 17(4): 213–220.
155. Huang, Y. C., & Malina, R. M. (2002). Physical activity and health-related physical fitness in Taiwanese adolescents. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 21(1), 11-19.
156. Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y. B., Galy, O., Sghaier, F., Chatard, J. C., . . . Wisloff, U. (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(2), 191-196.
157. Chamari, K., Moussa-Chamari, I., Boussaidi, L., Hachana, Y., Kaouech, F., & Wisløff, U. (2005). Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(2), 97-101.
158. Chaouachi, A., Chtara, M., Hammami, R., Chtara, H., Turki, O., & Castagna, C. (2014). Multidirectional sprints and small-sided games training effect on agility and change of direction abilities in youth soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3121-3127.
159. Chuman, K., Hoshikawa, Y., Iida, T., & Nishijima, T. (2011). Relationships between Yo-Yo intermittent recovery tests and development of aerobic and anaerobic fitness in U-13 and U-17 soccer players. *International Journal of Sport and Health Science*, 1110030079-1110030079.

160. Iglesias-Gutiérrez, E., García, Á., García-Zapico, P., Pérez-Landaluce, J., Patterson, Á. M., & García-Rovés, P. M. (2012). Is there a relationship between the playing position of soccer players and their food and macronutrient intake? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *37*(2), 225-232.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *14*(2), 270-273.
161. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A. L. D. O., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *36*(6), 1042-1047.
162. Ingebrigtsen, J., Bendiksen, M., Randers, M. B., Castagna, C., Krustup, P., & Holtermann, A. (2012). Yo-Yo IR2 testing of elite and sub-elite soccer players: performance, heart rate response and correlations to other interval tests. *Journal of Sports Sciences*, *30*(13), 1337-1345.
163. Iossifidou, A. N., & Baltzopoulos, V. (1998). Inertial effects on the assessment of performance in isokinetic dynamometry. *International Journal of Sports Medicine*, *19*(08), 567-573.
164. Ivarsson, A., Stenling, A., Fallby, J., Johnson, U., Borg, E., & Johansson, G. (2015). The predictive ability of the talent development environment on youth elite football players' well-being: A person-centered approach. *Psychology of Sport and Exercise*, *16*, 15-23.
165. Izovska, J., Mikic, M., Dragijsky, M., Zahalka, F., Bujnovsky, D., & Hank, M. (2019). Pre-season bilateral strength asymmetries of professional soccer players and relationship with non-contact injury of lower limb in the season. *Sport Mont*, *17*(2), 107-110.
166. Izzo, R., Varde'i, C. H., Raiola, G., & Santinelli, F. (2019). Player Performance Model, comparison between youth professional (U-21) and professional first team football players: Different external load or not?
167. Jacobs, I., Westlin, N., Karlsson, J., Rasmusson, M., & Houghton, B. (1982). Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *48*(3), 297-302.
168. Jadcak, L., Grygorowicz, M., Dzudzinski, W., & Sliwowski, R. (2019). Comparison of static and dynamic balance at different levels of sport competition in professional and junior elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *33*(12), 3384-3391.

169. Jakobs, J., (2003). *Zielgruppenspezifische Diagnostik und Steuerung der Ausdauerleistungsfähigkeit im Fußball unter besonderer Berücksichtigung anaerober Leistungsmerkmale*. dissertation. de.
170. Jansa, P., & Dovalil, J. (2007). Sportovní příprava: Vybrané teoretické obory. Q-art.
171. Jebavý, R., Hojka, V., & Kaplan, A. (2017). Kondiční trénink ve sportovních hrách: na příkladu fotbalu, ledního hokeje a basketbalu. *Grada Publishing as*.
172. Jeništa, J. (2013). Problematika úspěšnosti přechodu hráče do kategorie dospělých ve fotbale.
173. Joksimović, A., Smajić, M., Molnar, S., & Stanković, D. (2009). An analysis of anthropomorphological characteristics of participants in the 2008 European Football Championship. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 3, 71–79.
174. Jones, P. D., James, N., & Mellalieu, S. D. (2004). Possession as a performance indicator in soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4(1), 98-102.
175. Jones, R. M., Cook, C. C., Kilduff, L. P., Milanović, Z., James, N., Sporiš, G., ... & Vučković, G. (2013). Relationship between repeated sprint ability and aerobic capacity in professional soccer players. *The Scientific World Journal*, 2013.
176. Júdice, P. B., Silva, A. M., Berria, J., Petroski, E. L., Ekelund, U., & Sardinha, L. B. (2017). Sedentary patterns, physical activity and health-related physical fitness in youth: a cross-sectional study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 1-10.
177. Jura, O. (2012). Srovnání herních činností jednotlivce v utkání a tréninkovém procesu ve fotbale.
178. Kadlubowski, B., Keiner, M., Hartmann, H., Wirth, K., & Frick, U. (2019). The relationship between change of direction tests in elite youth soccer players. *Sports*, 7(5), 111.
179. Kalata, M., Maly, T., Hank, M., Michalek, J., Bujnovsky, D., Kunzmann, E., & Zahalka, F. (2020). Unilateral and Bilateral Strength Asymmetry among Young Elite Athletes of Various Sports. *Medicina*, 56(12), 683.
180. Kalčíková, P. (2015). Možnosti testování hráčů fotbalu s důrazem na prevenci zranění.
181. Kalkhoven, J. T., & Watsford, M. L. (2018). The relationship between mechanical stiffness and athletic performance markers in sub-elite footballers. *Journal of Sports Sciences*, 36(9), 1022-1029.

182. Kaplan, T., Erkmen, N., & Taskin, H. (2009). The evaluation of the running speed and agility performance in professional and amateur soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 774-778.
183. Karahan, M. (2016). Age-related physical performance differences in male soccer players. *The Anthropologist*, 24(3), 724-729.
184. Karelis, A. D., Chamberland, G., Aubertin-Leheudre, M., Duval, C., & Ecological mobility in Aging and Parkinson (EMAP) Group. (2013). Validation of a portable bioelectrical impedance analyzer for the assessment of body composition. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(999), 27-32.
185. Kavalír, P. (2019). Komparace aktuální úrovně vybraných pohybových schopností hráčů fotbalu v kategorii mužů amatérské ligové soutěže v České republice a v Německu.
186. Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 95-102.
187. Kemi, O. J., Hoff, J., Engen, L. C., Helgerud, J., & Wisloff, U. (2003). Soccer specific testing of maximal oxygen uptake. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(2), 139.
188. Kempe, M., Vogelbein, M., & Nopp, S. (2016). The cream of the crop: Analysing FIFA World Cup 2014 and Germany's title run.
189. Kim, H. J., Lee, J. H., Ahn, S. E., Park, M. J., & Lee, D. H. (2016). Influence of anterior cruciate ligament tear on thigh muscle strength and hamstring-to-quadriceps ratio: a meta-analysis. *PLOS one*, 11(1), e0146234.
190. Kirkendall, D. T. (2013). *Fotbalový trénink*. Grada Publishing as.
191. Knapik, J. J., Bauman, C. L., Jones, B. H., Harris, J. M., & Vaughan, L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 19(1), 76-81.
192. Kobal, R., Loturco, I., Gil, S., Abad, C. C. C., Cuniyochi, R., Barroso, R., & Tricoli, V. (2016). Comparison of physical performance among Brazilian elite soccer players of different age-categories. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(4), 376-382.
193. Köklü, Y., Alemдарođlu, U., Özkan, A., Koz, M., & Ersöz, G. (2015). The relationship between sprint ability, agility and vertical jump performance in young soccer players. *Science & Sports*, 30(1), e1-e5.
194. Kovářová, L., & Kovář, K. (2011). The Current Approach To Evaluation Of Talented Athletes For Short Triathlon In The Czech Republic. *Studia sportiva*, 5(1), 5-16.

195. Kovářová, L. (2010). K identifikaci talentu v triatlonu. Disertační práce.
196. Kraaijenhof, H. (2016). What we need is speed: Scientific Practice of Getting Fast. ISBN: 978- 0989619899. ISBN: 0989619893
197. Król M., Konefał M., Chmura P., Andrzejewski M., Zajac T., Chmura J. (2017) Pass completion rate and match outcome at the World Cup in Brazil in 2014. *Polish Journal of Sport and Tourism* 24, 30-34.
198. Król, H., & Mynarski, W. (2012). A comparison of mechanical parameters between the counter movement jump and drop jump in biathletes. *Journal of Human Kinetics*, 34, 59.
199. Krusturup, P., Hellsten, Y., & Bangsbo, J. (2004). Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities. *The Journal of Physiology*, 559(1), 335-345.
200. Krusturup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., & Bangsbo, J. (2003). The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 697-705.
201. Krusturup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(7), 1242.
202. Krusturup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(6), 1165-1174.
203. Kučera, V., & Truksa, Z. (2000). Běhy na střední a dlouhé tratě. *Olympia*.
204. Kunzmann, E. (2017). Sezonní variabilita rychlostních a vytrvalostních schopností u mladých elitních fotbalových hráčů. Diplomová práce (magisterská).
205. Kurz, T. (2003). Stretching Scientifically: A guide to flexibility training. *Stadion Pub*.
206. Lago-Peñas, C., Casais, L., Dellal, A., Rey, E., Domínguez, E. (2011). Anthropometric and physiological characteristics of young soccer players according to their playing positions: relevance for competition success. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3358- 3367.
207. Lago-Peñas, C., Dellal, A., (2010). Ball possession strategies in elite soccer according to the evolution of the match-score: the influence of situational variables. *Journal of Human Kinetics*, 25, 93-100.
208. Lakomy, J., & Haydon, D. T. (2004). The effects of enforced, rapid deceleration on performance in a multiple sprint test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 579-583.

209. le Gall, F., Carling, C., Williams, M., & Reilly, T. (2010). Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 90-95.
210. Lee, J. W., Mok, K. M., Chan, H. C., Yung, P. S., & Chan, K. M. (2018). Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(8), 789-793.
211. Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(2), 243-251.
212. Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). Základy sportovního tréninku I [Učební texty]. Olomouc: HANEX.
213. Lehnert, M., Urban, J., Herbert, J., Procházka, J. H., & Psotta, R. (2011). Isokinetic strength of knee flexors and extensors of adolescent soccer players and its changes based on movement speed and age. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 41(2), 45-53.
214. Liporaci, R. F., Saad, M., Grossi, D. B., & Riberto, M. (2019). Clinical features and isokinetic parameters in assessing injury risk in elite football players. *International Journal of Sports Medicine*, 40(14), 903-908.
215. Little, T., Williams, A. G. (2005): Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005, 19(1), 76–78.
216. Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (Eds.). (2019). *Strength and conditioning for young athletes: science and application*. Routledge.
217. López-Segovia, M., Marques, M. C., van den Tillaar, R., & González-Badillo, J. J. (2011). Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in u21 soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 30, 135.
218. Los Arcos, A., Martinez-Santos, R., & Castillo, D. (2020). Spanish elite soccer reserve team configuration and the impact of physical fitness performance. *Journal of Human Kinetics*, 71(1), 211-218.
219. Loturco, I., Bishop, C., Freitas, T. T., Pereira, L. A., & Jeffreys, I. (2020). Vertical force production in soccer: mechanical aspects and applied training strategies. *Strength and Conditioning Journal*, 42(2), 6-15.

220. Loturco, I., Jeffreys, I., Abad, C. C. C., Kobal, R., Zanetti, V., Pereira, L. A., & Nimphius, S. (2020). Change-of-direction, speed and jump performance in soccer players: a comparison across different age-categories. *Journal of Sports Sciences*, 38(11-12), 1279-1285.
221. Loturco, I., Pereira, L. A., Fílter, A., Olivares-Jabalera, J., Reis, V. P., Fernandes, V., ... & Requena, B. (2020). Curve sprinting in soccer: Relationship with linear sprints and vertical jump performance. *Biology of Sport*, 37(3), 277.
222. Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., & Nakamura, F. Y. (2018). Using loaded and unloaded jumps to increase speed and power performance in elite young and senior soccer players. *Strength and Conditioning Journal*, 40(3), 95-103.
223. Lucey, P., Bialkowski, A., Monfort, M., Carr, P., & Matthews, I. (2014). quality vs quantity: Improved shot prediction in soccer using strategic features from spatiotemporal data. In *Proc. 8th annual mit sloan sports analytics conference* (pp. 1-9).
224. MacDonald, D. J., Cheung, M., Côté, J., & Abernethy, B. (2009). Place but not date of birth influences the development and emergence of athletic talent in American football. *Journal of Applied Sport Psychology*, 21(1), 80-90.
225. Mackenzie, R., & Cushion, C. (2013). Performance analysis in football: A critical review and implications for future research. *Journal of Sports Sciences*, 31(6), 639-676.
226. Magalhães Sales M., Vieira Browne, R. A., Asano, R. Y., dos Reis Vieira Olher, R., Vila Nova de Moraes, J. F., & Simões, H. G. (2014). Physical fitness and anthropometric characteristics in professional soccer players of the United Arab Emirates. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 7, 106–110.
227. Maher, M. E., Hutchison, M., Cusimano, M., Comper, P., & Schweizer, T. A. (2014). Concussions and heading in soccer: a review of the evidence of incidence, mechanisms, biomarkers and neurocognitive outcomes. *Brain Injury*, 28(3), 271-285.
228. Mala, L., Maly, T., & Zahalka, F. (2017). Postural performance in the bipedal and unipedal stance of elite soccer players in different age categories. *Acta Kinesiol*, 11, 101-105.
229. Malá, L., Malý, T., Zahálka, F., & Bunc, V. (2014). Fitness assessment: Body composition. Prague: *Karolinum Press*.
230. Mala, L., Zahalka, F., & Maly, T. (2018). Bioimpedance for analysis of body composition in sports. In F. Simini (Ed.), *Bioimpedance in Biomedical Application and Research* (pp. 243-256): *Springer International Publishing*.

231. Malina, R. M. (1994). Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sports Sciences Reviews*, 22(1), 280-284.
232. Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics.
233. Mallo, J., Mena, E., Nevado, F., & Paredes, V. (2015). Physical demands of top-class soccer friendly matches in relation to a playing position using global positioning system technology. *Journal of Human Kinetics*, 47, 179.
234. Malone, S., Hughes, B., Roe, M., Collins, K., & Buchheit, M. (2017). Monitoring player fitness, fatigue status and running performance during an in-season training camp in elite Gaelic football. *Science and Medicine in Football*, 1(3), 229-236.
235. Malý, T. (2021). Analýza a komparace vybraných determinantů herního výkonu ve fotbale v reflexi hráčských pozic.
236. Malý, T., & Dovalil, J. (2016). *Doplňkový odpor v tréninku rychlostních schopností*. Mladá fronta.
237. Maly, T., Ford, K. R., Sugimoto, D., Izovska, J., Bujnovsky, D., Hank, M., Cabell, L., & Zahalka, F. (2021). Isokinetic strength, bilateral and unilateral strength differences: Variation by age and laterality in elite youth football players. *International Journal of Morphology*, 39(1), 260-267.
238. Maly, T., Sugimoto, D., Izovska, J., Zahalka, F., & Mala, L. (2018). Effect of muscular strength, asymmetries and fatigue on kicking performance in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 39(04), 297-303.
239. Maly, T., Zahalka, F., & Mala, L. (2011). Differences between isokinetic strength characteristics of more and less successful professional soccer teams. *Journal of Physical Education and Sport*, 11(3), 306.
240. Maly, T., Zahalka, F., & Mala, L. (2014). Muscular strength and strength asymmetries in elite and sub-elite professional soccer players. *Sport Science*, 7(1), 26-33.
241. Maly, T., Zahalka, F., & Mala, L. (2016). Lower-extremity strength profile of elite youth soccer players. In T. Favero, B. Drust & B. Dawson (Eds.), *International Research in Science and Soccer II* (pp. 302-310). New York: Routledge.
242. Maly, T., Zahalka, F., Mala, L., & Teplan, J. (2014). Profile, correlation and structure of speed in youth elite soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 40(1), 149-159.
243. Marencakova, J., Maly, T., Sugimoto, D., Gryc, T., & Zahalka, F. (2018). Foot typology, body weight distribution, and postural stability of adolescent elite soccer players: A 3-year longitudinal study. *Plos one*, 13(9), e0204578.

244. Markovic, G., & Mikulic, P. (2011). Discriminative ability of the yo-yo intermittent recovery test (level 1) in prospective young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(10), 2931-2934.
245. Matković Br., Mišigoj-Duraković M., Matković Bo., Janković S., Ružić L., Leko G., Kondrič M. (2003). Morphological Differences of Elite Croatian Soccer Players According to the Team Position. *Collegium antropologicum*, 27(1), 167-174.
246. Mayer, R., & Mayer, T. (2004). *Ausdauertrainer Fussball: Training planen, Leistung steigern, besser spielen*. Rowohlt-Taschenbuch-Verlag.
247. McKenna, M. (2010). *Methods of identifying high velocity growth in youth soccer players* (Doctoral dissertation, University of Glasgow).
248. McLean, S., Salmon, P. M., Gorman, A. D., Read, G. J., & Solomon, C. (2017). What's in a game? A systems approach to enhancing performance analysis in football. *PloS one*, 12(2), e0172565.
249. Memmert D., Perl J. (2009) Game creativity analysis using neural networks. *Journal of Sports Science* 27, 139-149.
250. Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B. E. N., Peltola, E. S. A., & Bourdon, P. (2011). Does on-field sprinting performance in young soccer players depend on how fast they can run or how fast they do run? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2634-2638.
251. Michailidis, Y., Chavlis, S., Mitrotasios, M., Ispirilidis, I., Vardakis, L., Margonis, K., ... & Metaxas, T. (2020). The use of Yo-Yo intermittent recovery test level 1 for the estimation of maximal oxygen uptake in youth elite soccer players.
252. Milanese, C., Cavedon, V., Corradini, G., De Vita, F., & Zancanaro, C. (2015). Seasonal DXA measured body composition changes in professional male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33(12), 1219-1228.
253. Milsom, J., Naughton, R., O'Boyle, A., Iqbal, Z., Morgans, R., Drust, B., & Morton, J. P. (2015). Body composition assessment of English Premier League soccer players: a comparative DXA analysis of first team, U21 and U18 squads. *Journal of Sports Sciences*, 33(17), 1799-1806.
254. Mirkov, D., Nedeljkovic, A., Kukulj, M., Ugarkovic, D., & Jaric, S. (2008). Evaluation of the reliability of soccer-specific field tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1046-1050.

255. Modric, T., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Aerobic fitness and game performance indicators in professional football players; playing position specifics and associations. *Heliyon*, 6(11), e05427.
256. Modric, T., Versic, S., Sekulic, D., & Liposek, S. (2019). Analysis of the association between running performance and game performance indicators in professional soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (20).
257. Mohr, M., & Krstrup, P. (2014). Yo-Yo intermittent recovery test performances within an entire football league during a full season. *Journal of Sports Sciences*, 32(4), 315-327.
258. Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.
259. Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches—beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14(3), 156-162.
260. Moreira, A., Mortatti, A., Aoki, M., Arruda, A., Freitas, C., & Carling, C. (2013). Role of free testosterone in interpreting physical performance in elite young Brazilian soccer players. *Pediatric Exercise Science*, 25(2), 186-197.
261. Morris, R., Emmonds, S., Jones, B., Myers, T. D., Clarke, N. D., Lake, J., ... & Till, K. (2018). Seasonal changes in physical qualities of elite youth soccer players according to maturity status: comparisons with aged matched controls. *Science and Medicine in Football*, 2(4), 272-280.
262. Mota, S., Brito, J., Passos, E., Marques, E., Mota, J., Seabra, A., & Rebelo, A. (2010). Variation of isokinetic strength and bone mineral density in youth portuguese soccer players with age. *The Open Sports Sciences Journal*, 3(1).
263. Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F. M., & Castagna, C. (2009). Fitness determinants of success in men's and women's football. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 107-114.
264. Myer, G. D., Ford, K. R., Foss, K. D. B., Liu, C., Nick, T. G., & Hewett, T. E. (2009). The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 19(1), 3-8.
265. Myftiu, A. (2019). The Impact of different play positions on some morphological indicators from the Yo-Yo IR1 test in young football players. *Sport and Health International Journal of Sport Sciences and Health*, 6(11-12), 31-35.

266. Myftiu, A. (2021). The Relationship between play positions, vertical jump and sprinting speed in young football players. *International Journal of Sport Sciences and Health*, 8(15-16), 9-15.
267. Nápravník, P. (2017). Srovnání úrovně agility s maximální silou dolních končetin měřenou pomocí leg pressu u hráčů fotbalu dorostenecké kategorie.
268. Nedeljkovic, A., Mirkov, D. M., Kukolj, M., Ugarkovic, D., & Jaric, S. (2007). Effect of maturation on the relationship between physical performance and body size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 245.
269. Negra, Y., Chaabene, H., Amara, S., Jaric, S., Hammami, M., & Hachana, Y. (2017). Evaluation of the Illinois change of direction test in youth elite soccer players of different age. *Journal of Human Kinetics*, 58, 215.
270. Nelson, L. J., & Groom, R. (2012). The analysis of athletic performance: Some practical and philosophical considerations. *Sport, Education and Society*, 17(5), 687-701.
271. Nikolaidis, P. T., Ruano, M. A. G., de Oliveira, N. C., Portes, L. A., Freiwald, J., Lepretre, P. M., & Knechtle, B. (2016). Who runs the fastest? Anthropometric and physiological correlates of 20m sprint performance in male soccer players. *Research in Sports Medicine*, 24(4), 341-351.
272. Nilsson, J., & Cardinale, D. (2015). Aerobic and anaerobic test performance among elite male football players in different team positions. *LASE Journal of Sport Science*, 6(2), 73-92.
273. Nogueira, M., Laiginhas, R., Ramos, J., & Costa, O. (2017). Injuries in Portuguese amateur youth football players: a six month prospective descriptive study. *Acta Medica Portuguesa*, 30(12), 840-847.
274. Noon, M. R., James, R. S., Clarke, N. D., Akubat, I., & Thake, C. D. (2015). Perceptions of well-being and physical performance in English elite youth footballers across a season. *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 2106-2115.
275. Novák, J. (2019). Muscle glycogen as an important predisposition for optimal performance in football. *Studia Sportiva*, 12(2), 87-97.
276. Novosad, J. (1998). *Základy sportovního tréninku*. Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
277. Novotný, P. (2011). *Evidence uplatnění fotbalových reprezentantů ČR U19 v profesionálním fotbalu* (Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií).

278. Nunes, J. A., Moreira, A., Crewther, B. T., Nosaka, K., Viveiros, L., & Aoki, M. S. (2014). Monitoring training load, recovery-stress state, immune-endocrine responses, and physical performance in elite female basketball players during a periodized training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2973-2980.
279. Nuñez, F. J., Munguia-Izquierdo, D., Petri, C., & Suarez-Arrones, L. (2019). Field methods to estimate fat-free mass in international soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 40(10), 619-624.
280. Nyberg, M., Mortensen, S. P., Saltin, B., Hellsten, Y., & Bangsbo, J. (2010). Low blood flow at onset of moderate-intensity exercise does not limit muscle oxygen uptake. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 298(3), R843-R848.
281. Öberg, B., Möller, M., Gillquist, J., & Ekstrand, J. (1986). Isokinetic torque levels for knee extensors and knee flexors in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 7(01), 50-53.
282. Opar, D. A., Piatkowski, T., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2013). A novel device using the Nordic hamstring exercise to assess eccentric knee flexor strength: a reliability and retrospective injury study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(9), 636-640.
283. Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(1), 170-178.
284. Ostojic, S. M. (2003). Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elite soccer players. *Journal of Exercise Physiology*, 6(3), 11-14.
285. Owen, A. L., Wong, D. P., Dellal, A., Paul, D. J., Orhant, E., & Collie, S. (2013). Effect of an injury prevention program on muscle injuries in elite professional soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(12), 3275-3285.
286. Owen, A. L., Wong, D. P., McKenna, M., & Dellal, A. (2011). Heart rate responses and technical comparison between small-vs. large-sided games in elite professional soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2104-2110.
287. Owen, A., (2016). Football conditioning: A modern scientific approach, periodization, seasonal training, small sided games. *Milton Keynes: Lightning Source*. ISBN 978-1-910491-10-2.

288. Paillard, T., Noe, F., Riviere, T., Marion, V., Montoya, R., & Dupui, P. (2006). Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. *Journal of Athletic Training, 41*(2), 172.
289. Paseka, J. (2018). Identifikace a komparace vybraných pohybových schopností u elitních hráčů fotbalu kategorie U14 a U15.
290. Pau, M., Arippa, F., Leban, B., Corona, F., Ibba, G., Todde, F., & Scorcu, M. (2015). Relationship between static and dynamic balance abilities in Italian professional and youth league soccer players. *Physical Therapy in Sport, 16*(3), 236-241.
291. Pau, M., Porta, M., Arippa, F., Pilloni, G., Sorrentino, M., Carta, M., & Leban, B. (2019). Dynamic postural stability, is associated with competitive level, in youth league soccer players. *Physical Therapy in Sport, 35*, 36-41.
292. Pearson, A. (2001). *Speed, agility and quickness for soccer: SAQ soccer*. A. & C. Black.
293. Pečl, A. (2020). Tělesné složení a morfologické asymetrie u fotbalistů a jejich možná rezidua ve fáze návratu po zranění.
294. Pérez-Contreras, J., Merino-Muñoz, P., & Aedo-Muñoz, E. (2021). Link Between Body Composition, Sprint, and Vertical Jump in Young Elite Soccer Players from Chile. *MHSalud, 18*(2), 60-76.
295. Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Grada Publishing as., Praha
296. Perl, J., & Memmert, D. (2017). A pilot study on offensive success in soccer based on space and ball control—key performance indicators and key to understand game dynamics. *International Journal of Computer Science in Sport, 16*(1).
297. Petersen, C., Pyne, D., Portus, M., & Dawson, B. (2009). Validity and reliability of GPS units to monitor cricket-specific movement patterns. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 4*(3), 381-393.
298. Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., ... & Malina, R. M. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences, 24*(3), 221-230.
299. Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. A. (1997). Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. *International Journal of Sports Medicine, 18*(02), 113-117.
300. Pivovarniček, P., Pupiš, M., Švantner, R., & Kitka, B. (2014). A Level of Sprint Ability of Elite Young Football Players at Different Positions. *International Journal of Sports Science, 4*(6A), 65-70.

301. Platts, C. (2012). Education and welfare in professional football academies and centres of excellence: A sociological study.
302. Poli, R., & Ravenel, L. (2008). Annual review of the European Football players' labour market.
303. Psotta, R. (2006). *Fotbal-kondiční trénink*. Grada Publishing as.
304. Ragnick, R. (2008). Viererkette und zwei Stürmer sind Standard. BDFL-Journal, 36, 3
305. Rago, V., Pizzuto, F., & Raiola, G. (2017). Relationship between intermittent endurance capacity and match performance according to the playing position in sub-19 professional male football players: Preliminary results. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(2), 688.
306. Rahnama N, Lees A, Bambaecichi E (2005) Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics* 48(11–14): 1568–1575.
307. Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Bravo, D. F., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 228-235.
308. Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659-666.
309. Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisloff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 227-233.
310. Rathke, A. (2017). An examination of expected goals and shot efficiency in soccer. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(2), 514-529.
311. Read, P. J., Oliver, J. L., Myer, G. D., De Ste Croix, M. B. A., & Lloyd, R. S. (2018). The effects of maturation on measures of asymmetry during neuromuscular control tests in elite male youth soccer players. *Pediatric Exercise Science*, 30(1), 168-+.
312. Rebelo, A., Brito, J., Maia, J., Coelho-e-Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Bangsbo, J., ... & Seabra, A. (2013). Anthropometric characteristics, physical fitness and technical performance of under-19 soccer players by competitive level and field position. *International Journal of Sports Medicine*, 34(04), 312-317.

313. Rebelo, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J., & Krustup, P. (2014). Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *European Journal of Sport Science*, 14(sup1), S148-S156.
314. Reilly, T. (1996). Fitness assessment. In T. Reilly & A. M. Williams (Eds.), *Science and soccer* (pp. 25-50). London: E. & F. Spon.
315. Reilly, T. (2006). *The science of training-soccer: A scientific approach to developing strength, speed and endurance*. Routledge.
316. Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669-683.
317. Reilly, T., Drust, B., & Clarke, N. (2008). Muscle fatigue during football match-play. *Sports Medicine*, 38(5), 357-367.
318. Rein, R., & Memmert, D. (2016). Big data and tactical analysis in elite soccer: future challenges and opportunities for sports science. *SpringerPlus*, 5(1), 1-13.
319. Ribeiro, J. P., Fielding, R. A., Hughes, V., Black, A., Bochese, M. A., & Knuttgen, H. G. (1985). Heart rate break point may coincide with the anaerobic and not the aerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine*, 6(04), 220-224.
320. Risberg, M. A., Steffen, K., Nilstad, A., Myklebust, G., Kristianslund, E., Moltubakk, M. M., & Krosshaug, T. (2018). Normative quadriceps and hamstring muscle strength values for female, healthy, elite handball and football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2314.
321. Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. sport-specific vertical jump tests: reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(1), 196-206.
322. Roescher, C. R., Elferink-Gemser, M. T., Huijgen, B. C. H., & Visscher, C. (2010). Soccer endurance development in professionals. *International Journal of Sports Medicine*, 31(03), 174-179.
323. Romero-Caballero, A., Varela-Olalla, D., & Loëns-Gutiérrez, C. (2021). Fitness evaluation in young and amateur soccer players: Reference values for vertical jump and aerobic fitness in men and women. *Science & Sports*, 36(2), 141-e1.
324. Ruas, C.V., Minozzo, F., Pinto, M.D., Brown, L.E., Pinto, R.S. (2015) Lower-extremity strength ratios of professional soccer players according to field position. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29(5): 1220–1226.

325. Ruiz-Ruiz, C., Fradua, L., Fernández-García, Á., & Zubillaga, A. (2013). Analysis of entries into the penalty area as a performance indicator in soccer. *European Journal of Sport Science*, 13(3), 241-248.
326. Rumpf, M. C., Schneider, A. S., Schneider, C., & Mayer, H. M. (2014). Training profiles and motivation of male and female youth soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(1), 207-216.
327. Řehák, L. (2013). Problematika profesionálních hráčských smluv ve fotbale.
328. Saltin, B. (1973). Metabolic fundamentals in exercise. *Medicine and Science in Sports*, 5(3), 137-146.
329. Sarmiento, H., Anguera, M. T., Pereira, A., & Araújo, D. (2018). Talent identification and development in male football: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(4), 907-931.
330. Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguera, M. T., Campaniço, J., Matos, N., & Leitão, J. C. (2014). Match analysis in football: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1831-1843.
331. Semjon, M., Botek, M., Svozil, Z., & McKune, A. J. (2016). Positional differences in the cardiorespiratory, autonomic, and somatic profiles of professional soccer players. *Acta Gymnica*, 46(2), 90-96.
332. Serpell, B. G., Young, W. B., & Ford, M. (2011). Are the perceptual and decision-making components of agility trainable? A preliminary investigation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1240-1248.
333. Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
334. Schroepf, B., & Lames, M. (2018). Career patterns in German football youth national teams—a longitudinal study. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(3), 405-414.
335. Silva, J. R. L. C., Detanico, D., Pupo, J. D., & Freitas, C. D. L. R. (2015). Bilateral asymmetry of knee and ankle isokinetic torque in soccer players u20 category. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 17, 195-204.
336. Silva, M. C., Figueiredo, A. J., Simoes, F., Seabra, A., Natal, A., Vaeyens, R., ... & Malina, R. M. (2010). Discrimination of u-14 soccer players by level and position. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 790-796.
337. Silva, V. G. D., Rocha, M. R. C. C., Gonçalves, A. C., Morandi, R. F., Oliveira, E. C. D., & Pimenta, E. M. (2018). Repeated-sprint ability determined in game in elite male

- Brazilian football players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(6), 906-916.
338. Silvestre, R., West, C., Maresh, C. M., & Kraemer, W. J. (2006). Body composition and physical performance in men's soccer: A study of a National Collegiate Athletic Association Division I team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 177-183.
339. Simon, H. A., & Chase, W. G. (1973). Skill in chess. *American Scientist*, 61(4), 394–403.
340. Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2017). Anthropometric and physiological characteristics of male Soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1), 141-163.
341. Slimani, M., Znazen, H., Miarka, B., & Bragazzi, N. L. (2019). Maximum oxygen uptake of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: implication from a network meta-analysis. *Journal of Human Kinetics*, 66(1), 233-245.
342. Sliwowski, R., Grygorowicz, M., Hojszyk, R., & Jadczyk, L. (2017). The isokinetic strength profile of elite soccer players according to playing position. *Plos One*, 12(7).
343. Smpokos, E., Mourikis, S., & Linardakis, M. (2018). Seasonal changes of physical (motor) activities in professional Greek football players. *Trends in Sport Sciences*, 2(25), 99-107.
344. Söderman, K., Alfredson, H., Pietilä, T., & Werner, S. (2001). Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 9(5), 313-321.
345. Sørensen, H., Thomassen, M., & Zacho, M (2008). Biomechanical Profile of Danish Elite and Sub-elite Soccer Goalkeepers. *Fotball Science*, Vol. 5, 37-44.
346. Sporis, G., Jukic, I., Ostojic, S. M., & Milanovic, D. (2009). Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1947-1953.
347. Sporiš, G., Milanović, Z., Trajković, N., & Joksimović, A. (2011). Correlation between speed, agility and quickness (SAQ) in elite young soccer players. *Acta kinesiologica*, 5(2), 36-41.
348. Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.

349. Strachan, L., Côté, J., & Deakin, J. (2009). “Specializers” versus “samplers” in youth sport: comparing experiences and outcomes. *The Sport Psychologist*, 23(1), 77-92.
350. Stratton, G., Reilly, T., Richardson, D., & Williams, A. M. (2004). *Youth soccer: From science to performance*. Psychology Press.
351. Strøyer, J., Hansen, L., & Klausen, K. L. A. U. S. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 168-174.
352. Suchomel, A. (2006). *Tělesně nezdatné děti školního věku: (motorické hodnocení, hlavní činitelé výskytu, kondiční programy)*. Technická univerzita v Liberci.
353. Sutton, L., Scott, M., Wallace, J., & Reilly, T. (2009). Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 1019-1026.
354. Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 601-618.
355. Sweeting, A. J., Cormack, S. J., Morgan, S., & Aughey, R. J. (2017). When Is a Sprint a Sprint? A Review of the Analysis of Team-Sport Athlete Activity Profile. *Frontiers in Physiology*, 8, 432.
356. Táborský, F. (1981). *Herní výkon*. Olympia.
357. TaSkin, H. (2008). Evaluating sprinting ability, density of acceleration, and speed dribbling ability of professional soccer players with respect to their positions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1481-1486.
358. Teplan, J., Malý, T., Hráský, P., Zahálka, F., Kaplan, A., Malá, L., & Heller, J. (2012). Funkční charakteristiky hráčů fotbalu. *Studia Sportiva*, 69(1), 69-82.
359. Tereso, D., Paulo, R., Petrica, J., Duarte-Mendes, P., Gamonales, J. M., & Ibáñez, S. J. (2021). Assessment of Body Composition, Lower Limbs Power, and Anaerobic Power of Senior Soccer Players in Portugal: Differences According to the Competitive Level. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 8069.
360. Togari, H., Ohashi, J., & Ohgushi, T. (1988) Isokinetic muscle strength of soccer players In T. Reilly, A. Lees, K. Davids, & W. J. Murphy (Eds.), *Science and Football* (pp. 181–185).
361. Tokmakidis, S. P., Kasambalis, A., & Christodoulos, A. D. (2006). Fitness levels of Greek primary schoolchildren in relationship to overweight and obesity. *European Journal of Pediatrics*, 165(12), 867-874.

362. Tomasello, M. (2018). The normative turn in early moral development. *Human Development*, 61(4-5), 248-263.
363. Tonnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., Haugen, T., & Seiler, S. (2013). Maximal aerobic power characteristics of male professional soccer players, 1989-2012. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(3), 323-329.
364. Tourny-Chollet, C., Leroy, D., Léger, H., & Beuret-Blanquart, F. (2000). Isokinetic knee muscle strength of soccer players according to their position. *Isokinetics and Exercise Science*, 8(4), 187-193.
365. Trecroci, A., Longo, S., Perri, E., Iaia, F. M., & Alberti, G. (2019). Field-based physical performance of elite and sub-elite middle-adolescent soccer players. *Research in Sports Medicine*, 27(1), 60-71.
366. Trecroci, A., Milanović, Z., Frontini, M., Iaia, F. M., & Alberti, G. (2018). Physical performance comparison between under 15 elite and sub-elite soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 61, 209.
367. Trecroci, A., Milanović, Z., Rossi, A., Broggi, M., Formenti, D., & Alberti, G. (2016). Agility profile in sub-elite under-11 soccer players: is SAQ training adequate to improve sprint, change of direction speed and reactive agility performance? *Research in Sports Medicine*, 24(4), 331-340.
368. Trecroci, A., Rossi, A., Dos'Santos, T., Formenti, D., Cavaggioni, L., Longo, S., ... & Alberti, G. (2020). Change of direction asymmetry across different age categories in youth soccer. *PeerJ*, 8, e9486.
369. Tribolet, R., Bennett, K. J., Watsford, M. L., & Fransen, J. (2018). A multidimensional approach to talent identification and selection in high-level youth Australian football players. *Journal of Sports Sciences*, 36(22), 2537-2543.
370. Tsiokanos, A., Paschalis, V., & Valasotiris, K. (2016). Knee extension strength profile of elite Greek soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 24(1), 79-82.
371. Turner, A. N., & Stewart, P. F. (2014). Strength and conditioning for soccer players. *Strength & Conditioning Journal*, 36(4), 1-13.
372. Vaeyens, R., Malina, R. M., Janssens, M., Van Renterghem, B., Bourgois, J., Vrijens, J., & Philippaerts, R. M. (2006). A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *British Journal of Sports Medicine*, 40(11), 928-934.
373. Vaidová, E. (2010). Využití atletických cvičení ve fotbalové přípravě žen.
374. Valente-dos-Santos, J., Coelho-e-Silva, M. J., Simões, F., Figueiredo, A. J., Leite, N., Elferink-Gemser, M. T., & Sherar, L. (2012). Modeling developmental changes in

- functional capacities and soccer-specific skills in male players aged 11-17 years. *Pediatric Exercise Science*, 24(4), 603-621.
375. Vargas, V. Z., Motta, C., Peres, B., Vancini, R. L., Andre Barbosa De Lira, C., & Andrade, M. S. (2020). Knee isokinetic muscle strength and balance ratio in female soccer players of different age groups: A cross-sectional study. *The Physician and Sportsmedicine*, 48(1), 105-109.
376. Varley, M. C., & Aughey, R. J. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34(1), 34-39.
377. Verheijen, R. (1998). *The complete handbook of conditioning for soccer*. Reedswain Inc.
378. Verheijen, R. (2000). *Handbuch Fußballkondition: Bfp-Versand*, Lindemann.
379. Verheijen, R. (2016). *The Original Guide to Football Periodisation: Always Play with Your Strongest Team, Part 1*. World Football Academy.
380. Vičar, M. (2018). *Sportovní talent-komplexní přístup*. Grada.
381. Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G., & Hautier, C. (2010): Activity Profile in Elite Italian Soccer Team. [Article]. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 304-310.
382. Vindušková, J. (2003). *Abeceda atletického trenéra*. Praha: Olympia, 1, 2005-2006.
383. Votík, J. (2001). *Trenér fotbalu „B“*. Olympia.
384. Vytlačil, A. (2017). Hodnocení vztahů úrovně neuromotoriky, tělesného somatotypu, tělesné zdatnosti a herních dovedností u hráčů ve fotbalu v kategorii U12.
385. Waldron, M., & Murphy, A. (2013). A comparison of physical abilities and match performance characteristics among elite and subelite under-14 soccer players. *Pediatric Exercise Science*, 25(3), 423-434.
386. Wallace, J. L., & Norton, K. I. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966–2010: Game structure, speed and play patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 223-228.
387. Weber, F. S., Silva, B. G. C. D., Radaelli, R., Paiva, C., & Pinto, R. S. (2010). Isokinetic assessment in professional soccer players and performance comparison according to their different positions in the field. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 16(4), 264-268.
388. Weber, K., & Strüder, H. Entwicklung einer Testbatterie zur Diagnostik und Steuerung der Schnelligkeit im Sportspiel Fußball.
389. Wik, E. H., Mc Auliffe, S., & Read, P. J. (2019). Examination of physical characteristics and positional differences in professional soccer players in Qatar. *Sports*, 7(1).

390. Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, *38*(3), 285-288.
391. Wisløff, U., Helgerud, J., & Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and science in sports and exercise*, *30*(3), 462-467.
392. Wong, P. L., Chamari, K., Dellal, A., & Wisløff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(4), 1204-1210.
393. Wong, P. L., Chaouachi, A., Castagna, C., Lau, P. W., Chamari, K., & Wisløff, U. (2011). Validity of the Yo-Yo intermittent endurance test in young soccer players. *European Journal of Sport Science*, *11*(5), 309-315.
394. Wright, C., Atkins, S., & Jones, B. (2012). An analysis of elite coaches' engagement with performance analysis services (match, notational analysis and technique analysis). *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *12*(2), 436-451.
395. Wright, C., Atkins, S., Polman, R., Jones, B., & Sargeson, L. (2011). Factors associated with goals and goal scoring opportunities in professional soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *11*(3), 438-449.
396. Yang, G., Leicht, A. S., Lago, C., & Gómez, M. Á. (2018). Key team physical and technical performance indicators indicative of team quality in the soccer Chinese super league. *Research in Sports Medicine*, *26*(2), 158-167.
397. Young, W. (2006). A review of agility: Practical application for strength and conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, *28*(5), 24-29.
398. Zahalka, F., Maly, T., & Mala, L. (2016). Analysis of vertical jump parameters with respect to age, jump type and bilateral differences in young soccer players. In T. Favero, B. Drust & B. Dawson (Eds.), *International Research in Science and Soccer II* (pp. 286-293). New York: Routledge.
399. Zahalka, F., Maly, T., Ford, K. R., Sugimoto, D., Mala, L., Gryc, T., & Mikesova, V. (2019). Lower Extremity Force Production And Postural Stability Changes With Age In Young Male Soccer Players: 272 Board# 110 May 29 9: 30 AM-11: 00 AM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *51*(6S), 63.
400. Zahalka, F., Maly, T., Ford, K., Sugimoto, D., Mala, L., Hank, M., & Bujnovsky, D. (2021). Vertical Jump Performance: Relevance For Competition Success In Elite Soccer: 158. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *53*(8S), 48.

401. Zahalka, F., Maly, T., Mala, L., Teplan, J., Gryc, T., Vaidova, E., ... & Buzek, M. (2013). Elite Soccer's Lower Limbs Explosive Strength Asymmetry. *British Journal of Sports Medicine*, 47(10), e3-e3.
402. Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). Science and practice of strength training: *Human Kinetics*.
403. Zhou, K. H. (2003). Correlation and simple linear regression. *Radiology*, 227, 617-622.
404. Zouhal, H., Abderrahman, A. B., Dupont, G., Truptin, P., Le Bris, R., Le Postec, E., ... & Bideau, B. (2019). Effects of neuromuscular training on agility performance in elite soccer players. *Frontiers in Physiology*, 10, 947.
405. Zwolski, C., Schmitt, L. C., Quatman-Yates, C., Thomas, S., Hewett, T. E., & Paterno, M. V. (2015). The influence of quadriceps strength asymmetry on patient-reported function at time of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(9), 2242-2249.
406. Žatkuliak, O. (2011). Analýza činnosti športovních agentů v souvislosti s identifikací a rozvojem športovních talentů (na příkladu fotbalu a ledního hokeje).

Internetové zdroje:

1. www.bundesliga.com
2. www.fifa.com
3. www.fotbal.cz
4. www.transfermarkt.de

9. Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1. Vývoj vzdálenosti překonané ve sprintu (m) v EPL během sezón 2006–2013 v závislosti herních funkcí (Bush et al., 2015).

Obrázek 2. Elitní hráč a záznam HR systémem GPSports SPI EliteSystem® a graf akceleračních úseků během tréninku malých forem fotbalu (SSGS).

Obrázek 3. Relevantní komponenty síly ve fotbale (Grosser & Zintl, 1994).

Obrázek 4. Kondiční složka zastoupená v agility (Jebavý et al., 2017).

Obrázek 5. Nákres průběhu testu 505 – náběhová rychlost (Červenka, 2019).

Obrázek 6. Nákres průběhu testu 505 – otáčka (Červenka, 2019).

Obrázek 7. Nákres průběhu testu 505 – rozběhová rychlost (Červenka, 2019).

Obrázek 8. Provedení cviku „*Nordic hamstring*“.

Obrázek 9. Testování YYIR1 elitních mládežnických hráčů.

Obrázek 10. Hodnocení tělesného složení bioelektrickou bioimpedanční analýzou (Tanita, MC980).

Obrázek 11. Hodnocení posturální stability.

Obrázek 12. Hodnocení svalového profilu extenzorů a flexorů kolene.

Obrázek 13. Testování explozivní síly dolních končetin.

Obrázek 14. Funkční zátěžový test na běžeckém ergometru.

Obrázek 15. Schéma testování akcelerace na 5 a 10 m.

Obrázek 16. Schéma testování maximální běžecké rychlosti na 20 metrů letmo.

Obrázek 17. Schéma agility 505 testu.

Obrázek 18. Schéma agility testu K-test.

Obrázek 19. Schéma průběhu vytrvalostního testu YYIR1 a 2.

Obrázek 20. Komparace výsledků testu YYIR1 v závislosti výkonnostních skupin. – nenašla som v texte

Obrázek 21. Rozptyl výkonů hráčů v testu YYIR1 v závislosti výkonnostních skupin. – nenašla som v texte

Obrázek 22. Výběr 10 nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků testu YYIR1 v Elitní skupině.

Obrázek 23. Výběr 10 nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků testu sprint na 20 m letmo v Elitní skupině.

Obrázek 24. Výběr 10 nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků testu A505P v Elitní skupině.

Obrázek 25. Výběr 10 nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků testu A505L v Elitní skupině.

Obrázek 26. Komparace výsledků celkové dosažené dráhy COP (Centrum tlakového působení) v mm (en. Total Traveled Way, TTW) v testu posturální stability FLP v závislosti výkonnostních skupin.

Obrázek 27. Komparace výsledků celkové dosažené dráhy COP (Centrum tlakového působení) v mm (en. Total Traveled Way, TTW) v testu posturální stability FLL v závislosti výkonnostních skupin.

- Obrázek 28.** Rozptyl výkonů hráčů v testu FLP (mm) v závislosti výkonnostních skupin.
- Obrázek 29.** Výběr 10 nejvýznamnějších korelačních závislostí výsledků testu CMJ-FA v Elitní skupině.
- Obrázek 30.** Komparace izokinetické svalové síly flexe v kolenním kloubu v rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ pro dominantní končetinu v závislosti výkonnostních skupin.
- Obrázek 31.** Komparace izokinetické svalové síly flexe v kolenním kloubu v rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ pro dominantní končetinu v závislosti výkonnostních skupin.
- Obrázek 32.** Rozptyl hráčů v parametru izokinetická svalová síla flexe dominantní končetiny v rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ v závislosti výkonnostních skupin.
- Obrázek 33.** Komparace izokinetické svalové síly flexe v kolenním kloubu v rychlosti $300\cdot s^{-1}$ pro nedominantní končetinu v závislosti výkonnostních skupin.
- Obrázek 34.** Rozptyl hráčů v parametru izokinetická svalová síla flexe nedominantní končetiny v rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ v závislosti výkonnostních skupin.
- Obrázek 35.** Korelační matice mezi vybranými parametry v Elitní skupině.
- Obrázek 36.** Korelační matice mezi vybranými parametry v Sub-elitní skupině.
- Obrázek 37.** Korelační matice mezi vybranými parametry v skupině Amatéri.
- Obrázek 38.** Komparace tělesné hmotnosti v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 39.** Rozptyl hodnot tělesné hmotnosti v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 40.** Komparace výsledků v testu maximální běžecké rychlosti na 20 m (letmo) v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 41.** Rozptyl hodnot dosažených při sprintu na 20 m (letmo) v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 42.** Komparace dosažené výšky výskoku v testu CMJ-FA v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 43.** Komparace dosažené výšky výskoku v testu CMJ v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 44.** Komparace dosažené výšky výskoku v testu SQJ v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 45.** Komparace izokinetické svalové síly extenze v kolenním kloubu v rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 46.** Komparace izokinetické svalové síly extenze v kolenním kloubu v rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ pro nedominantní končetinu v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 47.** Komparace poměru izokinetické svalové síly flexe a extenze v kolenním kloubu v úhlové rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ mezi zadními a předními svalovými skupinami dominantní končetiny (Poměr H:Q) v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 48.** Komparace hodnot maximální spotřeby kyslíku VO_{2max} ($ml\cdot min\cdot kg^{-1}$) v závislosti ontogeneze.
- Obrázek 49.** Výsledky v jednotlivých testech Elitního hráče fotbalu zaznamenané pomocí T-bodů v paprskovém grafu.
- Obrázek 50.** Výsledky v jednotlivých testech Sub-elitního hráče fotbalu zaznamenané pomocí T-bodů v paprskovém grafu.
- Obrázek 51.** Výsledky v jednotlivých testech Amatérského hráče fotbalu zaznamenané pomocí T-bodů v paprskovém grafu.
- Obrázek 52.** Komparace výkonů dosažených v jednotlivých testech u tří hráčů fotbalu (Elitní, Sub-elitní a Amatérský hráč) pomocí T-bodů v paprskovém grafu.

- Tabulka 1.** Dělení hráčů fotbalu na základě výkonostního kritéria.
- Tabulka 2.** Věkové skupiny v České republice (zdroj: www.facr.fotbal.cz)
- Tabulka 3.** Celková překonaná vzdálenost ve sprintu (m) během oficiálního utkání (Maly, 2021).
- Tabulka 4.** Monitoring tréninkového zatížení hráče fotbalu za pomoci Team AMS software.
- Tabulka 5.** Antropometrické hodnoty hráčů nejvyšší české soutěže v závislosti herních funkcí (Semjon, Botek, Svozil, & McKune, 2016).
- Tabulka 6.** Rešerše výsledků testu lineární akcelerační rychlosti na 5 m z výkonostního hlediska.
- Tabulka 7.** Rešerše výsledků testu lineární akcelerační rychlosti na 10 m z výkonostního hlediska.
- Tabulka 8.** Rešerše výsledků test maximální běžecké rychlosti na 20 m z výkonostního hlediska.
- Tabulka 9.** Rešerše vytrvalostního testu YYIR1 z výkonostního hlediska.
- Tabulka 10.** Rešerše vytrvalostního testu YYIR2 z výkonostního hlediska.
- Tabulka 11.** Rešerše výsledků testu akcelerační rychlost na 5 m z hlediska ontogeneze.
- Tabulka 12.** Rešerše výsledků testu sprint na 10 m z hlediska ontogeneze.
- Tabulka 13.** Rešerše výsledků test maximální běžecká rychlost na 20 m z hlediska ontogeneze.
- Tabulka 14.** Rešerše vytrvalostního testu YYIR1.
- Tabulka 15.** Rešerše vytrvalostního testu YYIR2 z hlediska ontogeneze.
- Tabulka 16.** Statistická analýza tělesného složení v závislosti výkonostních skupin.
- Tabulka 17.** Statistická analýza výsledků terénní diagnostiky v závislosti výkonostních skupin.
- Tabulka 18.** Statistická analýza výsledků diagnostiky posturální stability v závislosti výkonostních skupin.
- Tabulka 19.** Statistická analýza diagnostiky vertikálního výskoku v závislosti výkonostních skupin.
- Tabulka 20.** Statistická analýza diagnostiky izokinetické svalové síly dominantní dolní končetiny v závislosti výkonostních skupin.
- Tabulka 21.** Statistická analýza diagnostiky izokinetické svalové síly nedominantní dolní končetiny v závislosti výkonostních skupin.
- Tabulka 22.** Statistická analýza poměru izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů na dominantní a nedominantní končetině mezi výkonostními skupinami.
- Tabulka 23.** Statistická analýza bilaterálního deficitu izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů v závislosti výkonostních skupin.
- Tabulka 24.** Komparace výsledků diagnostiky maximální spotřeby kyslíku VO₂max v závislosti výkonostních skupin.
- Tabulka 25.** Statistická analýza tělesného složení v závislosti ontogeneze.
- Tabulka 26.** Statistická analýza výsledků terénní diagnostiky v závislosti ontogeneze.
- Tabulka 27.** Statistická analýza výsledků diagnostiky posturální stability v závislosti ontogeneze.
- Tabulka 28.** Statistická analýza diagnostiky vertikálního výskoku v závislosti ontogeneze.
- Tabulka 29.** Statistická analýza diagnostiky izokinetické svalové síly dominantní dolní končetiny v závislosti ontogeneze.
- Tabulka 30.** Statistická analýza diagnostiky izokinetické svalové síly nedominantní dolní končetiny v závislosti ontogeneze.

Tabulka 31. Statistická analýza poměru izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů na dominantní a nedominantní končetině v závislosti ontogeneze.

Tabulka 32. Statistická analýza bilaterálního deficitu izokinetické svalové síly předních a zadních stehenních svalů v závislosti ontogeneze.

Tabulka 33. Komparace výsledků diagnostiky maximální spotřeby kyslíku $VO_2\max$ v závislosti ontogeneze.

Tabulka 34. Standardy pro hodnocení úrovně vybraných parametrů Kovářová & Kovář (2011).

Tabulka 35. Dosažené výsledky tří hráčů fotbalu (1 Elitní, 2 Sub-elitní, 3 Amatér) v jednotlivých testech převedené na T-body.

10. Přílohy studie

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

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Identifikace, objektivizace a determinace kritérií výkonnostního a zdravotně-preventivního hlediska u elitních hráčů fotbalu

Forma projektu: výzkumná práce - disertační práce

Období realizace: 1.1.2018 - 30.1.2021

Předkladatel: Mgr. Egon Kunzmann, Laboratoř sportovní motoriky UK FTVS

Hlavní řešitel: Mgr. Egon Kunzmann, Laboratoř sportovní motoriky UK FTVS

Místo výzkumu (pracoviště): Laboratoř sportovní motoriky

Popis projektu: Cílem naší studie je identifikace, objektivizace a determinace kritérií výkonnostního a zdravotně-preventivního hlediska u elitních hráčů fotbalu. Použijeme metodu komparace dosažených výsledků v rámci testové baterie. Sběr dat představují laboratorní a terénní testy prováděné Laboratoří sportovní motoriky. Jedná se o zjišťování úrovně rychlostních, silových, vytrvalostních, koordinačních a pohyblivostních předpokladů. Pro výzkum v rámci terénního a laboratorního šetření využijeme následující testy: sprint na 5,10 a 20 metrů pomocí fotobuněk (Brower Timing system, Utah) pro zjišťování akcelerací a maximální rychlosti a agility (Agility 505 test), Cybex Human Norm, USA využijeme pro zjištění síly dolních končetin a případné zjištění dysbalancí mezi končetinami a rychlosti svalové kontrakce, Optojump (Microgate, Itálie) pro zjišťování frekvenční rychlosti. Taktéž budeme měřit výšku maximální výšky pomocí tlakových desek KISTLER. Digitální váhu (Soehnle ©, Germany) pro zjišťování tělesné hmotnosti, antropometr (Soehnle ©, Germany) pro zjišťování tělesné výšky, multifrekvenční bioimpedanční analyzátor BIA 2000M.

Charakteristika účastníků výzkumu: Jedná se o soubor přibližně 180 fotbalistů věkové kategorie 16-21 let, kdy všichni mají potvrzení o zdravotní způsobilosti pro provádění testové baterie. Tento soubor hráčů patří do nejvyšší výkonnostní úrovně v České republice. Do měření nebudeme zařazovat nemocné a zraněné hráče, o čemž bude rozhodovat hlavní trenér dané věkové kategorie spolu se mnou jako vedoucím testování, případně po konzultaci s lékařem.

Zajištění bezpečnosti: Jedná se o neinvazivní metodu testování, na jejíž bezpečný průběh bude dohlížet vždy skupina pracovníků Laboratoře sportovní, kteří se budou snažit minimalizovat zranění díky důkladnému vysvětlení jednotlivých testů pohybových předpokladů. Jedná se o metodu terénního testování, která je obvyklá a její aplikace v rámci tréninkové jednotky není nad rámec běžných rizik.

Etické aspekty výzkumu: Jedná se o skupinu mladistvých nad 15 let, hráčů vrcholové úrovně, u které je kladen velký důraz na výkonnost, jelikož jsou již často členy různých reprezentačních výběrů, kde již jde velmi často o výsledek jednotlivých utkání. Proto jsme vybrali tuto věkovou kategorii, abychom díky testování byly schopni nastavovat budoucí tréninkový proces pro jednotlivé hráčské funkce. Pomocí testování zjistíme úroveň pohybových schopností každého z probandů, kdy zjistíme i různé svalové dysbalancie, abychom díky uvedenému zjištění mohli ovlivnit následující tréninkový program a dát doporučení pro odstranění těchto dysbalancí, aby mladý sportovec nadále mohl absolvovat úplný tréninkový program, a nemusel chybět z důvodu svalových a kloubních poranění, jelikož nebylo provedeno testování, které podobná rizika odhalí.

Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v naší studii v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Informovaný souhlas: příložen

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 24.11.2017

Podpis předkladatele:



Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 202/2017

dne: 24.11.2017

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

podpis předsedkyně EK UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci *projektu s názvem: Identifikace, objektivizace a determinace kritérií výkonnostního a zdravotně-preventivního hlediska u elitních hráčů fotbalu. Prováděné na Univerzitě Karlově v rámci Laboratoře sportovní motoriky.*

1. Projekt je navržen pro financování v rámci GAUK.
2. Cílem tohoto projektu je identifikace, objektivizace a determinace kritérií výkonnostního a zdravotně-preventivního hlediska u elitních hráčů fotbalu.
3. Použijeme metodu komparace dosažených výsledků v jednotlivých testech pohybových předpokladů.
4. Jedná se o plně standardizované procedury neinvazivního charakteru.
5. Jedno testování celého družstva trvá 1–2 hodiny, kdy testování absolvuje vždy přibližně 20 hráčů. Celková doba sledování se odhaduje na tři roky, kdy každý z hráčů absolvuje čtyřmi testováními během jednoho roku.
6. Během testování se mohou objevit bolestivé stavy pohybové soustavy, popřípadě zažívacího ústrojí z důvodu fyzické náročnosti určitých testů pohybových předpokladů, zejména vytrvalostního charakteru. Pro minimalizaci rizik bude každý z testů pečlivě vysvětlen ještě před samotným začátkem. další důležité informace, jež se vztahují k danému výzkumu (např. aspekty péče o účastníka).
7. Přínos projektu by měl být posun vpřed v organizaci a periodizaci ročního tréninkového cyklu mládežnických fotbalistů.
8. Odměnou za testování je zpětná vazba pro probandy formou diskuze nad dosaženými výsledky a možností budoucího zlepšení formou vhodné volby tréninkových prostředků atd.
9. Data budou zpracována do naší studie statistickou metodou, a publikována na univerzitní půdě v rámci vědeckých konferencí a odborných časopisů. Data budou publikována a uchována v anonymní formě. Bude zabezpečeno, aby získaná data nebyla zneužita.
10. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele projektu Egon Kunzmann Podpis:

Jméno a příjmení hlavního řešitele a spoluřešitelů

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny

relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Jméno a příjmení zákonného zástupce

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi Podpis:

UNIVERZITA KARLOVA

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

José Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešlavín